

82.442

REPUBLICA DE COLOMBIA

**SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO**  
DIVISION DE NUEVAS CREACIONES

CONTESTACION A REPAROS - OBSERVACIONES  
APORTACION DE NUEVA DOCUMENTACION A  
UNA SOLICITUD DE PATENTE DE INVENCION O  
MODELO DE UTILIDAD O DISEÑO INDUSTRIAL

715  
108

SUPERINTENDENCIA Y COMERCIO  
Radicacion : 00034144 00000001 Folios: 251  
Fecha (AND): 2000-08-10 16:50:12  
Tramite : 002 PATENTES 3 : REGISTRO/ 329 COMPLET  
Dependencia: 2021 DIVISION DE NUEVAS CREACIONES

Solicitud de Patente  
Expediente No.00 034.144

CONTESTACION: Reparos ☐  
Observaciones ☐  
Otros ☐  
NUEVA DOCUMENTACION APORTADA ☒

☒ PATENTE ☐ MODELO DE UTILIDAD ☐ DISEÑO INDUSTRIAL

TITULO: **PROCESO PARA LA COMPRESION DE SUSTRATO QUE CONTIENE  
MATERIAL SUPERABSORBENTE**

SOLICITANTE:  
**KIMBERLY - CLARK WORLDWIDE, INC.**

INDICE DE DOCUMENTOS QUE SE ACOMPAÑAN

- ☒ 1 Copias certificadas por la Oficina de Patentes ☐  
☐ de Estados Unidos de las dos primeras solitu- ☐  
☐ des presentadas para la misma invención, de las ☐  
☐ cuales REIVINDICAMOS PRIORIDAD, junto con sus ☐  
☐ correspondientes traducciones. ☐  
☐ ☐

APODERADO: RAMIRO CASTRO DUQUE Código 340

DOMICILIO: Cra. 7 No. 16-56 Piso 9

TEL: 2-812424

FIRMA:

NUMERO DE HOJAS 252

RADICADO POR: Nombres y Apellidos

Agosto 10, 2000  
CPB/hsr.

CERTIFICATION

STATE OF WISCONSIN     )  
                                      ) SS  
COUNTY OF WINNEBAGO )

I hereby certify that the attached papers constitute an identical copy of the original of U. S. Patent Application corresponding to Serial No. **09/334,186** for **PROCESS FOR COMPRESSING A WEB WHICH CONTAINS SUPERABSORBENT MATERIAL** filed on **June 16, 1999**, assigned to Kimberly-Clark Worldwide, Inc. and I further certify that Kimberly-Clark Worldwide, Inc. is a corporation organized and existing under the laws of the State of Delaware, United States of America.

Dated this 12<sup>th</sup> day of May, 2000, at Neenah, Wisconsin, United States of America.

  
Janet A. Van Lieshout, Notary Public  
My commission expires: July 6, 2003

(No Legalization)



# THE UNITED STATES OF AMERICA

**TO ALL TO WHOM THESE PRESENTS SHALL COME:**

**UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE**

**United States Patent and Trademark Office**

**April 11, 2000**

**THIS IS TO CERTIFY THAT ANNEXED HERETO IS A TRUE COPY FROM THE RECORDS OF THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE OF THOSE PAPERS OF THE BELOW IDENTIFIED PATENT APPLICATION THAT MET THE REQUIREMENTS TO BE GRANTED A FILING DATE UNDER 35 USC 111.**

**APPLICATION NUMBER: 09/334,186**

**FILING DATE: June 16, 1999**



**By Authority of the  
COMMISSIONER OF PATENTS AND TRADEMARKS**

**P. SWAIN  
Certifying Officer**

U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE

111

**In the United States Patent and Trademark Office**

Applicants: Shannon K. Melius, David A. Fell,  
William G. Reeves, Donald J. Sanders,  
Heath D. Van Wychen, Michael B.  
Venturino, Palani R. Wallajapet

Docket No.: 14,794

Filed: Herewith

Date: June 16, 1999

For: PROCESS FOR COMPRESSING A WEB WHICH CONTAINS SUPERABSORBENT  
MATERIAL

Express Mail EJ 145 568 430 US  
Label No.:

JCS94 U.S. PTO  
09/334186  
06/16/99

**Transmittal Letter**

**New Utility Patent Application under 37 C.F.R. 1.53(b)  
Plural Inventors**

ASSISTANT COMMISSIONER FOR PATENTS  
BOX PATENT APPLICATION  
Washington, D.C. 20231

Dear Sir:

Transmitted herewith for filing is the above-identified new utility patent application.

Enclosed are:

1. This Transmittal Form including Fee Authorization and a duplicate for fee processing.
2. A Specification having a total of 49 pages, including a one (1) page Abstract.
3. Twenty-three (23) sheets of drawings.
4. A Combined Declaration and Power of Attorney.
5. An assignment of this invention, including a 37 CFR 3.73(b) statement, to Kimberly-Clark Worldwide, Inc. and completed Form PTO 1595 Recordation Form Cover Sheet. Please charge the \$40.00 assignment recording fee, pursuant to 37 C.F.R. 1.21(h), to Kimberly-Clark Worldwide, Inc. deposit account number 11-0875.

112

6. And, if indicated:

☐ A preliminary amendment.

☐ An Information Disclosure Statement, PTO 1449 and copies of the documents (excluding pending applications) cited therein. Pending applications are recited on a separate sheet to avoid their being printed on the face of any patent issuing herefrom.

Pursuant to 35 U.S.C. §120 and 35 U.S.C. §119 (e), Applicants hereby claim priority from presently copending U.S. provisional Application No. 60/134,361 entitled "Process For Compressing A Web Which Contains Superabsorbent Material" and filed on May 14, 1999, in the name of Shannon K. Melius, David A. Fell, William G. Reeves, Donald J. Sanders, Heath D. Van Wychen, Michael B. Venturino, Palani R. Ramaswami Wallajapet (Docket No. 14,794); and U.S. provisional Application No. 60/107,068 entitled "An Absorbent Article With Improved, Wet-Formed Absorbent" and filed on November 4, 1998, in the name of Shannon K. Melius, David A. Fell, Violet M. Grube, Andrew E. Huntoon, Toan T. LeMinh, Sridhar Ranganathan, William G. Reeves, Dave A. Soerens, Heather A. Sorebo, Michael W. Veith, Palani R. Ramaswami Wallajapet, David L. Zenker, Lawrence H. Sawyer (Docket No. 14,406).

Please preliminarily amend the specification of the present application by inserting, as the first sentence following the title, the following: —This application claims priority from presently copending U.S. provisional Application No. 60/134,361 entitled "Process For Compressing A Web Which Contains Superabsorbent Material" and filed on May 14, 1999, in the name of Shannon K. Melius, David A. Fell, William G. Reeves, Donald J. Sanders, Heath D. Van Wychen, Michael B. Venturino, Palani R. Ramaswami Wallajapet (Docket No. 14,794); and U.S. provisional Application No. 60/107,068 entitled "An Absorbent Article With Improved, Wet-Formed Absorbent" and filed on November 4, 1998, in the name of Shannon K. Melius, David A. Fell, Violet M. Grube, Andrew E. Huntoon, Toan T. LeMinh, Sridhar Ranganathan, William G. Reeves, Dave A. Soerens, Heather A. Sorebo, Michael W. Veith, Palani R. Ramaswami Wallajapet, David L. Zenker, Lawrence H. Sawyer (Docket No. 14,406).—

The filing fee, pursuant to 37 C.F.R. 1.16(a), (b), (c) and (d), has been calculated as follows:

|                                                 | Number Filed |       | Number Extra | Rate                    | Fee        |
|-------------------------------------------------|--------------|-------|--------------|-------------------------|------------|
| Total Claims                                    | 38           | -20 = | 18           | x 18 (fee code 103)=    | \$ 324.00  |
| Independent Claims                              | 2            | -3 =  | 0            | x 78 (fee code 102) =   | 0.00       |
| First Presentation of Multiple Dependent Claims |              |       |              | + 260 (fee code 104) =  |            |
|                                                 |              |       |              | Base Fee (fee code 101) | \$ 760.00  |
|                                                 |              |       |              | TOTAL                   | \$1,084.00 |

Please charge Kimberly-Clark Worldwide, Inc. deposit account number 11-0875 for (1) the filing fee indicated in the TOTAL above; and (2) any patent application processing fees required under 37 C.F.R. 1.17. In the event the filing fee indicated in the TOTAL above has been incorrectly

TCS  
113

calculated, please charge any additional filing fee or credit any excess in the filing fee to Kimberly-Clark Worldwide, Inc. deposit account number 11-0875.

Please address all correspondence to: Paul Yee, Kimberly-Clark Worldwide, Inc., Patent Department, 401 North Lake Street, Neenah, Wisconsin 54956.

The undersigned may be reached at telephone number (920) 721-2435 or fax number (920) 721-7339.

Respectfully submitted,

SHANNON KATHLEEN MELIUS, ET AL.

By: Paul Yee  
Paul Yee  
Registration No.: 29,460

CERTIFICATE OF MAILING

I, JoAnn Breister, hereby certify that on June 16, 1999, this Transmittal Letter is being deposited with the United States Postal Service, postage prepaid, Express Mail No. EJ 145 568 430 in an envelope addressed to: Assistant Commissioner for Patents, Washington, D.C. 20231.

By: JoAnn Breister  
JoAnn Breister

"Express Mail" Mailing Label Number EJ 145 568 430 US  
Date of Deposit June 16, 1999

I hereby certify that this paper or fee is being deposited with the United States Postal Service "Express Mail Post Office To Addressee" service under 37 CFR 1.10 on the date indicated above and is addressed to the Assistant Commissioner for Patents, Washington, D.C. 20231.

JoAnn Breister  
(Typed or printed name of person mailing paper or fee)

JoAnn Breister  
(Signature of person mailing paper or fee)

## PROCESS FOR COMPRESSING A WEB WHICH CONTAINS SUPERABSORBENT MATERIAL

### Field of the Invention

The present invention relates to a process for densifying an absorbent web. More particularly, the present invention relates to a process for densifying a web which contains superabsorbent material. The densified web can advantageously exhibit desired levels of strength, softness and flexibility.

### Background of the Invention

The performance objectives of disposable absorbent articles, such as infant diapers, include leakage prevention, dry feel to the wearer, and a comfortable fit throughout the product life. Accordingly, absorbent articles have typically contained an absorbent core to provide liquid handling and other absorbent functionalities required to meet the product performance objectives. The absorbent core of a conventional absorbent article has typically been composed of absorbent fibers, and a superabsorbent material has typically been combined with the absorbent fibers to increase the liquid absorbent capacity. The absorbent core has been formed in a substantially rectangular shape. The absorbent core has also been formed in an hourglass shape, a I-shape, a T-shape, or similar configuration with a reduced absorbent width in the central crotch region for improved fit and comfort.

Conventional absorbent cores have incorporated dry-formed materials which have been produced with various conventional airlaying techniques. The airlaying techniques have typically laid an air-directed mixture of absorbent fibers and superabsorbent to form a web

115

of the absorbent material. When dry, the conventional dry-formed absorbent structures have been soft and conformable, but have had low strength. In addition, the dry-formed structures have had low integrity after they have been wetted.

5 Conventional absorbent cores have also incorporated wet-formed materials which have been produced with various wet-laying techniques. The wet-laying techniques have typically formed an absorbent web produced from a precursor material composed of a mixture of fibers and superabsorbent particles combined with water or other aqueous liquid. A particular wet-laying technique has processed the precursor material into a  
10 foam, and the foam has then been employed to form the desired web of absorbent material. The absorbent structures produced from wet-formed absorbent materials have had greater strength and greater integrity. In particular, the wet-formed absorbent structures have exhibited greater strength and greater integrity after the absorbent materials have absorbed liquid. The wet-formed absorbent materials, however, have also  
15 had excessive stiffness and rigidity, particularly when the absorbent materials have been provided at the basis weights and amounts needed to provide desired levels of total absorbent capacity.

Particular methods for reducing the stiffness of absorbent web materials have included a passing of the material through the nip of a pair of counter-rotating compression rollers. Other methods have embossed the webs to impart increased flexibility. Still other methods have included a passing of the material through the nip of a pair of counter-rotating rollers having textured outer surfaces. The textured surfaces have been configured to produce localized stresses and localized strains which have helped to  
20 reduce the rigidity of the material. Where the webs contain superabsorbent particles, the compression rollers have been configured to fracture or crush the superabsorbent materials.

Conventional techniques, such as those mentioned above, have not been adequate for  
30 softening or compressing webs which contain superabsorbent materials. The conventional techniques have caused excessive fracturing of the superabsorbents and have increased the relative proportions of smaller superabsorbent particles in the webs. This change in the size distributions of the superabsorbent particles has adversely affected the absorbent properties of the web, has increased the tendency of the  
35 superabsorbent to shake-out of the web, and has allowed the generation of excessive

106  
116

dust. In addition, the fracturing of the superabsorbent material has adversely affected various absorbent properties, such as the intake rate of the superabsorbent and the ability of the superabsorbent to swell under pressure.

- 5 As a result, there remains a need for improved methods for compressing or otherwise processing stiff absorbent materials to improve the strength, softness, flexibility, wet integrity and absorbent capacity of the materials.

#### Brief Description of the Invention

10

Generally stated, the present invention can provide a process for compacting and/or densifying a web which contains a superabsorbent material. In particular aspects, the process includes a compressing of a web which includes a plasticized superabsorbent material. In further aspects, the web can be compressed at a relatively low pressure which can be selected to substantially avoid an excessive damaging of the superabsorbent material.

5  
10  
15  
20  
25

In its various aspects, the present invention can more effectively and efficiently compact and/or densify a web which contains particles of superabsorbent material. In particular, the compacting or densifying process of the invention can advantageously maintain the desired sizes, shapes, physical properties and absorbent properties of the superabsorbent material in the final, compressed web. When articles incorporate the absorbent structures that are produced in accordance with the present invention, the articles can exhibit increased strength, improved fit, reduced leakage, and reduced clumping, bunching or sagging during use.

25

#### Brief Description of the Drawings

30

The present invention will be more fully understood and further advantages will become apparent when reference is made to the following detailed description of the invention and the drawings, in which:

Fig. 1 representatively shows a schematic view of an apparatus and method of the present invention;

35

Fig. 2 representatively shows a system of cross-directional softening rollers that can be used with the present invention;

Fig. 3 representatively shows an enlarged view of a portion of the softening rollers  
5 illustrated in Fig. 3;

Fig. 4 representatively shows another system of machine-directional softening rollers that can be used with the present invention;

10 Fig. 5 is a graph which representatively shows the difference in the Absorbency Under Load performance parameter of a number of samples of superabsorbent material, where the various samples of superabsorbent material have been subjected to different conditions of compressing pressure, temperature and moisture content;

15 Fig. 6 representatively shows a magnified top view of a quantity of relatively dry superabsorbent material prior to compressing;

Fig. 6A representatively shows a magnified top view of the superabsorbent material of Fig. 6 after the superabsorbent has been compressed under low force, wherein the  
20 superabsorbent particles have been damaged and fractured;

Fig. 7 representatively shows a magnified top view of a quantity of relatively dry superabsorbent material conditioned at approximately 50% relative humidity prior to  
25 compressing;

Fig. 7A representatively shows a magnified top view of the superabsorbent material of Fig. 7 after the superabsorbent has been compressed to a 50  $\mu\text{m}$  gap;

Fig. 8 representatively shows a magnified top view of a quantity of relatively dry  
30 superabsorbent material prior to conditioning at approximately 80% relative humidity and 100°F;

13  
118

Fig. 8A representatively shows magnified a top view of a quantity of relatively dry superabsorbent material after conditioning at approximately 80% relative humidity and 100°F and prior to compressing under a low force;

- 5 Fig. 8B representatively shows a magnified top view of the superabsorbent material of Fig. 8A during compression;

- Fig. 8C representatively shows a magnified top view of the superabsorbent material of Fig. 8B, as observed immediately after the superabsorbent has been compressed and the  
10 compressing pressure has been released, wherein the compressed superabsorbent material has recovered from its deformed condition and is substantially unfractured;

- Fig. 8D representatively shows a magnified top view of the superabsorbent material of Fig. 8C, as observed approximately 5 minutes after the compressing pressure has been  
5 released, wherein the compressed superabsorbent material has further recovered from its deformed shape and is substantially unfractured;

- Fig. 9 is a scanning electron microscope (SEM) photomicrograph which representatively shows a cross-sectional view of a composite composed of superabsorbent particles in a  
10 fiber matrix prior to compressing;

Fig. 9A is a scanning electron microscope (SEM) photomicrograph which representatively shows a further enlarged, cross-sectional view of a portion of the composite of Fig. 9;

- 25 Fig. 10 is a SEM photomicrograph which representatively shows a cross-sectional view of a composite composed of relatively dry superabsorbent particles in a fiber matrix, as observed after the composite was compressed;

- Fig. 10A is a SEM photomicrograph which representatively shows a cross-sectional view  
30 of a portion of the composite of Fig. 10 at an enlarged, higher magnification;

Fig. 10B is a SEM photomicrograph which representatively shows an enlarged, cross-sectional view of another portion of the composite of Fig. 10;

109  
119

Fig. 11 is a SEM photomicrograph which representatively shows a cross-sectional view of a composite composed of relatively high-moisture-content superabsorbent particles in a fiber matrix, as observed after the composite was compressed;

- 5 Fig. 11A is a SEM photomicrograph which representatively shows a cross-sectional view of a portion of the composite of Fig. 11 at an enlarged, higher magnification;

Fig. 11B is a SEM photomicrograph which representatively shows an enlarged, cross-sectional view of another portion of the composite of Fig. 11; and

10

Fig. 11C is a SEM photomicrograph which representatively shows an enlarged, cross-sectional view of yet another portion of the composite of Fig. 11.

#### Detailed Description of the Invention

5 The present invention provides distinctive methods for densifying and/or softening superabsorbent-containing materials, such as composites composed of a mixture of fibers and particles of superabsorbent material (SAM), or a composite composed of  
10 superabsorbent particles and a foamed matrix material. The superabsorbent material may have a substantially homogeneous distribution, a layered or stratified distribution or a gradient distribution through the composite. The superabsorbent-containing materials can then be employed to form absorbent structures in personal care products, such as  
15 diapers, feminine care products, children's training pants, adult incontinence products and the like.

25

Examples of absorbent structures that may include a softening and/or compressing prior to incorporation into a product can include, but are not limited to, superabsorbent-containing wetlaid structures, superabsorbent-containing dry-laid structures,  
20 superabsorbent-containing foamed structures, superabsorbent-containing air-laid structures, and the like, as well as combinations thereof. Wet-formed webs or structures can, for example, be produced by employing a water-containing mixture of  
25 superabsorbent material and fibrous material. Wet-formed structures or webs can also be produced by employing a water-containing mixture of superabsorbent material and fibrous material, wherein the mixture has been provided in the configuration of a foam. Dry-

30

120

formed webs or structures can, for example, be produced by employing an air-suspension or air-entrained mixture of fibrous material and superabsorbent material.

Examples of suitable wetlaid, superabsorbent structures can include those produced by the method described in U.S. Patent No. 5,651,862 entitled WET-FORMED ABSORBENT COMPOSITE by R. Anderson et al., which issued July 29, 1997. Examples of airlaid, superabsorbent structures are described in U.S. Patent No. 5,509,915 entitled THIN ABSORBENT ARTICLE HAVING RAPID UPTAKE OF LIQUID by W. Hanson et al. which issued April 23, 1996. The entire disclosure of these documents are incorporated herein by reference in a manner that is consistent herewith.

The techniques of the present invention can compact and/or densify an absorbent structure without excessively damaging the superabsorbent material in the structure, or excessively degrading the functional properties of the absorbent structure. The techniques of the invention can help soften the absorbent material and enhance the performance of its resulting absorbent structure.

The technique of the invention can be further improved by appropriately choosing the constituent materials in the absorbent web structure. For example, adding crosslinked cellulose fibers to the absorbent structure can impart bulk and softness. Increasing the amount of superabsorbent can also impart softness due to reduced fiber-to-fiber bonding.

It should also be noted that, when employed in the present disclosure, the terms "comprises", "comprising" and other derivatives from the root term "comprise" are intended to be open-ended terms that specify the presence of any stated features, elements, integers, steps, or components, but do not preclude the presence or addition of one or more other features, elements, integers, steps, components, or groups thereof.

With reference to Figs. 1, 2, 3 and 4, the invention can provide a distinctive process and apparatus for compacting and/or densifying a web 12 which contains a superabsorbent material 32. Generally stated, the process includes a compressing of the web 12 while the web includes superabsorbent material which has been plasticized.

In desired arrangements, the invention can include a plasticizing of the superabsorbent material contained in the web 12, and a subsequent compaction or compression of the

21

web 12. The compressing of the absorbent web 12 may be conducted at a selected, relatively low pressure, and the low pressure can be arranged to substantially avoid an excessive fracturing (e.g. cracking or breaking) or other damaging of the desired properties of the superabsorbent material 32. Additionally, the web can be compressed while being subjected to a selected compressing temperature. In particular aspects, a glass transition temperature ( $T_g$ ) of the superabsorbent material has been, at least temporarily, adjusted, and the adjusted glass transition temperature is approximate to the selected compressing temperature. In a further aspect of the invention, the temperature of the superabsorbent can be raised to within a selected range or proportion of the glass transition temperature of the superabsorbent material.

The glass transition temperature of the superabsorbent material is a conventional parameter that is recognized in the art. Generally stated, the glass transition temperature ( $T_g$ ) is a temperature where a material, such as a polymeric material, undergoes a marked change in properties associated with the virtual cessation of local molecular motion. Below its  $T_g$ , an amorphous material can have many of the properties associated with ordinary inorganic glasses, including the properties of hardness, brittleness, stiffness and transparency. For example, see the Textbook of Polymer Science, Billmeyer, (1984, Wiley) ISBN 0-471-03196-8, e.g. page 7. The glass transition temperature can reflect the mechanical properties of the material over a specified temperature range. Below  $T_g$ , a polymer is stiff, hard, brittle, and glasslike; above  $T_g$ , if the molecular weight is high enough, the polymer is relatively soft, limp, stretchable, and can be somewhat elastic. At even higher temperatures the material can flow and be tacky. Below the transition temperature, the majority of the polymer chains have a relatively fixed configuration, and little translation or rotation of polymer chains takes place. Above the glass-transition temperature, the polymer chain has sufficient thermal energy for rotational motion or considerable torsional oscillation; thus the glass-transition temperature marks the onset of segmental mobility. The glass transition is not sharp and takes place over a temperature range of several degrees. Accordingly, the  $T_g$  is taken as the midpoint of the temperature interval over which the discontinuity in properties occurs. Conventional techniques for determining  $T_g$  have, for example, employed a differential scanning calorimeter (DSC). See the Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, 4th edition, Vol. 1, e.g. pp.315-317; and Modern Superabsorbent Polymer Technology, editors F. L. Bucholz and A. T. Graham, Wiley-VCH (1998), e.g. pp. 45 and 140-143.

12  
(12)

The glass transition temperature of the superabsorbent material can, for example, be adjusted by subjecting the web 12 to a selected humidification. In desired aspects, the humidification can selectively raise the water content of the associated superabsorbent material. The humidification may also be employed to expose and adjust the web components to the desired compressing temperature. Desirably, the humidification can occur prior to the compressing and densification of the absorbent web 12. In particular aspects of the invention, particles of the superabsorbent material may become flattened, tend to form platelets or otherwise tend to retain a deformed shape when compressed. In additional aspects, the deformed superabsorbent particles can be configured to substantially overcome or otherwise relinquish their deformation when the superabsorbents are wetted. When subjected to the ordinary pressures that are encountered during normal use, the superabsorbent materials can be configured to expand and swell to return to approximately their original, undeformed shapes during the absorption of liquid. As a result, the superabsorbent material can advantageously retain or reacquire an ability to open up the matrix structure of the composite as the superabsorbent material swells.

In particular aspects, the superabsorbent material 32 can initially be provided in the web at a selected first moisture level. For example, the superabsorbent material can be provided for inclusion in the web 12 while the superabsorbent material contains the first moisture level. In other aspects, the superabsorbent material can be dried or otherwise conditioned to attain the first moisture level. Optionally, the superabsorbent and web can be both dried or otherwise conditioned to attain the desired first moisture level in the superabsorbent material. The superabsorbent and web can desirably be conditioned while combined together. In further aspects, the process can include a providing of a fibrous material or other matrix material for inclusion in the web. In the various configurations of the invention, the web 12 can be initially provided while the superabsorbent material contains the first moisture level, and the compressing of the web can be subsequently conducted while the superabsorbent material contains a second moisture level which is greater than the first moisture level.

Still other aspects of the invention can include heated calender rolls which can help to reduce the amount of pressure required to densify the absorbent web 12. Additionally, the humidification and calendaring of the web 12 can be conducted in a combined operation to provide further advantages.

Additional softening procedures can be performed on the web either prior to, after, or instead of the calendering of the web 12. Such additional procedures may, for example, include embossing, compressing, compressing between matched grooved rolls, micro-straining and the like, as well as combinations thereof. The softening the web 12 in such a manner may provide the further advantage of breaking some of the bonds which would otherwise limit the swelling of the superabsorbent material in the web, thereby providing enhanced capacity to the structure. It is contemplated that the web 12 may be heated during the additional softening procedures.

In desired arrangements, the technique of the invention can include a selected flexing of the web 12. Where a softening flexation and a densification of the web are both employed, the absorbent web material 12 is desirably softened by the flexing prior to calendering. This configuration of the invention can be particularly advantageous for processing structures that are densified to thicknesses which approach the size of the superabsorbent particles in the web.

The various aspects of the present invention can be incorporated individually or in any desired combination, and can help to more effectively and efficiently unstiffen and soften a web which contains particles of superabsorbent material. In particular, the various aspects of the technique of the invention can advantageously maintain the desired shapes, physical properties and/or absorbent properties of the superabsorbent material. Additionally, the present invention can produce an absorbent article which provides improved fit, more softness and flexibility, better containment of the superabsorbent in the web, improved absorbency and reduced leakage.

With reference to Fig. 1, the process and apparatus of the invention can have an appointed machine-direction 34 and an appointed cross-direction 36. For the purposes of the present invention, the machine-direction 34 is the direction along which a particular component or material is transported length-wise along and through a particular, local position of the apparatus and method of the invention. The cross-direction 36 lies generally within the plane of the material being transported through the process and is aligned perpendicular to the local machine-direction 34. Accordingly, in the view of the arrangement representatively shown in Fig. 1, the cross-direction 36 extends perpendicular to the plane of the sheet of the drawing.

12A

As representatively shown in Fig. 1, the method and apparatus of the invention can include a transport mechanism, such as provided by the representatively shown transport rollers 14 and their associated power sources (e.g. engines and motors) which can move and direct the web 12 along the appointed machine-direction 34 at a selected transport speed.

In particular aspects, the transport speed can be at least a minimum of about 10 m/min. The transport speed can alternatively be at least about 100 m/min, and optionally, can be at least about 250 m/min to provided improved performance. In other aspects, the transport speed can be not more than a maximum of about 1000 m/min. The transport speed can alternatively be at not more than about 700 m/min, and optionally, can be not more than about 400 m/min to provide improved effectiveness. If the speed is too low, there can be excessively low productivity and high cost. If the speed is too high, any desired transfer of heat to the moving web may be ineffective or insufficient.

As representatively shown in Fig. 1, the transport system can deliver the web 12 to a selected plasticizing mechanism. The delivered web is desirably substantially dry, and the plasticizing mechanism, such as the representatively shown humidifying system, can be configured to operatively increase a ductility or otherwise increase a deformability of the superabsorbent material 32 in the web 12.

For the purposes of the present disclosure, a plasticizing of an appointed material includes any formulation, treatment or technique which operatively reduces stiffness, reduces brittleness and/or reduces rigidity, and allows an operative deformation of the material substantially without an excessive cracking, tearing, splitting, breaking or other fracturing when the material is compressed. The reduction in stiffness, brittleness or rigidity may be temporary or substantially permanent. The non-fracturing deformation may be a resilient deformation, a substantially elastic deformation, or a substantially retained deformation, as well as combinations thereof. The plasticizing of the superabsorbent material may, for example, include a humidification of the material, a heating of the material, a chemical treatment of the material or the like, as well as combinations thereof.

With reference to Fig. 1, the plasticizing of the superabsorbent material 32 within the web 12 can include a mechanism which operatively humidifies the web 12 to a selected

175

extent. For example, in the representatively shown configuration, the web 12 can be transported into a humidifier chamber 16 which operatively exposes the web, particularly the superabsorbent material, to water vapor. The humidification can have an added advantage of providing an increased binding of the superabsorbent to the fibers, especially if the superabsorbent is configured to become tacky during the humidification. The binding can enhance the containment of the particles in their associated matrix material (e.g. fiber matrix or foam matrix) and can provide a more intimate contact between the superabsorbent and the matrix material. As a result, the binding can enhance the liquid-management properties of the absorbent composite web 12.

Various techniques can be employed to operatively humidify the web 12. The techniques can include a high temperature humidification or a low temperature humidification, as well as combinations thereof. Water vapor may be delivered to the web 12 and to the superabsorbent material by exposing the web to humidified air. For example, a vacuum conveyor may be employed to pass the humid air through the web. The humidification may also include a providing of water vapor by employing steam or other high-temperature, moisture-containing, gaseous medium. In additional aspects, the humidification can include a mechanism which generates sufficiently small droplets of water that will readily evaporate to provide the desired concentration of water vapor. For example, a suitable humidification may be accomplished by air showers, misters, atomizers, ultrasonic vaporizers, moisture-condensing devices and the like, as well as combinations thereof. Typically, a driving mechanism (e.g. a fan system or a vacuum system) can be employed to move the humidifying moisture (e.g. water vapor) through the web and into operative contact with the superabsorbent material.

The humidifying of the web 12 can expose the web 12 to a selected concentration of water vapor at a predetermined temperature for a selected length of time. Various mechanisms and techniques can be employed to adjust and regulate the time of exposure. For example, the speed of the web 12 may be increased or decreased to regulate a residence time of the web within the humidifier chamber 16. Alternatively, the path length of the web within the humidifier chamber may be increased or decreased to adjust the residence time. In the shown configuration, for example, a system of festooning rollers 18 may be employed to adjust the web path length within the humidifier chamber 16 to regulate the residence time of the web in the chamber.

126

The web is desirably subjected to the appointed water vapor concentration (e.g. relative humidity) over a time and a temperature which are sufficient to impart a selected moisture content to the superabsorbent material in the web 12. In particular aspects, the moisture content provided to the superabsorbent can be at least a minimum of about 0.1 grams of water per gram of superabsorbent material (0.1 g/g). The moisture content can alternatively be at least about 0.15 g/g, and optionally, can be at least about 0.2 g/g to provided improved performance. In other aspects, the moisture content can be not more than a maximum of about 0.9 g/g. The moisture content can alternatively be at not more than about 0.6 g/g, and optionally, can be not more than about 0.4 g/g to provide improved effectiveness.

If the moisture content is too low, there can be an excessive generation of dust, an excessive fracturing of the superabsorbent material, or a need for an excessive heating of the web. If the moisture content is too high, there may be excessive adhesion of the web to the manufacturing equipment, there may be excessive disruptions of the manufacturing process, and there may be a reduction of the absorbent capacity of the superabsorbent material.

It has been discovered that the treating of the web 12 with operative levels of water vapor can be more effective than a treating the web with liquid water. When the web is treated with liquid water, the liquid water can primarily be captured or otherwise taken up by the matrix material, such as the fibrous material in the web. As a result, the superabsorbent material may not become adequately plasticized to allow the desired compressing of the web without excessively damaging the properties of the superabsorbent material.

Additionally, when liquid water is employed, excessive amounts of water may be needed to generate the desired plasticizing effect on the superabsorbent material, since excessive water may be held by the web matrix material. The excess water can then be difficult and/or expensive to dry or otherwise remove from the web. Accordingly, an aspect of the invention is a substantial avoidance of subjecting the web 12 to excessive amounts of liquid water.

Particular aspects of the invention can include an exposure or other conditioning of the superabsorbent at a relative humidity of up to about 100%. The conditioning relative humidity can be at least a minimum of about 50%, and optionally can be at least about 80% to provide improved performance. Other aspects of the invention can include a

127

conditioning of the superabsorbent at a temperature of up to about 100°C. The conditioning temperature can alternatively be at least a minimum of about 20°C, and optionally, can be at least about 80°C to provide improved benefits.

- 5 In further aspects, the superabsorbent material 32 has been dispensed, deposited or otherwise provided for inclusion in the web 12 at a time and in a condition where the superabsorbent material contains an ambient or first moisture level. The humidifying of the web 12 can then advantageously raise the moisture content of the superabsorbent material to a second level that is above the ambient, first level in the superabsorbent.
- 10 Then, the compressing of the web can be subsequently conducted when the superabsorbent material contains the second moisture level that is relatively greater than the first moisture level. In other aspects, the process can include a providing a matrix material, such as a fibrous material, for inclusion in the web. The matrix material (e.g. fibers) can, for example, be mixed, layered, bonded, assembled, reacted with, or
- 5 otherwise combined with the superabsorbent material to form the desired web.

- In alternative aspects of the invention, the plasticizing of the superabsorbent material 32 can be accomplished by configuring the superabsorbent material to be in a rubbery, readily deformable state, even when the material is at low humidity levels. Accordingly,
- 20 the invention can allow a densification of the materials at lower temperatures. The superabsorbent can have a composition which has been chemically processed or otherwise altered to provide a low glass transition temperature in the environment of low relative humidity. Such alteration may include a chemical reaction or treatment which suitably changes the chemistry of the superabsorbent material. In particular aspects, the
- 25 superabsorbent can have a composition which has been chemically adjusted to provide a glass transition temperature of less than about 35 °C at a relative humidity of 50 %.

- In other aspects, the superabsorbent material can be treated with an additive to make the superabsorbent rubbery and less susceptible to forming dust. For example, see
- 30 EP 0 690 077 published January 3, 1996 and entitled HYDROGEL-FORMING POLYMERIC MATERIAL WITH DESIRABLE FRACTURE PROPERTIES. The additive can also operate as a binder material which helps to bind the superabsorbent particles to adjacent fibers. As a result, the plasticizing additive can provide an efficient and distinctive technique for introducing the binder into the absorbent material.

With reference Figs. 2, 3 and 4, the method and apparatus of the invention can further include a mechanism which provides a predetermined flexing of the web 12. Desirably, the flexing is conducted prior to the compressing of the web. The flexing can

5 advantageously provide a desired unstiffening of the web 12, and the unstiffening can, for example, be conducted prior to, during, or after the humidifying or other plasticizing of the web. The unstiffening of the web can include a selected cross-directional flexing, a machine-directional flexing, or a combination of cross-directional flexing and machine-directional flexing, as desired.

10 Various techniques can be employed to provide the desired cross-directional flexing of the web 12. For example, the techniques can include embossing, microstraining, biaxial straining and the like, as well as combinations thereof.

15 Examples of the microstraining technique are described in U.S.P. 5,562,645 issued October 8, 1996 and entitled ARTICLE WITH SOFT ABSORBENT PULP SHEET by R. W. TANZER et al.

20 Examples of the biaxial straining technique are described in U.S.P. 3,902,230 issued September 2, 1975 and entitled SIMULTANEOUS CONTINUOUS BIAxIAL WEB STRETCHER by Schwarz; U.S.P. 4,223,059 issued September 16, 1980 and entitled PROCESS AND PRODUCT THEREOF FOR STRETCHING A NON-WOVEN WEB OF AN ORIENTABLE POLYMERIC FIBER by Schwarz; and U.S.P. 4,285,100 issued August 25, 1981 and entitled APPARATUS FOR STRETCHING A NON-WOVEN WEB  
25 OR AN ORIENTABLE POLYMERIC MATERIAL by Schwarz.

Other techniques for providing a flexible absorbent material are described in U.S.P. 4,354,901 issued October 19, 1982 and entitled FLEXIBLE ABSORBENT  
30 BOARDS by Kopolow; and U.S.P. 4,610,678 issued September 9, 1986 and entitled HIGH DENSITY ABSORBENT STRUCTURES by Weisman et al.

With reference to Figs. 1, 2 and 3, the cross-directional flexing of the web 12 can include a passing of the web through a nip between a pair of cooperating, counter-rotating, circumferentially-grooved rollers 70 and 70a to mechanically flex the web materials with  
35 the set of matched grooved rolls. As representatively shown in Figs. 2 and 3, each of the

129

counter-rotating grooved rollers 70 and 70a can include an alternating series of cooperating peaks 72 and lands 76. The peaks have a selected width 78, and a selected height 82. The lands have a selected width 80 and a selected depth corresponding to the height 82 of the peaks. The adjacent peaks that are on the same roller have a center-to-center distance 84. During operation, the peaks of one roll are substantially centered in the lands of the other, matched roll. An "engagement" distance 90 between the rollers 70 and 70a is measured as the distance from the peak provided by the first roll to the adjacently positioned peak provided by the second roll when the peaks of the first roll penetrate into the grooves of the matched, second roll. A "gap" is measured when the peaks of the first roller do not penetrate into the grooves of the second roller.

In the representatively shown configuration, for example, the width 78 of the peak is 0.031 inch ( 0.79 mm), and the width 80 of the land is 0.094 inch ( 2.39 mm). The height 82 of the peak (or equivalently, the depth of the land) is 0.09 inch ( 2.29 mm). The center-to-center distance 84 between adjacent peaks that are on the same roller is 0.125 inch (3.18 mm).

Examples of suitable circumferentially-grooved rollers are described in U.S. Patent No. 4,921,643 entitled WEB PROCESSING WITH TWO MATED ROLLS by R. Walton et al., which issued May 1, 1990, the entire disclosure of which is incorporated herein by reference in a manner that is consistent herewith. It should be noted that the retarding fingers described in the U.S. Patent No. 4,921,543 are not employed in the softening process of the present invention.

- 25 When an absorbent layer material or any other web of material travels in a straight direction (linear travel), the velocity of all parts of the material are the same. When the material travels along a curved surface of a roll, the velocity of the material is no longer linear, instead the velocity substantially is circumferential.
- 30 The motion of the material along the circumferentially curved path creates a velocity differential such that the average speed of the material is at the center of the thickness of the material. The part of the material which is adjacent to the roll travels at a speed that is slower than the average speed, and the radially, outer most part of the material travels at a speed that is faster than the average speed. To accommodate the velocity differential,

130

the curved material tends to compresses on the concave side of the material, and tends to stretch on the concave side of the material.

The stretching aspect, on the outer, convex side of the material can be particularly helpful for unstiffening the material. The stretching can, for example, pull on the fibers of a fibrous web and break hydrogen bonds (and other bonds) between the fibers. As a result, the material can become more pliable. If one desires to unstiffen only one side of the material web, the geometry of the curved web path can be configured to apply the tension loading and stretching to one appointed side of the web. Running the material through a S-shaped (S-wrap) curved path can tension and stretch each side of the material web in sequence, and can operatively unstiffen and soften both sides of the web.

Applying any kind of tension can help to unstiffen a web material, but by utilizing the bending action around a roll, the degree of unstiffening can be controlled and the strength of the material can be maintained. The bending action can unstiffen the convexly curved portions of the material that are positioned toward the exposed, outward surfaces of the web, while maintaining the strength of the material in the mid-thickness portions of the web that are positioned near the bending, neutral-axis of the curved web.

The extent of the unstiffening (tension) force is typically inversely proportional to the radius of the roll being used. The smaller the diameter of the roll being used, the greater the speed differential and the greater the tension force. The extent of the unstiffening (tension) force is typically directly proportional to the thickness of the absorbent structure. The thicker the material, the greater the speed differential and the greater the tension force.

With reference to Fig. 4, the machine-directional flexing of the web 12 can include a moving of the web along a curved path 38 which curves through a selected, circumferential turning angle 40. In particular aspects, the circumferential turning angle can be at least a minimum of about 15 degrees (15 °). The circumferential turning angle can alternatively be at least about 45 degrees, and optionally, can be at least about 90 degrees to provided improved performance. In other aspects, the circumferential turning angle can be up to a maximum of about 270 degrees, or more. The circumferential turning angle can alternatively be at not more than about 240 degrees, and optionally, can be not more than about 200 degrees to provide improved effectiveness.

If the circumferential turning angle is too low, the unstiffening of the web may be insufficient. If the circumferential turning angle is too large, the integrity of the web may be excessively degraded and the processing equipment can become excessively complex.

The curved path 38 can have a selected radius of curvature 42. In particular aspects, the radius of curvature can be at least a minimum of about 1 cm, and alternatively, be at least about 1.5 cm to provided improved performance. In other aspects, the radius of curvature 42 can be not more than a maximum of about 20 cm. The radius of curvature can alternatively be at not more than about 5 cm, and optionally, can be not more than about 2 cm to provide improved effectiveness. If the radius of curvature 42 is too low, there can be an excessive slinging or other loss of superabsorbent material or fiber material out of the web. If the radius of curvature 42 is too large, the level of unstiffening in the web may be insufficient.

With reference to Fig. 4, the machine-directional flexing of the web 12 can include a moving of the web along a substantially S-shaped curved path which curves through a cumulative, reflexed turning angle, such as a reflexed turning angle which includes individual turning angles 40, 40a and 40b. In particular aspects, the cumulative, reflexed turning angle can be up to a maximum of about 2000 degrees, or more. The cumulative, reflexed turning angle can alternatively be up to about 1500 degrees, and optionally, can be up to about 720 degrees to provided improved performance. In other aspects, the cumulative, reflexed turning angle can be not less than a minimum of about 180 degrees. The cumulative, reflexed turning angle can alternatively be at not less than about 270 degrees, and optionally, can be not less than about 360 degrees to provide improved effectiveness.

If the cumulative, reflexed turning angle is too low, the unstiffening of the web may be insufficient. If the cumulative, reflexed turning angle is too large, the processing equipment can become excessively complex.

In the representatively shown configuration, the S-shaped curved path can include a first curved portion 44 and a second, reflexed, oppositely curved portion 46. Each of the first

32

and second curved portions can have any of the radii of curvature and the individual turning angles described herein.

As representatively shown in Fig. 1, the apparatus and method of the invention can further  
5 include a selected heating of the web 12. For example, the web 12 can be passed through a nip between a pair of counter-rotating, heated rollers 30 and 30a. As representatively shown, the heater rollers can also be configured to provide a selected compressing and densifying of the web 12. In particular aspects, the heating of the web 12 can be conducted prior to or concurrently with the compressing of the web. In  
10 other aspects, the heating of the web can be conducted substantially simultaneously with the compressing of the web. In the various configurations of the invention, the heating of the web 12 can be provided by one or more techniques. Such techniques can include, for example, heating by conduction, radiation, convection or the like, as well as combinations thereof.

In conduction heating, the heat can typically transfer from a region of high temperature to a region of lower temperature within a medium or between mediums that are in direct contact. The conduction heating can, for example, include a heating with heated wrap rollers, heated calender rollers, heated nips, heated dead plates, friction and the like, as  
15 well as combinations thereof.

In radiation heating, the heat can typically transfer from a high temperature body to a low temperature body when the bodies are separated by a space. The radiation heating can, for example, include heat lamps which generate infrared radiation, microwave heating,  
20 open flames or other combustion, exothermic chemical reactions, heat exchangers and the like, as well as combinations thereof.

Convection heating can typically involve the actions of conduction, energy storage and mixing. The convection heating can, for example, include steam, heated air or other  
25 heated gas, and the like, as well as combinations thereof.

Microwave heating can be particularly effective since the superabsorbent material has a natural affinity to water, and the water can be selectively excited and heated with the microwave radiation. The microwave heating can thus bypass the need to transmit the  
30 heat energy through any insulating, fibrous material of the web 12. Conduction heating

33

can be less energy efficient because of the need to heat the fibrous material of the web to transfer the heat to the superabsorbent material.

The heating of the web 12 can include a subjecting of the web to a temperature which is at least a minimum of about 20°C. The heating temperature can alternatively be at least about 40°C, and optionally, can be at least about 90°C to provide improved performance. In other aspects, the heating temperature can be not more than about 205°C. The heating temperature can alternatively be not more than about 175°C, and optionally, can be not more than about 150°C to provide improved benefits. The heating of the web 12 can help increase the hydrogen bonding of the matrix fibers in the web, and at very high temperatures, the heating can help plasticize the fibers. As a result, less pressure is required to generate the desired density values. The heated fibers have a lower tendency to rebound, and the web is better able to maintain the desired density.

The heating of the web can include a subjecting of the web 12 to a temperature which operatively heats the superabsorbent material of the web to a temperature which within a predetermined percentage of the glass transition temperature (measured in °C) of the superabsorbent material 32. In particular aspects, the heating temperature can be at least a minimum of about 80% of the glass transition temperature. The heating temperature can alternatively be at least about 90% of the glass transition temperature, and optionally, can be at least about 95% of the glass transition temperature of the superabsorbent material to provide improved efficiency. In other aspects, the heating temperature can be not more than a maximum of about 125% of the glass transition temperature. The heating temperature can alternatively be not more than about 107% of the glass transition temperature, and optionally, can be not more than about 105% of the glass transition temperature of the superabsorbent material to provide improved benefits, such as reduced costs.

If the heated temperature of the superabsorbent material is too high, the material may excessively decompose, or otherwise undergo an undesired chemical change. If the heated temperature of the superabsorbent material is too low, there may be an excessive fracturing of the superabsorbent material.

Conventional techniques for softening an absorbent product, such as described in U.S.P. 4,605,402 to Iskra, have taught a desired crushing of the superabsorbent to attain the softness in the article. Conventional techniques for densifying absorbent webs using heated calender rolls and high pressures are described in U.S. Patent No. 5,252,275 and U.S. Patent No. 5,324,575. Such techniques have been employed to densify webs of crosslinked, high bulk fiber which may contain superabsorbent. The densifying pressures have been in the range of 800-115,000 psi ( $5.5 \times 10^3$  -  $7.9 \times 10^5$  KPa), and the heating temperatures have been between 60°C and 180°C.

Such high pressures can, however, adversely affect the superabsorbent. In a substantially dry composite, the superabsorbent is typically in a glassy, brittle state and will crack when subjected to high pressures. The cracking of the superabsorbent into smaller particles can be even more detrimental for a surface-crosslinked superabsorbent than for a bulk-crosslinked superabsorbent. With a surface-crosslinked superabsorbent, the cracking of the particles can undesirably expose the more lightly crosslinked material in the center portions of the superabsorbent particles. The surface-crosslinked superabsorbents, however, are preferred for producing thin structures which contain higher amounts of superabsorbent. Examples of such structures are described in U.S. Patent No. 5,147,343 by Kellenberger; and U.S. Patent No. 5,601,542 by Melius et al. As a result, the conventional softening and densifying techniques have been inadequate for producing the desired products.

In contrast to the conventional techniques, the compressing mechanism, such as provided by the representatively shown calendering rollers 22, can apply a selective pressure to the web 12 in a manner which operatively reduces the stiffness of the web while substantially avoiding an excessive damaging of the desired properties of the superabsorbent material in the web. In particular, the compressing mechanism can apply a selective pressure to the web 12 in a manner which operatively reduces the bulk of the web while substantially avoiding an excessive fracturing of the superabsorbent material. With reference to Fig. 1, the compressing of the web 12 can include a passing of the web through a nip between a pair of cooperating counter-rotating rollers, such as the representatively shown pair of calendering rollers 22 and 22a. The outer circumferential surfaces of the calendering rollers can be substantially smooth. Alternatively, the outer surfaces of the calendering rollers can be textured. For example, the outer surfaces of the calendering rollers 22 can include a predetermined pattern of circumferentially extending grooves. Alternatively, the

135

surfaces of the calendering rollers can be textured with one or more conventional texturing patterns.

In particular aspects, the compressing of the web 12 can include a subjecting of the web to a selected compressing gap, which can be provided between compression plates, between compression rollers or any other operative compacting mechanism, as well as combinations thereof. The compressing gap can, for example, be selected to be substantially equal to or less than a median particle size of the superabsorbent material. In other aspects of the invention, the compressing gap can be selected to be less than about 2 mm, and may be selected to be less than about 1 mm. The compressing gap can alternatively be less than about 0.6 mm, and optionally, can be less than about 0.3 mm to provide improved benefits. The compressing gap can be generated by employing any convenient technique. For example, the compressing gap may be generated between a pair of pressure plates, or may be generated in the nip area between a cooperating pair of counter-rotating rollers.

In further aspects, the compressing of the web 12 can be configured to provide a compressed web density of at least a minimum of about 0.2 g/cm<sup>3</sup>. The web density can alternatively be at least about 0.25 g/cm<sup>3</sup>, and optionally, can be at least about 0.3 g/cm<sup>3</sup>, or more, to provide improved benefits, such as improved flexibility or improved transport of liquids. In desired arrangements, the web density can be up to about 0.2 g/cm<sup>3</sup>, or more.

It should be readily appreciated that heated calendering rolls can be employed to both heat and compress the web 12. For example, a compressing and densification of the materials can be accomplished by using induction heated, calendering rolls. The rolls may have a diameter of 9.5 inch (24.1 cm), and may be heated to a temperature of up to about 400°F (about 205°C). In particular arrangements, the rolls can be operated to provide a speed of about 15 m/min, and can be positioned to provide a selected gap set between the rolls. Optionally, the speed provided by the rolls can be up to 185 m/min, or more. Additionally a selected force can be applied to press one of the rolls against its associated gap stop. Suitable rolls are available from Tokuden Co. a company having offices in Kyoto, Japan; or Tokuden, Inc. a company having offices in Norcross, Georgia.

11.  
36

In desired aspects, the web 12 can include a selected combination of fibrous material and superabsorbent material. In desired aspects, the composite material has not been subjected to a fiberizing and/or airlaying procedure during the production of the absorbent web 12. The fibrous material may include absorbent fibers, substantially nonabsorbent fibers, wettable fibers, substantially nonwetable fibers, cellulosic fibers, non-cellulosic fibers, natural fibers, or synthetic fibers, as well as combinations thereof. In particular aspects of the invention the structure of the absorbent web 12 can include at least a minimum of about 0.5 wt% superabsorbent material, as determined with respect to the total weight of the dry absorbent web. In selected products, such as articles configured for feminine care and light incontinence, the absorbent web 12 can alternatively include at least about 0.7 wt% superabsorbent material, and optionally, can include at least about 1 wt% superabsorbent material to provide improved benefits. In other selected products, such as articles configured for infant care diapers, child care training pants, and adult incontinence products, the absorbent web can include at least about 15 wt% superabsorbent material, and optionally, can include at least about 30 wt% superabsorbent material to provide improved performance.

In other aspects of the invention, the absorbent web 12 can include not more than a maximum of about 90 wt% of superabsorbent material, as determined with respect to the total weight of the material in the dry absorbent web 12. In selected products, such as articles configured for feminine care and light incontinence, the absorbent web 12 can include not more than about 15 wt% superabsorbent material, and alternatively, can include not more than about 10 wt% superabsorbent to provide improved benefits. Optionally, the absorbent web of such products can include not more than about 5 wt% superabsorbent material to provide desired benefits. In other selected products, such as articles configured for infant care diapers, adult incontinence garments and child care training pants, the absorbent web 12 can include not more than about 70 wt% superabsorbent material, and optionally, can include not more than about 60 wt% superabsorbent material to provide improved performance.

The superabsorbent material employed in the absorbent structures constructed with the present invention can be a polymeric gelling material, and the superabsorbent can be generally in the form of discrete particles. The particles can be of any desired shape, for example, spiral or semi-spiral, cubic, rod-like, polyhedral, at the like. Shapes having a large, greatest-dimension/smallest-dimension ratio, like needles, flakes, and fibers, are

147  
137

also contemplated for use herein. Optionally, conglomerates of particles of absorbent gelling material may also be used in absorbent structures produced with the present invention. Desired for use are particles having an average size of from about 5 microns to about 1 millimeter, and the particles can have various aspect ratios where the aspect ratio is determined by dividing the largest length dimension of the particle by the smallest length dimension of the particle. For a particle with an aspect ratio greater than 5, such as a flake or fiber, the "particle size", as used herein, is the smallest length dimension that bisects a projected view of the individual particle. For a particle with an aspect ratio less than 5, the "particle size" means the largest length dimension that bisects a projected view of the individual particle. After determining the particle sizes, various other parameters or values, such as the median particle size, can be calculated or otherwise determined in a conventional manner.

In desired aspects, the total amount of fiber material in the absorbent web can be at least a minimum of about 10 wt%. The amount of fiber can alternatively be at least about 20 wt%, and optionally, can be at least about 30 wt%. In other aspects, the total amount of fiber material in the absorbent web can be not more than a maximum of about 99.5 wt%. The amount of fiber can alternatively be not more than about 90 wt%, and optionally, can be not more than about 70 wt%.

The material of the absorbent web may or may not include a separately provided binder material, which is additional to the cellulosic fibers and superabsorbent polymer material. The amount of binder material in particular aspects of the invention can be at least about 0.001 wt%, as determined with respect to a total weight of the dry absorbent web. In other aspects, the amount of binder material can be provided in an amount of not more than about 25 wt%.

Where the binder material is a wet-strength agent, the amount of binder material can be at least about 0.002 wt%, and can optionally be at least about 0.05 wt% to provide improved performance. In further aspects, the amount of wet-strength agent can be not more than about 2 wt%. Additionally, the amount of wet-strength agent can alternatively be not more than about 1 wt%, and optionally, can be not more than about 0.07 wt% to provide improved benefits.

Where the binder material is an adhesive binder, the amount of binder material can be at least about 0.05 wt%. The amount of adhesive binder can alternatively be at least about 1 wt%, and optionally, can be at least about 5 wt% to provide improved performance. In additional aspects, the amount of adhesive binder can be not more than about 25 wt%.

- 5 The amount of adhesive binder can alternatively be not more than about 20 wt%, and optionally, can be not more than about 15 wt% to provide improved benefits.

Where the binder material is an activated binder fiber, such as a thermoplastic fiber or a solvent activated fiber, the amount of binder fiber can be at least about 1 wt%. The amount of binder fiber can alternatively be at least about 1.5 wt%, and optionally, can be at least about 2 wt% to provide improved performance. In additional aspects, the amount of binder fiber can be not more than about 25 wt%. The amount of binder fiber can alternatively be not more than about 15 wt%, and optionally, can be not more than about 5 wt% to provide improved benefits.

Where the binder material is a plasticizer, the amount of plasticizer can be at least about 1 wt%. The amount of plasticizer can alternatively be at least about 1.5 wt%, and optionally, can be at least about 2 wt% to provide improved performance. In additional aspects, the amount of plasticizer can be not more than about 25 wt%. The amount of plasticizer can alternatively be not more than about 15 wt%, and optionally, can be not more than about 5 wt% to provide improved benefits.

Another aspect of the present invention can include an absorbent web 12 which contains stiffened cellulose fibers in an amount which is at least about 20 wt% of the total amount of fibrous material in the absorbent web. The amount of stiffened cellulose fibers can alternatively be at least about 30 wt%, and can optionally be at least about 40 wt% to provide improved performance. In further aspects, the material of the absorbent web 12 can contain stiffened cellulose fibers in an amount which is not more than about 100 wt% of the total amount of fibrous material in the absorbent web. The amount of stiffened cellulose fibers can alternatively be not more than about 70 wt%, and can optionally be not more than about 60 wt% to provide improved performance.

Another aspect of the invention can include an absorbent web 12 which may contain substantially no fiber composed of hydrophilic, crimped, synthetic polymer material. The absorbent web may alternatively contain at least about 5 wt% of hydrophilic, crimped,

149  
139

synthetic fiber, as determined with respect to a total amount of fibrous material in the absorbent web, and may optionally contain at least about 10 wt% of hydrophilic, crimped, synthetic fiber to provide improved performance. In still other aspects, the absorbent web may contain not more than about 50 wt% of hydrophilic, crimped, synthetic fiber. The absorbent web 12 may alternatively contain not more than about 25 wt% of hydrophilic, crimped, synthetic fiber, and may optionally contain not more than about 20 wt% of hydrophilic, crimped, synthetic fiber to provide improved performance. The synthetic fiber can have a fiber length greater than about 2 mm.

In particular aspects of the invention, the web 12 has been wet-formed. In particular aspects, the web 12 has been wet-formed by employing a mixture of the superabsorbent material 32 and the selected fibrous material. For example, the web 12 can be wet-formed by employing a water-containing mixture of the superabsorbent material and the selected fibrous material. In still other aspects, the web 12 can be wet-formed by employing an aqueous, water-containing mixture of the superabsorbent material and the fibrous material, wherein the mixture has been provided in the configuration of a foam. Examples of suitable wet-formed, superabsorbent-containing materials are described in U.S. patent application serial No. \_\_\_\_\_ entitled AN ABSORBENT ARTICLE WITH AN IMPROVED, WET-FORMED ABSORBENT by S. Melius et al. which was filed \_\_\_\_\_ (attorney docket No. 14,406), the entire disclosure of which is incorporated herein by reference in a manner which consistent herewith.

In the various aspects of the invention, the web 12 can be configured to have a basis weight that is sufficient to provide desired levels of performance, such as desired levels of absorbent capacity. In particular aspects, the basis weight can be at least a minimum of about 50 g/m<sup>2</sup>, and in desired arrangements may be at least about 100 g/m<sup>2</sup>. The basis weight can alternatively be at least about 400 g/m<sup>2</sup>, and optionally, can be at least about 750 g/m<sup>2</sup> to provided improved performance. In other aspects, the web basis weight can be not more than a maximum of about 1000 g/m<sup>2</sup> to provide other desired benefits.

The invention can be configured to provide a selected flexibility value to the web 12. The softness and flexibility of the absorbent material, particularly the wet-formed absorbent material, can be shown by an Edge-wise Compression (EC) value which reflects the softness or stiffness of the dry absorbent material. Accordingly, the Edge-wise Compression value can also reflect the flexibility or stiffness of the absorbent article

between the legs of the wearer, and can provide an important indication of desired comfort and fit.

In particular aspects, the absorbent material can have a selected Edge-wise

- 5 Compression, per basis weight, value (EC value). For various configurations, such as infant care, adult care, feminine care and child care products, the EC value of the absorbent material can be not more than a maximum of about 9 g/gsm, where the basis weight is expressed grams per square meter (gsm, or  $\text{g/m}^2$ ). Alternatively, the absorbent material can have a EC value of not more than about 6 g/gsm, and optionally, the
- 10 absorbent material can have a EC value of not more than about 3 g/gsm to provide improved performance. If the EC value is greater than about 9 g/gsm, the dry absorbent material and the corresponding absorbent article can be too stiff.

For particular configurations, such as infant care and child care products, the absorbent material can have an Edge-wise Compression, per basis weight, value (EC value) of not more than a maximum of about 3 g/gsm, where the basis weight is expressed grams per square meter (gsm or  $\text{g/m}^2$ ). Alternatively, the absorbent material can have a EC value of not more than about 2 g/gsm, and optionally, the absorbent material can have a EC value of not more than about 1 g/gsm to provide desired performance. If the EC value for such products is greater than about 3 g/gsm, the dry absorbent material and the corresponding absorbent article can again be too stiff.

In other aspects of the invention, the absorbent material can have an EC divided by basis weight value (EC value) of at least a minimum of about 0.3 g/gsm. Alternatively, the absorbent material can have a EC value of at least about 0.4 g/gsm, and optionally, the absorbent material can have a EC value of at least about 0.5 g/gsm to provide further benefits.

#### Edge-wise Compression Value

- 30 The method by which the Edge-wise Compression (EC) value can be determined is set forth below. A 2 inch by 12 inch (5.1 cm x 30.5 cm) piece of absorbent material is cut with its longer dimension aligned with the longitudinal direction of the product or raw material web. The weight of the sample is determined. The thickness of the material is determined under a 0.2 psi ( 1.38 KPa) load. The material is formed into a cylinder having
- 35 a height of 2 inches (5.1 cm), and with the two ends having 0 - 0.125 inch (0 - 3.18 mm)

141

overlap, the material is stapled together with three staples. One staple is near the middle of the width of the product, the other two nearer each edge of the width of the material. The longest dimension of the staple is in the circumference of the formed cylinder to minimize the effect of the staples on the testing.

5

An INSTRON tester, or similar instrument is configured with a bottom platform, a platen larger than the circumference of the sample to be tested and parallel to the bottom platform, attached to a compression load cell placed in the inverted position. The specimen is placed on the platform, under the platen. The platen is brought into contact with the specimen and compresses the sample at a rate of 25 mm/min. The maximum force obtained in compressing the sample to 50% of its width (1 inch) (2.54 cm) is recorded.

If the material buckles, it is typical for the maximum force to be reached before the sample is compressed to 50%. In a product where the length of the absorbent is less than 12 inches (30.5 cm), the EC value of the material can be determined in the following manner. A detailed discussion of the edge-wise compression strength has been given in The Handbook Of Physical And Mechanical Testing Of Paper And Paperboard, Richard E. Mark editor, Dekker 1983, (Vol. 1). Based on theoretical models governing buckling stresses, in the Edge-wise Compression configuration described, the buckling stress is proportional to  $E \cdot t^2 / (H^2)$  with the proportionality constant being a function of  $H^2 / (R \cdot t)$  where E is the Elastic modulus, H is the height of the cylinder, R is the radius of the cylinder, and t is the thickness of the material. Expressing the stress in terms of force per basis weight, it can be shown that the parameter that needs to be maintained constant is  $H^2 / R$ . Therefore, for a sample that is smaller than 12 inches (30.5 cm), the largest possible circle should be constructed and its height (width of the sample being cut out) adjusted such that  $H^2 / R$  equals 2.1 inches (5.3 cm).

The following Examples are presented to provide a more detailed understanding of the invention, and are not intended to limit the scope of the invention.

#### Examples

Wet-laid, superabsorbent-containing, composite materials in the following Examples were prepared with the following technique. The fiber furnish was prepared by hydropulping

together the regular and crosslinked, cellulose pulps (bleached southern softwood kraft pulp CR0054 from Kimberly-Clark Corp.; bleached eucalyptus kraft pulp from Aracruz Cellulose SA; and NHB416 crosslinked pulp from Weyerhaeuser Corp.). Generally stated, the hydropulping process includes a dispersing of the fibrous material in water, and an agitation of the resulting mixture. The hydropulping was conducted at an ambient room temperature to a 3% consistency. If a wet-strength agent or binder material, such as KYMENE binder, was added, it was done at the hydropulping stage. For example, KYMENE binder can be added in the amount of 10 pounds of KYMENE binder solids per 1 metric ton of furnish. Because of the difficulty of opening the crosslinked fibers, the hydropulping was normally done for one hour. A suitable device for hydropulping the fibrous materials is a 10 gallon, laboratory model, hydropulper available from Adirondack Machine Corp, a business having offices located in Glen Falls, NY, or a substantially equivalent system.

The handsheets were formed using a SERIES 9000 computerized handsheet former, available from M/K Systems, a business having offices in Danvers, MA. The forming wire fabric in the forming chamber of the handsheet former was composed of 90 x 90 mesh, stainless steel.

The handsheet forming process included a pumping of about one gallon of fresh water into the forming chamber (about 1 second of flow). Sufficient furnish was pumped into the forming chamber to provide the final handsheet (with superabsorbent) with a basis weight of about 400 gsm ( $\text{g/m}^2$ ). Additional water was added to dilute the resulting stock. If it was desirable to slow the swelling of the superabsorbent polymer (SAP) material, this additional water was composed of ice water (at a temperature of  $2^{\circ}\text{C}$ ). The fiber was thoroughly agitated in the forming chamber, and superabsorbent polymer material was added during the agitation. The addition of the superabsorbent occurred at the beginning of the agitation, if a large amount of superabsorbent swelling was desirable; and occurred near the end of the agitation, if a small amount of superabsorbent swelling was desirable.

The contents of the forming chamber were allow to settle for 2 seconds, and were then drained. The resulting sheet was de-watered, and then dried at a temperature of  $105^{\circ}\text{C}$ .

Sheets with sufficiently high integrity could be automatically de-watered by the former, then picked off the felt in the former and placed on a stainless steel screen for oven drying. The sheets can, for example, be de-watered with a vacuum de-watering system.

153  
143

Sheets which did not have enough integrity to be automatically de-watered were handled manually. During the manual handling, the automated process was paused at the drainage stage, and the handsheet was further consolidated with blotters and a rolling weight. The sheet was then transferred by hand from the forming screen directly onto a drying screen.

Examples of wet, foam-formed composite materials constructed from a foamed fiber slurry were produced with the following technique. The foam-forming technique employed the equipment and procedures employed to produce the wet-laid absorbent composite materials, except that at the stage where the fiber slurry is agitated in the forming chamber, the equipment was placed on hold -- that is the agitation was continued until a command was entered to stop it. Particulate superabsorbent polymer material was added to the forming chamber, followed by an addition of 9.5 wt% of surfactant, based on the combined dry weight of fiber and superabsorbent. The surfactant used was REXENE KB obtained from ICI Surfactants, a business having offices located in Wilmington, Delaware. The resultant superabsorbent polymer and fiber slurry foamed vigorously due to the air bubble agitation. A hand mixer was used to break the large bubbles into a finer, more uniform foam. When the slurry appeared stable (after approximately 45 seconds of agitation), drainage was begun. The formed sheet was extremely weak and was lifted off the wire by sliding a sheet of polypropylene spunbonded fabric between the wire and the composite and using this fabric to support the formed sheet during the transfer to a drying rack. Drying was conducted at a temperature of 105°C, as noted above for the wet-laid absorbent materials.

In many of the examples, the various wet-formed samples, as prepared, were too stiff for purposes of the present invention. Accordingly, the excessively stiff materials were further modified by various softening methods. These methods included a humidification of the materials, a mechanical softening through a nip between a pair of matched grooved rolls, and/or a compressing of the materials through a nip between a pair of heated calendering rollers, as well as various combinations of these methods.

Samples that were humidified were placed in a controlled humidity chamber at 80% Relative Humidity and 100°F (38°C) for 24-65 hours, then conditioned at 50% ± 2%

154  
144

relative humidity, and  $73.4^{\circ}\text{F} \pm 1.8^{\circ}\text{F}$  ( $23^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ). Resulting moisture pickup after conditioning is noted in TABLES 4 and 5.

The mechanical flexing of the materials can be achieved with a set of matched grooved rolls 70 and 70a. As representatively shown in Figs. 2 and 3, each of the counter-rotating grooved rollers 70 and 70a includes an alternating series of cooperating peaks 72 and lands 76. The width 78 of the peak is 0.031 inch (0.79 mm), the width 80 of the land is 0.094 inch (2.39 mm). The height 82 of the peak (or equivalently, the depth of the land) is 0.09 inch (2.29 mm). The center-to-center distance 84 between adjacent peaks that are on the same roller is 0.125 inch (3.18 mm). The peaks of one roll are substantially centered in the lands of the other, matched roll. The "engagement" 90 between the rollers 70 and 70a is measured as the distance from the peak provided by the first roll to the adjacently positioned peak provided by the second roll when the peaks of one roll penetrate into the grooves of the matched roll. A "gap" is measured when the peaks of one roller do not penetrate into the grooves of the second roller. The amount of engagement between the grooves of the softening rolls is indicated in TABLES 2 and 5.

A compressing and densification of the materials was accomplished using a pair of induction heated, calendering rolls of 9.5 inch (24.13 cm) diameter, at a speed of 50 ft/min (15.24 m/min), at a temperature of 220 - 225°F (104 - 107°C), and with the gap between the rolls set as specified in TABLES 3 and 5. The samples were between 6 and 7 inches (15.2 cm - 17.9 cm) in width along the axial length of the rolls. The pressure applied to the rolls and the weight of the rolls themselves resulted in a force of 4380 lb (1987 kg) on the samples. The resulting gap when the sample was passed through the calender was not measured. It would be equivalent to or larger than the gap that was set prior to calendering. If the pressure provided by the rolls was insufficient to prevent the rolls from lifting off their associated gap stops, the resulting gap would be larger. Suitable calendering rolls are available from Tokuden Co. a company having offices in Kyoto, Japan; or Tokuden, Inc. a company having offices in Norcross, Georgia.

#### Examples 1A through 16B:

The superabsorbent (SAP) used for all of the Examples was FAVOR SXM 880 superabsorbent available from Stockhausen, Inc. Where a KYMENE binder was employed, the binder was KYMENE 557LX available from Hercules, Inc. of Wilmington,

145

Delaware. The KYMENE binder was used in the amount of 10 pounds of KYMENE binder solids per 1 metric ton of furnish for all Examples; except for Examples 13A, 13B, 13C and 13D, in which the KYMENE binder was not added. A BEROCEL 596 debonding agent, available from Eka Chemicals, a business having offices located at Marietta,

- 5 Georgia, was used in Example 4A only. The BEROCEL debonding agent was added to the mixture before agitation by employing an air stream blown into the forming chamber.

Examples 1A through 6A were made according to the above-described procedure using room temperature water. Examples 7A through 15A were made according to the above  
10 procedure using ice water to slow the swelling of the superabsorbent. Example 16A is an example of a wet-formed material produced with the foamed fiber slurry process.

TABLE 1 shows the composition and resulting Edge-wise Compression value and density of the listed examples. Examples 1A and 4A are examples that would be useful in the  
5 present invention. The other examples are given for the purposes of comparison to the modified materials, as described in TABLES 2, 3, 4, and 5.

**TABLE 1**

| Example | SAP<br>% | NHB416<br>% | CR0054<br>% | Eucalyptus<br>% | EC Value<br>(g/gsm) | DENSITY<br>(g/cm <sup>3</sup> ) |
|---------|----------|-------------|-------------|-----------------|---------------------|---------------------------------|
| 1A      | 60       | 22          | 18          | 0               | 5.97                | 0.08                            |
| 2A      | 40       | 33          | 27          | 0               | 11.1                | 0.07                            |
| 3A      | 25       | 41.25       | 33.75       | 0               | 19.05               | 0.07                            |
| 4A      | 24       | 22.8        | 53.2        | 0               | 7.06                | 0.05                            |
| 5A      | 24       | 22.8        | 53.2        | 0               | 12.64               | 0.07                            |
| 6A      | 15       | 46.75       | 38.25       | 0               | 25.75               | 0.06                            |
| 7A      | 60       | 18          | 22          | 0               | 11.14               | 0.09                            |
| 8A      | 60       | 22          | 18          | 0               | 19.14               | 0.1                             |
| 9A      | 40       | 60          | 0           | 0               | 12.27               | 0.07                            |
| 10A     | 40       | 36          | 24          | 0               | 26.44               | 0.09                            |
| 11A     | 40       | 27          | 33          | 0               | 25.15               | 0.08                            |
| 12A     | 40       | 0           | 60          | 0               | 34.88               | 0.09                            |
| 13A     | 40       | 0           | 60          | 0               | 21.86               | 0.08                            |
| 14A     | 40       | 0           | 0           | 60              | 18.92               | 0.09                            |
| 15A     | 40       | 0           | 30          | 30              | 32.13               | 0.12                            |
| 16A     | 25       | 22.5        | 52.5        | 0               | 4.52                | 0.05                            |

150  
146

TABLE 2 shows the effect of softening of the materials with matched grooved rolls: The unsoftened material (designated with a suffix "A") is shown for comparison to the softened material (designated with a suffix "B", "C" or "D").

5 **TABLE 2**

| Example | Softening Roll Engagement (mm) | Number of passes through Softening Roll | EC Value (g/gsm) | DENSITY (g/cm <sup>3</sup> ) |
|---------|--------------------------------|-----------------------------------------|------------------|------------------------------|
| 1A      | -                              | -                                       | 5.97             | 0.08                         |
| 1B      | 0.762                          | 1                                       | 1.78             | 0.15                         |
| 1C      | 1.016                          | 1                                       | 1.83             | 0.16                         |
| 1D      | 1.270                          | 1                                       | 1.66             | 0.16                         |
|         |                                |                                         |                  |                              |
| 2A      | -                              | -                                       | 11.1             | 0.07                         |
| 2B      | 1.270                          | 1                                       | 3.39             | 0.14                         |
| 2C      | 1.778                          | 1                                       | 3.68             | 0.15                         |
|         |                                |                                         |                  |                              |
| 7A      | -                              | -                                       | 11.14            | 0.09                         |
| 7B      | 1.270                          | 1                                       | 3.41             | 0.18                         |
|         |                                |                                         |                  |                              |
| 8A      | -                              | -                                       | 19.14            | 0.1                          |
| 8B      | 1.270                          | 1                                       | 7.07             | 0.16                         |
|         |                                |                                         |                  |                              |
| 9A      | -                              | -                                       | 12.27            | 0.07                         |
| 9B      | 1.270                          | 1                                       | 5.77             | 0.13                         |
|         |                                |                                         |                  |                              |
| 10A     | -                              | -                                       | 26.44            | 0.09                         |
| 10B     | 1.778                          | 1                                       | 8.03             | 0.17                         |
|         |                                |                                         |                  |                              |
| 13A     | -                              | -                                       | 21.86            | 0.08                         |
| 13B     | 1.778                          | 1                                       | 7.6              | 0.19                         |
|         |                                |                                         |                  |                              |
| 14A     | -                              | -                                       | 18.92            | 0.09                         |
| 14B     | 1.778                          | 1                                       | 3.68             | 0.14                         |
| 14C     | 1.778                          | 2                                       | 1.43             | 0.16                         |

2025 RELEASE UNDER E.O. 14176

157  
107

TABLE 3 shows the effect of softening by Heated Calendering. The unsoftened material (designated with the suffix "A") is shown for comparison to the softened material.

TABLE 3

| Example | Calender Gap<br>(mm) | EC Value<br>(g/gsm) | DENSITY<br>(g/cm <sup>3</sup> ) |
|---------|----------------------|---------------------|---------------------------------|
| 4A      | -                    | 7.06                | 0.05                            |
| 4B      | 1.016                | 4.65                | 0.1                             |
| 4C      | 0.762                | 3.95                | 0.13                            |
| 5A      | -                    | 12.64               | 0.07                            |
| 5B      | 1.016                | 8.3                 | 0.12                            |
| 5C      | 0.762                | 7.46                | 0.15                            |
| 16A     | -                    | 4.52                | 0.05                            |
| 16B     | 0.762                | 2.27                | 0.15                            |

TABLE 4 shows softening by humidification. The unsoftened material (having the suffix "A") is shown for comparison to the softened material.

TABLE 4

| Example | Moisture<br>Pickup (wt%) | EC Value<br>(g/gsm) | DENSITY<br>(g/cm <sup>3</sup> ) |
|---------|--------------------------|---------------------|---------------------------------|
| -       | -                        | -                   | -                               |
| 1A      | -                        | 5.97                | 0.08                            |
| 1E      | 3                        | 3.37                | 0.08                            |

TABLE 5 shows softening by a combination of methods. The unsoftened material (designated with the suffix "A") is shown for comparison to the softened material. A dash ("–") in the table means that the softening process was not done on that example. Where samples were subjected to multiple softening steps, the steps were conducted in the order (from left to right) listed in the Table (e.g. humidified, softening rolls, heated calender rolls).



157  
149Examples 17A through 19C

In Examples 17A through 19C, the superabsorbent material used was FAVOR SXM 880  
5 obtained from Stockhausen, Incorporated. For the superabsorbent testing, a sample was  
taken from granules that pass through a U.S. standard 30 mesh sieve and are retained on  
a U.S. standard 50 mesh sieve (300-600 microns nominal size range).

The as-received superabsorbent samples 18A through 18C were kept in a controlled  
10 humidity environment at a 50% Relative Humidity (RH), and 23°C temperature. The lower  
moisture samples 17A through 17C were prepared by thinly spreading a quantity of the  
superabsorbent in a shallow pan, and placing each sample in a temperature controlled  
room at a relative humidity of less than 20% and a temperature of 130°F (54°C) for  
27 hours. The higher moisture samples 19A through 19C were prepared by placing each  
5 sample in a humidity controlled room at a 80% RH, and 100°F (38°C) temperature for  
3 hours.

After conditioning the superabsorbent to the selected moisture levels, an individual test  
sample was prepared by spreading a 1 gram quantity of superabsorbent over an area of  
about 45.6 cm<sup>2</sup>, onto a piece of weighing paper. A suitable weighing paper is Baxter  
10 Scientific Products, S/P brand weighing paper, catalog number B2040-2, measuring  
4 inch x 4 inch (10.2 cm x 10.2 cm), which is available from Baxter Healthcare Corp,  
McGaw Park, Illinois. A second piece of weighing paper was placed on top of the  
superabsorbent, and the assembled sample was placed onto the bottom plate of a flat  
25 Carver press. Shims of 0.127 mm thickness were placed on the bottom plate to provide  
gap-stops. Accordingly, when the top and bottom plates of the Carver press contacted  
the shims, the gap between the plates was 0.127 mm. A suitable press is a Carver  
laboratory Press Model 25-15HC (Catalog No. 3977), available from Fred S. Carver, Inc.,  
Wabash, Indiana.

30 Each compressed sample was compacted for 10 seconds with a force of 10,000 pounds  
(44,450 N). Samples 17A, 18A and 19A were compressed at room temperature (73°F).  
Samples 17B, 18B and 19B were tested with the Carver press plates at a temperature of  
200°F. For the higher temperature samples, each samples was left on the bottom plate

150

for about 30 seconds prior to compression to ensure they were near the temperature of the plates.

The superabsorbent in each sample was conditioned at a 50% RH and a 23°C

- 5 temperature prior to Absorbency-Under-Load (AUL) testing. Moisture levels were determined after conditioning to convert absorbency calculations to a dry weight basis. The resulting data are summarized in TABLE 6, and in the graph of Fig. 5.

10 **TABLE 6**  
Compressed Superabsorbent Samples  
Effect of Temperature and Pressure On Absorbency Under Load at 0.9 psi (6.2 KPa)

| Sample | Moisture when compressed (wt%) | Temperature When Compressed | AUL (grams of saline per gram dry superabsorbent) |
|--------|--------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------|
| 17A    | 0.6                            | 73°F (23°C)                 | 18.5                                              |
| 18A    | 1.1                            | 73°F (23°C)                 | 19.3                                              |
| 19A    | 12.0                           | 73°F (23°C)                 | 22.9                                              |
| 17B    | 0.6                            | 200°F (93°C)                | 21.3                                              |
| 18B    | 1.1                            | 200°F (93°C)                | 22.1                                              |
| 19B    | 12.0                           | 200°F (93°C)                | 24.4                                              |

15 Uncompressed samples (controls) were conditioned to the three described moisture levels, but were not compressed. The samples of the control superabsorbent were then conditioned at a 50% RH and a 23°C temperature prior to AUL testing, and moisture levels were determined after conditioning to convert absorbency calculations to a dry weight basis. The resulting data are summarized in TABLE 7, and in the graph of Fig. 5.

20 **TABLE 7**  
Uncompressed Superabsorbent Samples  
Absorbency Under Load at 0.9 psi (6.2 KPa) for "Control" Superabsorbent

| Sample | Moisture (wt%) | AUL (grams of saline per gram dry superabsorbent) |
|--------|----------------|---------------------------------------------------|
| 17C    | 0.6            | 24.2                                              |
| 18C    | 1.1            | 24.4                                              |
| 19C    | 12.0           | 24.3                                              |

- 25 It can be seen that when no heat or moisture is added to the superabsorbent material, the as-received superabsorbent can suffer significant damage when it is compressed. For

example, the compressed as-received sample (e.g. Sample 18A) exhibited a degraded, low AUL value, as compared to its control sample (e.g. Sample 18C). Additionally, it can be seen that reducing the moisture content in the superabsorbent has a small effect on the superabsorbent properties. For example, the compressed, low-moisture superabsorbent (e.g. Sample 17A) provided AUL values that are similar to, but less than, the AUL values provided by the compressed, as-received superabsorbent (e.g. Sample 18A).

Increasing the moisture content without adding heat can help to reduce damage to the superabsorbent. For example, the compressed high-moisture sample (e.g. Sample 19A) exhibited a higher AUL value than the compressed low-moisture sample (e.g. Sample 17A). Adding heat without increasing the moisture content can also help to reduce damage to the superabsorbent. For example, the compressed high-temperature sample (e.g. Sample 18B) exhibited a higher AUL value than the compressed low-temperature sample (e.g. Sample 18A).

Increasing both the moisture content and the temperature of the superabsorbent, however, can advantageously result in substantially no damage to the superabsorbent material. For example, the compressed high-moisture-high-temperature sample (e.g. Sample 19B) provided a similar AUL as its control sample (e.g. Sample 19C).

#### Example 20

Samples of 27 composites were constructed to include superabsorbent and woodpulp fluff fibers. The composites were airformed in a substantially homogeneous mixture with a nominal total basis weight of 400 g/m<sup>2</sup>. 40 wt% of the composite was superabsorbent, and 60 wt% was woodpulp fibers. The superabsorbent was FAVOR SXM 880, obtained from Stockhausen, Incorporated, and the pulp was CR 1654, a bleached southern softwood kraft pulp obtained from Kimberly-Clark Corp. The composite samples were conditioned in controlled temperature and humidity environments to provide the desired moisture levels in the composites. The composites were then compacted between a pair of compression rollers at selected pressures in the manner described for Examples 1A-16A. The compressing force was applied to the rolls when the rolls were at an initial gap of zero. The composites measured 8 inches (20.3 cm) in width along the

152

axial dimension of the compression rollers. The compacting parameters and the resulting density data are summarized in TABLES 8, 9 and 10.

TABLE 8

Density of Compressed Composite (g/cm<sup>3</sup>)

| Temperature of<br>compression rollers<br>75°F (24°C) | Moisture Content of Composite |           |           |
|------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------|-----------|
| Compression<br>(Newtons per linear meter)            | 0.65 wt %                     | 10.5 wt % | 35.3 wt % |
| 1000                                                 | 0.11                          | 0.14      | 0.18      |
| 5400                                                 | 0.16                          | 0.24      | 0.29      |
| 9800                                                 | 0.21                          | 0.31      | 0.39      |

TABLE 9

Density of Compressed Composite (g/cm<sup>3</sup>)

| Temperature of<br>compression rollers<br>200°F (93°C) | Moisture Content In Composite |           |           |
|-------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------|-----------|
| Compression<br>(Newtons per linear meter)             | 0.65 wt %                     | 10.5 wt % | 35.3 wt % |
| 1000                                                  | 0.12                          | 0.14      | 0.22      |
| 5400                                                  | 0.17                          | 0.25      | 0.37      |
| 9800                                                  | 0.22                          | 0.33      | 0.43      |

TABLE 10

Density of Compressed Composite (g/cm<sup>3</sup>)

| Temperature of<br>compression rollers<br>300°F (149°C) | Moisture Content in Composite |           |           |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------|-----------|
| Compression<br>(Newtons per linear meter)              | 0.65 wt %                     | 10.5 wt % | 35.3 wt % |
| 1000                                                   | 0.12                          | 0.15      | 0.21      |
| 5400                                                   | 0.18                          | 0.3       | 0.38      |
| 9800                                                   | 0.23                          | 0.38      | 0.5       |

TABLES 8 through 10 show that increasing the temperature of the compression rollers to increase the temperature of the superabsorbent material in the composite can help to increase the compressed density of the composite when the compacting is conducted at a given pressure. In addition, the TABLES show that increasing the moisture content of the composite to increase the moisture level in the superabsorbent material can help to increase the compressed density of the composite when the compacting is conducted at a given temperature. Accordingly, a target density can be achieved at a lower pressure by adding heat and/or moisture to the composite. The resulting plasticization of the superabsorbent material and the lower pressure employed during compacting can substantially avoid excessive damage to the superabsorbent material.

#### Examples 21 - 23

Samples of FAVOR 880 superabsorbent material having a 300  $\mu\text{m}$  - 600  $\mu\text{m}$  particle size range were examined to determine the effects of compressive forces on the superabsorbent. With reference to Figs. 6 and 6A, a first sample (Example 21) was composed of particles of dry superabsorbent material. The sample was placed between a pair of glass microscope slides, and the slides were pressed together with a mild, finger-applied force to compact the superabsorbent. Fig. 6 shows the superabsorbent particles prior to compression, and Fig. 6A shows that the compression readily shattered the superabsorbent particles.

A second sample (Example 22) was composed of particles of superabsorbent material which had been conditioned in an environment having a 50% RH and a 23°C temperature.

With reference to Figs. 7 and 7A, the sample was placed between a pair of glass microscope slides and the slides were forced together. An increased force was required to press the slides to a gap of 50  $\mu\text{m}$  to compact the superabsorbent. Fig. 7 shows the superabsorbent particles prior to compression, and Fig. 7A shows that, after compression, the superabsorbent in this sample had been able to withstand the greater applied pressure with minimal breakage.

A third sample (Example 23) was composed of particles of superabsorbent material which had been conditioned in a 80% RH and a 100°F (38°C) environment for 24 hours. Fig. 8 shows the dry superabsorbent, and Fig. 8A shows that, after conditioning, the

15A

superabsorbent particles have enlarged slightly. The sample was placed between a pair of glass microscope slides and the slides were pressed together with a mild, finger-applied force. Fig. 8B shows the deformation of the superabsorbent particles during compression, and Fig. 8C shows that, after compression, the superabsorbent particles in this sample had immediately rebounded when the compressing force was released. Fig. 8D shows that, approximately 5 minutes after the compressing force was released, the superabsorbent particles in this sample had rebounded to substantially their original size and shape.

10 Examples 24 - 25

Two composite samples were composed of superabsorbent particles and wood pulp fluff, and were constructed employing FAVOR 880 superabsorbent. The samples were constructed in accordance with the description in Example 20. The first composite sample (Example 24) was conditioned at a relative humidity of less than 20% and a temperature of 130°F (54°C) to provide a 0.65 wt% moisture level in the composite. The other composite sample (Example 25) was conditioned in a high humidity environment of 80% RH and 100°F (38°C) temperature prior to compression to provide a moisture level of 35.3 wt% in the composite. The typical structure and condition of a composite sample prior to compressing and compacting are representatively shown in Figs. 9 and 9A. The samples of Examples 24 and 25 were highly compressed by passing each sample through a 0.012 inch (0.3 mm) gap between a pair of cylindrical, metal compression rollers. The composite samples measured 4 inch (10.2 cm) in their cross-directional width (along the axial dimension of the compression rollers), and were passed through the compression gap at a speed of 113 ft/min (34 m/min).

Figs. 10 through 10B representatively show the fibers and superabsorbent particles in the compressed composite of Example 24, which contained the relatively dry superabsorbent. When the superabsorbent particles are contained in the woodpulp fluff matrix, the fluff fibers can have a cushioning effect when the structure is compressed, as evidenced by observing how the fibers have been molded around the particles. Consequently, some particles can survive without fracturing, but many of the particles are fractured, e.g. cracked or broken.

155

Figs. 11 through 11C representatively show the fibers 50 and superabsorbent particles 32 in the compressed composite of Example 25, which contained the humidified, high-moisture-content superabsorbent. The humidified superabsorbent particles became rubbery, and deformed greatly without breaking. Additionally, the superabsorbent particles rebounded to substantially their original size and shape once the compressing forces were released. The rebounding force of the particles was evidently great enough to spread the compacted fluff fibers apart, e.g. in the z-direction. The combined effect of the lateral spreading of the superabsorbent particles under compression and the z-direction expansion of the matrix as the superabsorbent particles regained their shape advantageously generated spaces in the fluff matrix in the regions that are immediately adjacent to the particles (e.g. Figs. 11). Consequently, the fibers above and below the particles remained very compressed, and the fluff laterally between particles was relatively less compressed.

#### Moisture Content of Superabsorbent

For the purposes of the present disclosure the moisture content of superabsorbent can be determined by drying a 5 gram sample of the "wet" superabsorbent in an oven at 105°C for 3 hours. The percent moisture can be calculated by employing the following formula:

$$\text{Percent Moisture} = 100 * (Wt_{\text{wet}} - Wt_{\text{dry}}) / Wt_{\text{wet}}$$

#### Moisture Content of Composites

For the purposes of the present disclosure the moisture content of the superabsorbent and fluff composite was determined by drying a sample of the "wet" composite in an oven at 105°C for 18 hours. The percent moisture can be calculated by employing the following formula:

$$\text{Percent Moisture} = 100 * (Wt_{\text{wet}} - Wt_{\text{dry}}) / Wt_{\text{wet}}$$

#### Absorbency Under Load

A suitable technique for determining the Absorbency Under Load at a pressure of 0.9 psi (6.2 KPa) is described in detail in U.S. Patent No. 5,601,542 entitled ABSORBENT COMPOSITE by M. K. Melius et al. granted February 11, 1997, the entire disclosure of which is hereby incorporated by reference in a manner that is consistent herewith. For

186

the purposes of the present disclosure, a 400 mesh stainless steel wire cloth was substituted for the 100 mesh wire cloth adhered on the bottom of the AUL-test cylinder cup. The 400 mesh screen was employed to better contain the particles that might have been crushed and fallen through the 100 mesh screen. In addition, only the 0.9 psi AUL  
5 needs to be determined.

In accordance with the above-described AUL procedure, the amount (in grams) of liquid picked up after 60 minutes, divided by the weight of the sample (0.160 gram) is the AUL value in grams of liquid picked up per gram of sample (g/g). On a dry weight basis, the  
10 moisture level of the superabsorbent was measured independently and the weight of the superabsorbent in the denominator was adjusted accordingly: the amount of liquid picked up after 60 minutes, divided by the dry weight of the sample ( $0.160 - 0.160 * \text{moisture in \%}/100$ ) is the dry weight basis AUL value.

15 Having described the invention in rather full detail, it will be readily apparent that various changes and modifications can be made without departing from the spirit of the invention. All of such changes and modifications are contemplated as being within the scope of the invention as defined by the subjoined claims.

159

We claim:

1. A process for compacting a web which contains a superabsorbent material, said process comprising a compressing of said web, wherein said superabsorbent material has been plasticized.
2. A process for compacting a web which contains a superabsorbent material, said process comprising:  
a plasticizing of said superabsorbent material contained in said web; and  
a compressing of said web.
3. A process as recited in claim 1, wherein said compressing is provided at a pressure which substantially avoids fracturing said superabsorbent material.
4. A process as recited in claim 1, wherein said process provides said web with a density of at least about 0.2 g/cm<sup>3</sup>.
5. A process as recited in claim 1, wherein said web has been provided with at least about 5 wt% of superabsorbent material.
6. A process as recited in claim 1, wherein said compressing of said web subjects said web to a compressing gap which is less than about 2 mm.
7. A process as recited in claim 1, wherein said compressing of said web subjects said web to a compressing gap which is less than about 1 mm.
8. A process as recited in claim 1, wherein said compressing of said web subjects said web to a compressing gap which is less than a median particle size of said superabsorbent material.

158

9. A process as recited in claim 1, wherein

said web has been initially provided while said superabsorbent material contains a first moisture level; and

said process further includes a conducting of said compressing of said web while said

5 superabsorbent material contains a second moisture level which is greater than said first moisture level.

10. A process as recited in claim 1, further comprising a providing of fibrous material for inclusion in said web.

11. A process as recited in claim 1, further comprising a flexing of said web.

12. A process as recited in claim 11, wherein said flexing of said web is conducted prior to said compressing of said web.

13. A process as recited in claim 12, wherein said flexing of said web includes a cross-directional flexing of said web.

14. A process as recited in claim 13, wherein said cross-directional flexing of said web includes a passing of said web through a nip between a pair of cooperating, circumferentially-grooved rollers.

15. A process as recited in claim 12, wherein said flexing of said web includes a machine-directional flexing of said web.

16. A process as recited in claim 15, wherein said machine-directional flexing of said web includes a moving of said web along a curved path which curves through a turning angle of at least about 15 degrees.

17. A process as recited in claim 15, wherein said machine-directional flexing of said web includes a moving of said web along a curved path which curves through a turning angle of at least about 15 degrees and has a radius of curvature within the range of about 1 - 20 cm.

159

18. A process as recited in claim 15, wherein said machine-directional flexing of said web includes a moving of said web along a substantially S-shaped curved path which curves through a cumulative, reflexed turning angle of at least about 180 degrees.
19. A process as recited in claim 1, wherein said plasticizing of said superabsorbent material includes a humidifying of said web.
20. A process as recited in claim 19, wherein said humidifying of said web includes an exposing of said web to a relative humidity of not more than about 100% at a temperature of not more than about 100°C.
21. A process as recited in claim 19, wherein said humidifying of said web includes an exposing of said web to a relative humidity of at least about 80% at a temperature of at least about 20°C.
22. A process as recited in claim 1, wherein said compressing of said web includes a passing of said web through a nip between a pair of cooperating, counter-rotating, circumferentially-grooved rollers.
23. A process as recited in claim 1, further comprising a heating of said web.
24. A process as recited in claim 23, wherein said heating of said web is conducted concurrently with said compressing of said web.
25. A process as recited in claim 23, wherein said heating of said web is conducted substantially simultaneously with said compressing of said web.
26. A process as recited in claim 23, wherein said web is passed through a nip between a pair of counter-rotating, heated calendering rollers.
27. A process as recited in claim 23, wherein said heating of said web subjects said web to a temperature of at least about 20°C.

160

28. A process as recited in claim 27, wherein said heating of said web subjects said web to a temperature of not more than about 205°C.

29. A process as recited in claim 23, wherein said heating of said web includes a subjecting of said web to a temperature of at least about 80% of a glass transition temperature of said superabsorbent material.

30. A process as recited in claim 29, wherein said heating of said web includes a subjecting of said web to a temperature of not more than about 125% of the glass transition temperature of said superabsorbent material.

31. A process as recited in claim 1, wherein said web has been provided with a content of at least about 10 wt% of fibrous material.

32. A process as recited in claim 31, wherein said web has been provided with a content of not more than about 90 wt% of superabsorbent material.

33. A process as recited in claim 1, wherein said web has been wet-formed by employing a mixture of said superabsorbent material and a fibrous material.

34. A process as recited in claim 33, wherein said web has been wet-formed by employing a water-containing mixture of said superabsorbent material and said fibrous material.

35. A process as recited in claim 33, wherein said mixture of said superabsorbent material and said fibrous material has been provided in the configuration of a foam.

36. A process as recited in claim 1, wherein said web has been dry-formed by employing a mixture of said superabsorbent material and a fibrous material.

37. A process as recited in claim 36, wherein said web has been dry-formed by employing an air-suspension of said superabsorbent material and said fibrous material.

11  
(6)

38. A process as recited in claim 1, wherein said superabsorbent has a composition which has been chemically adjusted to provide a glass transition temperature of less than about 35 °C at a relative humidity of 50 %.

003433 30716200

ABSTRACT

A process and apparatus for compacting a web (12) which contains a superabsorbent material (32) can include a plasticizing of the superabsorbent material contained in the web (12), and a compressing of the web (12) at a relatively low pressure. The selected, low pressure can be arranged to substantially avoid an excessive fracturing of the

5 superabsorbent material.

20241010 09:16:00

665190-30712200

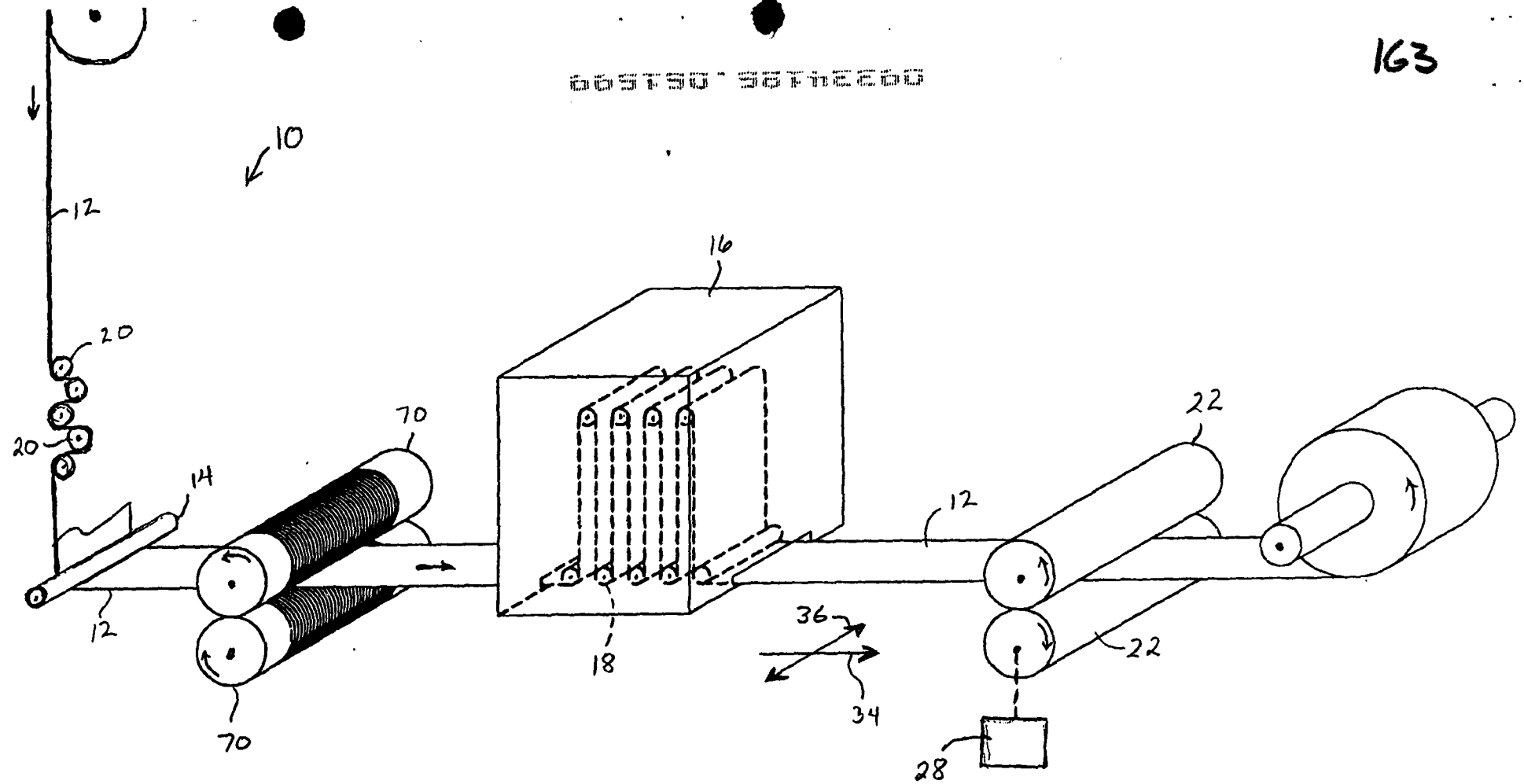


Fig. 1

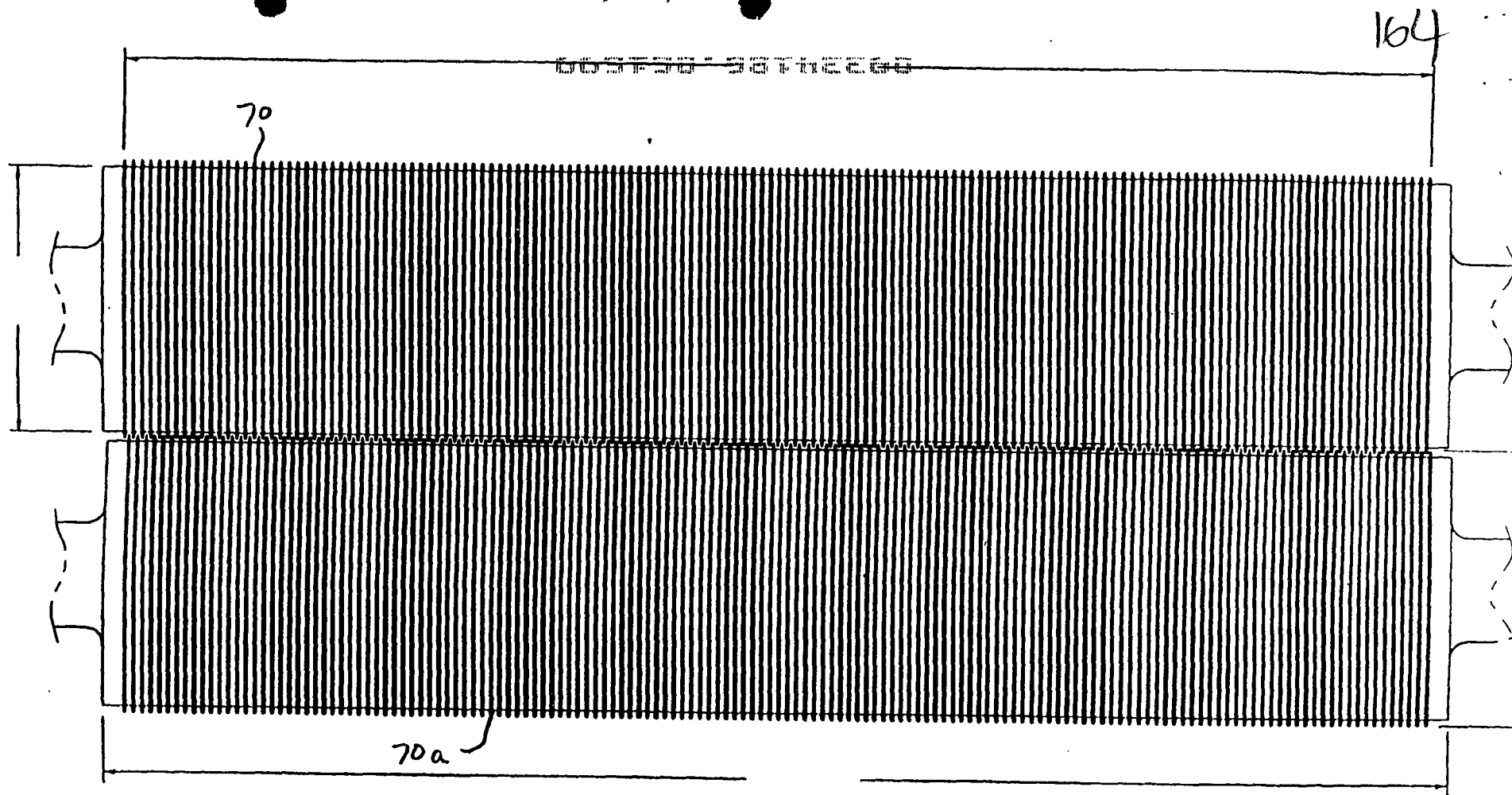


Fig. 2

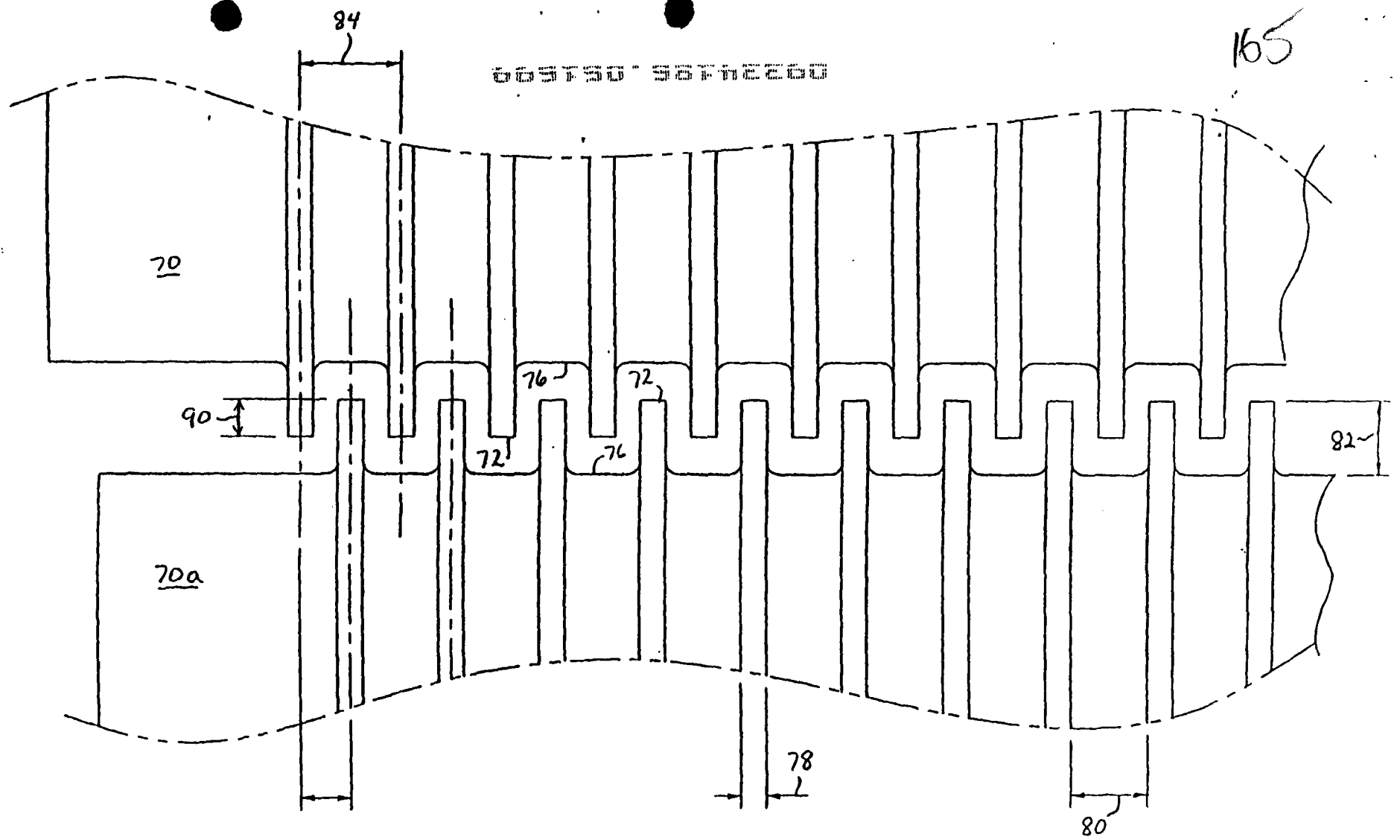


Fig. 3

FIG. 30 - 30 FIVE

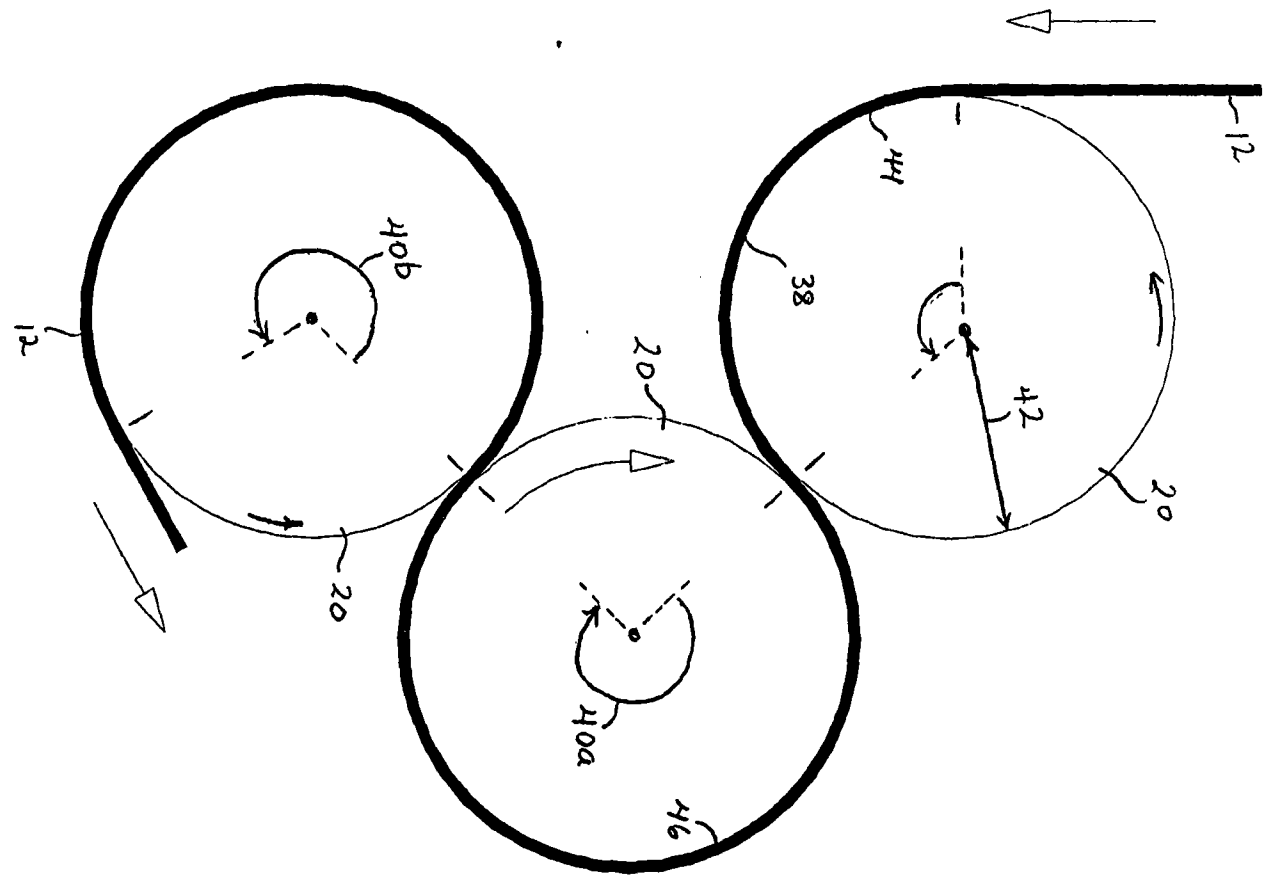


Fig. 4

167

Effect of SAM Moisture and Compression  
Temperature on SAM 0.9 psi AUL (dry wt. basis)

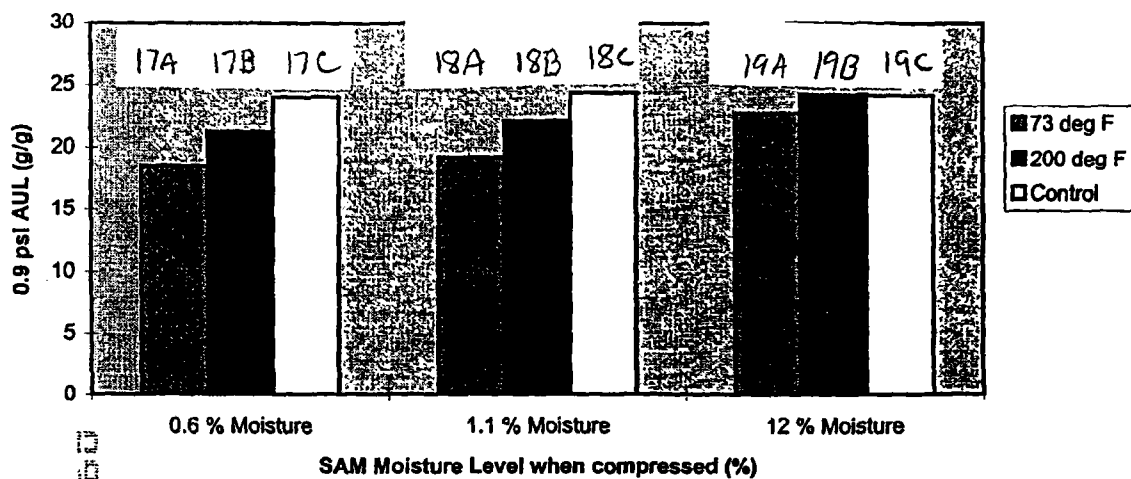
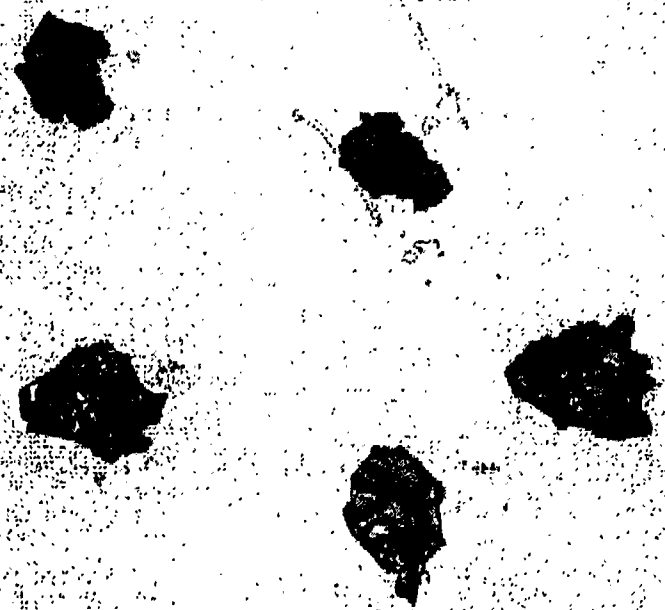


Fig. 5

005739 56462200



1mm

Fig. 6

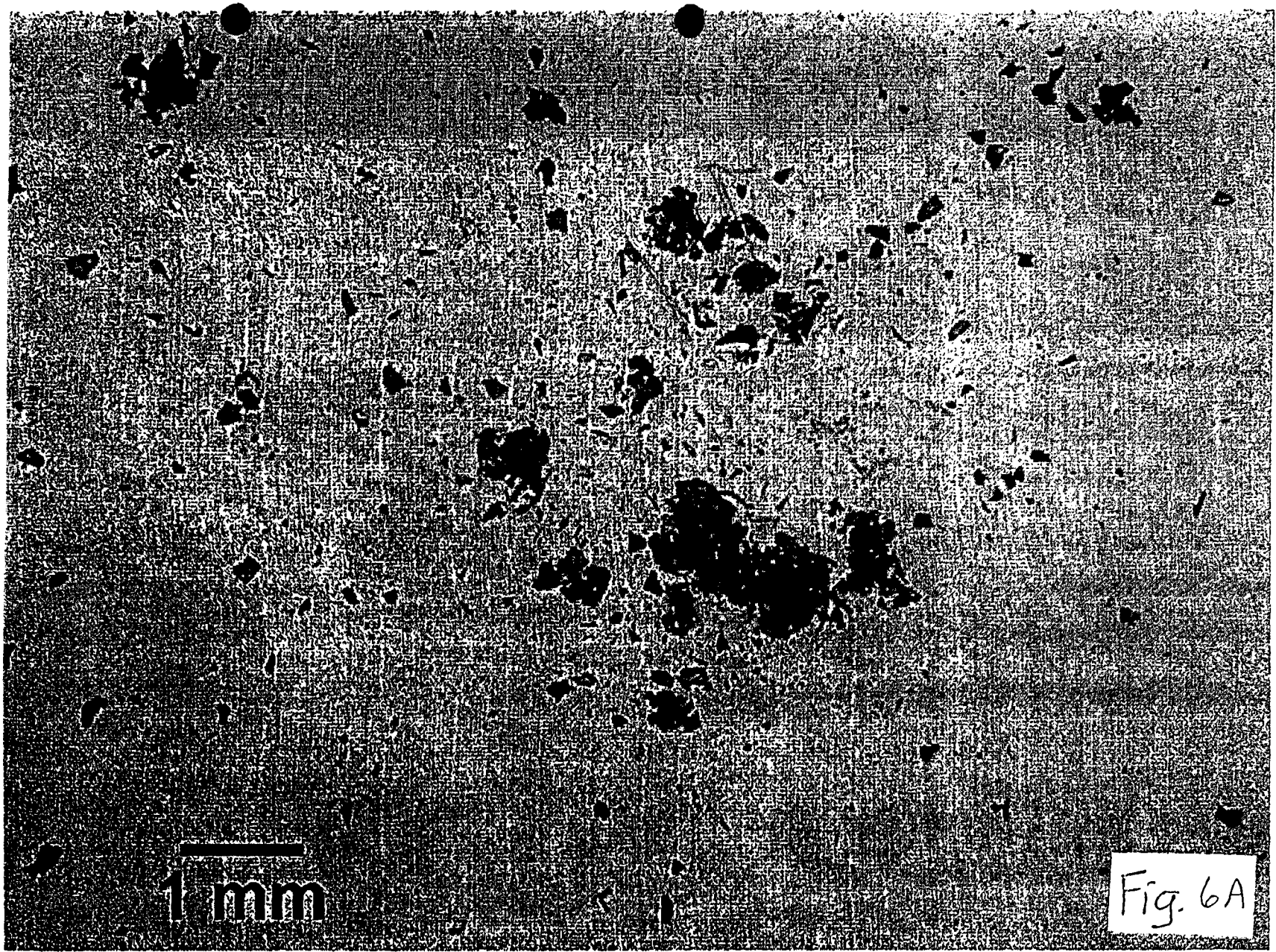


Fig. 6A

170

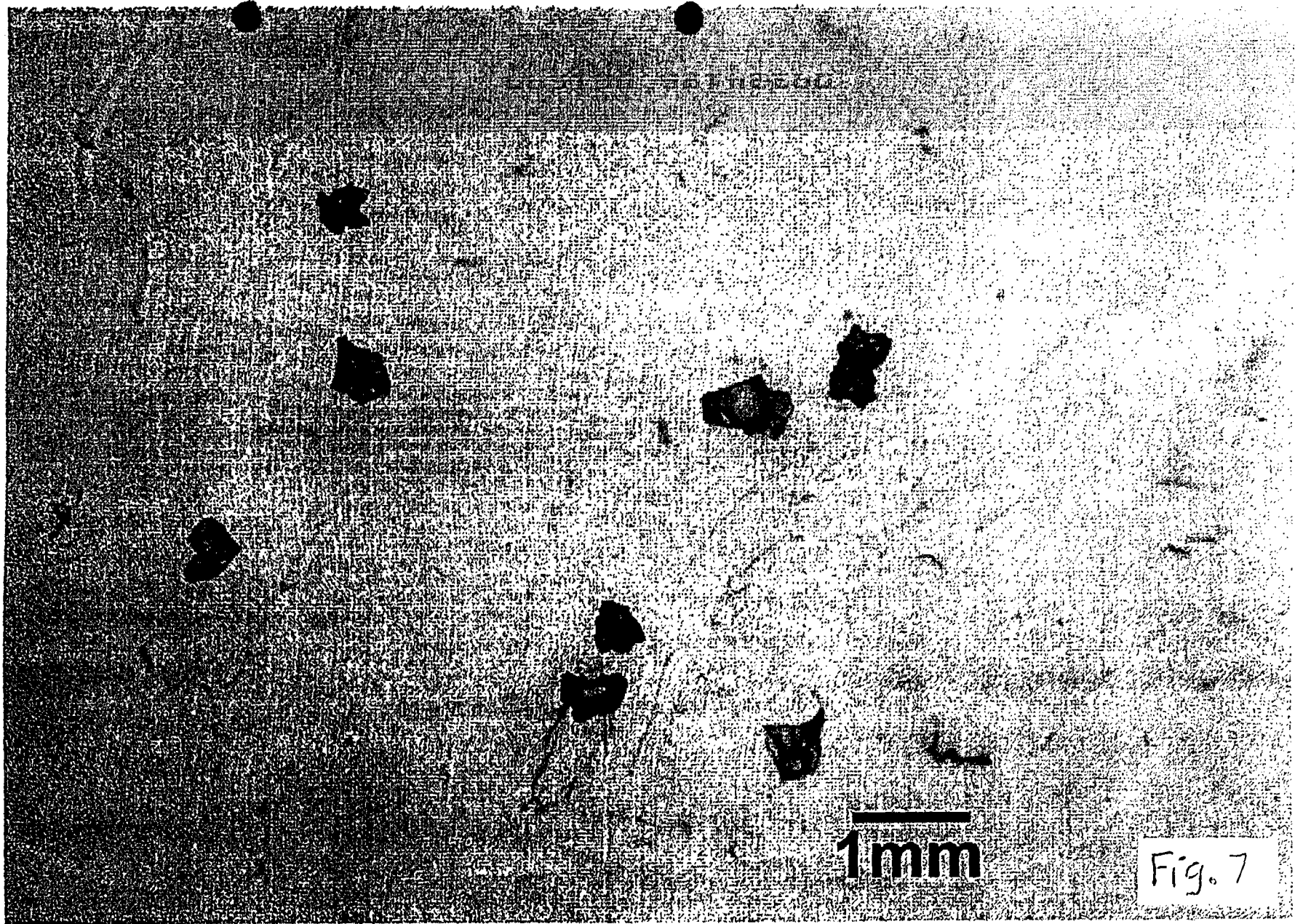


Fig. 7

171

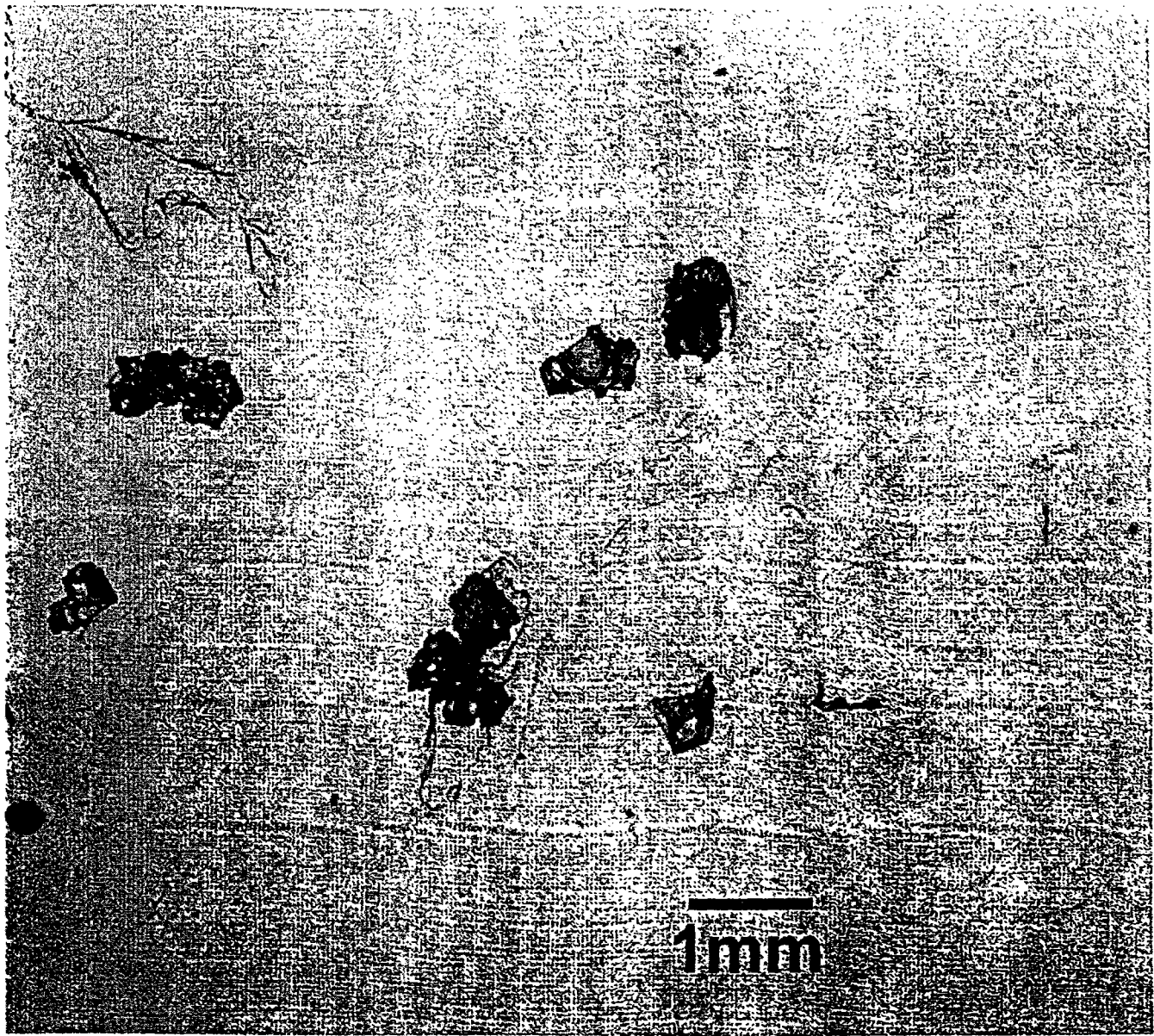
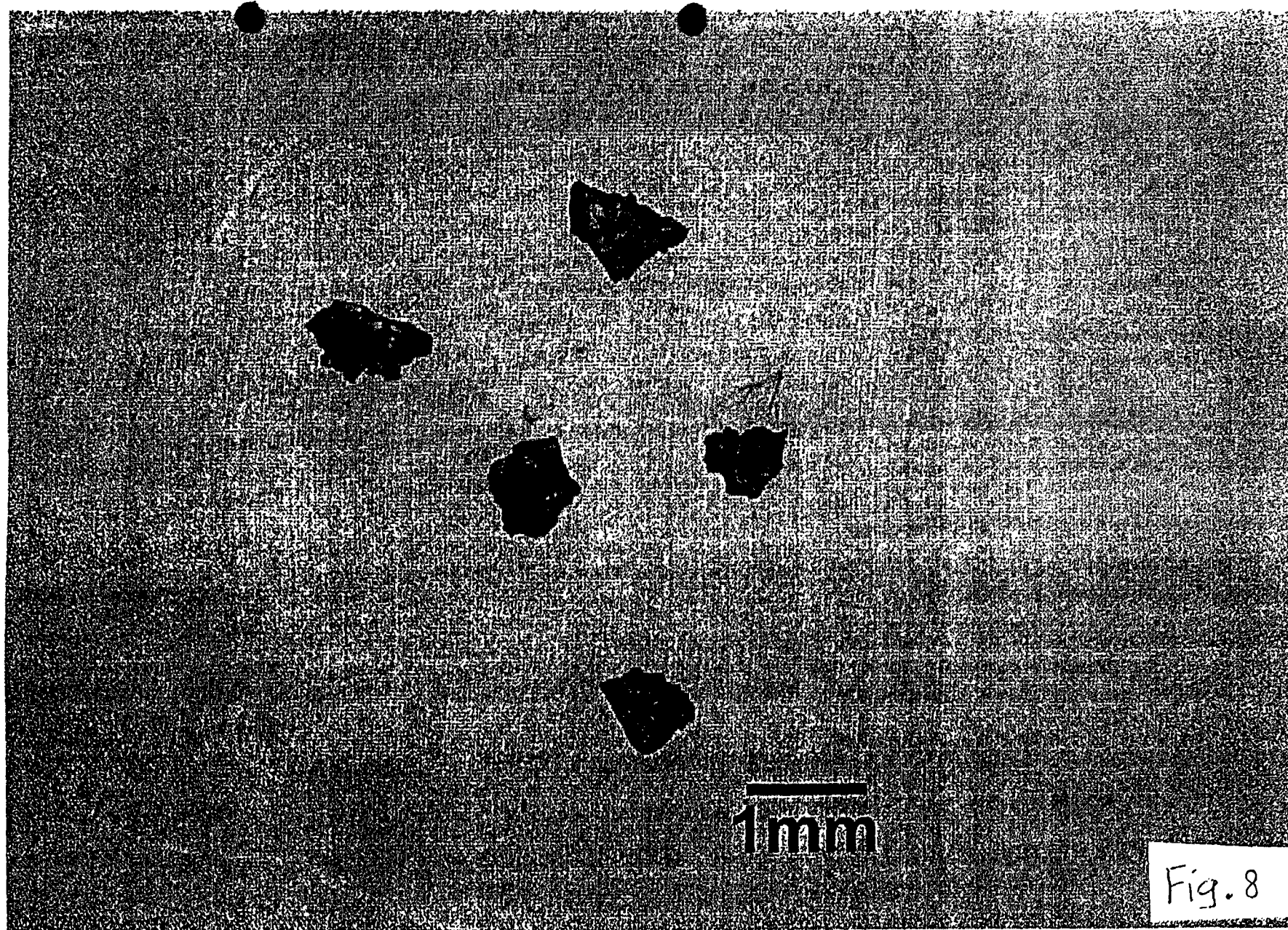


Fig. 7A

172



173  
April 11, 2000

This is to inform you that the document requested in your order dated 04-06-2000 is a true reproduction of the official office record copy of that document:

09334186 CERTIFIED PATENT APP AS FILED-PSF 4

DRAW FIGS 8A THRU 11C MISSING

- ☒ The enclosed Patent Application as Filed is a reproduction of the application as originally filed and has been recorded using high quality scanning or microfilm equipment. Copies of page/papers that were not scannable have not been included, nor have pages/papers received after the original filing date. Copies of these pages/papers may be ordered separately.
- ☐ The enclosed document is a reproduction of the best available source of the official office record copy of that document.

If you have any questions or need additional information, please contact our Customer Service Department.

*Mailing Address:*

U.S. Patent and Trademark Office  
Office of Public Records, Customer Service  
Crystal Gateway 4, Suite 300  
Washington DC 20231

*Delivery Address:*

U.S. Patent and Trademark Office  
Office of Public Records, Customer Service  
1213 Jefferson Davis Highway, Suite 300  
Arlington VA 22202

*For faster processing of new orders, please specify as appropriate:*

*Box 9 (Copy Sales) for Uncertified copies, or Box 10 for Certified copies of PTO Documents*

Voice: (703) 308-9726 Fax: (703) 308-7048 E-Mail: PTCS@USPTO.GOV or Certdiv@USPTO.GOV

Ref:PS 231979

174

TRADUCCIÓN DEL INGLÉS AL ESPAÑOL de la Solicitud de Patente  
de los Estados Unidos No.09/334,186 relacionada con:

**PROCESO PARA LA COMPRESIÓN DE UN SUSTRATO QUE  
CONTIENE UN MATERIAL SUPERABSORBENTE**

ANEXOS. La Solicitud de Patente de los Estados Unidos Serie No.09/  
334,186 arriba mencionada, Declaración y Poder, Solicitud de Patente,  
Certificación del Comisionado de Patentes y Marcas de los Estados  
Unidos de América; Certificación Notarial del Estado de Wisconsin,  
Estados Unidos de América.

---

**LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA**

**DEPARTAMENTO DE COMERCIO DE LOS ESTADOS UNIDOS DE  
AMÉRICA**

**Oficina de Patentes y Marcas de los Estados Unidos**

**Abril 11, 2000**

ESTE PARA CERTIFICAR QUE ANEXO AL PRESENTE SE  
ENCUENTRA UNA FIEL COPIA TOMADA DE LOS REGISTROS DE  
LA OFICINA DE PATENTES Y MARCAS DE LOS ESTADOS  
UNIDOS DE AQUELLOS DOCUMENTOS DE LA SOLICITUD DE  
PATENTE IDENTIFICADA ABAJO LA CUAL CUMPLE LOS  
REQUISITOS PARA CONCEDERLE UNA FECHA DE  
PRESENTACIÓN BAJO LA NORMA 35USC 111.

NUMERO DE SOLICITUD: 09/334,186  
FECHA DE PRESENTACION: Junio 16, 1999

Por autorización del  
COMISIONADO DE PATENTES Y MARCAS  
P. Swain (Firmado)  
P. SWAIN  
Funcionario de Certificaciones

**SELLO ADHERIDO**

---

**Caso # 14794  
COLOMBIA**

# CERTIFICACIÓN

ESTADO DE WISCONSIN )  
 ) SS  
 CONDADO DE WINNEBAGO )

Certifico por este medio que el documento anexo constituye una copia idéntica del original de la Solicitud de Patente de los Estados Unidos Serie No. **09/334,186** para **PROCESO PARA LA COMPRESIÓN DE UN SUSTRATO QUE CONTIENE UN MATERIAL SUPERABSORBENTE**, presentada en **Junio 16, 1999**, cedida a Kimberly-Clark Worldwide, Inc. y adicionalmente certifico que Kimberly-Clark Worldwide, Inc. es una corporación organizada y existente bajo las leyes del Estado de Delaware, Estados Unidos de América.

Fechada este 12 día de Mayo, 2000, en Neenah, Wisconsin, Estados Unidos de América.

Janeth A. Lieshout (firmado)

-----  
 Janeth A. Lieshout, Notario Público  
 Mi Comisión Expira: Julio 6, 2003

(Sin Legalización)

A

Código de Barras  
 06/16/99

Ante la Oficina de Patentes y Marcas de los Estados Unidos

|               |                                                                                                                                                           |                       |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Solicitantes: | Shannon K. Melius,<br>David A. Fell,<br>William G. Reeves,<br>Donald J. Sanders,<br>Heath D. Van Wychen,<br>Michael B. Venturino,<br>Palani R. Wallajapet | Archivo: 14,794       |
| Presentada:   | Con la presente                                                                                                                                           | Fecha: Junio 16. 1999 |

Para: PROCESO PARA LA COMPRESIÓN DE UN  
SUSTRATO QUE CONTIENE UN MATERIAL  
SUPERABSORBENTE  
Correo Expreso EJ145 568 430US

Hoja de Transmisión  
Solicitud de Patente US de Utilidad bajo 37 C.F.R. 1.53(b)  
Inventores Plurales

COMISIONADO ASISTENTE PARA PATENTES  
CASILLA DE SOLICITUD DE PATENTE  
Washington, D.C. 20231

Señor:

Se transmite por este medio para presentación la arriba identificada  
solicitud de patente US de Utilidad.

Anexo se encuentra:

1. Esta Forma de Transmisión incluyendo Autorización de Impuestos y un duplicado para procesamiento de impuestos
2. Una especificación que tiene un total de 48 páginas, incluyendo una (1) página de Extracto.
3. Veintitrés (23) hojas de dibujos.
4. Una Declaración Combinada Ejecutada y Poder de Abogado
5. Una cesión de esta invención a Kimberly-Clark Worldwide, y Hoja de Cubierta de Forma de Registro Completa Forma PTO 1595. Favor cargar el impuesto de \$40.00 de registro de cesión, de acuerdo con 37 C.F.R. 1.21(h) a Kimberly-Clark Worldwide, Inc., cuenta de depósito número 11-0876.
6. Y, si se indica:  
Una corrección preliminar  
Una Información de Declaración de Divulgación, PTO-1449 y copias de los documentos (excluyendo solicitudes pendientes citadas aquí. Las solicitudes pendientes se citan en una hoja separada para evitar su impresión en la cara de cualquier patente expedida a partir de ellas.

De acuerdo con 35 U.S.C: 120 y 35 U.S.C: 116 (e) los Solicitantes reivindica por este medio prioridad de la actualmente pendiente Solicitud US provisional No. 60/134,361 titulada "Proceso para Comprimir un Sustrato que Contiene un Material Superabsorbente" y presentada en Mayo 14, 1999 a nombre de Shannon K. Melius, David A. Fell, William

G. Reeves, Donald J. Sanders, Heath D. Van Wychen, Michael B. Venturino, Palani R. Wallajapet (Archivo No. 14,794); y la Solicitud US provisional No. 60/107,068 titulada "Un Artículo Absorbente con Mejorado Absorbente Formado en Húmedo" y presentada en Noviembre 4, 1998 a nombre de Shannon K. Melius, David A. Fell, Violet M. Grube, Andrew E. Huntoonm oan T. LeMinsh, Sridhar Ranganathan; William G. Reeves, Dave A. Soerens, Heather A. Sorebo, Michael W. Velth, Palani R. Wallajapet, David L. Senker, Lawrence H. Sawyer (Archivo No. 14,40).

Favor corregir en forma preliminar la especificación de la presente solicitud insertando como primera frase después del título, lo siguiente: Esta solicitud reivindica prioridad de la actualmente pendiente Solicitud US provisional No. 60/134,361 titulada "Proceso para Comprimir un Sustrato que Contiene un Material Superabsorbente" y presentada en Mayo 14, 1999 a nombre de Shannon K. Melius, David A. Fell, William G. Reeves, Donald J. Sanders, Heath D. Van Wychen, Michael B. Venturino, Palani R. Wallajapet (Archivo No. 14,794); y la Solicitud US provisional No. 60/107,068 titulada "Un Artículo Absorbente con Mejorado Absorbente Formado en Húmedo" y presentada en Noviembre 4, 1998 a nombre de Shannon K. Melius, David A. Fell, Violet M. Grube, Andrew E. Huntoonm oan T. LeMinsh, Sridhar Ranganathan; William G. Reeves, Dave A. Soerens, Heather A. Sorebo, Michael W. Velth, Palani R. Wallajapet, David L. Senker, Lawrence H. Sawyer (Archivo No. 14,40).

El impuesto de presentación, de acuerdo con 37 C.F.R.1.16(a), (b) y (c) ha sido calculado como sigue:

|                                                                       | Número presentado |   | Número Extra |
|-----------------------------------------------------------------------|-------------------|---|--------------|
| Total Reivindicaciones                                                | 38 - 20           | = | 18           |
| Reivindicaciones                                                      |                   |   |              |
| Independientes                                                        | 2 - 3             | = | 0            |
| Primera presentación de<br>múltiples reivindicaciones<br>dependientes |                   |   |              |
| Rata                                                                  | Impuesto          |   |              |
| x18                                                                   | \$324.00          |   |              |
| x 78                                                                  | 0.00              |   |              |
| + 260                                                                 |                   |   |              |

|               |             |
|---------------|-------------|
| Base Impuesto | \$ 760.00   |
| TOTAL         | \$ 1,084.00 |

Favor cargar a Kimberly-Clark Worldwide, Inc. cuenta de depósito número 11-0875 por (1) el impuesto de presentación indicado en el TOTAL arriba; y (2) cualesquiera impuestos de procesamiento de la solicitud de patente requeridos bajo 37 C.F.R. 1.17. En el evento que el TOTAL de arriba haya sido calculado incorrectamente, favor cargar cualquier impuesto adicional o acreditar cualquier exceso en el impuesto de presentación a Kimberly-Clark Worldwide, Inc, cuenta de depósito número 11-0875.

Favor dirigir cualquier correspondencia a: Paul Yee, Kimberly-Clark Worldwide, Inc. Departamento de Patentes, 401 North Lake Street, Neenah, Wisconsin 54956.

El suscrito puede conseguirse en el número de teléfono (920) 721-2435 o número de fax (920) 721-7339.

Sometido respetuosamente,

SHANNON KATHLEEN MELIUS Y OTROS

Por: Paul Yee (firmado)

Paul Yee

Registro No. 29,460

#### CERTIFICADO DE ENVÍO

Yo, JoAnn Breister, certifico por este medio que en Junio 16, 1999 este documento está siendo depositado con el Servicio Postal de los Estados Unidos, porte prepago, Correo Expreso No. EJ455677757US en una cubierta dirigida al: Comisionado Asistente para Patentes, Washington, D.C. 20231.

Por: JoAnn Breister (firmado)

JoAnn Breister

---

Etiqueta de Envío de "Correo Expreso" Número EL145 556 430 US

Fecha de Depósito Junio 16, 1999

Certifico por este medio que este documento o pago está siendo depositado ante el Servicio Postal de los Estados Unidos "Correo Expreso de la Oficina Postal al Destinatario" servicio bajo 37 CFR 1.10 en la fecha

arriba indicada y dirigido al Comisionado de Patentes y Marcas,  
Washington, D. C., 20231

JoAnn Breister

(Nombre impreso o mecanografiado de la persona que envía el papel o  
pago)

JoAnn Breister (firmado)

(Firma de la persona que envía el papel o pago)

## PROCESO PARA LA COMPRESIÓN DE UN SUSTRATO QUE CONTIENE UN MATERIAL SUPERABSORBENTE

### Campo de la Invención

La presente invención se relaciona con un proceso para densificar un sustrato absorbente. Más particularmente, la presente invención se relaciona con un proceso para densificar un sustrato que contiene material superabsorbente. El sustrato densificado puede exhibir ventajosamente niveles deseados de resistencia, suavidad y flexibilidad.

### Antecedentes de la Invención

Los objetivos de funcionamiento de los artículos absorbentes desechables, tales como los pañales para infante, incluyen la prevención del escape, la sensación seca para el usuario, y un ajuste cómodo a través de la vida del producto. Por tanto, los artículos absorbentes han contenido típicamente un núcleo absorbente para proporcionar funciones de manejo de líquido y otras funciones absorbentes requeridas para satisfacer los objetivos de funcionamiento del producto. El núcleo absorbente de un artículo absorbente convencional se compone típicamente de fibras absorbentes, y un material superabsorbente se ha combinado típicamente con las fibras absorbentes para aumentar la capacidad absorbente de líquido. El núcleo absorbente se ha formado en una forma esencialmente rectangular. El núcleo absorbente también se ha formado en una forma de reloj de arena, una forma de I, una forma de T, o una modalidad similar con un ancho de absorbente reducido en la región de entrepierna central para un ajuste y comodidad mejorados.

Los núcleos absorbentes convencionales han incorporado los materiales formados en seco los cuales se han producido con varias

técnicas de colocación por aire convencionales. Las técnicas de colocación por aire ha colocado típicamente una mezcla dirigida por aire de fibras absorbentes y de superabsorbente para formar un sustrato del material absorbente. Cuando se secan, las estructuras absorbentes formadas en seco convencionales han sido suaves y cómodas, pero han tenido una baja resistencia. Además, las estructuras formadas en seco han tenido una integridad baja después de que éstas se han humedecido.

Los núcleos absorbentes convencionales también han incorporado materiales formados en húmedo que se han producido con varias técnicas de colocación en húmedo. Las técnicas de colocación en húmedo han formado típicamente un sustrato absorbente producido de un material precursor compuesto de una mezcla de fibras y de partículas superabsorbentes combinadas con agua u otro líquido acuoso. Una técnica de colocación húmeda particular ha procesado el material precursor en una espuma, y la espuma entonces se ha empleado para formar el sustrato deseado del material absorbente. Las estructuras absorbentes producidas de los materiales absorbentes formados en húmedo tienen una resistencia mayor y una integridad mayor. En particular, las estructuras absorbentes formadas en húmedo exhiben una mayor resistencia y una mayor integridad después de los materiales absorbentes han absorbido el líquido. Los materiales absorbentes formados en húmedo, sin embargo, han tenido una rigidez y tiesura excesivas, particularmente cuando los materiales absorbentes se han proporcionado a pesos base y cantidades necesarias para proporcionar los niveles deseados de capacidad absorbente total.

Los métodos particulares para reducir la rigidez de los materiales de tela absorbente han incluido el pasar el material a través del punto de presión de un par de rodillos de compresión contra giratorios. Otros métodos han grabado los sustratos para impartir una flexibilidad incrementada. Aún otros métodos han incluido el pasar el material a través del punto de presión de un par de rodillos contra giratorios que tienen superficies exteriores texturizadas. Las superficies texturizadas han sido configuradas para producir tensiones localizadas y esfuerzos localizados los cuales han ayudado a reducir la rigidez del material. Donde los sustratos contienen partículas superabsorbentes, los rodillos de compresión se han configurado para fracturar o triturar los materiales superabsorbentes.

Las técnicas convencionales, tal como aquellas mencionadas arriba, no han sido adecuadas para suavizar o comprimir los sustratos los cuales contienen materiales superabsorbentes. Las técnicas convencionales han provocado una fractura excesiva de los superabsorbentes y han aumentado las proporciones relativas de las partículas superabsorbentes más

pequeñas en los sustratos. Este cambio en las distribuciones de tamaño de las partículas superabsorbentes ha afectado adversamente las propiedades absorbentes del sustrato, ha aumentado la tendencia del superabsorbente a sacudirse fuera del sustrato, y ha permitido la generación de polvo excesivo. Además, la fractura del material superabsorbente ha afectado adversamente varias propiedades absorbentes, tales como la tasa de absorción del superabsorbente y la capacidad del superabsorbente para hincharse bajo presión.

Como resultado, aún existe una necesidad de métodos mejorados para comprimir o de otra manera procesar los materiales absorbentes rígidos para mejorar la resistencia, la suavidad, la flexibilidad, la integridad en húmedo y la capacidad absorbente de los materiales.

#### Breve Descripción de la Invención

Mencionado en forma general, la presente invención puede proporcionar un proceso para compactar y/o densificar un sustrato el cual contiene un material superabsorbente. En aspectos particulares, el proceso incluye un comprimir de un sustrato el cual incluye un material superabsorbente plastificado. En otros aspectos, el sustrato puede ser comprimido a una presión relativamente baja que puede seleccionarse para evitar esencialmente un daño excesivo del material superabsorbente.

En varios de sus aspectos, la presente invención puede más efectivamente y eficientemente compactar y/o densificar un sustrato el cual contiene partículas de material superabsorbente. En particular, el proceso de compactación o de densificado de la invención puede mantener ventajosamente los tamaños, formas, propiedades físicas y propiedades absorbentes deseadas del material superabsorbente en el sustrato comprimido final. Cuando los artículos incorporan estructuras absorbentes que son producidas de acuerdo con la presente invención, los artículos pueden exhibir una resistencia incrementada, mejorar el ajuste, reducir el escape, y reducir el aterronado, el amontonamiento o el combarse durante el uso.

#### Breve Descripción de los Dibujos

La presente invención se entenderá más completamente y las ventajas adicionales se harán evidentes cuando se haga referencia a la siguiente descripción detallada de la invención y de los dibujos, en los cuales:

La Figura 1 muestra representativamente una vista esquemática de un aparato y un método de la presente invención.

La Figura 2 muestra representativamente un sistema de rodillos suavizadores en la dirección transversal que pueden ser usados con la presente invención.

La Figura 3 muestra representativamente una vista amplificada de una parte de los rodillos suavizadores ilustrados en la Figura 3.

La Figura 4 muestra representativamente otro sistema de los rodillos de suavizado en la dirección de la máquina que pueden ser usados con la presente invención.

La Figura 5 es una gráfica la cual muestra representativamente la diferencia en el parámetro de funcionamiento de carga bajo absorbencia de un número de muestras de material superabsorbente, en donde las varias muestras de material superabsorbente se han sometido a diferentes condiciones de presión de compresión, temperatura y contenido de humedad.

La Figura 6 muestra representativamente una vista superior amplificada de una cantidad de material superabsorbente relativamente seco antes de la compresión.

La Figura 6A muestra representativamente una vista superior amplificada del material superabsorbente de la Figura 6 después de que el superabsorbente ha sido comprimido bajo una fuerza baja, en donde las partículas superabsorbentes han sido dañadas y fracturadas.

La Figura 7 muestra representativamente una vista superior amplificada de una cantidad de material superabsorbente relativamente seco acondicionado a aproximadamente 50% de humedad relativa antes de la compresión.

La Figura 7A muestra representativamente una vista superior amplificada del material superabsorbente de la Figura 7 después de que el superabsorbente ha sido comprimido a una separación de 50  $\mu\text{m}$ .

La Figura 8 muestra representativamente una vista superior amplificada de una cantidad de material superabsorbente relativamente seco antes del acondicionamiento a aproximadamente 80% de humedad relativa y a 100 °F.

La Figura 8A muestra representativamente una vista superior amplificada de una cantidad de un material superabsorbente relativamente seco después de que ha sido acondicionado a aproximadamente 80% de humedad relativa y a 100 °F y antes de la compresión bajo una fuerza baja.

La Figura 8B muestra representativamente una vista superior amplificada del material superabsorbente de la Figura 8A durante la compresión.

La Figura 8C muestra representativamente una vista superior amplificada del material superabsorbente de la Figura 8B, como se observa inmediatamente después de que el superabsorbente ha sido comprimido y que la presión de compresión ha sido liberada, en donde el material superabsorbente comprimido se ha recuperado de su condición deformada y está esencialmente no fracturado.

La Figura 8D muestra representativamente una vista superior amplificada del material superabsorbente de la Figura 8C, como se observó aproximadamente 5 minutos después de que se ha liberado la presión de compresión, en donde el material superabsorbente comprimido se ha recuperado adicionalmente de su forma deformada y está esencialmente no fracturado.

La Figura 9 es una microfotografía de un microscopio electrónico de exploración (SEM) la cual muestra representativamente una vista en sección transversal de un compuesto constituido de partículas superabsorbentes en una matriz de fibra antes de la compresión.

La Figura 9A es una microfotografía de un microscopio electrónico de exploración (SEM) la cual muestra representativamente una vista en sección transversal amplificada adicionalmente de una parte del compuesto de la Figura 9.

La Figura 10 es una microfotografía de microscopio electrónico, de exploración la cual muestra representativamente una vista en sección transversal de un compuesto constituido de partículas superabsorbentes relativamente secas en una matriz de fibra, como se observó después de que el compuesto fue comprimido.

La Figura 10A es una microfotografía de microscopio electrónico de exploración la cual muestra representativamente una vista en sección transversal de una parte del compuesto de la Figura 10 a una amplificación superior agrandada.

La Figura 10B es una microfotografía de microscopio electrónico de exploración la cual muestra representativamente una vista en sección transversal agrandada de otra parte del compuesto de la Figura 10.

La Figura 11 es una microfotografía de microscopio electrónico de exploración la cual muestra representativamente una vista en sección transversal de un compuesto constituido de partículas superabsorbentes de un contenido de humedad relativamente alto en una matriz de fibras, como se observa después de que el compuesto fue comprimido.

La Figura 11A es una microfotografía de microscopio electrónico de exploración la cual muestra representativamente una vista en sección transversal de una parte del compuesto de la Figura 11 a una amplificación mayor y agrandada.

La Figura 11B es una microfotografía de microscopio electrónico de exploración la cual muestra representativamente una vista en sección transversal amplificada con otra parte del compuesto de la Figura 11; y

La Figura 11C es una microfotografía de microscopio electrónico de exploración la cual muestra representativamente una vista en sección transversal amplificada con aún otra parte del compuesto de la Figura 11.

#### Descripción Detallada de la Invención

La presente invención proporciona métodos distintivos para densificar y/o suavizar los materiales que contienen superabsorbente, tales como los compuestos constituidos de una mezcla de fibras y partículas de material superabsorbente (SAM), o de un compuesto constituido de partículas superabsorbentes y de un material de matriz espumado. El material superabsorbente puede tener una distribución esencialmente homogénea, una distribución en capas o estratificada o un gradiente de distribución a través del compuesto. Los materiales que contienen superabsorbente pueden entonces emplearse para formar las estructuras absorbentes en los productos para el cuidado personal, tal como pañales, productos para la higiene de la mujer, pantaloncitos de aprendizaje para niños, productos para la incontinencia del adulto y similares.

Los ejemplos de las estructuras absorbentes que pueden incluir una compresión y/o suavizado antes de la incorporación dentro de un producto, pueden incluir, pero no se limitan a las estructuras colocadas en húmedo que contienen superabsorbente, a las estructuras colocadas en seco que contienen superabsorbente, a las estructuras espumadas que contienen superabsorbente, a las estructuras colocadas por aire que

contienen superabsorbente, y similares, así como a sus combinaciones. Las estructuras o telas formadas en húmedo pueden, por ejemplo, ser producidas mediante el empleo de una mezcla que contiene agua de material superabsorbente y material fibroso. Las estructuras o sustratos formados en húmedo pueden también ser producidas mediante el emplear una mezcla que contiene agua de material superabsorbente y de material fibroso, donde la mezcla puede haber sido proporcionada en la modalidad de una espuma. Las estructuras o telas formadas en seco pueden, por ejemplo, ser producidas mediante el emplear una mezcla de suspensión en aire o llevada en aire de material fibroso y de material superabsorbente.

Ejemplos de las estructuras superabsorbentes colocadas en húmedo adecuadas pueden incluir aquellas producidas por el método descrito en la patente US número 5,651,862 titulada "COMPUESTO ABSORBENTE FORMADO EN HÚMEDO" de R. Anderson y otros, del 29 de julio de 1997. Los ejemplos de las estructuras superabsorbentes colocadas por aire están descritas en la patente US número 5,509,915 titulada "ARTÍCULO ABSORBENTE DELGADO QUE TIENE UNA ABSORCIÓN RÁPIDA DE LÍQUIDO" de W. Hanson y del 23 de Abril de 1996. La descripción completa de estos documentos se incorpora aquí a modo de referencia en una manera que es consistente con la presente.

Las técnicas de la presente invención pueden compactar y/o densificar una estructura absorbente sin dañar excesivamente el material superabsorbente en la estructura o degradar excesivamente las propiedades funcionales de la estructura absorbente. Las técnicas de la invención pueden ayudar a suavizar el material absorbente y a incrementar el funcionamiento de su estructura absorbente resultante.

La técnica de la invención puede además ser mejorada mediante el escoger apropiadamente los materiales constituyentes en la estructura húmeda absorbente. Por ejemplo, agregando fibras de celulosa enlazadas en forma cruzada a la estructura absorbente se puede impartir volumen y suavidad. Aumentando la cantidad del superabsorbente también se puede impartir suavidad debido a una unión de fibra a fibra reducida.

Deberá también notarse que, cuando se emplean en la presente descripción los términos "comprende", "comprendiendo" y otros derivados del término de la raíz "comprende" se intenta el que los términos estén abiertos para especificar la presencia de cualesquiera de las características declaradas, elementos, enteros, pasos o componentes, pero que no se excluya la presencia o la adición de una o más de otras características, elementos, enteros, pasos, componentes o grupos de los mismos.

Con referencia a las Figuras 1, 2, 3 y 4, la invención puede proporcionar un proceso y un aparato distintivos para compactar y/o densificar un sustrato 12 el cual contiene un material superabsorbente 32. Dicho en forma general, el proceso incluye una compresión del sustrato 12 mientras que el sustrato incluye el material superabsorbente el cual se ha plastificado.

En arreglos deseados, la invención puede incluir un plastificado del material superabsorbente contenido en el sustrato 12, y una compactación o compresión subsecuente del sustrato 12. La compresión del sustrato absorbente 12 puede llevarse a cabo a una presión relativamente baja seleccionada, y la presión baja puede ser arreglada para evitar esencialmente una fractura excesiva (por ejemplo el agrietamiento o rompimiento) u otro daño de las propiedades deseadas del material superabsorbente 32. Adicionalmente, el sustrato puede ser comprimido mientras que se está sometiendo a una temperatura de compresión seleccionada. En aspectos particulares, una temperatura de transición del vidrio ( $T_g$ ) del material superabsorbente se ha ajustado por lo menos temporalmente, y la temperatura de transición del vidrio ajustada es aproximada a la temperatura de compresión seleccionada. En un aspecto adicional de la invención, la temperatura del superabsorbente puede ser elevada a dentro de un rango o proporción seleccionada de la temperatura de transición del vidrio del material superabsorbente.

La temperatura de transición del vidrio del material superabsorbente es un parámetro convencional que es reconocido en el arte. En forma general, la temperatura de transición del vidrio ( $T_g$ ) es una temperatura en donde un material, tal como el material polimérico, sufre un cambio marcado en las propiedades asociadas con el cese virtual del movimiento molecular local. Bajo su temperatura de transición del vidrio, un material amorfo puede tener muchas de las propiedades asociadas con los vidrios inorgánicos ordinarios, incluyendo las propiedades de dureza, quebradizo, rigidez y transparencia. Por ejemplo, véase el texto "Libro de Texto de Ciencia del Polímero" de Billmeyer (1984, Wiley) ISBN 0-47103196-8, por ejemplo página 7. La temperatura de transición del vidrio puede reflejar las propiedades mecánicas del material sobre un rango de temperatura especificado. Bajo la temperatura de transición del vidrio, un polímero es rígido, duro, quebradizo y de tipo de vidrio; arriba de la temperatura de transición del vidrio, si el peso molecular es suficientemente alto, el polímero será relativamente suave, lazo, estimable y podrá ser algo elástico. A temperaturas no superiores el material puede fluir y ser pegajoso. Bajo la temperatura de transición, la mayoría de las cadenas de polímero tienen una modalidad relativamente fija, y tiene lugar una poca traslación o rotación de las cadenas de polímero. Arriba de la

temperatura de transición del vidrio, la cadena de polímero tiene una energía térmica suficiente para el movimiento rotacional o una oscilación torsional considerable; por tanto la temperatura de transición del vidrio marca el inicio de la movilidad en segmentos. La transición del vidrio no es aguda y tiene lugar sobre un rango de temperatura de varios grados. Por tanto, la temperatura de transición del vidrio es tomada como el punto medio del intervalo de temperatura sobre el cual ocurre la discontinuidad en las propiedades. Las técnicas convencionales para determinar la temperatura de transición del vidrio han empleado, por ejemplo, un calorímetro de exploración diferencial (DSC). Ver "Enciclopedia Kirk-Othmer de Tecnología Química", cuarta edición, volumen 1, por ejemplo páginas 315-317; y la obra "Tecnología de Polímero Superabsorbente Moderna" editores F. L. Bucholz y A. T. Graham, Wiley-VCH (1998), por ejemplo páginas 45 y 140-143.

La temperatura de transición del vidrio del material superabsorbente puede, por ejemplo, ser ajustada mediante el someter el sustrato 12 a un humedecimiento seleccionado. En aspectos deseados, el humedecimiento puede elevar selectivamente el contenido de agua del material superabsorbente asociado. El humedecimiento también puede ser empleado para exponer y ajustar los componentes del sustrato a la temperatura de compresión deseada. Deseablemente, el humedecimiento ocurre antes de la compresión y densificado del sustrato absorbente 12. En aspectos particulares de la invención, las partículas del material superabsorbente pueden aplanarse, pueden tender a formar plaquetas u de otra manera pueden tender a retener una forma deformada cuando se comprimen. En aspectos adicionales, las partículas superabsorbentes deformadas pueden ser configuradas para superar esencialmente o de otra manera evitar su deformación cuando los superabsorbentes son humedecidos. Cuando se someten a presiones ordinarias que se encuentran durante el uso normal, los materiales superabsorbentes pueden ser configurados para expandirse e hincharse para regresar a aproximadamente sus formas originales no deformadas durante la absorción de líquido. Como resultado, el material superabsorbente puede retener o volver a adquirir ventajosamente una capacidad para abrir la estructura de matriz del compuesto al hincharse el material superabsorbente.

En aspectos particulares, el material superabsorbente 32 puede inicialmente ser proporcionado en el sustrato a un primer nivel de humedad seleccionado. Por ejemplo, el material superabsorbente puede ser proporcionado para la inclusión en el sustrato 12 mientras que el material superabsorbente contiene el primer nivel de humedad. En otros aspectos, el material superabsorbente puede ser secado o de otra manera

puede ser condicionado para lograr el primer nivel de humedad. opcionalmente, el superabsorbente y el sustrato pueden ser ambos secados o de otra manera pueden ser ambos condicionados para lograr el primer nivel deseado de humedad en el material superabsorbente. El superabsorbente y el sustrato pueden ser deseablemente condicionados mientras que se combinan juntos. En aspectos adicionales, el proceso puede incluir el proporcionar un material fibroso u otro material de matriz para la inclusión en el sustrato. En las varias modalidades de la invención, el sustrato 12 puede inicialmente ser proporcionado mientras que el material superabsorbente contiene el primer nivel de humedad, y la compresión del sustrato puede llevarse a cabo subsecuentemente mientras que el material superabsorbente contiene un segundo nivel de humedad el cual es mayor que el primer nivel de humedad.

En aún otros aspectos de la invención se pueden incluir rodillos de calandrado calentados los cuales pueden ayudar a reducir la cantidad de presión requerida para densificar el sustrato absorbente 12. Adicionalmente, el humedecimiento y el calandrado del sustrato 12 puede llevarse a cabo en una operación combinada para proporcionar ventajas adicionales.

Los procedimientos de suavizado adicionales pueden llevarse a cabo sobre el sustrato ya sea antes, después o en vez del calandrado del sustrato 12. Tales procedimientos adicionales pueden, por ejemplo, incluir el grabado, la compresión, la compresión entre rodillos grabados casados, el micro tensionado y similares así como sus combinaciones. El suavizado del sustrato 12 en tal manera puede proporcionar la ventaja adicional de romper algunas de las uniones las cuales de otra manera limitarían el hinchado del material superabsorbente en el sustrato, proporcionando por tanto una capacidad incrementada a la estructura. Se contempla que el sustrato 12 puede ser calentado durante los procedimientos de suavizado adicionales.

En arreglos deseados, la técnica de la invención puede incluir una flexión seleccionada del sustrato 12. Donde son empleados tanto la flexión con suavizado y un densificado del sustrato, el material de tela absorbente 12 es deseablemente suavizado mediante su flexión antes del calandrado. Esta modalidad de la invención puede ser particularmente ventajosa para procesar estructuras que son densificadas a espesores los cuales se aproximan al tamaño de las partículas superabsorbentes en el sustrato.

Los varios aspectos de la presente invención pueden ser incorporados individualmente o en cualesquier combinación deseada, y pueden ayudar a suavizar más efectivamente y eficientemente un sustrato

el cual contiene partículas de material superabsorbente. En particular, los varios aspectos de la técnica de la invención pueden ventajosamente mantener las formas deseadas, las propiedades físicas y/o las propiedades absorbentes del material superabsorbente. Adicionalmente, la presente invención puede producir un artículo absorbente el cual proporcione un ajuste mejorada, más suavidad y flexibilidad, mejor contención del superabsorbente en el sustrato, una absorbencia mejorada y un escape reducido.

Haciendo referencia a la Figura 1, el proceso y el aparato de la invención pueden tener una dirección de la máquina designada 34 y una dirección transversal designada 36 para los propósitos de la presente invención, la dirección de la máquina 34 es la dirección a lo largo de la cual un material o componente particular es transportado en sentido longitudinal a lo largo y a través de una posición local particular del aparato y del método de la invención. La dirección transversal 36 yace generalmente dentro del plano del material que está siendo transportado a través del proceso y está alineada perpendicular a la dirección de la máquina local 34. Por tanto, en vista del arreglo mostrado representativamente en la Figura 1, la dirección transversal 36 se extiende perpendicular al plano de la hoja del dibujo.

Como se mostró representativamente en la Figura 1, el método y el aparato de la invención pueden incluir un mecanismo de transporte tal como se proporciona por los rodillos de transporte mostrados representativamente 14 y sus fuentes de energía asociadas (por ejemplo máquinas y motores) las cuales pueden mover y dirigir el sustrato 12 a lo largo de la dirección de la máquina designada 34 a una velocidad de transporte seleccionada.

En aspectos particulares, la velocidad de transporte puede ser de por lo menos de un mínimo de alrededor de 10 m/minuto. La velocidad de transporte puede alternativamente ser de por lo menos de alrededor de 100 metros por minuto, y opcionalmente, puede ser de alrededor de por lo menos 250 metros por minuto para proporcionar un funcionamiento mejorado. En otros aspectos, la velocidad de transporte puede no ser más de un máximo de alrededor de 1.000 metros por minuto. La velocidad de transporte puede alternativamente no ser de más de alrededor de 700 metros por minuto, y opcionalmente, puede no ser de más de alrededor de 400 metros por minuto para proporcionar la efectividad mejorada. Si la velocidad es muy baja, puede haber excesivamente una baja productividad y un alto costo. Si la velocidad es muy alta, cualesquier transferencia deseada del calor al sustrato móvil puede no ser efectiva o ser insuficiente.

Como se mostró representativamente en la Figura 1, el sistema de transporte puede entregar el sustrato 12 a un mecanismo plastificante seleccionado. El sustrato entregado está deseablemente y esencialmente seco, y el mecanismo plastificante tal como el sistema humedecedor mostrado representativamente, puede ser configurado para incrementar operativamente una ductilidad o de otra manera incrementar una deformación del material superabsorbente 32 en el sustrato 12.

Para los propósitos de la presente descripción, un plastificante de un material designado incluye cualesquier fórmula, tratamiento o técnica la cual reduce operativamente la dureza, reduce lo quebradizo y/o reduce la rigidez, y permite una deformación operativo del material esencialmente sin un agrietamiento, rasgado, división, rompimiento u otra fractura excesiva cuando el material es comprimido. La reducción de la firmeza, rigidez o de lo quebradizo puede ser temporal o esencialmente permanente. La deformación sin fractura puede ser una deformación elástica, una deformación sustancialmente elástica o una deformación esencialmente retenida, así como en combinaciones de las mismas. El plastificante del material superabsorbente puede, por ejemplo, incluir un humedecimiento del material, un calentamiento del material, un tratamiento químico del material o similares, así como sus combinaciones.

Con referencia a la Figura 1, el plastificante del material superabsorbente 32 dentro del sustrato 12 puede incluir un mecanismo el cual humedece operativamente el sustrato 12 en una extensión seleccionada. Por ejemplo, en la modalidad representativamente mostrada, el sustrato 12 puede ser transportado adentro de una cámara de humedecimiento 16 la cual expone operativamente el sustrato, particularmente el material superabsorbente al vapor de agua. El humedecimiento puede tener una ventaja agregada de proporcionar una unión incrementada del superabsorbente a las fibras, especialmente si el superabsorbente está configurado para hacerse pegajoso durante el humedecimiento. El aglutinado puede incrementar la contención de las partículas en su material de matriz asociado (por ejemplo matriz de fibra o una matriz de espuma) y puede proporcionar un contacto más íntimo entre el superabsorbente y el material de matriz. Como resultado, el aglutinado puede incrementar las propiedades de manejo de líquido del sustrato compuesto absorbente 12.

Varias técnicas pueden emplearse para humedecer operativamente el sustrato 12. Las técnicas pueden incluir un humedecimiento a alta temperatura o un humedecimiento a baja temperatura, así como combinaciones de los mismos. El vapor de agua puede ser entregado al sustrato 12 y al material superabsorbente mediante el exponer el sustrato

al aire humedecido. Por ejemplo, un transportador con vacío puede emplearse para pasar el aire húmedo a través del sustrato. El humedecimiento puede también incluir el proporcionar un vapor de agua mediante el emplear vapor u otro medio gaseoso que contiene humedad de alta temperatura. En aspectos adicionales, el humedecimiento puede incluir un mecanismo el cual genera suficientes gotas pequeñas de agua que se evaporarán fácilmente para proporcionar la concentración deseada del vapor de agua. Por ejemplo, un humedecimiento adecuado puede ser logrado por las duchas de aire, los nebulizadores, los atomizadores, los vaporizadores ultrasónicos, los dispositivos condensadores de humedad y similares, así como sus combinaciones. Típicamente, un mecanismo impulsor (por ejemplo un sistema de ventilador o un sistema de vacío) puede ser empleado para mover la humedad (por ejemplo el vapor de agua) a través del sustrato y hasta un contacto operativo con el material superabsorbente.

El humedecimiento del sustrato 12 puede exponer el sustrato 12 a una concentración seleccionada del vapor de agua a una temperatura predeterminada por una longitud de tiempo seleccionada. Varios mecanismos y técnicas pueden ser empleados para ajustar y regular el tiempo de exposición. Por ejemplo, la velocidad del sustrato 12 puede ser incrementada o disminuida para regular un tiempo de residencia del sustrato dentro de la cámara de humedad 16. Alternativamente, la longitud de la trayectoria del sustrato dentro de la cámara de humedad puede incrementarse o disminuirse para ajustar el tiempo de permanencia. En la modalidad mostrada, por ejemplo, un sistema de rodillos festonadores 18 puede ser empleado para ajustar la longitud de la trayectoria del sustrato dentro de la cámara de humedad 16 para regular el tiempo de permanencia del sustrato en la cámara.

El sustrato es sometido deseablemente a la concentración de vapor de agua designada (por ejemplo una humedad relativa) durante un tiempo y a una temperatura los cuales son suficientes para impartir un contenido de humedad seleccionado al material superabsorbente en el sustrato 12. En aspectos particulares, el contenido de humedad proporcionado al superabsorbente puede ser de por lo menos de un mínimo de alrededor de 0,1 gramos de agua por gramo de material superabsorbente (0,1 g/g). El contenido de humedad puede alternativamente ser de por lo menos de alrededor de 0,15 g/g, y opcionalmente, puede ser de por lo menos de alrededor de 0,2 g/g para proporcionar un funcionamiento mejorado. En otros aspectos, el contenido de humedad puede no ser de más de un máximo de alrededor de 0,9 g/g. El contenido de humedad puede alternativamente no ser de más de alrededor de 0,6 g/g, y opcionalmente

puede no ser de más de alrededor de 0,4 g/g para proporcionar la efectividad mejorada.

Si el contenido de humedad es muy bajo, puede haber una generación excesiva de polvo, una fractura excesiva del material absorbente, o una necesidad de un calentamiento excesivo del sustrato. Si el contenido de humedad es muy alto, puede haber una adhesión excesiva del sustrato al equipo de fabricación, puede haber interrupciones excesivas del proceso de fabricación, y puede haber una reducción de la capacidad absorbente del material superabsorbente.

Se ha descubierto que el tratamiento del sustrato 12 con los niveles operativos de vapor de agua puede ser más efectivo que un tratamiento del sustrato con agua líquida. Cuando el sustrato es tratado con agua líquida, el agua líquida puede primariamente ser capturada o de otra manera absorbida por el material de matriz, tal como el material fibroso en el sustrato. Como un resultado de esto, el material superabsorbente puede no hacerse adecuadamente plastificado para permitir la compresión deseada del sustrato sin dañar excesivamente las propiedades del material superabsorbente. Adicionalmente, cuando el agua líquida es empleada, las cantidades excesivas de agua pueden ser necesarias para generar el efecto plastificante deseado sobre el material superabsorbente, ya que el agua excesiva puede ser mantenida por el material de matriz del sustrato. El agua en exceso puede entonces ser difícil y/o costosa de secar o de otra manera remover del sustrato. Por tanto, un aspecto de la invención es el evitar esencialmente el someter el sustrato 12 a cantidades excesivas de agua líquida.

Los aspectos particulares de la invención pueden incluir una exposición u otro acondicionamiento del superabsorbente a una humedad relativa de hasta alrededor de 100%. La humedad relativa de acondicionamiento puede ser por lo menos de un mínimo de alrededor de 50%, y opcionalmente puede ser de por lo menos de alrededor de 80% para proporcionar un funcionamiento mejorado. otros aspectos de la invención pueden incluir un acondicionamiento del superabsorbente a una temperatura de hasta alrededor de 100°C. La temperatura acondicionadora puede alternativamente ser de por lo menos de un mínimo de alrededor de 20 °C y opcionalmente, puede ser de por lo menos de alrededor de 80 °C para proporcionar los beneficios mejorados.

En aspectos adicionales, el material superabsorbente 32 ha sido surtido, depositado o de otra manera provisto para la inclusión en el sustrato 12 en un momento y en una condición en la que el material superabsorbente contiene un ambiente o un primer nivel de humedad. El

humedecimiento del sustrato 12 puede entonces elevar ventajosamente el contenido de humedad del material superabsorbente a un segundo nivel que está arriba del ambiental, el primer nivel en el superabsorbente. Después, la compresión del sustrato puede subsecuentemente llevarse a cabo cuando el material superabsorbente contiene el segundo nivel de humedad que es relativamente mayor que el primer nivel de humedad. En otros aspectos, el proceso puede incluir el proporcionar un material de matriz, tal como un material fibroso, para la inclusión en el sustrato. El material de matriz (por ejemplo fibra) puede ser por ejemplo mezclado, puesto en capas, unido, ensamblado, reaccionado o de otra manera combinado con el material superabsorbente para formar el sustrato deseado.

En aspectos alternativos de la invención, la plastificación del material superabsorbente 32 puede lograrse mediante el configurar el material superabsorbente para estar en un estado fácilmente deformable, aunque el material esté a niveles de humedad bajos. Por tanto, la invención puede permitir un densificado de los materiales a temperaturas más bajas. El superabsorbente puede tener una composición la cual se ha procesado químicamente o se ha alterado de otra manera para proporcionar una temperatura de transición del vidrio baja en el ambiente de humedad relativa baja. Tal alteración puede incluir una reacción o tratamiento químico en el cual cambia adecuadamente la química del material superabsorbente. En aspectos particulares, el superabsorbente puede tener una composición la cual se ha ajustado químicamente para proporcionar una temperatura de transición del vidrio de menos de alrededor de 35 °C a una humedad relativa de 50%.

En otros aspectos, el material superabsorbente puede ser tratado con un aditivo para hacer el superabsorbente y menos susceptible a la formación de polvo. Por ejemplo, véase la patente Europea EP 0 690 077 publicada el 3 de Enero de 1996 titulada "MATERIAL POLIMÉRICO FORMADOR DE HIDROGEL CON PROPIEDADES DE FRACTURA DESEABLES". El aditivo también puede operar como un material aglutinante el cual ayuda a aglutinar las partículas superabsorbentes a las fibras adyacentes. Como resultado, el aditivo plastificante puede proporcionar una técnica eficiente y distintiva para introducir el aglutinante en el material absorbente.

Con referencia a las Figuras 2, 3 y 4, el método y el aparato de la invención pueden además incluir un mecanismo el cual proporciona una flexión predeterminada del sustrato 12. Deseablemente, la flexión se lleva a cabo antes de la compresión del sustrato. La flexión puede proporcionar ventajosamente un desatiezado del sustrato 12, y el desatiezado puede,

por ejemplo, llevarse a cabo antes, durante o después del humedecimiento u otra plastificación del sustrato. El desatiezamiento del sustrato puede incluir una flexión en la dirección transversal seleccionada, una flexión en la dirección de la máquina, o una combinación de una flexión en la dirección transversal y de una flexión en la dirección de la máquina, como se desee.

Pueden emplearse varias técnicas para proporcionar la flexión en la dirección transversal deseada del sustrato 12. Por ejemplo, las técnicas pueden incluir el grabado, el micro manchado, la tensión biaxial y similares, así como sus combinaciones.

Los ejemplos de la técnica de micro manchado se describen en la patente US número 5,562,645 otorgada el 8 de Octubre de 1996 titulada "ARTÍCULO CON HOJA DE PULPA ABSORBENTE SUAVE" de R. W. TANZER y otros.

Ejemplos de la técnica de tensión biaxial están descritos en la patente US América número 3,902,230 otorgada el 2 de Septiembre de 1975 titulada "ESTIRADOR DE SUSTRATO BIAxIAL CONTINUO Y SIMULTÁNEO" de Schwarz; patente US número 4,223,059 otorgada el 16 de Septiembre de 1980 titulada "PROCESO Y PRODUCTO PARA ESTIRAR UNA TELA NO TEJIDA DE UNA FIBRA POLIMÉRICA ORIENTABLE" de Schwarz; y patente US número 4,285,100 otorgada el 25 de Agosto de 1981 titulada "APARATO PARA ESTIRAR UNA TELA NO TEJIDA O UN MATERIAL POLIMÉRICO ORIENTABLE" de Schwarz..

Otras técnicas para proporcionar un material absorbente flexible se describen en la patente US número 4,354,901 otorgada el 19 de Octubre de 1982 titulada "CARTONES ABSORBENTES FLEXIBLES" de Kopolow; y patente US número 4,610,678 otorgada el 9 de Septiembre de 1986 titulada "ESTRUCTURAS ABSORBENTES DE ALTA DENSIDAD" de Weisman y otros.

Con referencia a las Figuras 1, 2 y 3, la flexión en la dirección transversal del sustrato 12 puede incluir el pasar el sustrato a través de un punto de presión entre un par de rodillos grabados circunferencialmente, contra giratorios y cooperadores 70 y 70a para flexionar mecánicamente los materiales de sustrato con el juego de rodillos ranurados casados. Como se mostró representativamente en las Figuras 2 y 3, cada uno de los rodillos ranurados contra giratorios 70 y 70a pueden incluir una serie alternante de picos 72 y de planicies 76 cooperadores. Los picos pueden tener un ancho flexionado 78 y una altura seleccionada 82. Las planicies

tienen un ancho seleccionado 80 y una profundidad seleccionada que corresponde a la altura 82 de los picos. Los picos adyacentes que están sobre el mismo rodillo tienen una distancia de centro a centro 84. Durante la operación, los picos de un rodillo están esencialmente centrados en las planicies del otro rodillo casado. Una distancia "de enganche" 90 entre los rodillos 70 y 70a se mide como la distancia desde el pico proporcionado por el primer rodillo al pico colocado adyacente proporcionado por el segundo rodillo cuando los picos del primer rodillo penetran en las ranuras del segundo rodillo casado. Una "separación" es medida cuando los picos del primer rodillo no penetran en la ranura del segundo rodillo.

En la modalidad mostrada representativamente, por ejemplo el ancho 78 del pico es de 0,031 pulgadas (0,79 milímetros), y el ancho 80 de la planicie es de 0,094 pulgadas (2,39 milímetros). La altura 82 del pico (o equivalentemente la profundidad de la planicie de tierra) es de 0,09 pulgadas (2,29 milímetros). La distancia de centro a centro 84 entre los picos adyacentes que están sobre el mismo rodillo es de 0,125 pulgadas (3,18 milímetros).

Los ejemplos de los rodillos grabados circunferencialmente adecuados se describen en la patente US número 4,921,643 titulada "PROCESAMIENTO DE SUSTRATO CON DOS RODILLOS CASADOS" de R. Walton y otros, la cual se otorgó el 1 de Mayo de 1990, cuya descripción completa se incorpora aquí a modo de referencia en una manera que es consistente con la presente. Deberá notarse que los dedos retardadores descritos en la patente US número 4,921,543 no son empleados en el proceso de suavizado de la presente invención.

Cuando un material de capa absorbente o cualesquier otro sustrato de material se desplaza en una dirección recta (desplazamiento lineal), la velocidad de todas las partes del material son iguales. Cuando el material se desplaza a lo largo de una superficie arqueada de un rodillo, la velocidad del material ya, no es lineal, en vez de esto la velocidad es esencialmente circunferencial.

El movimiento del material a lo largo de la trayectoria circunferencialmente arqueada crea una diferencia de velocidad tal que la velocidad promedio del material está en el centro del espesor del material. La parte del material la cual está adyacente al rodillo se desplaza a una velocidad que es más lenta que la velocidad promedio, y la parte radialmente más exterior del material se desplaza a una velocidad que es más rápida que la velocidad promedio. Para acomodar la diferencia de velocidad, el material arqueado tiende a comprimirse sobre el lado

196

cóncavo del material, y tiende a estirarse sobre el lado cóncavo del material.

El aspecto de estiramiento, sobre el lado convexo exterior del material puede ser particularmente útil para el desatiezar el material. El estiramiento puede, por ejemplo, jalarsse sobre las fibras de una tela fibrosa y romper los enlaces de hidrógeno (y otros enlaces) entre las fibras. Como un resultado de esto, el material puede hacerse más dócil. Si uno desea el desatiezar sólo un lado del sustrato de material, la geometría de la trayectoria de sustrato arqueada puede ser configurada para aplicar la carga de tensión y estiramiento a un lado designado del sustrato. El corrido del material a través de una trayectoria arqueada de forma de S (envoltura S) puede tensionar y estirar cada lado del sustrato de material en secuencia, y puede desatiezar operativamente y suavizar ambos lados del sustrato.

La aplicación de cualquier clase de tensión puede ayudar a desatiezar un material sustrato, pero mediante el utilizar la acción de doblado alrededor de un rodillo, el grado de desatiezamiento puede ser controlado y el estiramiento del material puede ser mantenido. La acción de doblado puede desatiezar las partes convexamente arqueadas del material que están colocadas hacia las superficies exteriores expuestas del sustrato, mientras que se mantiene la resistencia del material en las partes de espesor medio del sustrato que están colocadas cerca del eje neutral de doblado del sustrato arqueado.

La extensión de la fuerza desatiezadora (tensión) es típicamente e inversamente proporcional al radio del rodillo que está siendo usado. Entre más pequeño es el diámetro del rodillo que está siendo usado, mayor es la diferencia de velocidad y mayor es la fuerza de tensión. La extensión de la fuerza desatiezadora (tensión) es típicamente y directamente proporcional al espesor de la estructura absorbente. Entre más grueso es el material mayor es la diferencia de velocidad y mayor es la fuerza de tensión.

Con referencia a la Figura 4, la flexión en la dirección de, la máquina del sustrato 12 puede incluir un movimiento del sustrato a lo largo de una trayectoria arqueada 38 la cual arquea a través de un ángulo de volteo circunferencias seleccionado 40. En aspectos particulares, el ángulo de volteo circunferencias puede ser de por lo menos de un mínimo de alrededor de 15 grados (15°). El ángulo de volteo circunferencias puede alternativamente ser de por lo menos de alrededor de 45 grados, y opcionalmente puede ser de por lo menos de alrededor de 90 grados para proporcionar el funcionamiento mejorado. En otros aspectos, el ángulo de

volteo circunferencias puede ser a un máximo de alrededor de 270 grados, o más. El ángulo de volteo circunferencias puede alternativamente no ser de más de alrededor de 240 grados, y opcionalmente puede no ser de más de alrededor de 200 grados para proporcionar la efectividad mejorada.

Si el ángulo de volteo circunferencial es muy bajo, el desatiezamiento del sustrato puede ser insuficiente. Si el ángulo de volteo circunferencias es muy grande, la integridad del sustrato puede ser degradada excesivamente y el equipo de procesamiento puede hacerse excesivamente complejo.

La trayectoria arqueada 38 puede tener un rollo seleccionado de curvatura 42. En aspectos particulares, el radio de curvatura puede ser de por lo menos de un mínimo de alrededor de 1 centímetro, y alternativamente, puede ser por lo menos de alrededor de 1,5 centímetros para proporcionar el funcionamiento mejorado. En otros aspectos, el radio de curvatura 42 puede no ser de más de un máximo de alrededor de 20 centímetros. El radio de curvatura puede alternativamente ser de no más de alrededor de 5 centímetros, y opcionalmente, puede no ser de más de alrededor de 2 centímetros para proporcionar una efectividad mejorada. Si el radio de curvatura 42 es muy bajo, puede haber un eslingaje excesivo u otra pérdida del material superabsorbente o del material de fibra afuera del sustrato. Si el radio de curvatura 42 es muy grande, el nivel de desatiezamiento en el sustrato puede ser insuficiente.

Con referencia a la Figura 4, la flexión en la dirección de la máquina del sustrato 12 puede incluir un movimiento del sustrato a lo largo de una trayectoria arqueada esencialmente de forma de S la cual arquea a través de un ángulo de volteo reflejado acumulativo, tal como el ángulo de volteo reflejado el cual incluye los ángulos de volteo individuales 40, 40a y 40b. En aspectos particulares, el ángulo de volteo reflejado acumulativo puede ser de hasta un máximo de alrededor de 2.000 grados o más. El ángulo de volteo reflejado acumulativo puede ser alternativamente de hasta alrededor de 1.500 grados y opcionalmente puede ser de hasta alrededor de 720 grados para proporcionar el funcionamiento deseado. En otros aspectos, el ángulo de volteo reflejado acumulativo puede no ser de menos que un mínimo de alrededor de 180 grados. El ángulo de volteo reflejado acumulativo puede alternativamente no ser de menos de alrededor de 270 grados, y opcionalmente, puede no ser de menos de alrededor de 360 grados para proporcionar la efectividad mejorada. Si el ángulo de volteo reflejado acumulativo es muy bajo, el desatiezamiento del sustrato puede ser insuficiente. Si el ángulo de volteo reflejado acumulativo es muy grande, el equipo de procesamiento puede hacerse excesivamente complejo.

En la modalidad mostrada representativamente, la trayectoria arqueada en forma de S puede incluir una primera parte arqueada 44 y una segunda parte opuestamente arqueada reflejada 46. Cada una de las partes arqueadas primera y segunda pueden ser cualesquiera de los radios de curvatura y de los ángulos de volteo individuales descritos ahí.

Como se mostró representativamente en la Figura 1, el aparato y el método de la invención pueden además incluir un calentamiento seleccionado del sustrato 12. Por ejemplo, el sustrato 12 puede ser pasado a través de un punto de presión entre un par de rodillos calentados contra giratorios 30 y 30a. Como se mostró representativamente, los rodillos calentadores también pueden ser configurados para proporcionar una compresión y densificado seleccionadas del sustrato 12. En aspectos particulares, el calentamiento del sustrato 12 puede llevarse a cabo antes o conjuntamente con la compresión del sustrato. En otros aspectos, el calentamiento del sustrato puede ser llevado a cabo esencialmente en forma simultánea con la compresión del sustrato. En las varias modalidades de la invención, el calentamiento del sustrato 12 puede ser proporcionado con una o más técnicas. Tales técnicas pueden incluir, por ejemplo, el calentamiento por conducción, la radiación, la convección o similares, así como sus combinaciones.

En el calentamiento por conducción, el calor puede típicamente ser transferido de una región de alta temperatura a una región de temperatura más baja dentro de un medio o entre los medios que están en contacto directo. El calentamiento por conducción puede, por ejemplo, incluir un calentamiento con unos rodillos de envoltura calentados, rodillos de calandrado calentados, puntos de presión calentados, placas muertas calentadas, fricción y similares, así como sus combinaciones.

En el calentamiento por radiación, el calor puede ser transferido típicamente de un cuerpo de alta temperatura a un cuerpo de baja temperatura cuando los cuerpos están separados por un espacio. El calentamiento por radiación puede por ejemplo, incluir lámparas de calor las cuales generan radiación. infrarrojo, calentamiento de microondas, flamas abiertas u otra combustión, reacciones químicas exotérmicas, intercambiadores por calor y similares, así como sus combinaciones.

El calentamiento por convección puede típicamente involucrar las acciones de conducción, el almacenamiento de energía y el mezclado. El calentamiento por convección puede, por ejemplo, incluir el vapor, el aire calentado u otro gas calentado, y similares, así como combinaciones de los mismos.

El calentamiento de microondas puede ser particularmente efectivo ya que el material superabsorbente tiene una afinidad natural con el agua, y el agua puede salir selectivamente y calentada con la radiación de microondas. El calentamiento con microondas por tanto puede brincar la necesidad de transmitir la energía de calor a través de cualesquier material fibroso aislante del sustrato 12. El calentamiento por conducción puede ser menos eficiente de energía debido a la necesidad de calentar el material fibroso del sustrato para transferir el calor al material superabsorbente.

El calentamiento del sustrato 12 puede incluir el someter el sustrato a una temperatura la cual es de por lo menos de un mínimo de alrededor de 20 °C. La temperatura de calentamiento puede alternativamente ser de por lo menos de alrededor de 40 °C, y opcionalmente, puede ser de por lo menos de alrededor de 90 °C para proporcionar un funcionamiento mejorado. En otros aspectos, la temperatura de calentamiento puede no ser de más de alrededor de 205 °C. La temperatura de calentamiento puede alternativamente no ser de más de alrededor de 175 °C, y opcionalmente, puede no ser de más de alrededor de 159 °C para proporcionar los beneficios mejorados. El calentamiento del sustrato 12 puede ayudar a aumentar la unión de hidrógeno de las fibras de matriz en el sustrato, y a temperaturas muy altas, el calentamiento puede ayudar a plastificar las fibras. Como resultado, se requiere menos presión para generar los valores de densidad deseados. Las fibras calentadas tienen una tendencia más baja a rebotar y el sustrato es más capaz de mantener la densidad deseada.

El calentamiento del sustrato puede incluir el someter el sustrato 12 a una temperatura la cual calienta operativamente el material superabsorbente del sustrato a una temperatura la cual está dentro de un porcentaje predeterminado de la temperatura de transición del vidrio (medida en °C) del material superabsorbente 32. En aspectos particulares, la temperatura de calentamiento puede ser de por lo menos de un mínimo de alrededor de 80% de la temperatura de transición del vidrio. La temperatura de calentamiento puede alternativamente ser de por lo menos de alrededor de 90% de la temperatura de transición del vidrio, y opcionalmente, puede ser de por lo menos de alrededor de 95% de la temperatura de transición del vidrio del material superabsorbente para proporcionar una eficiencia mejorada. En otros aspectos, la temperatura de calentamiento puede no ser más de un máximo de alrededor de 125% de la temperatura de transición del vidrio. La temperatura de calentamiento puede alternativamente no ser de más de alrededor de 107% de la temperatura de transición del vidrio, y opcionalmente puede no ser de más de alrededor de 105% de la temperatura de transición del vidrio.

del material superabsorbente para proporcionar los beneficios mejorados tales como los costos reducidos.

Si la temperatura calentada del material superabsorbente es muy alta, el material puede descomponerse excesivamente, o de otra manera puede sufrir un cambio químico indeseado. Si la temperatura calentada del material superabsorbente es muy baja, puede haber una fractura excesiva del material superabsorbente.

Las técnicas convencionales para suavizar un producto absorbente, tal como el que está descrito en la patente de los Estados Unidos de América número 4.605.402 otorgada a Iskra, han enseñado una trituración deseada del superabsorbente para lograr la suavidad en el artículo. Las técnicas convencionales para densificar los sustratos absorbentes que usan rodillos de calandrado calentados y altas presiones están descritas en las patentes US números 5,252,275 y 5,324,575. Tales técnicas se han empleado para densificar los sustratos de fibras de alto volumen y enlazadas en forma cruzada las cuales pueden contener superabsorbente. Las presiones de densificado han estado en el rango de 800-115.000 libras por pulgada cuadrada ( $5,5 \times 10^3$  -  $7,9 \times 10^5$  KPa), y las temperaturas de calentamiento han sido de entre 60 °C y 180 °C.

Tales altas presiones pueden, sin embargo, afectar adversamente el superabsorbente. En un compuesto esencialmente seco, el superabsorbente está típicamente en un estado quebradizo y vidrioso y se agrietará cuando se somete a presiones altas. El agrietamiento del superabsorbente en partículas más pequeñas puede aún ser más detrimental para el superabsorbente enlazado en forma cruzada de superficie que para un superabsorbente enlazado en forma cruzada de volumen. Con un superabsorbente enlazado en forma cruzada de superficie, el agrietamiento de las partículas puede exponer indeseablemente el material enlazado en forma cruzada más ligeramente en las partes centrales de las partículas superabsorbentes. Los superabsorbentes enlazados en forma cruzada de superficie, sin embargo, son preferidos para producir las estructuras delgadas las cuales contienen cantidades superiores del superabsorbente. Los ejemplos de tales superabsorbentes están descritos en la patente US número 5,147,343 otorgada a Kellenberger; y la patente US número 5,601,542 otorgada a Melius y otros. Como resultado, las técnicas de suavizado y densificado convencionales han sido inadecuadas para producir los productos deseados.

En contraste con las técnicas convencionales, el mecanismo de compresión, tal como se proporcionó por los rodillos de calandrado mostrados representativamente 22, pueden aplicar una presión selectiva al

sustrato 22 en una manera la cual reduce relativamente la rigidez del sustrato mientras que se evita esencialmente un daño excesivo de las propiedades deseadas del material superabsorbente en el sustrato. En particular, el mecanismo compresor puede aplicar una presión selectiva al sustrato 12 en una manera la cual reduce operativamente el volumen del sustrato mientras que se evita esencialmente una fractura excesiva del material superabsorbente. Con referencia a la Figura 1, la compresión del sustrato 12 puede incluir el pasar el sustrato a través de un punto de presión entre un par de rodillos contra giratorios y cooperadores, tal como el par mostrado representativamente de rodillos de calandrado 22 y 22a. Las superficies circunferenciales exteriores de los rodillos de calandrado pueden ser esencialmente lisas. Alternativamente, las superficies exteriores de los rodillos de calandrado pueden ser texturizadas. Por ejemplo, las superficies exteriores de los rodillos de calandrado 22 pueden incluir un patrón predeterminado de ranuras que se extienden circunferencialmente. Alternativamente, las fuentes de los rodillos de calandrado pueden super texturizarse con uno o más patrones de texturización convencionales.

En aspectos particulares, la compresión del sustrato 12 puede incluir un sometimiento del sustrato a una separación de compresión seleccionada, la cual puede proporcionarse entre las placas de compresión, entre los rodillos de compresión o en cualesquier otro mecanismo de compactación operativo, así como en combinaciones de los mismos. La separación de compresión puede, por ejemplo, ser seleccionada para ser esencialmente igual o menor que un tamaño de partícula medio del material superabsorbente. En otros aspectos de la invención, la separación de compresión puede ser seleccionada para ser menor de alrededor de 2 milímetros, y puede seleccionarse para ser de menos de alrededor de 1 milímetro. La separación de compresión puede alternativamente ser de menos de alrededor de 0,6 milímetros y opcionalmente puede ser de menos de alrededor de 0,3 milímetros para proporcionar beneficios mejorados. La separación de compresión puede ser generada mediante el emplear cualesquier técnica conveniente. Por ejemplo, la separación de compresión puede ser generada entre un par de placas de presión, o puede ser generada en el área de punto de sujeción entre un par cooperador de rodillos contra giratorios.

En aspectos adicionales, la compresión del sustrato 12 puede ser configurada para proporcionar una densidad de sustrato comprimido de por lo menos de un mínimo de alrededor de 0,2 g/centímetro cúbico. La densidad del sustrato puede alternativamente ser de por lo menos de alrededor de 0,2 gramos por centímetro cúbico. La densidad del sustrato puede alternativamente ser de por lo menos de alrededor de 0,25 gramos

por centímetro cúbico, y opcionalmente, puede ser de por lo menos de alrededor de 0,3 gramos por centímetro cúbico o más, para proporcionar los beneficios mejorados, tal como la flexibilidad mejorada o el transporte mejorado de los líquidos. En arreglos deseados, la densidad del sustrato puede ser de hasta alrededor de 0,2 gramos por centímetro cúbico o más.

Se apreciará fácilmente que los rodillos de calandrado calentados pueden ser empleados para ambos calentar y comprimir el sustrato 12. Por ejemplo, una compresión y densificado de los materiales puede lograrse mediante el usar los rodillos de calandrado calentados por inducción. Los rodillos pueden tener un diámetro de 9,5 pulgadas (24,1 centímetros), y pueden ser calentados a una temperatura de hasta alrededor de 400 °F (alrededor de 205 °C). En arreglos particulares, los rodillos pueden ser operados para proporcionar una velocidad de alrededor de 15 metros por minuto, y pueden ser colocados para proporcionar una separación seleccionada establecida entre los rodillos. Opcionalmente, la velocidad proporcionada por los rodillos puede ser de hasta 185 metros por minuto o más. Adicionalmente una fuerza seleccionada puede ser aplicada para prensar uno de los rodillos en contra de su tope de separación asociado. Los rodillos adecuados están disponibles en Tokuden Company, una compañía que tiene oficinas en Kyoto, Japón; o Tokuden, Inc., una compañía que tiene oficinas en Norcross, Georgia.

En aspectos deseados, el sustrato 12 puede incluir una combinación seleccionada de materiales fibrosos y de material superabsorbente. En aspectos deseados, el material compuesto no ha sido sometido al procedimiento de fibrilación y/o de colocación por aire durante la producción del sustrato absorbente 12. El material fibroso puede incluir las fibras absorbentes, las fibras esencialmente no absorbentes, las fibras humectables, las fibras esencialmente no humectables, las fibras celulósicas, las fibras no celulósicas, las fibras naturales, o las fibras sintéticas, así como las combinaciones de las mismas. En aspectos particulares de la invención la estructura de la tela absorbente 12 puede incluir por lo menos un mínimo de alrededor de 0,5% en peso de material superabsorbente, como se determinó con respecto al peso total de la tela absorbente seca. En productos seleccionados, tales como los artículos configurados para el cuidado de la mujer y la incontinencia ligera, el sustrato absorbente 12 puede alternativamente incluir por lo menos alrededor de 0,7% en peso del material superabsorbente, y opcionalmente, puede incluir por lo menos alrededor de 1% en peso del material superabsorbente para proporcionar los beneficios mejorados. En otros productos seleccionados, tal como los artículos configurados para los pañales para el cuidado del infante, los calzoncillos de aprendizaje para el

cuidado del niño, y los productos para la incontinencia del adulto, el sustrato absorbente puede incluir por lo menos alrededor de 15% en peso del material superabsorbente, y opcionalmente, puede incluir por lo menos alrededor del 30% en peso del material superabsorbente para proporcionar el funcionamiento mejorado.

En otros aspectos de la invención, el sustrato absorbente 12 puede incluir no más de un máximo de alrededor de 90% en peso del material superabsorbente, como se determinó con respecto al peso total del material en el sustrato absorbente seco 12. En productos seleccionados, tales como los artículos configurados para el cuidado de la mujer y para la incontinencia ligera, el sustrato absorbente 12 puede incluir no más de alrededor de 15% en peso de material superabsorbente, y alternativamente puede incluir no más de alrededor de 10% en peso del superabsorbente para proporcionar los beneficios mejorados. opcionalmente, el sustrato absorbente de tales productos puede incluir no más de alrededor de 5% en peso del material superabsorbente para proporcionar los beneficios deseados. En otros productos seleccionados, tal como los artículos configurados para pañales para el cuidado del infante, prendas para la incontinencia del adulto y calzoncillos de aprendizaje para el cuidado del niño, el sustrato absorbente 12 puede incluir no más de alrededor de 70% en peso del material superabsorbente, y opcionalmente puede incluir no más de alrededor de 60% en peso del material, superabsorbente para proporcionar el funcionamiento mejorado.

El material superabsorbente empleado en las estructuras absorbentes construidas con la presente invención puede ser un material de gelación polimérico, y el superabsorbente puede estar generalmente en la forma de partículas discretas. Las partículas pueden ser de cualesquier forma deseada, por ejemplo, de espiral o de semiespiral, cúbica, de tipo de varilla, de polihedro, o similares. Las formas, que tienen una proporción de dimensión más grande/dimensión más pequeña a grande, como agujas, hojuelas, y fibras, también están contempladas para usarse aquí. Opcionalmente, los conglomerados de partículas de material de gelación absorbente también pueden ser usados en las estructuras absorbentes producidas con la presente invención. Son deseadas para usarse las partículas que tienen un tamaño promedio de desde alrededor de 5 micras a alrededor de 1 milímetro, y las partículas pueden tener varias proporciones de aspecto en donde la proporción de aspecto es determinada mediante el dividir la dimensión de longitud más grande de la partícula por la dimensión de longitud más pequeña de la partícula. Para una partícula con una proporción de aspecto mayor de 5, tal como una hojuela o fibra, el tamaño de partícula como se usó aquí, es la dimensión de longitud más pequeña que divide una vista proyectada de la partícula

individual. Para una partícula con una proporción de aspecto de menos de 5, el tamaño de partícula significa la dimensión de longitud más grande que divide una vista proyectada de la partícula individual. Después de determinar los tamaños de partícula, varios otros parámetros o valores, tal como el tamaño de partícula medio pueden ser calculados o de otra manera determinados en una manera convencional.

En aspectos deseados, la cantidad total del material de fibra en el sustrato absorbente 12 puede ser de por lo menos de un mínimo de alrededor de 10% en peso. La cantidad de fibra puede alternativamente ser de por lo menos de alrededor de 20% en peso, y opcionalmente puede ser de por lo menos de alrededor de 30% en peso. En otros aspectos, la cantidad total del material de fibra en el sustrato absorbente 12 puede no ser de más de un máximo de alrededor de 99,5% en peso. La cantidad de fibra puede alternativamente no ser de más de alrededor de 90% en peso, y opcionalmente puede no ser de más de alrededor de 70% en peso.

El material del sustrato absorbente 12 puede o no incluir un material aglutinante proporcionado separadamente, el cual es adicional a las fibras celulósicas y al material de polímero superabsorbente. La cantidad del material aglutinante en aspectos particulares de la invención puede ser de por lo menos de alrededor de 0,001% en peso, como se determinó con respecto a un peso total del sustrato absorbente seco. En otros aspectos, la cantidad del material aglutinante puede proporcionarse en una cantidad de no más de alrededor de 25% en peso.

Donde el material aglutinante es un agente de resistencia al mojado, la cantidad de material aglutinante puede ser de por lo menos de alrededor de 0,002% en peso, y opcionalmente puede ser de por lo menos de alrededor de 0,05% en peso para proporcionar un funcionamiento mejorado. En aspectos adicionales, la cantidad del agente de resistencia al mojado puede no ser de más de alrededor de 2% en peso. Adicionalmente, la cantidad del agente de resistencia al mojado puede alternativamente no ser de más de alrededor de 1% en peso, y opcionalmente puede no ser de más de alrededor de 0,07% en peso para proporcionar los beneficios mejorados.

Donde el material aglutinante es un aglutinante adhesivo, la cantidad del material aglutinante puede ser de por lo menos de alrededor de 0,05% en peso. La cantidad de aglutinante adhesivo puede ser alternativamente de por lo menos de alrededor de 1% en peso, y opcionalmente puede ser de por lo menos de alrededor de 5% en peso para proporcionar un funcionamiento mejorado. En aspectos adicionales, la cantidad de aglutinante adhesivo puede no ser de más de alrededor de

25% en peso. La cantidad del aglutinante adhesivo puede alternativamente no ser de más de alrededor de 20% en peso, y opcionalmente, puede no ser de más de alrededor de 15% en peso para proporcionar los beneficios mejorados.

En donde el material aglutinante es una fibra aglutinante activada, tal como una fibra termoplástica o una fibra activada con solvente, la cantidad de fibra aglutinante puede ser de por lo menos de alrededor de 1% en peso. La cantidad de fibra aglutinante puede alternativamente ser de por lo menos de alrededor de 1,5% en peso, y opcionalmente puede ser de por lo menos de alrededor de 2% en peso para proporcionar el funcionamiento mejorado. En aspectos adicionales, la cantidad de la fibra aglutinante puede no ser de más de alrededor de 25% en peso. La cantidad de la fibra aglutinante puede alternativamente no ser de más de alrededor de 15% en peso, y opcionalmente puede no ser de más de alrededor de 5% en peso para proporcionar los beneficios mejorados.

En donde el material aglutinante es un plastificante, la cantidad del plastificante puede ser de por lo menos de alrededor de 1% en peso. La cantidad del plastificante puede alternativamente ser de por lo menos de alrededor de 1,5% en peso, y opcionalmente, puede ser de por lo menos de alrededor de 2% en peso para proporcionar un funcionamiento mejorado. En aspectos adicionales, la cantidad del plastificante puede no ser de más de alrededor de 25% en peso. La cantidad del plastificante puede alternativamente no ser de más de alrededor de 15% en peso y opcionalmente, puede no ser de más de alrededor de 5% en peso para proporcionar los beneficios mejorados.

Otro aspecto de la presente invención puede incluir un sustrato absorbente 12 el cual contiene fibras de celulosa atiezadas en una cantidad la cual es de por lo menos de alrededor de 20% en peso de la cantidad total del material fibroso en el sustrato absorbente. La cantidad de fibras de celulosa atiezadas puede ser alternativamente de alrededor de 30% en peso, y puede opcionalmente ser de por lo menos de alrededor de 40% en peso para proporcionar un funcionamiento mejorado. En aspectos adicionales, el material del sustrato absorbente 12 puede contener fibras de celulosa rigidizadas en una cantidad la cual no es de más de alrededor de 100% en peso de la cantidad total del material fibroso en el sustrato absorbente. La cantidad de las fibras de celulosa atiesadas puede alternativamente no ser de más de alrededor de 70% en peso, y puede opcionalmente no ser de más de alrededor de 60% en peso para proporcionar el funcionamiento mejorado.

Otro aspecto de la invención puede incluir un sustrato absorbente 12 el cual puede no contener esencialmente fibra compuesta de material de polímero sintético, rizado e hidrofílico. El sustrato absorbente puede alternativamente contener por lo menos alrededor de 5% en peso de fibra sintética, rizada e hidrofílica, como se determinó con respecto a una cantidad total del material fibroso en el sustrato absorbente, y puede opcionalmente contener por lo menos de alrededor de 10% en peso de la fibra sintética, rizada, e hidrofílica para proporcionar un funcionamiento mejorado. En aún otros aspectos, el sustrato absorbente puede contener no más de alrededor de 50% en peso de la fibra sintética, rizada e hidrofílica. El sustrato absorbente 12 puede alternativamente contener no más de alrededor de 25% en peso de la fibra sintética, rizada e hidrofílica, y puede opcionalmente contener no más de alrededor de 20% en peso de la fibra sintética, rizada e hidrofílica para proporcionar un funcionamiento mejorado. La fibra sintética puede tener una longitud de fibra mayor de alrededor de 2 milímetros.

En aspectos particulares de la invención, el sustrato 12 ha sido formado en húmedo. En aspectos particulares, el sustrato 12 ha sido formado en húmedo mediante el empleo de una mezcla de material superabsorbente 32 y el material fibroso seleccionado. Por ejemplo, el sustrato 12 puede ser formado en húmedo mediante el emplear una mezcla que contiene agua del material superabsorbente y el material fibroso seleccionado. En aún otros aspectos, el sustrato 12 puede ser formado en húmedo mediante el emplear una mezcla que contiene agua acuosa del material superabsorbente y del material fibroso, en donde la mezcla se ha proporcionado en la modalidad de una espuma. Los ejemplos de los materiales que contienen superabsorbente, formados en húmedo adecuados están descritos en la solicitud de patente de los Estados Unidos de América serie número ----- titulada "ARTÍCULO ABSORBENTE CON ABSORBENTE FORMADO EN HÚMEDO MEJORADO" de S. Melius y otros la cual fue presentada el -----(asunto de abogado No. 14.406), cuya descripción completa de la cual se incorpora aquí por referencia en una manera la cual es consistente con esta.

En los varios aspectos de la invención, el sustrato puede ser configurado para tener un peso base que es suficiente para proporcionar los niveles deseados de funcionamiento, tal como los niveles deseados de capacidad absorbente. En aspectos particulares, el peso base puede ser por lo menos de un mínimo de alrededor de 50 /metro cuadrado, y en arreglos deseados puede ser de por lo menos de alrededor de 100 g/metro cuadrado, el peso base puede alternativamente ser de por lo menos de alrededor de 400 g/metro cuadrado, y opcionalmente puede ser de por lo menos de alrededor de 750 g/metro cuadrado para proporcionar el

207

funcionamiento mejorado. En otros aspectos, el peso base del sustrato puede no ser de más de un máximo de alrededor de 1.000 g/metro cuadrado para proporcionar otros beneficios deseados.

La invención puede ser configurada para proporcionar un valor de flexibilidad seleccionado al sustrato 12. La suavidad y la flexibilidad del material absorbente, particularmente del material absorbente formado en húmedo, pueden ser mostrados por un valor de compresión en sentido del borde (EC) el cual refleja la suavidad o la rigidez del material absorbente seco. Por tanto, el valor de compresión en el sentido del borde también puede reflejar la flexibilidad o la rigidez del artículo absorbente entre las piernas del usuario, y puede proporcionar una indicación importante de la comodidad y el ajuste deseados.

En aspectos particulares, el material absorbente puede tener un valor de compresión en sentido del borde, en peso base, (valor EC). Para varias modalidades, tal como para el cuidado del infante, para el cuidado del adulto, para el cuidado de la mujer y para productos para el cuidado del niño, el valor de compresión en sentido del borde del material absorbente puede no ser de más de alrededor de 9 g/gramos por metro cuadrado, en donde el peso base es expresado en gramos por metro cuadrado (gsm, o g/metro cuadrado). Alternativamente, el material absorbente puede tener un valor de compresión en sentido del borde de no más de alrededor de 6 g/gramos por metro cuadrado, y opcionalmente, el material absorbente puede tener un valor de compresiones en sentido del borde de no más de alrededor de 3 g/gramos por metro cuadrado para proporcionar un funcionamiento mejorado. Si el valor de compresión en sentido del borde es mayor de alrededor de 9 g/gramos por metro cuadrado, el material absorbente seco y el artículo absorbente correspondiente pueden ser muy rígidos.

En las modalidades particulares tales como los productos para el cuidado del infante y para el cuidado del niño, el material absorbente puede tener un valor de compresión en sentido del borde, en peso base (valor EC) de no más de un máximo de alrededor de 3 g/gramos por metro cuadrado, en donde el peso base es expresado en gramos por metro cuadrado (gsm o g/metro cuadrado). Alternativamente, el material absorbente puede tener un valor de compresión en sentido del borde de no más de alrededor de 2 g/gramos por metro cuadrado y opcionalmente el material absorbente puede tener un valor de compresión en sentido del borde de no más de alrededor de 1 g/gramos por metro cuadrado para proporcionar el funcionamiento mejorado. Si el valor de compresión en sentido del borde para tal producto es mayor de alrededor de 3 g/gramos

por metro cuadrado, el material absorbente seco y el artículo absorbente correspondiente pueden de nuevo ser muy tiesos.

En otros aspectos de la invención, el material absorbente puede tener un valor de compresión en sentido del borde dividido por el valor de peso base (valor EC) de por lo menos de un mínimo de alrededor de 0,3 g/gramos por metro cuadrado. Alternativamente, el material absorbente puede tener un valor EC de por lo menos de alrededor de 0,4 g/gramos por metro cuadrado, y opcionalmente el material absorbente puede tener un valor EC de por lo menos de alrededor de 0,5 g/gramos por metro cuadrado para proporcionar los beneficios adicionales.

#### Valor de Compresión en Sentido del Borde

El método por el cual puede ser determinado el valor de compresión en sentido del borde (EC) es establecido abajo. Una pieza de material absorbente de 2 pulgadas por 12 pulgadas (5,1 centímetros x 30,5 centímetros) de material absorbente es cortada con su dimensión más larga alineada con la dirección longitudinal del producto o del sustrato de materia prima. Es determinado el peso de la muestra. El espesor del material es determinado bajo una carga de 0,2 libras por pulgada cuadrada (1,38 KPa). El material es formado en un cilindro que tiene una altura de 2 pulgadas (5,1 centímetros), y con los dos bordes teniendo un traslape de 0-0,125 pulgadas (0-3,18 milímetros), el material es engranado junto con tres grapas. Una grapa está cerca de la parte media del ancho del producto, las otras dos más cerca de cada borde del ancho del material. La dimensión más larga de la grapa está la circunferencia del cilindro formado para minimizar el efecto de las grapas sobre la prueba.

Un probador INSTRON o un instrumento similar es configurado con una plataforma inferior, una placa más grande que la circunferencia de la muestra que va a ser probada y paralela a la plataforma de fondo, unida a una celda de carga de compresión colocada en la posición invertida. La muestra es colocada sobre la plataforma, bajo la placa. La placa es puesta en contacto con la muestra y comprime la muestra a una tasa de 25 milímetros por minuto. La fuerza máxima obtenida en la compresión de la muestra a 50% de su ancho (1 pulgada) (2,54 centímetros) es registrada.

Si el material se dobla, es típico que la fuerza máxima sea alcanzada antes de que la muestra sea comprimida a 50%. En un producto en donde la longitud del absorbente es de menos de 12 pulgadas (30,5 centímetros), el valor de compresión en sentido de la orilla del material puede ser determinado de la siguiente manera. Una discusión detallada de la resistencia a la compresión en sentido de la orilla se ha dado en la obra

209

“El Texto de la Prueba Mecánica y Física del Papel y del Cartón”, Richard E. Mark, Editor, Dekker 1983 (volumen I). Basado en modelos teóricos que gobiernan las tensiones de doblado, en la modalidad de compresión en sentido del borde descrita, la tensión de doblado es proporcional a  $E \cdot t^2 / (H^2)$  con la constante de proporción siendo una función de  $H^2 / (R \cdot t)$  en donde E es el módulo elástico, H es la altura del cilindro, R es el radio del cilindro, y t es el espesor del material. La expresión de la tensión en términos de fuerza en peso base, puede mostrar que el parámetro que se requiere mantener constante es  $H^2 / R$ . Por tanto, para una muestra que es más pequeña de 12 pulgadas (30,5 centímetros) el círculo posible más grande debe ser construido y su altura (ancho de la muestra que está siendo cortado) ajustarse de manera que  $H^2 / R$  es igual a 2,1 pulgadas (5,3 centímetros).

Los siguientes ejemplos son presentados para proporcionar un entendimiento más detallado de la invención, y no se intenta que limiten el alcance de la invención.

### Ejemplos

Los materiales compuestos que contienen superabsorbente colocados en húmedo en los siguientes ejemplos fueron preparados con la siguiente técnica. El suministro de fibra fue preparado mediante la hidro reducción a pulpa junto con las pulpas de celulosa regular y enlazada en forma cruzada (pulpa kraft de madera suave del sur blanqueada CR0054 de Kimberly-Clark Corporation; pulpa kraft de eucalipto blanqueada de Aracruz Cellulose SA; y pulpa enlazada en forma cruzada NHB416 de WeyerHaeuser Corporation). En general, el proceso de hidro reducción a pulpa incluye una dispersión del material fibroso en agua, y una agitación de la mezcla resultante. La hidro reducción a pulpa fue llevada a cabo a una temperatura ambiente a una consistencia de 3%. Si un agente de resistencia en húmedo o material aglutinante, tal como el aglutinante KYMENE, fuera agregado, esto se haría en la fase de hidro reducción a pulpa. Por ejemplo, el aglutinante KYMENE puede ser agregado en la cantidad de 10 libras de sólidos de aglutinante KYMENE por una tonelada métrica de suministro. Debido a la dificultad de abrir las fibras enlazadas en forma cruzada, la hidro reducción a pulpa fue hecha normalmente por una hora. Un dispositivo adecuado para la hidroreducción a pulpa de los materiales fibrosos es un hidro reductor a pulpa modelo de laboratorio de 10 galones disponible de AironDack Machine Corporation, un negocio que tiene oficinas localizadas en Glen Falls, Nueva York, o un sistema esencialmente equivalente.

Las hojas para manos fueron formadas usando un formador de hojas de manos computarizado SERIES 9000, disponible de M/K Systems, un negocio que tiene oficinas en Danvers, MA. La tela de alambre formador en la cámara formadora del formador de hoja de manos estuvo compuesta de acero inoxidable de 90 por 90 mallas.

El proceso de formación de la hoja de manos incluyó el bombear alrededor de 1 galón de agua fresca adentro de la cámara formadora (alrededor de 1 segundo de flujo). Se bombeó un suministro suficiente adentro de la cámara formadora para proporcionar la hoja de manos final (con superabsorbente) con un peso base de alrededor de 400 gramos por metro cuadrado (g/metro cuadrado). El agua adicional fue agregada para diluir el suministro resultante. Si fuera deseable aminorar el hinchado del material de polímero superabsorbente (SAP), ésta agua adicional estaría compuesta de agua de hielo (a una temperatura de 2 °C). La fibra fue agitada cabalmente en la cámara formadora, y el material de polímero superabsorbente fue agregado durante la agitación. La adición del superabsorbente ocurrió al comienzo de la agitación, si era deseable una cantidad grande de hinchado de superabsorbente; y ocurrió cerca del final de la agitación y era deseable una cantidad pequeña de hinchado de superabsorbente. Los contenidos de la cámara formadora se dejaron asentar por 2 segundos, y fueron entonces drenados. La hoja resultante fue desaguada, y fue secada a una temperatura de 105 °C.

Las hojas con una integridad suficientemente alta pueden ser desaguadas automáticamente por el formador, después recogerse del fieltro en el formador y colocarse sobre una rejilla de alambre inoxidable para el secado en el horno. Las hojas pueden, por ejemplo, ser desaguadas con un sistema de desaguado con vacío. Las hojas que no tienen una integridad suficiente para ser desaguadas automáticamente fueron manejadas manualmente. Durante el manejo manual, el proceso automatizado tuvo una pausa en la fase de drenaje, y la hoja de manos fue consolidada adicionalmente con secantes y un peso rodante. La hoja fue entonces transferida a mano por la rejilla formadora directamente a una rejilla secadora.

Ejemplos de los materiales compuestos formados con espuma y húmedos contruidos de una solución de fibra espumada fueron producidos con la siguiente técnica. La técnica de formación de espuma empleo el equipo y los procedimientos empleados para producir los materiales compuestos absorbentes colocados en húmedo, excepto porque en la fase en donde la solución de fibra es agitada en la cámara formadora, el equipo fue colocado en detención, es decir, la agitación fue continuada hasta que se metió una orden de detenerla. El material de polímero

superabsorbente en partículas fue agregado a la cámara formadora, seguido por la adición de 9,5% en peso del tensioactivo, basado sobre el peso seco combinado de fibra y superabsorbente. El tensioactivo usado fue REXENE KB obtenido de ICI Surfactants, un negocio que tiene oficinas localizadas en Wilmington, Delaware. El polímero superabsorbente resultante y la solución de fibra espumaron vigorosamente debido a la agitación de burbujas de aire. Fue usado un mezclador manual para romper las burbujas grandes en una espuma más uniforme y fina. Cuando la solución pareció estable (aproximadamente después de 45 segundos de la agitación) se comenzó el drenado. La hoja formada fue extremadamente débil y fue levantada del alambre mediante el deslizar la hoja de tela enlazada con hilado de polipropileno entre el alambre y el compuesto y usando ésta tela para soportar la hoja formada durante la transferencia a una cremallera de secado. El secado fue llevado a cabo a una temperatura de 105 °C, como se indicó arriba para los materiales absorbentes colocados en húmedo.

En muchos de los ejemplos, las varias muestras formadas en húmedo, como se prepararon, fueron demasiado rígidas para los propósitos de la presente invención. Por tanto, los materiales excesivamente rígidos fueron modificados adicionalmente a través de varios métodos de suavizado. Estos métodos incluyeron un humedecimiento de los materiales, un suavizado mecánico a través de un punto de presión entre un par de rodillos ranurados casados, y/o una compresión de los materiales a través de un punto de presión entre un par de rodillos de calandrado calentados, así como varias combinaciones de estos métodos.

Las muestras que fueron humedecidas fueron colocadas en una cámara de humedad controlada a 80% de humedad relativa y a 100 °F (38 °C) por 24 horas 65 horas, después se acondicionaron a 50%  $\pm$  2% de humedad relativa, y a 73,4 °F  $\pm$  1,8 °F (23 °C  $\pm$  1 °C). La recolección de humedad resultante después del acondicionamiento se anotó en las Tablas 4 y 5.

La flexión mecánica de los materiales puede lograrse con un juego de rodillos ranurados casados 70 y 70a. Como se mostró representativamente en las Figuras 2 y 3, cada uno de los rodillos ranurados contra giratorios 70 y 70a incluye una serie alternante de picos 72 y de planicies 76 cooperadoras. El ancho 78 del pico es de 0,041 pulgadas (0,79 milímetros), el ancho 80 de la planicie es de 0,094 pulgadas (2,39 milímetros). La altura 82 del pico (o equivalentemente, la profundidad de la planicie) es de 0,09 pulgadas (2,29 milímetros). La distancia de centro a centro 84 entre los picos adyacentes que están sobre

212

el mismo rodillo es de 0,125 pulgadas (3,18 milímetros). Los picos de un rodillo están esencialmente centrados en las planicies del otro rodillo casado. El "enganche" 90 entre los rodillos 70 y 70a es medido como la distancia desde el pico proporcionado por el primer rodillo al pico colocado adyacentemente proporcionado por el segundo rodillo cuando los picos de un rodillo penetran en las ranuras del rodillo casado. Una "separación" es medida cuando los picos de un rodillo no penetran en las ranuras del segundo rodillo. Las cantidades de enganche entre las ranuras de los rodillos suavizadores está indicada en las Tablas 2 y 5.

Una compresión y densificado de los materiales fue lograda usando un par de rodillos de calandrado calentados por inducción de 9,5 pulgadas (24,13 centímetros) de diámetro, a una velocidad de 50 pies/minuto (15,24 metros por minuto) a una temperatura de 220 °F/225 °F (104 °C - 107 °C) y con la separación entre los rodillos puesta como se especificó en las Tablas 3 y 5. Las muestras fueron de entre 6 y 7 pulgadas (15,2 centímetros - 17,9 centímetros) de ancho a lo largo de la longitud axial de los rodillos. La presión aplicada a los rodillos y el peso de los rodillos mismos resultó en una fuerza de 4.380 libras (1.987 kilogramos) sobre las muestras. La separación resultante cuando la muestra fue pasada a través del calandrado no fue medida. Esta sería equivalente o mayor que la separación que fue puesta antes del calandrado. Si la presión proporcionada por los rodillos fue insuficiente para evitar que los rodillos se levantaran de sus topes de separación asociados, la separación resultante sería más grande. Los rodillos de calandrado adecuados están disponibles de Tokuden Company, una compañía que tiene oficinas en Kyoto, Japón; o de Tokuden, Inc., una compañía que tiene oficinas en Norcross, Georgia.

#### Ejemplos 1A a 16B

El superabsorbente (SAP) usado para todos los ejemplos fue el superabsorbente FAVOR SXM 880 disponible de Stockhausen, Inc. En donde fue empleado un aglutinante KYMENE, dicho aglutinante fue KYMENE 557LX disponible de Hercules, Inc., de Wilmington, Delaware. El aglutinante KYMENE fue usado en una cantidad de 10 libras de sólidos de aglutinante KYMENE por 1 tonelada métrica de suministro para todos los ejemplos; excepto para los ejemplos 13A, 13B, 13C y 13D, en los cuales no fue agregado el aglutinante KYMENE. Un agente desaglutinante BEROCEL 596, disponible de Eka Chemicals, un negocio teniendo oficinas localizadas en Marietta, Georgia, fue usado en el Ejemplo 4A solamente. El agente desaglutinante BEROCEL fue agregado a la mezcla antes de la agitación mediante el emplear una corriente de aire soplada a la cámara formadora.

Los Ejemplos 1A a 6A fueron hechos de acuerdo al procedimiento arriba descrito usando el agua a la temperatura ambiente. Los Ejemplos 7A a 15A fueron hechos de acuerdo al procedimiento arriba mencionado usando agua de hielo para aminorar el hinchado del superabsorbente. El Ejemplo 16A es un ejemplo de un material formado en húmedo producido con el proceso de solución de fibra espumada.

La TABLA 1 muestra la composición y el valor de compresión en sentido del borde resultante y la densidad de los ejemplos listados. Los Ejemplos 1A y 4A son ejemplos que serían útiles en la presente invención. Los otros Ejemplos se dan para los propósitos de comparación con los materiales modificados, como se describe en las Tablas 2, 3, 4 y 5.

TABLA 1

| <u>Ejemplo</u>  | <u>SAP</u><br>% | <u>NHB416</u><br>% | <u>CR0054</u><br>% | <u>Eucalipto</u><br>% | <u>Valor EC</u><br>(g/gsm) | <u>Densidad</u><br>(g/gsm) |
|-----------------|-----------------|--------------------|--------------------|-----------------------|----------------------------|----------------------------|
| 1 <sup>a</sup>  | 60              | 22                 | 18                 | 0                     | 5,97                       | 0,08                       |
| 2 <sup>a</sup>  | 40              | 33                 | 27                 | 0                     | 11,1                       | 0,07                       |
| 3 <sup>a</sup>  | 25              | 41,25              | 33,75              | 0                     | 19,05                      | 0,07                       |
| 4 <sup>a</sup>  | 24              | 22,8               | 53,2               | 0                     | 7,06                       | 0,05                       |
| 5 <sup>a</sup>  | 24              | 22,8               | 53,2               | 0                     | 12,64                      | 0,07                       |
| 6 <sup>a</sup>  | 15              | 46,75              | 38,25              | 0                     | 25,75                      | 0,06                       |
| 7 <sup>a</sup>  | 60              | 18                 | 22                 | 0                     | 11,14                      | 0,09                       |
| 8 <sup>a</sup>  | 60              | 22                 | 18                 | 0                     | 19,14                      | 0,1                        |
| 9 <sup>a</sup>  | 40              | 60                 | 0                  | 0                     | 12,27                      | 0,07                       |
| 10 <sup>a</sup> | 40              | 36                 | 24                 | 0                     | 26,44                      | 0,09                       |
| 11 <sup>a</sup> | 40              | 27                 | 33                 | 0                     | 25,15                      | 0,08                       |
| 12 <sup>a</sup> | 40              | 0                  | 60                 | 0                     | 34,88                      | 0,09                       |
| 13 <sup>a</sup> | 40              | 0                  | 60                 | 0                     | 21,86                      | 0,08                       |
| 14 <sup>a</sup> | 40              | 0                  | 0                  | 60                    | 19,92                      | 0,09                       |
| 15 <sup>a</sup> | 40              | 0                  | 30                 | 30                    | 32,13                      | 0,12                       |
| 16 <sup>a</sup> | 25              | 22,5               | 52,5               | 0                     | 4,52                       | 0,05                       |

La TABLA 2 muestra el efecto del suavizado de los materiales con los rodillos ranurados casados: El material no suavizado (designado con un sufijo “A”) está mostrado para la comparación con el material suavizado (designado con el sufijo “B”, “C”, o “D”).

TABLA 2

| <u>Ejemplo</u> | <u>Enganche de Rodillo de</u><br><u>Suavizado (mm)</u> | <u>Número de Pasadas a</u><br><u>Través del Rodillo</u><br><u>Suavizador</u> | <u>Valor EC</u><br>(g/gsm) | <u>DENSIDAD</u><br>(g/gsm) |
|----------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
|----------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|

|     |       |   |       |      |
|-----|-------|---|-------|------|
| 1A  | ---   | - | 5,97  | 0,08 |
| 1B  | 0,762 | 1 | 1,78  | 0,15 |
| 1C  | 1,016 | 1 | 1,83  | 0,16 |
| 1D  | 1,270 | 1 | 1,66  | 0,16 |
|     |       |   |       |      |
| 2A  | ---   | - | 11,1  | 0,07 |
| 2B  | 1,270 | 1 | 3,39  | 0,14 |
| 2C  | 1,778 | 1 | 3,68  | 0,15 |
|     |       |   |       |      |
| 7A  | ---   | - | 11,14 | 0,09 |
| 7B  | 1,270 | 1 | 3,41  | 0,18 |
|     |       |   |       |      |
| 8A  | ---   | - | 19,14 | 0,1  |
| 8B  | 1,270 | 1 | 7,07  | 0,16 |
|     |       |   |       |      |
| 9A  | ---   | - | 12,27 | 0,07 |
| 9B  | 1,270 | 1 | 5,77  | 0,13 |
|     |       |   |       |      |
| 10A | ---   | - | 26,44 | 0,09 |
| 10B | 1,778 | 1 | 8,03  | 0,17 |
|     |       |   |       |      |
| 13A | ---   | - | 21,86 | 0,08 |
| 13B | 1,778 | 1 | 7,6   | 0,19 |
|     |       |   |       |      |
| 14A | ---   | - | 18,92 | 0,09 |
| 14B | 1,778 | 1 | 3,68  | 0,14 |
| 14C | 1,778 | 2 | 1,43  | 0,16 |

La TABLA 3 muestra el efecto del suavizado mediante el calandrado calentado. El material no suavizado (designado con el sufijo “A”) está mostrado para comparación con el material suavizado.

TABLA 3

| Ejemplo        | Separación de Calandrado<br>(mm) | Valor EC (g/gsm) | DENSIDAD<br>(g/cm <sup>3</sup> ) |
|----------------|----------------------------------|------------------|----------------------------------|
| 4 <sup>a</sup> | --                               | 7,06             | 0,05                             |
| 4B             | 1,016                            | 4,65             | 0,1                              |
| 4C             | 0,762                            | 3,95             | 0,13                             |
|                |                                  |                  |                                  |
| 5 <sup>a</sup> | --                               | 12,64            | 0,07                             |
| 5B             | 1,016                            | 8,3              | 0,12                             |

|                 |       |      |      |
|-----------------|-------|------|------|
| 5C              | 0,762 | 7,46 | 0,15 |
| 16 <sup>a</sup> | --    | 4,52 | 0,05 |
| 16B             | 0,762 | 2,27 | 0,15 |

La TABLA 4 muestra el suavizado por humectación. El material no suavizado (que tiene el sufijo “A”) está mostrado por comparación con el material suavizado.

TABLA 4

| Ejemplo        | Recolección de Humedad (%)<br>en peso) | Valor EC (g/gsm) | DENSIDAD<br>(g/cm <sup>3</sup> ) |
|----------------|----------------------------------------|------------------|----------------------------------|
| 1 <sup>a</sup> | 1                                      | 5,97             | 0,08                             |
| 1E             | 3                                      | 3,37             | 0,08                             |

La TABLA 5 muestra el suavizado mediante una combinación de métodos. El material no suavizado (designado con el sufijo “A”) está mostrado para la comparación con el material suavizado. Un guión (“-”) en la Tabla significa que el proceso de suavizado no se hizo sobre ese ejemplo. En donde los ejemplos fueron sometidos a múltiples pasos de suavizado, los pasos fueron llevados a cabo en el orden (de izquierda a derecha) listado en la Tabla (por ejemplo rodillos humedecidos, suavizados, rodillos de calandrado calentados).

TABLA 5

| Ejemplo | Recolección de Humedad (%)<br>en peso) | Enganche de Rodillo Suavizador (mm) | Número de Pasadas a Través del Rodillo Suavizador | Separación de Calandrado (mm) | Valor EC (g/gsm) | DENSIDAD g/cm <sup>3</sup> ) |
|---------|----------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------|------------------|------------------------------|
| 1A      | -                                      | -                                   | -                                                 | --                            | 5,97             | 0,08                         |
| 1F      | 3                                      | 0,762                               | 1                                                 | --                            | 2,51             | 0,17                         |
| 1G      | 3                                      | 1,016                               | 1                                                 | --                            | 1,4              | 0,18                         |
| 1H      | 5                                      | -                                   | -                                                 | 0,762                         | 2,99             | 0,26                         |
| 1I      | 5                                      | -                                   | -                                                 | 1,016                         | 2,26             | 0,26                         |
| 2A      | -                                      | -                                   | -                                                 | --                            | 11,1             | 0,07                         |
| 2D      | 5                                      | 1,762                               | 1                                                 | --                            | 5,82             | 0,15                         |
| 2E      | 5                                      | 1,270                               | 1                                                 | --                            | 5,94             | 0,17                         |
| 2F      | 5                                      | -                                   | -                                                 | 1,270                         | 4,64             | 0,19                         |
| 3A      | -                                      | -                                   | -                                                 | --                            | 19,05            | 0,07                         |
| 3B      | 11                                     | 0,762                               | 2                                                 | --                            | 5,34             | 0,17                         |
| 3C      | 11                                     | 1,778                               | 2                                                 | --                            | 4,37             | 0,19                         |
| 4A      | -                                      | -                                   | -                                                 | --                            | 7,06             | 0,05                         |

|     |     |       |   |       |       |      |
|-----|-----|-------|---|-------|-------|------|
| 4D  | 0,3 | -     | - | 1,016 | 2,21  | 0,11 |
| 4E  | 0,3 | -     | - | 0,762 | 2,36  | 0,16 |
| 5A  | -   | -     | - | --    | 12,64 | 0,07 |
| 5D  | 1   | -     | - | 1,016 | 4,15  | 0,13 |
| 5E  | 1   | -     | - | 0,762 | 4,54  | 0,16 |
| 6A  | -   | -     | - | --    | 25,75 | 0,06 |
| 6B  | 9   | 0,762 | 2 | --    | 8,12  | 0,17 |
| 6C  | 9   | 1,778 | 2 | --    | 5,53  | 0,18 |
| 7A  | -   | -     | - | --    | 11,14 | 0,09 |
| 7C  | 18  | 1,270 | 1 | --    | 3,02  | 0,19 |
| 8A  | -   | -     | - | --    | 19,14 | 0,1  |
| 8C  | 18  | 1,270 | 1 | --    | 5,5   | 0,2  |
| 9A  | -   | -     | - | --    | 12,27 | 0,07 |
| 9C  | 6   | 1,270 | 1 | --    | 3,66  | 0,18 |
| 9D  | 6   | 1,270 | 1 | 1,270 | 3,69  | 0,19 |
| 10A | -   | -     | - | --    | 26,44 | 0,09 |
| 10C | 10  | 1,778 | 1 | --    | 6,79  | 0,18 |
| 11A | -   | -     | - | --    | 25,15 | 0,08 |
| 11B | 14  | 1,778 | 1 | --    | 6,85  | 0,19 |
| 12A | -   | -     | - | --    | 34,88 | 0,09 |
| 12B | 7   | 1,778 | 1 | --    | 8,5   | 0,21 |
| 13A | -   | -     | - | --    | 21,86 | 0,08 |
| 13C | 6   | 1,778 | 1 | --    | 6,19  | 0,22 |
| 13D | 6   | 1,778 | 1 | 1,270 | 6,26  | 0,23 |
| 14A | -   | -     | - | --    | 18,92 | 0,09 |
| 14D | 7   | 1,778 | 1 | --    | 5,18  | 0,17 |
| 14E | 7   | 1,016 | 2 | --    | 2,69  | 0,16 |
| 15A | -   | -     | - | --    | 32,13 | 0,12 |
| 15B | 6   | 1,270 | 2 |       | 6,75  | 0,19 |
| 15C | 6   | 1,778 | 2 |       | 5,41  | 0,2  |

Ejemplos 17A a 19C

En los Ejemplos 17A a 19C, el material superabsorbente usado fue FAVOR SXM 880 obtenido de Stockhausen, Incorporated. Para la prueba del superabsorbente, se tomó una muestra de gránulos que pasaron a través de una criba de malla 30 estándar de los Estados Unidos de América y se retuvieron sobre una criba de 50 mallas estándar de los Estados Unidos de América (300-600 micras rango de tamaño nominal).

Las muestras de superabsorbente como fueron recibidas 18A a 18C fueron mantenidas en un ambiente de humedad controlada a un 50% de humedad relativa (RH), y a 23 °C de temperatura. Las muestras de

humedad más baja 17A a 17C fueron preparadas mediante el esparcir delgadamente una cantidad del superabsorbente en una charola poco profunda, y mediante el colocar cada muestra en un cuarto de temperatura controlada a una humedad relativa de menos de 20% y a una temperatura de 130 °F (54 °C) por 27 horas. Las muestras de humedad superior 19A a 19C fueron preparadas mediante el colocar cada muestra en un cuarto de humedad controlada a 80% de humedad relativa y a 100 °F (38 °C) de temperatura por 3 horas.

Después del acondicionamiento del superabsorbente a los niveles de humedad seleccionados, fue preparada una muestra de prueba individual mediante el esparcir 1 gramo de la cantidad de superabsorbente sobre un área de alrededor de 45,6 centímetros cuadrados, sobre una pieza de papel para pesar. Un papel para pesar adecuado es un papel para pesar de la marca S/P de Baxter Scientific Products, número de catálogo B2040-2, que mide 4 pulgadas por 4 pulgadas (10,2 centímetros por 10,2 centímetros), el cual está disponible de Baxter Healthcare Corporation, de McGaw Park, Illinois. Una segunda pieza del papel para pesar fue colocada sobre la parte superior del superabsorbente, y la muestra ensamblada fue colocada sobre la placa inferior de una prensa Carver plana. Unas planchas de 0,127 milímetros de espesor fueron colocadas sobre la placa inferior para proporcionar topes de separación. Por tanto, cuando las placas superior e inferior de la prensa Carver hicieron contacto con las planchas, la separación entre las placas fue de 0,127 milímetros. Una prensa adecuada es una prensa de laboratorio Carver modelo 25-15 HC (catálogo No. 3977) disponible de Fred S. Carver, Inc., de Wabash, Indiana.

Cada muestra comprimida fue compactada por lo segundos con una fuerza de 10.000 libras (44.450 N). Las muestras 17A, 18A y 19A fueron comprimidas a la temperatura ambiente (73 °F). Las muestras 17B, 18B y 19B fueron probadas con las placas de prensa Carver a una temperatura de 200 °F. Para las muestras de temperatura superior, cada una de las muestras se dejó sobre la placa inferior por alrededor de 30 segundos antes de la compresión para asegurar que éstas estuvieran cerca de la temperatura de las placas.

El superabsorbente en cada muestra fue acondicionado a 50% de humedad relativa y a una temperatura de 23 °C antes de la prueba de absorbencia bajo carga (AUL). Los niveles de humedad fueron determinados después del acondicionamiento para convertir los cálculos de absorbencia a un peso base seco. Los datos resultantes están resumidos en la Tabla 6, y en la gráfica de la Figura 5.

218

TABLA 6

**Muestras de Superabsorbente Comprimido**  
**Efecto de la Temperatura y de la Presión Sobre la Absorbencia**  
**Bajo Carga a 0,9 libras por pulgada cuadrada (6,2 KPa)**

| Muestra | Humedad Cuando Comprimida<br>(% en peso) | Temperatura Cuando Comprimida | AUL (gramos de solución de agua salada por gramo de superabsorbente seco) |
|---------|------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 17A     | 0,6                                      | 73°F (23°C)                   | 18,5                                                                      |
| 18A     | 1,1                                      | 73°F (23°C)                   | 19,3                                                                      |
| 19A     | 12,0                                     | 73°F (23°C)                   | 22,9                                                                      |
| 17B     | 0,6                                      | 200°F (93°C)                  | 21,3                                                                      |
| 18B     | 1,1                                      | 200°F (93°C)                  | 22,1                                                                      |
| 19B     | 12,0                                     | 200°F (93°C)                  | 24,4                                                                      |

Las muestras no comprimidas (controles) fueron acondicionadas a los tres niveles de humedad descritos, pero no fueron comprimidos. Las muestras de superabsorbente de control fueron entonces acondicionadas a un 50% de humedad relativa y a una temperatura de 23 °C antes de la prueba de absorbencia bajo carga, y los niveles de humedad fueron determinados después del acondicionamiento para convertir los cálculos de absorbencia a un peso base seco. Los datos resultantes están resumidos en la Tabla 7, y en la gráfica de la Figura 5.

TABLA 7

**Muestras de Superabsorbente No Comprimido**  
**Absorbencia Bajo Carga a 0,9 libras por pulgada cuadrada**  
**(6,2 KPa) para un Superabsorbente de "Control"**

| Muestra | Humedad (% en peso) | AUL (gramos de solución de agua salada por gramo de superabsorbente seco) |
|---------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 17C     | 0,6                 | 18,5                                                                      |
| 18C     | 1,1                 | 19,3                                                                      |
| 19C     | 12,0                | 22,9                                                                      |

Puede verse que cuando no se agrega calor o humedad al material superabsorbente, el superabsorbente como es recibido puede sufrir un daño significativo cuando éste es comprimido. Por ejemplo, la muestra como se recibió comprimida (por ejemplo la muestra 18A) exhibió un valor de absorbencia bajo carga bajo y degradado, en comparación a su muestra de control (por ejemplo la muestra 18C). Adicionalmente, puede verse que reduciendo el contenido de humedad en el superabsorbente tiene un efecto pequeño sobre las propiedades del superabsorbente. Por

ejemplo, el superabsorbente de baja humedad comprimido (por ejemplo muestra 17A) proporcionó valores de absorbencia bajo carga que son similares pero que son menores que los valores de absorbencia bajo carga proporcionados por el superabsorbente como fue recibido y comprimido (por ejemplo muestra 18A).

Aumentando el contenido de humedad sin agregar calor puede ayudar a reducir el daño al superabsorbente. Por ejemplo, la muestra de alta humedad comprimida (por ejemplo la muestra 19A) exhibió un valor de absorbencia bajo carga superior que el de la muestra de baja humedad comprimida (por ejemplo muestra 17A). Agregando calor sin aumentar el contenido de humedad también puede ayudar a reducir el daño del superabsorbente. Por ejemplo, la muestra de alta temperatura comprimida (por ejemplo muestra 18B) exhibió un valor de absorbencia bajo carga superior que el de la muestra de baja temperatura comprimida (por ejemplo muestra 18A).

Aumentando ambos el contenido de humedad y la temperatura del superabsorbente, sin embargo, puede resultar ventajosamente en esencialmente ningún daño al material superabsorbente. Por ejemplo, la muestra de alta humedad-alta temperatura comprimida (por ejemplo la muestra 19B) proporcionó un valor de absorbencia bajo carga o similar al de su muestra de control (por ejemplo muestra 19C).

### Ejemplo 20

Las muestras de 27 compuestas fueron construidas para incluir superabsorbente y fibras de borra de pulpa de madera. Los compuestos fueron formados por aire en una mezcla esencialmente homogénea con un peso base total nominal de 400 g por metro cuadrado. 40% en peso del compuesto fue superabsorbente y 60% en peso fue de fibras de pulpa de madera. El superabsorbente fue FAVOR SXM 880, obtenido de Stockhausen, Incorporated y la pulpa fue CR 1654, una pulpa kraft de madera suave del sur blanqueada obtenida de Kimberly-Clark Corporation. Las muestras compuestas se acondicionaron en ambientes de temperatura y de humedad controlados para proporcionar los niveles de humedad deseados en los compuestos. Los compuestos fueron entonces compactados entre un par de rodillo de compresión a presiones seleccionadas en la manera descrita para los Ejemplos 1A-16A. La fuerza compresora fue aplicada a los rodillos cuando los rodillos estuvieron a una separación inicial de cero. Los compuestos midieron 8 pulgadas (20,3 centímetros) de ancho a lo largo de la dimensión axial de los rodillos de compresión. Los parámetros de compactación y los datos de densidad resultantes están resumidos en las Tablas 8, 9 y 10.

TABLA 8

Densidad del Compuesto Comprimido (g/cm3)

| Contenido de Humedad del Compuesto                    |               |               |               |
|-------------------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| Temperatura de los Rodillos de Compresión 75°F (24°C) |               |               |               |
| Compresión (Newtons por metro lineal)                 | 0,65% en peso | 10,5% en peso | 35,3% en peso |
| 1000                                                  | 0,11          | 0,14          | 0,18          |
| 5400                                                  | 0,16          | 0,24          | 0,29          |
| 9800                                                  | 0,21          | 0,31          | 0,39          |

TABLA 9

Densidad del Compuesto Comprimido (g/cm3)

| Contenido de Humedad del Compuesto                     |               |               |               |
|--------------------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| Temperatura de los Rodillos de Compresión 200°F (93°C) |               |               |               |
| Compresión (Newtons por metro lineal)                  | 0,65% en peso | 10,5% en peso | 35,3% en peso |
| 1000                                                   | 0,12          | 0,14          | 0,22          |
| 5400                                                   | 0,17          | 0,25          | 0,37          |
| 9800                                                   | 0,22          | 0,33          | 0,43          |

TABLA 10

Densidad del Compuesto Comprimido (g/cm3)

| Contenido de Humedad del Compuesto                      |               |               |               |
|---------------------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| Temperatura de los Rodillos de Compresión 300°F (149°C) |               |               |               |
| Compresión (Newtons por metro lineal)                   | 0,65% en peso | 10,5% en peso | 35,3% en peso |
| 1000                                                    | 0,12          | 0,15          | 0,21          |
| 5400                                                    | 0,18          | 0,3           | 0,38          |
| 9800                                                    | 0,23          | 0,38          | 0,5           |

Las TABLAS 8 a 10 muestran que aumentando la temperatura de los rodillos de compresión para aumentar la temperatura del material superabsorbente en el compuesto puede ayudar a aumentar la densidad de compresión del compuesto cuando la compactación es llevada a una presión dada. Además, las Tablas mostraron que aumentando el contenido de humedad del compuesto para aumentar el nivel de humedad en el material superabsorbente puede ayudar a aumentar la densidad comprimida del compuesto cuando la compactación se lleva a cabo a una temperatura dada. Por tanto, una densidad de objetivo puede ser lograda a una presión más baja mediante el agregar calor y/o humedad al compuesto. La plastificación resultante del material superabsorbente y de la presión más baja empleada durante la compactación puede esencialmente evitar el daño excesivo al material superabsorbente.

### Ejemplos 21 a 23

Las muestras del material superabsorbente FAVOR 880 que tienen 300  $\mu\text{m}$ -600  $\mu\text{m}$  rango de tamaño de partícula fueron examinados para determinar los efectos de las fuerzas compresivas sobre el superabsorbente. Con referencia a las Figuras 6 y 6A, una primera muestra (Ejemplo 21) estuvo compuesta de partículas de material superabsorbente seco. La muestra fue colocada entre un par de platinas de microscopio de vidrio, y las platinas son prensadas juntas con una fuerza aplicada con los dedos y suave para compactar superabsorbente. La Figura 6 muestra las partículas de superabsorbente antes de la compresión, y la Figura 6A muestra que la compresión rompió fácilmente las partículas superabsorbentes.

Una segunda muestra (Ejemplo 22) estuvo compuesta de partículas de material superabsorbente el cual se había acondicionado en un ambiente que tiene un 50% de humedad relativa y a una temperatura de 23 °C. Con referencia a las Figuras 7 y 7A, la muestra fue colocada entre un par de platinas de microscopio de vidrio y las platinas fueron forzadas juntas. Una fuerza incrementada fue requerida para prensar las platinas a una separación de 50  $\mu\text{m}$  para compactar el superabsorbente. La Figura 7 muestra las partículas superabsorbentes antes de la compresión, y la Figura 7A muestra que, después de la compresión, el superabsorbente en ésta muestra ha sido capaz de soportar la presión aplicada mayor con un rompimiento mínimo.

Una tercera muestra (Ejemplo 23) estuvo compuesta de partículas de material superabsorbente las cuales se habían acondicionado en un 80% de humedad relativa y en un ambiente de 100 °F (38 °C) por 24 horas. La Figura 8 muestra el superabsorbente seco, y la Figura 8A

muestra que, después del acondicionamiento, las partículas superabsorbentes se han agrandado ligeramente. La muestra fue colocada entre un par de platinas de microscopio de vidrio y los lados fueron prensados juntos con una fuerza aplicada con los dedos suave. La Figura 8B muestra la deformación de las partículas superabsorbentes durante la compresión, y la Figura 8C muestra que, después de la compresión, las partículas superabsorbentes en ésta muestra han rebotado inmediatamente cuando la fuerza de compresión fue liberada. La Figura 8D muestra que, aproximadamente 5 minutos después de que fue liberada la fuerza de compresión, las partículas superabsorbentes en ésta muestra habían rebotado a esencialmente su tamaño y forma originales.

#### Ejemplos 24 a 25

Dos muestras compuestas fueron constituidas de partículas superabsorbentes y de borra de pulpa de madera, y fueron construidas empleando el superabsorbente FAVOR 880. Las muestras fueron construidas de acuerdo con la descripción del Ejemplo 20. La primera muestra compuesta (Ejemplo 24) fue acondicionada a una humedad relativa de menos de 20% y a una temperatura de 130 °F (54 °C) para proporcionar un nivel de humedad de 0,65% en peso en el compuesto, la otra muestra compuesta (Ejemplo 25) fue acondicionada en un ambiente de alta humedad de 80% de humedad relativa y de 100 °F (38 °C) de temperatura antes de la compresión para proporcionar un nivel de humedad de 35,3% en peso en el compuesto. La estructura y condición típicas de una muestra compuesta antes de la compresión y de la compactación están mostradas representativamente en las Figuras 9 y 9A. Las muestras de los Ejemplos 24 y 25 fueron altamente comprimidas mediante el pasar cada muestra a través de una separación de 0,012 pulgadas (0,3 milímetros) entre un par de rodillos de compresión de metal cilíndricos. Las muestras compuestas midieron 4 pulgadas (10,2 centímetros) en su ancho en la dirección transversal (a lo largo de la dimensión axial de los rodillos de compresión), y fueron pasadas a través de la separación de compresión a una velocidad de 113 pies por minuto (34 metros por minuto).

Las Figuras 10 a 10B muestran representativamente las fibras 50 y las partículas superabsorbentes 32 en el compuesto comprimido del Ejemplo 24, el cual contiene el superabsorbente relativamente seco. Cuando las partículas superabsorbentes están contenidas en la matriz de borra de pulpa de madera, las fibras de borra pueden tener un efecto acoginador cuando la estructura es comprimida, como se evidencia mediante el observar como las fibras se han moldeado alrededor de las partículas. Consecuentemente, algunas partículas pueden sobrevivir sin

fracturarse, pero muchas de las partículas son fracturadas, por ejemplo agrietadas o rotas.

Las Figuras 11 a 11C muestran representativamente las fibras 50 y las partículas superabsorbentes 32 en el compuesto comprimido del Ejemplo 25, el cual contiene el superabsorbente de alto contenido de humedad humedecido. Las partículas superabsorbentes humedecidas se hacen con caucho, y se deforman grandemente sin romperse. Adicionalmente, las partículas superabsorbentes rebotaron a su tamaño y forma esencialmente originales una vez que fueron liberadas las fuerzas de compresión. La fuerza de rebote de las partículas fue evidentemente suficientemente mayor para esparcir las fibras de borra compactadas, por ejemplo, en la dirección z. El efecto combinado del esparcimiento lateral de las partículas superabsorbentes bajo compresión y la expansión en la dirección z de la matriz al volver a ganar las partículas superabsorbentes su forma generó ventajosamente espacios en la matriz de borra en las regiones que están inmediatamente adyacentes a las partículas (por ejemplo Figura 11). Consecuentemente, las fibras arriba y abajo de las partículas permanecieron muy comprimidas, y la borra lateralmente entre las partículas estuvo relativamente menos comprimida.

#### Contenido de Humedad del Superabsorbente

Para los propósitos de la presente descripción el contenido de humedad del superabsorbente puede ser determinado mediante el secar una muestra de 5 gramos del superabsorbente "húmedo" en un horno a 105 °C por 3 horas. El por ciento de humedad puede ser calculado mediante el emplear la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de Humedad} = 100 * (Wt_{\text{húmedo}} - Wt_{\text{seco}}) / Wt_{\text{húmedo}}$$

#### Contenido de Humedad de los Compuestos

Para los propósitos de la presente descripción el contenido de humedad del compuesto superabsorbente y de la borra fue determinado mediante el secar una muestra del compuesto "húmedo" en un horno a 105 °C por 18 horas. El por ciento de humedad puede ser calculado mediante el emplear la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de Humedad} = 100 * (Wt_{\text{húmedo}} - Wt_{\text{seco}}) / Wt_{\text{húmedo}}$$

#### Absorbencia Bajo Carga

Una técnica adecuada para determinar la absorbencia bajo carga a una presión de 0,9 libras por pulgada cuadrada (6,2 KPa) está descrita en detalle en la patente US número 5,601,542 titulada "COMPUESTO ABSORBENTE" de M. K. Melius y otros otorgada el 11 de Febrero de 1997, cuya descripción completa se incorpora aquí a modo de referencia en una manera que es consistente con la misma. Para los propósitos de la presente descripción, una tela de alambre de acero inoxidable de 400 mallas fue sustituida por la tela de alambre de 100 mallas adherida sobre la parte inferior de la taza de cilindro de prueba de absorbencia bajo carga. La rejilla de 400 mallas fue empleada para contener mejor las partículas que pudieran haber sido aplastadas y que hubieran caído a través de la rejilla de 100 mallas. Además, sólo se necesita determinar el 0,9 libras por pulgada cuadrada de absorbencia bajo carga.

De acuerdo con el procedimiento de absorbencia bajo carga arriba descrito, la cantidad (en gramos) del líquido absorbido después de 60 minutos, dividido por el peso de la muestra (0,160 gramos) es el valor de absorbencia bajo carga en gramos del líquido tomado por gramo de muestra (g/g). Sobre una base de peso seco, el nivel de humedad del superabsorbente fue medido independientemente y el peso del superabsorbente en el denominador fue ajustado en forma acorde: la cantidad de líquido recogida después de 60 minutos, dividido por el peso seco de la muestra ( $0,160 - 0,160 * \text{humedad en \%100}$ ) es el valor de absorbencia bajo carga de base de peso seco.

Una vez descrita la invención en bastante detalle, será fácilmente evidente que pueden hacerse varios cambios y modificaciones sin apartarse del espíritu de la invención. Todos esos cambios y modificaciones están contemplados como estando dentro del alcance de la invención como se definió en las reivindicaciones anexas.

---

### REIVINDICACIONES

1. Un proceso para compactar un sustrato el cual contiene un material superabsorbente, dicho proceso comprende una compresión de dicho sustrato, donde dicho material superabsorbente ha sido plastificado.

2. Un proceso para compactar un sustrato el cual contiene un material superabsorbente, dicho proceso comprende:

una plastificación de dicho material superabsorbente contenido en dicho sustrato; y  
una compresión de dicho sustrato.

3. Un proceso como se citó en la reivindicación 1 donde dicha compresión es proporcionada a una presión la cual evita esencialmente la fractura de dicho material superabsorbente.

4. Un proceso como se citó en la reivindicación 1 donde dicho proceso proporciona a dicho sustrato con una densidad de por lo menos de alrededor de 0,2 gramos por centímetro cúbico.

5. Un proceso como se citó en la reivindicación 1 donde dicho sustrato se ha proporcionado con por lo menos alrededor de 5% en peso de material superabsorbente.

6. Un proceso como se citó en la reivindicación 1 donde dicha compresión de dicho sustrato somete dicho sustrato a una separación de compresión la cual es de menos de alrededor de 2 milímetros.

7. Un proceso como se citó en la reivindicación 1 donde dicha compresión de dicho sustrato somete dicho sustrato a una separación de compresión la cual es de menos de alrededor de 1 milímetro.

8. Un proceso como se citó en la reivindicación 1 donde dicha compresión de dicho sustrato somete a dicho sustrato a una separación de compresión la cual es menor que un tamaño de partícula medio de dicho material superabsorbente.

9. Un proceso como se citó en la reivindicación 1 donde dicho sustrato se ha proporcionado inicialmente mientras que el material superabsorbente contiene un primer nivel de humedad; y dicho proceso además incluye una conducción de dicha compresión de dicho sustrato mientras que el material superabsorbente contiene un segundo nivel de humedad el cual es mayor que dicho primer nivel de humedad.

10. Un proceso como se citó en la reivindicación 1 caracterizado además porque comprende el proporcionar un material fibroso para la inclusión en dicho sustrato.

11. Un proceso como se citó en la reivindicación 1 caracterizado además porque comprende el flexionar dicho sustrato.

12. Un proceso como se citó en la reivindicación 11 donde dicha flexión de dicho sustrato se lleva a cabo antes de la compresión de dicho sustrato.

13. Un proceso como se citó en la reivindicación 12 donde dicha flexión de dicho sustrato incluye una flexión en la dirección transversal de dicho sustrato.

14. Un proceso como se citó en la reivindicación 13 donde dicha flexión en la dirección transversal de dicho sustrato incluye el pasar dicho sustrato a través de un punto de presión entre un par de rodillos ranurados circunferencialmente y cooperadores.

15. Un proceso como se citó en la reivindicación 12 donde dicha flexión de dicho sustrato incluye una flexión en la dirección de la máquina de dicho sustrato.

16. Un proceso como se citó en la reivindicación 15 donde dicha flexión en la dirección de la máquina de dicho sustrato incluye mover a dicho sustrato a lo largo de una trayectoria de curva la cual arquea a través de un ángulo de volteo de por lo menos de alrededor de 15 grados.

17. Un proceso como se citó en la reivindicación 15 donde dicha flexión en la dirección de la máquina de dicho sustrato incluye el mover dicho sustrato a lo largo de una trayectoria arqueada la cual arquea a través de un ángulo de volteo de por lo menos de alrededor de 15 grados y tiene un radio de curvatura dentro del rango de alrededor de 1-20 centímetros.

18. Un proceso como se citó en la reivindicación 15 donde dicha flexión en la dirección de la máquina de dicho sustrato incluye el mover dicho sustrato a lo largo de una trayectoria arqueada esencialmente en forma de S la cual arquea a través de un ángulo de volteo reflejado y acumulativo de por lo menos de 180 grados.

19. Un proceso como se citó en la reivindicación 1 donde dicho plastificante de dicho material superabsorbente incluye humedecimiento de dicho sustrato.

20. Un proceso como se citó en la reivindicación 19 donde dicho humedecimiento de dicho sustrato incluye una exposición de dicho sustrato a una muestra relativa de no más de alrededor de 100% a una temperatura de no más de alrededor de 100 °C.

21. Un proceso como se citó en la reivindicación 19 donde dicho humedecimiento de dicho sustrato incluye una exposición de dicho sustrato a una humedad relativa de por lo menos de alrededor de 80% a una temperatura de por lo menos de alrededor de 20 °C.

22. Un proceso como se citó en la reivindicación 1 donde dicha compresión de dicho sustrato incluye el pasar dicho sustrato a través de un punto de presión entre un par de rodillos ranurados circunferencialmente, contra giratorios y cooperadores.

23. Un proceso como se citó en la reivindicación 1 caracterizado además porque comprende el calentar dicho sustrato.

24. Un proceso como se citó en la reivindicación 23 donde dicho calentamiento del sustrato se lleva a cabo conjuntamente con la compresión de dicho sustrato.

25. Un proceso como se citó en la reivindicación 23 donde dicho calentamiento de dicho sustrato se lleva a cabo simultáneamente con dicha compresión de dicho sustrato.

26. Un proceso como se citó en la reivindicación 23 donde dicho sustrato se pasa a través de un punto de presión entre un par de rodillos de calandrado calentados y contra giratorios.

27. Un proceso como se citó en la reivindicación 23 donde dicho calentamiento de dicho sustrato somete dicho sustrato a una temperatura de por lo menos de alrededor de 20 °C.

28. Un proceso como se citó en la reivindicación 27 donde dicho calentamiento de dicho sustrato somete dicho sustrato a una temperatura de no más de alrededor de 205 °C.

29. Un proceso como se citó en la reivindicación 23 donde dicho calentamiento de dicho sustrato incluye el someter dicho sustrato a una temperatura de por lo menos de alrededor de 80% de una temperatura de transición del vidrio de dicho material superabsorbente.

30. Un proceso como se citó en la reivindicación 29 donde dicho calentamiento de dicho sustrato incluye el someter dicho sustrato a una temperatura de no más de alrededor de 125% de la temperatura de transición del vidrio de dicho material superabsorbente.

31. Un proceso como se citó en la reivindicación 1 donde dicho sustrato se ha proporcionado con un contenido de por lo menos de alrededor de 10% de material fibroso.

32. Un proceso como se citó en la reivindicación 31 donde dicho sustrato se ha proporcionado con un contenido de no más de alrededor de 90% en peso de dicho material superabsorbente.

33. Un proceso como se citó en la reivindicación 1 donde dicho sustrato se ha formado en húmedo mediante el emplear una mezcla de dicho material superabsorbente y de un material fibroso.

34. Un proceso como se citó en la reivindicación 33 donde dicho sustrato se ha formado en húmedo mediante el emplear una mezcla que contiene agua de dicho material superabsorbente y de dicho material fibroso.

35. Un proceso como se citó en la reivindicación 33 donde dicha mezcla de dicho material superabsorbente y de dicho material fibroso se ha proporcionado en la modalidad de una espuma.

36. Un proceso como se citó en la reivindicación 1 donde dicho sustrato ha sido formado en seco mediante el emplear una mezcla de dicho material superabsorbente y del material fibroso.

37. Un proceso como se citó en la reivindicación 36 donde dicho sustrato se ha formado en seco empleando una suspensión de aire de dicho material superabsorbente y de dicho material fibroso.

38. Un proceso como se citó en la reivindicación 1 donde dicho superabsorbente tiene una composición que se ha ajustado químicamente para proporcionar una temperatura de transición del vidrio de menos de alrededor de 35 °C a una humedad relativa de 50%.

---

### EXTRACTO

Un proceso y un aparato para compactar un sustrato que contiene un material superabsorbente pueden incluir una plastificación del material superabsorbente contenido en el sustrato, y una compresión del sustrato a una presión relativamente baja. La presión baja seleccionada puede arreglarse para evitar esencialmente una fractura excesiva del material superabsorbente.

---

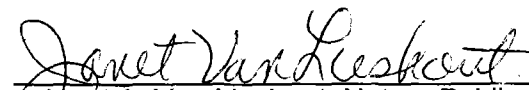
ES TRADUCCIÓN FIEL Y COMPLETA DEL DOCUMENTO ANEXO  
TERMINADA ESTE 30 DE JULIO, 2000.

CERTIFICATION

STATE OF WISCONSIN     )  
                                      )   SS  
COUNTY OF WINNEBAGO   )

I hereby certify that the attached papers constitute an identical copy of the original of U. S. Patent Application corresponding to Serial No. **60/134,361** for **PROCESS FOR COMPRESSING A WEB WHICH CONTAINS SUPERABSORBENT MATERIAL** filed on **June 16, 1999**, assigned to Kimberly-Clark Worldwide, Inc. and I further certify that Kimberly-Clark Worldwide, Inc. is a corporation organized and existing under the laws of the State of Delaware, United States of America.

Dated this 12<sup>th</sup> day of May, 2000, at Neenah, Wisconsin, United States of America.

  
Janet A. Van Lieshout, Notary Public  
My commission expires: July 6, 2003

(No Legalization)



# THE UNITED STATES OF AMERICA

**TO ALL TO WHOM THESE PRESENTS SHALL COME:**

**UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE**

**United States Patent and Trademark Office**

**May 03, 2000**

**THIS IS TO CERTIFY THAT ANNEXED HERETO IS A TRUE COPY FROM  
THE RECORDS OF THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK  
OFFICE OF THOSE PAPERS OF THE BELOW IDENTIFIED PATENT  
APPLICATION THAT MET THE REQUIREMENTS TO BE GRANTED A  
FILING DATE UNDER 35 USC 111.**

**APPLICATION NUMBER: 60/134,361**

**FILING DATE: May 14, 1999**



**By Authority of the  
COMMISSIONER OF PATENTS AND TRADEMARKS**

**T. LAWRENCE  
Certifying Officer**

A/PROV 231

In the United States Patent and Trademark Office

05/14/99  
JCS41 U.S. PTO

JCS41 U.S. PTO  
60/134361  
05/14/99

Applicants: Shannon Kathleen Melius, David Arthur Fell, William Grover Reeves, Donald Joseph Sanders, Heath David Van Wychen, Michael Barth Venturino, Palani Raj Ramaswami Wallajapet

Docket No.: 14,794

Serial No.: Unknown

Filed: May 14, 1999

For: PROCESS FOR COMPRESSING A WEB WHICH CONTAINS SUPERABSORBENT MATERIAL

Express Mail EJ 473 555 316 Date: May 14, 1999

Cover Sheet  
Provisional U.S. Patent Application  
Plural Inventors

BOX PROVISIONAL APPLICATION  
ASSISTANT COMMISSIONER FOR PATENTS  
Washington, D.C. 20231

Sir:

Transmitted herewith for filing is the above-identified **PROVISIONAL U.S.** patent application in the name of Shannon Kathleen Melius, residing at 3118 Blueridge Drive, Appleton, WI 54914; and in the name of David Arthur Fell, residing at 2055 Lynn Drive, Neenah, WI 54956; and in the name of William Grover Reeves, residing at 616 Greenfield Street, Appleton, WI 54911; and in the name of Donald Joseph Sanders, residing at 8348 Pine Cone Circle, Larsen, WI 54947; and in the name of Heath David Van Wychen, residing at 320 South John Street, Kimberly, WI 54136; and in the name of Michael Barth Venturino, residing at 2124 Omega Drive, Appleton, WI 54915; and in the name of Palani Raj Ramaswami Wallajapet residing at 9605 West Hampton Avenue, #108, Wausatosa, WI 53225.

Enclosed are:

1. 48 pages of specification, including a one (1) page Abstract.
2. Twenty-three (23) sheets of formal drawings.
3. This Transmittal Letter, in duplicate.

In accordance with 37 C.F.R. 1.16(k), please charge Kimberly-Clark Worldwide, Inc. deposit account number 11-0875 the \$150.00 basic fee for filing the present **PROVISIONAL** application.

Please address all correspondence to: Paul Yee, Kimberly-Clark Worldwide, Inc., Patent Department, 401 North Lake Street, Neenah, Wisconsin 54956.

23

The undersigned may be reached at: (920) 721-2435.

Respectfully submitted,  
SHANNON K. MELIUS ET AL.

By: Paul Yee  
Paul Yee  
Registration No.: 29,460

CERTIFICATE OF MAILING

I, JoAnn Breister, hereby certify that this patent application having affixed thereto an Express Mail mailing number of EJ 473 555 316 and addressed to BOX PROVISIONAL APPLICATION, Assistant Commissioner for Patents, Washington, D.C. 20231, is being deposited with the United States Postal Service "Express Mail Post Office to Addressee" service under 37 C.F.R. 1.10 on May 14, 1999.

By: JoAnn Breister  
JoAnn Breister

"Express Mail" Mailing Label Number EJ 473 555 316Date of Deposit May 14, 1999

I hereby certify that this paper or fee is being deposited with the United States Postal Service "Express Mail Post Office To Addressee" service under 37 CFR 1.10 on the date indicated above and is addressed to the Assistant Commissioner for Patents, Washington, D.C. 20231.

JoAnn Breister

(Typed or printed name of person mailing paper or fee)

JoAnn Breister

## PROCESS FOR COMPRESSING A WEB WHICH CONTAINS SUPERABSORBENT MATERIAL

### Field of the Invention

- 5 The present invention relates to a process for densifying an absorbent web. More particularly, the present invention relates to a process for densifying a web which contains superabsorbent material. The densified web can advantageously exhibit desired levels of strength, softness and flexibility.

### 10 Background of the Invention

- The performance objectives of disposable absorbent articles, such as infant diapers, include leakage prevention, dry feel to the wearer, and a comfortable fit throughout the product life. Accordingly, absorbent articles have typically contained an absorbent core to
- 15 provide liquid handling and other absorbent functionalities required to meet the product performance objectives. The absorbent core of a conventional absorbent article has typically been composed of absorbent fibers, and a superabsorbent material has typically been combined with the absorbent fibers to increase the liquid absorbent capacity. The absorbent core has been formed in a substantially rectangular shape. The absorbent
- 20 core has also been formed in an hourglass shape, a I-shape, a T-shape, or similar configuration with a reduced absorbent width in the central crotch region for improved fit and comfort.

- Conventional absorbent cores have incorporated dry-formed materials which have been
- 25 produced with various conventional airlaying techniques. The airlaying techniques have typically laid an air-directed mixture of absorbent fibers and superabsorbent to form a web

234

of the absorbent material. When dry, the conventional dry-formed absorbent structures have been soft and conformable, but have had low strength. In addition, the dry-formed structures have had low integrity after they have been wetted.

- 5 Conventional absorbent cores have also incorporated wet-formed materials which have been produced with various wet-laying techniques. The wet-laying techniques have typically formed an absorbent web produced from a precursor material composed of a mixture of fibers and superabsorbent particles combined with water or other aqueous liquid. A particular wet-laying technique has processed the precursor material into a
- 10 foam, and the foam has then been employed to form the desired web of absorbent material. The absorbent structures produced from wet-formed absorbent materials have had greater strength and greater integrity. In particular, the wet-formed absorbent structures have exhibited greater strength and greater integrity after the absorbent materials have absorbed liquid. The wet-formed absorbent materials, however, have also
- 15 had excessive stiffness and rigidity, particularly when the absorbent materials have been provided at the basis weights and amounts needed to provide desired levels of total absorbent capacity.

- Particular methods for reducing the stiffness of absorbent web materials have included a
- 20 passing of the material through the nip of a pair of counter-rotating compression rollers. Other methods have embossed the webs to impart increased flexibility. Still other methods have included a passing of the material through the nip of a pair of counter-rotating rollers having textured outer surfaces. The textured surfaces have been configured to produce localized stresses and localized strains which have helped to
- 25 reduce the rigidity of the material. Where the webs contain superabsorbent particles, the compression rollers have been configured to fracture or crush the superabsorbent materials.

- Conventional techniques, such as those mentioned above, have not been adequate for
- 30 softening or compressing webs which contain superabsorbent materials. The conventional techniques have caused excessive fracturing of the superabsorbents and have increased the relative proportions of smaller superabsorbent particles in the webs. This change in the size distributions of the superabsorbent particles has adversely affected the absorbent properties of the web, has increased the tendency of the
- 35 superabsorbent to shake-out of the web, and has allowed the generation of excessive

dust. In addition, the fracturing of the superabsorbent material has adversely affected various absorbent properties, such as the intake rate of the superabsorbent and the ability of the superabsorbent to swell under pressure.

- 5 As a result, there remains a need for improved methods for compressing or otherwise processing stiff absorbent materials to improve the strength, softness, flexibility, wet integrity and absorbent capacity of the materials.

#### Brief Description of the Invention

10

Generally stated, the present invention can provide a process for compacting and/or densifying a web which contains a superabsorbent material. In particular aspects, the process includes a compressing of a web which includes a plasticized superabsorbent material. In further aspects, the web can be compressed at a relatively low pressure  
15 which can be selected to substantially avoid an excessive damaging of the superabsorbent material.

20

In its various aspects, the present invention can more effectively and efficiently compact and/or densify a web which contains particles of superabsorbent material. In particular, the compacting or densifying process of the invention can advantageously maintain the desired sizes, shapes, physical properties and absorbent properties of the superabsorbent material in the final, compressed web. When articles incorporate the absorbent structures that are produced in accordance with the present invention, the articles can exhibit increased strength, improved fit, reduced leakage, and reduced  
25 clumping, bunching or sagging during use.

#### Brief Description of the Drawings

30

The present invention will be more fully understood and further advantages will become apparent when reference is made to the following detailed description of the invention and the drawings, in which:

Fig. 1 representatively shows a schematic view of an apparatus and method of the present invention;

35

Fig. 2 representatively shows a system of cross-directional softening rollers that can be used with the present invention;

Fig. 3 representatively shows an enlarged view of a portion of the softening rollers  
5 illustrated in Fig. 3;

Fig. 4 representatively shows another system of machine-directional softening rollers that can be used with the present invention;

10 Fig. 5 is a graph which representatively shows the difference in the Absorbency Under Load performance parameter of a number of samples of superabsorbent material, where the various samples of superabsorbent material have been subjected to different conditions of compressing pressure, temperature and moisture content;

15 Fig. 6 representatively shows a magnified top view of a quantity of relatively dry superabsorbent material prior to compressing;

Fig. 6A representatively shows a magnified top view of the superabsorbent material of Fig. 6 after the superabsorbent has been compressed under low force, wherein the  
20 superabsorbent particles have been damaged and fractured;

Fig. 7 representatively shows a magnified top view of a quantity of relatively dry superabsorbent material conditioned at approximately 50 % relative humidity prior to compressing;

25 Fig. 7A representatively shows a magnified top view of the superabsorbent material of Fig. 7 after the superabsorbent has been compressed to a 50  $\mu\text{m}$  gap;

Fig. 8 representatively shows a magnified top view of a quantity of relatively dry  
30 superabsorbent material prior to conditioning at approximately 80 % relative humidity and 100 °F;

Fig. 8A representatively shows magnified a top view of a quantity of relatively dry superabsorbent material after conditioning at approximately 80 % relative humidity and  
35 100 °F and prior to compressing under a low force;

Fig. 8B representatively shows a magnified top view of the superabsorbent material of Fig. 8A during compression;

5 Fig. 8C representatively shows a magnified top view of the superabsorbent material of Fig. 8B, as observed immediately after the superabsorbent has been compressed and the compressing pressure has been released, wherein the compressed superabsorbent material has recovered from its deformed condition and is substantially unfractured;

10 Fig. 8D representatively shows a magnified top view of the superabsorbent material of Fig. 8C, as observed approximately 5 minutes after the compressing pressure has been released, wherein the compressed superabsorbent material has further recovered from its deformed shape and is substantially unfractured;

15 Fig. 9 is a scanning electron microscope (SEM) photomicrograph which representatively shows a cross-sectional view of a composite composed of superabsorbent particles in a fiber matrix prior to compressing;

Fig. 9A is a scanning electron microscope (SEM) photomicrograph which representatively  
20 shows a further enlarged, cross-sectional view of a portion of the composite of Fig. 9;

Fig. 10 is a SEM photomicrograph which representatively shows a cross-sectional view of a composite composed of relatively dry superabsorbent particles in a fiber matrix, as observed after the composite was compressed;

25 Fig. 10A is a SEM photomicrograph which representatively shows a cross-sectional view of a portion of the composite of Fig. 10 at an enlarged, higher magnification;

Fig. 10B is a SEM photomicrograph which representatively shows an enlarged, cross-  
30 sectional view of another portion of the composite of Fig. 10;

Fig. 11 is a SEM photomicrograph which representatively shows a cross-sectional view of a composite composed of relatively high-moisture-content superabsorbent particles in a fiber matrix, as observed after the composite was compressed;

35

238

Fig. 11A is a SEM photomicrograph which representatively shows a cross-sectional view of a portion of the composite of Fig. 11 at an enlarged, higher magnification;

Fig. 11B is a SEM photomicrograph which representatively shows an enlarged, cross-sectional view of another portion of the composite of Fig. 11; and

Fig. 11C is a SEM photomicrograph which representatively shows an enlarged, cross-sectional view of yet another portion of the composite of Fig. 11.

#### 10 Detailed Description of the Invention

The present invention provides distinctive methods for densifying and/or softening superabsorbent-containing materials, such as composites composed of a mixture of fibers and particles of superabsorbent material (SAM), or a composite composed of  
15 superabsorbent particles and a foamed matrix material. The superabsorbent material may have a substantially homogeneous distribution, a layered or stratified distribution or a gradient distribution through the composite. The superabsorbent-containing materials can then be employed to form absorbent structures in personal care products, such as diapers, feminine care products, children's training pants, adult incontinence products and  
20 the like.

Examples of absorbent structures that may include a softening and/or compressing prior to incorporation into a product can include, but are not limited to, superabsorbent-containing wetlaid structures, superabsorbent-containing dry-laid structures,  
25 superabsorbent-containing foamed structures, superabsorbent-containing air-laid structures, and the like, as well as combinations thereof. Wet-formed webs or structures can, for example, be produced by employing a water-containing mixture of superabsorbent material and fibrous material. Wet-formed structures or webs can also be produced by employing a water-containing mixture of superabsorbent material and fibrous  
30 material, wherein the mixture has been provided in the configuration of a foam. Dry-formed webs or structures can, for example, be produced by employing an air-suspension or air-entrained mixture of fibrous material and superabsorbent material.

Examples of suitable wetlaid, superabsorbent structures can include those produced by  
35 the method described in U.S. Patent No. 5,651,862 entitled WET-FORMED ABSORBENT

239

COMPOSITE by R. Anderson et al., which issued July 29, 1997. Examples of airlaid, superabsorbent structures are described in U.S. Patent No. 5,509,915 entitled THIN ABSORBENT ARTICLE HAVING RAPID UPTAKE OF LIQUID by W. Hanson et al. which issued April 23, 1996. The entire disclosure of these documents are incorporated herein  
5 by reference in a manner that is consistent herewith.

The techniques of the present invention can compact and/or densify an absorbent structure without excessively damaging the superabsorbent material in the structure, or excessively degrading the functional properties of the absorbent structure. The  
10 techniques of the invention can help soften the absorbent material and enhance the performance of its resulting absorbent structure.

The technique of the invention can be further improved by appropriately choosing the constituent materials in the absorbent web structure. For example, adding crosslinked  
15 cellulose fibers to the absorbent structure can impart bulk and softness. Increasing the amount of superabsorbent can also impart softness due to reduced fiber-to-fiber bonding.

It should also be noted that, when employed in the present disclosure, the terms "comprises", "comprising" and other derivatives from the root term "comprise" are  
20 intended to be open-ended terms that specify the presence of any stated features, elements, integers, steps, or components, but do not preclude the presence or addition of one or more other features, elements, integers, steps, components, or groups thereof.

With reference to Figs. 1, 2, 3 and 4, the invention can provide a distinctive process and  
25 apparatus for compacting and/or densifying a web 12 which contains a superabsorbent material 32. Generally stated, the process includes a compressing of the web 12 while the web includes superabsorbent material which has been plasticized.

In desired arrangements, the invention can include a plasticizing of the superabsorbent material contained in the web 12, and a subsequent compaction or compression of the  
30 web 12. The compressing of the absorbent web 12 may be conducted at a selected, relatively low pressure, and the low pressure can be arranged to substantially avoid an excessive fracturing (e.g. cracking or breaking) or other damaging of the desired properties of the superabsorbent material 32. Additionally, the web can be compressed  
35 while being subjected to a selected compressing temperature. In particular aspects, a

glass transition temperature (T<sub>g</sub>) of the superabsorbent material has been, at least temporarily, adjusted, and the adjusted glass transition temperature is approximate to the selected compressing temperature. In a further aspect of the invention, the temperature of the superabsorbent can be raised to within a selected range or proportion of the glass transition temperature of the superabsorbent material.

The glass transition temperature of the superabsorbent material is a conventional parameter that is recognized in the art. Generally stated, the glass transition temperature (T<sub>g</sub>) is a temperature where a material, such as a polymeric material, undergoes a marked change in properties associated with the virtual cessation of local molecular motion. Below its T<sub>g</sub>, an amorphous material can have many of the properties associated with ordinary inorganic glasses, including the properties of hardness, brittleness, stiffness and transparency. For example, see the Textbook of Polymer Science, Billmeyer, (1984, Wiley) ISBN 0-471-03196-8, e.g. page 7. The glass transition temperature can reflect the mechanical properties of the material over a specified temperature range. Below T<sub>g</sub>, a polymer is stiff, hard, brittle, and glasslike; above T<sub>g</sub>, if the molecular weight is high enough, the polymer is relatively soft, limp, stretchable, and can be somewhat elastic. At even higher temperatures the material can flow and be tacky. Below the transition temperature, the majority of the polymer chains have a relatively fixed configuration, and little translation or rotation of polymer chains takes place. Above the glass-transition temperature, the polymer chain has sufficient thermal energy for rotational motion or considerable torsional oscillation; thus the glass-transition temperature marks the onset of segmental mobility. The glass transition is not sharp and takes place over a temperature range of several degrees. Accordingly, the T<sub>g</sub> is taken as the midpoint of the temperature interval over which the discontinuity in properties occurs. Conventional techniques for determining T<sub>g</sub> have, for example, employed a differential scanning calorimeter (DSC). See the Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, 4th edition, Vol. 1, e.g. pp.315-317; and Modern Superabsorbent Polymer Technology, editors F. L. Bucholz and A. T. Graham, Wiley-VCH (1998), e.g. pp. 45 and 140-143.

The glass transition temperature of the superabsorbent material can, for example, be adjusted by subjecting the web 12 to a selected humidification. In desired aspects, the humidification can selectively raise the water content of the associated superabsorbent material. The humidification may also be employed to expose and adjust the web components to the desired compressing temperature. Desirably, the humidification can

occur prior to the compressing and densification of the absorbent web 12. In particular aspects of the invention, particles of the superabsorbent material may become flattened, tend to form platelets or otherwise tend to retain a deformed shape when compressed. In additional aspects, the deformed superabsorbent particles can be configured to

5 substantially overcome or otherwise relinquish their deformation when the superabsorbents are wetted. When subjected to the ordinary pressures that are encountered during normal use, the superabsorbent materials can be configured to expand and swell to return to approximately their original, undeformed shapes during the absorption of liquid. As a result, the superabsorbent material can advantageously retain  
10 or reacquire an ability to open up the matrix structure of the composite as the superabsorbent material swells.

In particular aspects, the superabsorbent material 32 can initially be provided in the web at a selected first moisture level. For example, the superabsorbent material can  
15 be provided for inclusion in the web 12 while the superabsorbent material contains the first moisture level. In other aspects, the superabsorbent material can be dried or otherwise conditioned to attain the first moisture level. Optionally, the superabsorbent and web can be both dried or otherwise conditioned to attain the desired first moisture level in the superabsorbent material. The superabsorbent and web can desirably be conditioned  
20 while combined together. In further aspects, the process can include a providing of a fibrous material or other matrix material for inclusion in the web. In the various configurations of the invention, the web 12 can be initially provided while the superabsorbent material contains the first moisture level, and the compressing of the web can be subsequently conducted while the superabsorbent material contains a second  
25 moisture level which is greater than the first moisture level.

Still other aspects of the invention can include heated calender rolls which can help to reduce the amount of pressure required to densify the absorbent web 12. Additionally, the humidification and calendaring of the web 12 can be conducted in a combined  
30 operation to provide further advantages.

Additional softening procedures can be performed on the web either prior to, after, or instead of the calendaring of the web 12. Such additional procedures may, for example, include embossing, compressing, compressing between matched grooved rolls, micro-  
35 straining and the like, as well as combinations thereof. The softening the web 12 in such

242

a manner may provide the further advantage of breaking some of the bonds which would otherwise limit the swelling of the superabsorbent material in the web, thereby providing enhanced capacity to the structure. It is contemplated that the web 12 may be heated during the additional softening procedures.

5

In desired arrangements, the technique of the invention can include a selected flexing of the web 12. Where a softening flexation and a densification of the web are both employed, the absorbent web material 12 is desirably softened by the flexing prior to calendering. This configuration of the invention can be particularly advantageous for processing structures that are densified to thicknesses which approach the size of the superabsorbent particles in the web.

10

The various aspects of the present invention can be incorporated individually or in any desired combination, and can help to more effectively and efficiently unstiffen and soften a web which contains particles of superabsorbent material. In particular, the various aspects of the technique of the invention can advantageously maintain the desired shapes, physical properties and/or absorbent properties of the superabsorbent material. Additionally, the present invention can produce an absorbent article which provides improved fit, more softness and flexibility, better containment of the superabsorbent in the web, improved absorbency and reduced leakage.

15

20

With reference to Fig. 1, the process and apparatus of the invention can have an appointed machine-direction 34 and an appointed cross-direction 36. For the purposes of the present invention, the machine-direction 34 is the direction along which a particular component or material is transported length-wise along and through a particular, local position of the apparatus and method of the invention. The cross-direction 36 lies generally within the plane of the material being transported through the process and is aligned perpendicular to the local machine-direction 34. Accordingly, in the view of the arrangement representatively shown in Fig. 1, the cross-direction 36 extends perpendicular to the plane of the sheet of the drawing.

25

30

As representatively shown in Fig. 1, the method and apparatus of the invention can include a transport mechanism, such as provided by the representatively shown transport rollers 14 and their associated power sources (e.g. engines and motors) which can move

243

and direct the web 12 along the appointed machine-direction 34 at a selected transport speed.

In particular aspects, the transport speed can be at least a minimum of about 10 m/min.

- 5 The transport speed can alternatively be at least about 100 m/min, and optionally, can be at least about 250 m/min to provided improved performance. In other aspects, the transport speed can be not more than a maximum of about 1000 m/min. The transport speed can alternatively be at not more than about 700 m/min, and optionally, can be not more than about 400 m/min to provide improved effectiveness. If the speed is too low, 10 there can be excessively low productivity and high cost. If the speed is too high, any desired transfer of heat to the moving web may be ineffective or insufficient.

- As representatively shown in Fig. 1, the transport system can deliver the web 12 to a selected plasticizing mechanism. The delivered web is desirably substantially dry, and 15 the plasticizing mechanism, such as the representatively shown humidifying system, can be configured to operatively increase a ductility or otherwise increase a deformability of the superabsorbent material 32 in the web 12.

- For the purposes of the present disclosure, a plasticizing of an appointed material 20 includes any formulation, treatment or technique which operatively reduces stiffness, reduces brittleness and/or reduces rigidity, and allows an operative deformation of the material substantially without an excessive cracking, tearing, splitting, breaking or other fracturing when the material is compressed. The reduction in stiffness, brittleness or rigidity may be temporary or substantially permanent. The non-fracturing deformation may 25 be a resilient deformation, a substantially elastic deformation, or a substantially retained deformation, as well as combinations thereof. The plasticizing of the superabsorbent material may, for example, include a humidification of the material, a heating of the material, a chemical treatment of the material or the like, as well as combinations thereof.

- 30 With reference to Fig. 1, the plasticizing of the superabsorbent material 32 within the web 12 can include a mechanism which operatively humidifies the web 12 to a selected extent. For example, in the representatively shown configuration, the web 12 can be transported into a humidifier chamber 16 which operatively exposes the web, particularly the superabsorbent material, to water vapor. The humidification can have an added 35 advantage of providing an increased binding of the superabsorbent to the fibers,

especially if the superabsorbent is configured to become tacky during the humidification. The binding can enhance the containment of the particles in their associated matrix material (e.g. fiber matrix or foam matrix) and can provide a more intimate contact between the superabsorbent and the matrix material. As a result, the binding can enhance the liquid-management properties of the absorbent composite web 12.

Various techniques can be employed to operatively humidify the web 12. The techniques can include a high temperature humidification or a low temperature humidification, as well as combinations thereof. Water vapor may be delivered to the web 12 and to the superabsorbent material by exposing the web to humidified air. For example, a vacuum conveyor may be employed to pass the humid air through the web. The humidification may also include a providing of water vapor by employing steam or other high-temperature, moisture-containing, gaseous medium. In additional aspects, the humidification can include a mechanism which generates sufficiently small droplets of water that will readily evaporate to provide the desired concentration of water vapor. For example, a suitable humidification may be accomplished by air showers, misters, atomizers, ultrasonic vaporizers, moisture-condensing devices and the like, as well as combinations thereof. Typically, a driving mechanism (e.g. a fan system or a vacuum system) can be employed to move the humidifying moisture (e.g. water vapor) through the web and into operative contact with the superabsorbent material.

The humidifying of the web 12 can expose the web 12 to a selected concentration of water vapor at a predetermined temperature for a selected length of time. Various mechanisms and techniques can be employed to adjust and regulate the time of exposure. For example, the speed of the web 12 may be increased or decreased to regulate a residence time of the web within the humidifier chamber 16. Alternatively, the path length of the web within the humidifier chamber may be increased or decreased to adjust the residence time. In the shown configuration, for example, a system of festooning rollers 18 may be employed to adjust the web path length within the humidifier chamber 16 to regulate the residence time of the web in the chamber.

The web is desirably subjected to the appointed water vapor concentration (e.g. relative humidity) over a time and a temperature which are sufficient to impart a selected moisture content to the superabsorbent material in the web 12. In particular aspects, the moisture content provided to the superabsorbent can be at least a minimum of about 0.1 grams of

245

water per gram of superabsorbent material (0.1 g/g). The moisture content can alternatively be at least about 0.15 g/g, and optionally, can be at least about 0.2 g/g to provided improved performance. In other aspects, the moisture content can be not more than a maximum of about 0.9 g/g. The moisture content can alternatively be at not more than about 0.6 g/g, and optionally, can be not more than about 0.4 g/g to provide improved effectiveness.

If the moisture content is too low, there can be an excessive generation of dust, an excessive fracturing of the superabsorbent material, or a need for an excessive heating of the web. If the moisture content is too high, there may be excessive adhesion of the web to the manufacturing equipment, there may be excessive disruptions of the manufacturing process, and there may be a reduction of the absorbent capacity of the superabsorbent material.

It has been discovered that the treating of the web 12 with operative levels of water vapor can be more effective than a treating the web with liquid water. When the web is treated with liquid water, the liquid water can primarily be captured or otherwise taken up by the matrix material, such as the fibrous material in the web. As a result, the superabsorbent material may not become adequately plasticized to allow the desired compressing of the web without excessively damaging the properties of the superabsorbent material. Additionally, when liquid water is employed, excessive amounts of water may be needed to generate the desired plasticizing effect on the superabsorbent material, since excessive water may be held by the web matrix material. The excess water can then be difficult and/or expensive to dry or otherwise remove from the web. Accordingly, an aspect of the invention is a substantial avoidance of subjecting the web 12 to excessive amounts of liquid water.

Particular aspects of the invention can include an exposure or other conditioning of the superabsorbent at a relative humidity of up to about 100 %. The conditioning relative humidity can be at least a minimum of about 50 %, and optionally can be at least about 80 % to provide improved performance. Other aspects of the invention can include a conditioning of the superabsorbent at a temperature of up to about 100 °C. The conditioning temperature can alternatively be at least a minimum of about 20 °C, and optionally, can be at least about 80 °C to provide improved benefits.

35

246

In further aspects, the superabsorbent material 32 has been dispensed, deposited or otherwise provided for inclusion in the web 12 at a time and in a condition where the superabsorbent material contains an ambient or first moisture level. The humidifying of the web 12 can then advantageously raise the moisture content of the superabsorbent material to a second level that is above the ambient, first level in the superabsorbent. Then, the compressing of the web can be subsequently conducted when the superabsorbent material contains the second moisture level that is relatively greater than the first moisture level. In other aspects, the process can include a providing a matrix material, such as a fibrous material, for inclusion in the web. The matrix material (e.g. fibers) can, for example, be mixed, layered, bonded, assembled, reacted with, or otherwise combined with the superabsorbent material to form the desired web.

In alternative aspects of the invention, the plasticizing of the superabsorbent material 32 can be accomplished by configuring the superabsorbent material to be in a rubbery, readily deformable state, even when the material is at low humidity levels. This aspect of the invention can allow a densification of the materials at lower temperatures. For example, the superabsorbent material can be treated with an additive to make the superabsorbent rubbery and less susceptible to forming dust. For example, see EP 0 690 077 published January 3, 1996 and entitled HYDROGEL-FORMING POLYMERIC MATERIAL WITH DESIRABLE FRACTURE PROPERTIES. The additive can also operate as a binder material which helps to bind the superabsorbent particles to adjacent fibers. As a result, the plasticizing additive can provide an efficient and distinctive technique for introducing the binder into the absorbent material.

With reference Figs. 2, 3 and 4, the method and apparatus of the invention can further include a mechanism which provides a predetermined flexing of the web 12. Desirably, the flexing is conducted prior to the compressing of the web. The flexing can advantageously provide a desired unstiffening of the web 12, and the unstiffening can, for example, be conducted prior to, during, or after the humidifying or other plasticizing of the web. The unstiffening of the web can include a selected cross-directional flexing, a machine-directional flexing, or a combination of cross-directional flexing and machine-directional flexing, as desired.

247

Various techniques can be employed to provide the desired cross-directional flexing of the web 12. For example, the techniques can include embossing, microstraining, biaxial straining and the like, as well as combinations thereof.

- 5 Examples of the microstraining technique are described in U.S.P. 5,562,645 issued October 8, 1996 and entitled ARTICLE WITH SOFT ABSORBENT PULP SHEET by R. W. TANZER et al.

- Examples of the biaxial straining technique are described in U.S.P. 3,902,230 issued  
10 September 2, 1975 and entitled SIMULTANEOUS CONTINUOUS BIAxIAL WEB STRETCHER by Schwarz; U.S.P. 4,223,059 issued September 16, 1980 and entitled PROCESS AND PRODUCT THEREOF FOR STRETCHING A NON-WOVEN WEB OF AN ORIENTABLE POLYMERIC FIBER by Schwarz; and U.S.P. 4,285,100 issued August 25, 1981 and entitled APPARATUS FOR STRETCHING A NON-WOVEN WEB OR AN  
15 ORIENTABLE POLYMERIC MATERIAL by Schwarz.

- Other techniques for providing a flexible absorbent material are described in U.S.P. 4,354,901 issued October 19, 1982 and entitled FLEXIBLE ABSORBENT  
20 BOARDS by Kopolow; and U.S.P. 4,610,678 issued September 9, 1986 and entitled HIGH DENSITY ABSORBENT STRUCTURES by Weisman et al.

- With reference to Figs. 1, 2 and 3, the cross-directional flexing of the web 12 can include a passing of the web through a nip between a pair of cooperating, counter-rotating, circumferentially-grooved rollers 70 and 70a to mechanically flex the web materials with  
25 the set of matched grooved rolls. As representatively shown in Figs. 2 and 3, each of the counter-rotating grooved rollers 70 and 70a can include an alternating series of cooperating peaks 72 and lands 76. The peaks have a selected width 78, and a selected height 82. The lands have a selected width 80 and a selected depth corresponding to the height 82 of the peaks. The adjacent peaks that are on the same roller have a center-to-  
30 center distance 84. During operation, the peaks of one roll are substantially centered in the lands of the other, matched roll. An "engagement" distance 90 between the rollers 70 and 70a is measured as the distance from the peak provided by the first roll to the adjacently positioned peak provided by the second roll when the peaks of the first roll penetrate into the grooves of the matched, second roll. A "gap" is measured when the  
35 peaks of the first roller do not penetrate into the grooves of the second roller.

248

In the representatively shown configuration, for example, the width 78 of the peak is 0.031 inch ( 0.79 mm), and the width 80 of the land is 0.094 inch ( 2.39 mm). The height 82 of the peak (or equivalently, the depth of the land) is 0.09 inch ( 2.29 mm). The center-to-center distance 84 between adjacent peaks that are on the same roller is 0.125 inch (3.18 mm).

Examples of suitable circumferentially-grooved rollers are described in U.S. Patent No. 4,921,643 entitled WEB PROCESSING WITH TWO MATED ROLLS by R. Walton et al., which issued May 1, 1990, the entire disclosure of which is incorporated herein by reference in a manner that is consistent herewith. It should be noted that the retarding fingers described in the U.S. Patent No. 4,921,543 are not employed in the softening process of the present invention.

When an absorbent layer material or any other web of material travels in a straight direction (linear travel), the velocity of all parts of the material are the same. When the material travels along a curved surface of a roll, the velocity of the material is no longer linear, instead the velocity substantially is circumferential.

The motion of the material along the circumferentially curved path creates a velocity differential such that the average speed of the material is at the center of the thickness of the material. The part of the material which is adjacent to the roll travels at a speed that is slower than the average speed, and the radially, outer most part of the material travels at a speed that is faster than the average speed. To accommodate the velocity differential, the curved material tends to compresses on the concave side of the material, and tends to stretch on the concave side of the material.

The stretching aspect, on the outer, convex side of the material can be particularly helpful for unstiffening the material. The stretching can, for example, pull on the fibers of a fibrous web and break hydrogen bonds (and other bonds) between the fibers. As a result, the material can become more pliable. If one desires to unstiffen only one side of the material web, the geometry of the curved web path can be configured to apply the tension loading and stretching to one appointed side of the web. Running the material through a S-shaped (S-wrap) curved path can tension and stretch each side of the material web in sequence, and can operatively unstiffen and soften both sides of the web.

Applying any kind of tension can help to unstiffen a web material, but by utilizing the bending action around a roll, the degree of unstiffening can be controlled and the strength of the material can be maintained. The bending action can unstiffen the convexly curved portions of the material that are positioned toward the exposed, outward surfaces of the web, while maintaining the strength of the material in the mid-thickness portions of the web that are positioned near the bending, neutral-axis of the curved web.

The extent of the unstiffening (tension) force is typically inversely proportional to the radius of the roll being used. The smaller the diameter of the roll being used, the greater the speed differential and the greater the tension force. The extent of the unstiffening (tension) force is typically directly proportional to the thickness of the absorbent structure. The thicker the material, the greater the speed differential and the greater the tension force.

With reference to Fig. 4, the machine-directional flexing of the web 12 can include a moving of the web along a curved path 38 which curves through a selected, circumferential turning angle 40. In particular aspects, the circumferential turning angle can be at least a minimum of about 15 degrees (15 °). The circumferential turning angle can alternatively be at least about 45 degrees, and optionally, can be at least about 90 degrees to provided improved performance. In other aspects, the circumferential turning angle can be up to a maximum of about 270 degrees, or more. The circumferential turning angle can alternatively be at not more than about 240 degrees, and optionally, can be not more than about 200 degrees to provide improved effectiveness.

If the circumferential turning angle is too low, the unstiffening of the web may be insufficient. If the circumferential turning angle is too large, the integrity of the web may be excessively degraded and the processing equipment can become excessively complex.

The curved path 38 can have a selected radius of curvature 42. In particular aspects, the radius of curvature can be at least a minimum of about 1 cm, and alternatively, be at least about 1.5 cm to provided improved performance. In other aspects, the radius of curvature 42 can be not more than a maximum of about 20 cm. The radius of curvature can alternatively be at not more than about 5 cm, and optionally, can be not more than about 2 cm to provide improved effectiveness.

250

If the radius of curvature 42 is too low, there can be an excessive slinging or other loss of superabsorbent material or fiber material out of the web. If the radius of curvature 42 is too large, the level of unstiffening in the web may be insufficient.

- 5 With reference to Fig. 4, the machine-directional flexing of the web 12 can include a moving of the web along a substantially S-shaped curved path which curves through a cumulative, reflexed turning angle, such as a reflexed turning angle which includes individual turning angles 40, 40a and 40b. In particular aspects, the cumulative, reflexed turning angle can be up to a maximum of about 2000 degrees, or more. The cumulative, reflexed turning angle can alternatively be up to about 1500 degrees, and optionally, can be up to about 720 degrees to provided improved performance. In other aspects, the cumulative, reflexed turning angle can be not less than a minimum of about 180 degrees. The cumulative, reflexed turning angle can alternatively be at not less than about 270 degrees, and optionally, can be not less than about 360 degrees to provide improved effectiveness.

If the cumulative, reflexed turning angle is too low, the unstiffening of the web may be insufficient. If the cumulative, reflexed turning angle is too large, the processing equipment can become excessively complex.

In the representatively shown configuration, the S-shaped curved path can include a first curved portion 44 and a second, reflexed, oppositely curved portion 46. Each of the first and second curved portions can have any of the radii of curvature and the individual turning angles described herein.

- As representatively shown in Fig. 1, the apparatus and method of the invention can further include a selected heating of the web 12. For example, the web 12 can be passed through a nip between a pair of counter-rotating, heated rollers 30 and 30a. As representatively shown, the heater rollers can also be configured to provide a selected compressing and densifying of the web 12. In particular aspects, the heating of the web 12 can be conducted prior to or concurrently with the compressing of the web. In other aspects, the heating of the web can be conducted substantially simultaneously with the compressing of the web. In the various configurations of the invention, the heating of the web 12 can be provided by one or more techniques. Such techniques can include, for

example, heating by conduction, radiation, convection or the like, as well as combinations thereof.

5 In conduction heating, the heat can typically transfer from a region of high temperature to a region of lower temperature within a medium or between mediums that are in direct contact. The conduction heating can, for example, include a heating with heated wrap rollers, heated calender rollers, heated nips, heated dead plates, friction and the like, as well as combinations thereof.

10 In radiation heating, the heat can typically transfer from a high temperature body to a low temperature body when the bodies are separated by a space. The radiation heating can, for example, include heat lamps which generate infrared radiation, microwave heating, open flames or other combustion, exothermic chemical reactions, heat exchangers and the like, as well as combinations thereof.

15 Convection heating can typically involve the actions of conduction, energy storage and mixing. The convection heating can, for example, include steam, heated air or other heated gas, and the like, as well as combinations thereof.

20 Microwave heating can be particularly effective since the superabsorbent material has a natural affinity to water, and the water can be selectively excited and heated with the microwave radiation. The microwave heating can thus bypass the need to transmit the heat energy through any insulating, fibrous material of the web 12. Conduction heating can be less energy efficient because of the need to heat the fibrous material of the web to  
25 transfer the heat to the superabsorbent material.

The heating of the web 12 can include a subjecting of the web to a temperature which is at least a minimum of about 20 °C. The heating temperature can alternatively be at least about 40 °C, and optionally, can be at least about 90 °C to provide improved performance.

30 In other aspects, the heating temperature can be not more than about 205 °C. The heating temperature can alternatively be not more than about 175 °C, and optionally, can be not more than about 150 °C to provide improved benefits. The heating of the web 12 can help increase the hydrogen bonding of the matrix fibers in the web, and at very high temperatures, the heating can help plasticize the fibers. As a result, less pressure is

252

required to generate the desired density values. The heated fibers have a lower tendency to rebound, and the web is better able to maintain the desired density.

The heating of the web can include a subjecting of the web 12 to a temperature which  
5 operatively heats the superabsorbent material of the web to a temperature which within a predetermined percentage of a glass transition temperature of the superabsorbent material 32. In particular aspects, the heating temperature can be at least a minimum of about 80% of the glass transition temperature. The heating temperature can alternatively be at least about 90 % of the glass transition temperature, and optionally, can be at least  
10 about 95 % of the glass transition temperature of the superabsorbent material to provide improved efficiency. In other aspects, the heating temperature can be not more than a maximum of about 125% of the glass transition temperature. The heating temperature can alternatively be not more than about 107 % of the glass transition temperature, and optionally, can be at least about 105 % of the glass transition temperature of the  
15 superabsorbent material to provide improved benefits, such as reduced costs.

If the heated temperature of the superabsorbent material is too high, the material may excessively decompose, or otherwise undergo an undesired chemical change. If the heated temperature of the superabsorbent material is too low, there may be an excessive  
20 fracturing of the superabsorbent material.

Conventional techniques for softening an absorbent product, such as described in U.S.P. 4,605,402 to Iskra, have taught a desired crushing of the superabsorbent to attain the softness in the article. Conventional techniques for densifying absorbent webs using  
25 heated calender rolls and high pressures are described in U.S. Patent No. 5,252,275 and U.S. Patent No. 5,324,575. Such techniques have been employed to densify webs of crosslinked, high bulk fiber which may contain superabsorbent. The densifying pressures have been in the range of 800-115,000 psi ( $5.5 \times 10^3$  -  $7.9 \times 10^5$  KPa), and the heating temperatures have been between 60 °C and 180 °C.

30 Such high pressures can, however, adversely affect the superabsorbent. In a substantially dry composite, the superabsorbent is typically in a glassy, brittle state and will crack when subjected to high pressures. The cracking of the superabsorbent into smaller particles can be even more detrimental for a surface-crosslinked superabsorbent  
35 than for a bulk-crosslinked superabsorbent. With a surface-crosslinked superabsorbent,

the cracking of the particles can undesirably expose the more lightly crosslinked material in the center portions of the superabsorbent particles. The surface-crosslinked superabsorbents, however, are preferred for producing thin structures which contain higher amounts of superabsorbent. Examples of such structures are described in U.S.

- 5 Patent No. 5,147,343 by Kellenberger; and U.S. Patent No. 5,601,542 by Melius et al. As a result, the conventional softening and densifying techniques have been inadequate for producing the desired products.

10 In contrast to the conventional techniques, the compressing mechanism, such as provided by the representatively shown calendering rollers 22, can apply a selective pressure to the web 12 in a manner which operatively reduces the stiffness of the web while substantially avoiding an excessive damaging of the desired properties of the superabsorbent material in the web. In particular, the compressing mechanism can apply a selective pressure to the web 12 in a manner which operatively reduces the bulk of the web while substantially  
15 avoiding an excessive fracturing of the superabsorbent material. With reference to Fig. 1, the compressing of the web 12 can include a passing of the web through a nip between a pair of cooperating counter-rotating rollers, such as the representatively shown pair of calendering rollers 22 and 22a. The outer circumferential surfaces of the calendering rollers can be substantially smooth. Alternatively, the outer surfaces of the calendering  
20 rollers can be textured. For example, the outer surfaces of the calendering rollers 22 can include a predetermined pattern of circumferentially extending grooves. Alternatively, the surfaces of the calendering rollers can be textured with one or more conventional texturing patterns.

- 25 In particular aspects, the compressing of the web 12 can include a subjecting of the web to a selected compressing gap, which can be provided between compression plates, between compression rollers or any other operative compacting mechanism, as well as combinations thereof. The compressing gap can, for example, be selected to be substantially equal to or less than a median particle size of the superabsorbent material.  
30 In other aspects of the invention, the compressing gap can be selected to be less than about 2 mm, and may be selected to be less than about 1 mm. The compressing gap can alternatively be less than about 0.6 mm, and optionally, can be less than about 0.3 mm to provide improved benefits. The compressing gap can be generated by employing any convenient technique. For example, the compressing gap may be

generated between a pair of pressure plates, or may be generated in the nip area between a cooperating pair of counter-rotating rollers.

In further aspects, the compressing of the web 12 can be configured to provide a compressed web density of at least a minimum of about 0.2 g/cm<sup>3</sup>. The web density can alternatively be at least about 0.25 g/cm<sup>3</sup>, and optionally, can be at least about 0.3 g/cm<sup>3</sup>, or more, to provide improved benefits, such as improved flexibility or improved transport of liquids. In desired arrangements, the web density can be up to about 0.2 g/cm<sup>3</sup>, or more.

It should be readily appreciated that heated calendering rolls can be employed to both heat and compress the web 12. For example, a compressing and densification of the materials can be accomplished by using induction heated, calendering rolls. The rolls may have a diameter of 9.5 inch (24.1 cm), and may be heated to a temperature of up to about 400 °F (about 205 °C). In particular arrangements, the rolls can be operated to provide a speed of about 15 m/min, and can be positioned to provide a selected gap set between the rolls. Optionally, the speed provided by the rolls can be up to 185 m/min, or more. Additionally a selected force can be applied to press one of the rolls against its associated gap stop. Suitable rolls are available from Tokuden Co. a company having offices in Kyoto, Japan; or Tokuden, Inc. a company having offices in Norcross, Georgia.

In desired aspects, the web 12 can include a selected combination of fibrous material and superabsorbent material. In desired aspects, the composite material has not been subjected to a fiberizing and/or airlaying procedure during the production of the absorbent web 12. The fibrous material may include absorbent fibers, substantially nonabsorbent fibers, wettable fibers, substantially nonwetable fibers, cellulosic fibers, non-cellulosic fibers, natural fibers, or synthetic fibers, as well as combinations thereof. In particular aspects of the invention the structure of the absorbent web 12 can include at least a minimum of about 0.5 wt% superabsorbent material, as determined with respect to the total weight of the dry absorbent web. In selected products, such as articles configured for feminine care and light incontinence, the absorbent web 12 can alternatively include at least about 0.7 wt% superabsorbent material, and optionally, can include at least about 1 wt% superabsorbent material to provide improved benefits. In other selected products, such as articles configured for infant care diapers, child care training pants, and adult incontinence products, the absorbent web can include at least about 15 wt%

superabsorbent material, and optionally, can include at least about 30 wt% superabsorbent material to provide improved performance.

In other aspects of the invention, the absorbent web 12 can include not more than a maximum of about 90 wt% of superabsorbent material, as determined with respect to the total weight of the material in the dry absorbent web 12. In selected products, such as articles configured for feminine care and light incontinence, the absorbent web 12 can include not more than about 15 wt% superabsorbent material, and alternatively, can include not more than about 10 wt% superabsorbent to provide improved benefits.

Optionally, the absorbent web of such products can include not more than about 5 wt% superabsorbent material to provide desired benefits. In other selected products, such as articles configured for infant care diapers, adult incontinence garments and child care training pants, the absorbent web 12 can include not more than about 70 wt% superabsorbent material, and optionally, can include not more than about 60 wt% superabsorbent material to provide improved performance.

The superabsorbent material employed in the absorbent structures constructed with the present invention can be a polymeric gelling material, and the superabsorbent can be generally in the form of discrete particles. The particles can be of any desired shape, for example, spiral or semi-spiral, cubic, rod-like, polyhedral, at the like. Shapes having a large, greatest-dimension/smallest-dimension ratio, like needles, flakes, and fibers, are also contemplated for use herein. Optionally, conglomerates of particles of absorbent gelling material may also be used in absorbent structures produced with the present invention. Desired for use are particles having an average size of from about 5 microns to about 1 millimeter, and the particles can have various aspect ratios where the aspect ratio is determined by dividing the largest particle dimension by the smallest particle dimension. For particles with an aspect ratio greater than 2, such as flakes or fibers, the "particle size", as used herein, means the median value (length) determined from the individual, smallest length dimensions that bisect projected views of the individual particles. For particles with an aspect ratio less than 2, the "particle size" means the median value determined from the largest length dimensions that bisect projected views of the individual particles.

In desired aspects, the total amount of fiber material in the absorbent web 12 can be at least a minimum of about 10 wt%. The amount of fiber can alternatively be at least about

256

20 wt%, and optionally, can be at least about 30 wt%. In other aspects, , the total amount of fiber material in the absorbent web 12 can be not more than a maximum of about 99.5 wt%. The amount of fiber can alternatively be not more than about 90 wt%, and optionally, can be not more than about 70 wt%.

5

The material of the absorbent web 12 may or may not include a separately provided binder material, which is additional to the cellulosic fibers and superabsorbent polymer material. The amount of binder material in particular aspects of the invention can be at least about 0.001 wt%, as determined with respect to a total weight of the dry absorbent web. In other aspects, the amount of binder material can be provided in an amount of not more than about 25 wt%.

Where the binder material is a wet-strength agent, the amount of binder material can be at least about 0.002 wt%, and can optionally be at least about 0.05 wt% to provide improved performance. In further aspects, the amount of wet-strength agent can be not more than about 2 wt%. Additionally, the amount of wet-strength agent can alternatively be not more than about 1 wt%, and optionally, can be not more than about 0.07 wt% to provide improved benefits.

Where the binder material is an adhesive binder, the amount of binder material can be at least about 0.05 wt%. The amount of adhesive binder can alternatively be at least about 1 wt%, and optionally, can be at least about 5 wt% to provide improved performance. In additional aspects, the amount of adhesive binder can be not more than about 25 wt%. The amount of adhesive binder can alternatively be not more than about 20 wt%, and optionally, can be not more than about 15 wt% to provide improved benefits.

Where the binder material is an activated binder fiber, such as a thermoplastic fiber or a solvent activated fiber, the amount of binder fiber can be at least about 1 wt%. The amount of binder fiber can alternatively be at least about 1.5 wt%, and optionally, can be at least about 2 wt% to provide improved performance. In additional aspects, the amount of binder fiber can be not more than about 25 wt%. The amount of binder fiber can alternatively be not more than about 15 wt%, and optionally, can be not more than about 5 wt% to provide improved benefits.

257  
157

Where the binder material is a plasticizer, the amount of plasticizer can be at least about 1 wt%. The amount of plasticizer can alternatively be at least about 1.5 wt%, and optionally, can be at least about 2 wt% to provide improved performance. In additional aspects, the amount of plasticizer can be not more than about 25 wt%. The amount of plasticizer can alternatively be not more than about 15 wt%, and optionally, can be not more than about 5 wt% to provide improved benefits.

Another aspect of the present invention can include an absorbent web 12 which contains stiffened cellulose fibers in an amount which is at least about 20 wt% of the total amount of fibrous material in the absorbent web. The amount of stiffened cellulose fibers can alternatively be at least about 30 wt%, and can optionally be at least about 40 wt% to provide improved performance. In further aspects, the material of the absorbent web 12 can contain stiffened cellulose fibers in an amount which is not more than about 100 wt% of the total amount of fibrous material in the absorbent web. The amount of stiffened cellulose fibers can alternatively be not more than about 70 wt%, and can optionally be not more than about 60 wt% to provide improved performance.

Another aspect of the invention can include an absorbent web 12 which may contain substantially no fiber composed of hydrophilic, crimped, synthetic polymer material. The absorbent web may alternatively contain at least about 5 wt% of hydrophilic, crimped, synthetic fiber, as determined with respect to a total amount of fibrous material in the absorbent web, and may optionally contain at least about 10 wt% of hydrophilic, crimped, synthetic fiber to provide improved performance. In still other aspects, the absorbent web may contain not more than about 50 wt% of hydrophilic, crimped, synthetic fiber. The absorbent web 12 may alternatively contain not more than about 25 wt% of hydrophilic, crimped, synthetic fiber, and may optionally contain not more than about 20 wt% of hydrophilic, crimped, synthetic fiber to provide improved performance. The synthetic fiber can have a fiber length greater than about 2 mm.

In particular aspects of the invention, the web 12 has been wet-formed. In particular aspects, the web 12 has been wet-formed by employing a mixture of the superabsorbent material 32 and the selected fibrous material. For example, the web 12 can be wet-formed by employing a water-containing mixture of the superabsorbent material and the selected fibrous material. In still other aspects, the web 12 can be wet-formed by employing an aqueous, water-containing mixture of the superabsorbent material and the fibrous material, wherein the mixture has been provided in the configuration of a foam.

58

Examples of suitable wet-formed, superabsorbent-containing materials are described in U.S. patent application serial No. \_\_\_\_\_ entitled AN ABSORBENT ARTICLE WITH AN IMPROVED, WET-FORMED ABSORBENT by S. Melius et al. which was filed \_\_\_\_\_ (attorney docket No. 14,406), the entire disclosure of which is incorporated  
5 herein by reference in a manner which consistent herewith.

In the various aspects of the invention, the web 12 can be configured to have a basis weight that is sufficient to provide desired levels of performance, such as desired levels of absorbent capacity. In particular aspects, the basis weight can be at least a minimum of  
10 about 50 g/m<sup>2</sup>, and in desired arrangements may be at least about 100 g/m<sup>2</sup>. The basis weight can alternatively be at least about 400 g/m<sup>2</sup>, and optionally, can be at least about 750 g/m<sup>2</sup> to provided improved performance. In other aspects, the web basis weight can be not more than a maximum of about 1000 g/m<sup>2</sup> to provide other desired benefits.

15 The invention can be configured to provide a selected flexibility value to the web 12. The softness and flexibility of the absorbent material, particularly the wet-formed absorbent material, can be shown by an Edge-wise Compression (EC) value which reflects the softness or stiffness of the dry absorbent material. Accordingly, the Edge-wise Compression value can also reflect the flexibility or stiffness of the absorbent article  
20 between the legs of the wearer, and can provide an important indication of desired comfort and fit.

In particular aspects, the absorbent material can have a selected Edge-wise Compression, per basis weight, value (EC value). For various configurations, such as  
25 infant care, adult care, feminine care and child care products, the EC value of the absorbent material can be not more than a maximum of about 9 g/gsm, where the basis weight is expressed grams per square meter (gsm, or g/m<sup>2</sup>). Alternatively, the absorbent material can have a EC value of not more than about 6 g/gsm, and optionally, the absorbent material can have a EC value of not more than about 3 g/gsm to provide  
30 improved performance. If the EC value is greater than about 9 g/gsm, the dry absorbent material and the corresponding absorbent article can be too stiff.

For particular configurations, such as infant care and child care products, the absorbent material can have an Edge-wise Compression, per basis weight, value (EC value) of not  
35 more than a maximum of about 3 g/gsm, where the basis weight is expressed grams per

259

square meter (gsm or g/m<sup>2</sup>). Alternatively, the absorbent material can have a EC value of not more than about 2 g/gsm, and optionally, the absorbent material can have a EC value of not more than about 1 g/gsm to provide desired performance. If the EC value for such products is greater than about 3 g/gsm, the dry absorbent material and the corresponding absorbent article can again be too stiff.

In other aspects of the invention, the absorbent material can have an EC divided by basis weight value (EC value) of at least a minimum of about 0.3 g/gsm. Alternatively, the absorbent material can have a EC value of at least about 0.4 g/gsm, and optionally, the absorbent material can have a EC value of at least about 0.5 g/gsm to provide further benefits.

#### Edge-wise Compression Value

The method by which the Edge-wise Compression (EC) value can be determined is set forth below. A 2 inch by 12 inch (5.1 cm x 30.5 cm) piece of absorbent material is cut with its longer dimension aligned with the longitudinal direction of the product or raw material web. The weight of the sample is determined. The thickness of the material is determined under a 0.2 psi ( 1.38 KPa) load. The material is formed into a cylinder having a height of 2 inches (5.1 cm), and with the two ends having 0 - 0.125 inch (0 - 3.18 mm) overlap, the material is stapled together with three staples. One staple is near the middle of the width of the product, the other two nearer each edge of the width of the material. The longest dimension of the staple is in the circumference of the formed cylinder to minimize the effect of the staples on the testing.

An INSTRON tester, or similar instrument is configured with a bottom platform, a platen larger than the circumference of the sample to be tested and parallel to the bottom platform, attached to a compression load cell placed in the inverted position. The specimen is placed on the platform, under the platen. The platen is brought into contact with the specimen and compresses the sample at a rate of 25 mm/min. The maximum force obtained in compressing the sample to 50% of its width (1 inch) (2.54 cm) is recorded.

If the material buckles, it is typical for the maximum force to be reached before the sample is compressed to 50%. In a product where the length of the absorbent is less than 12 inches (30.5 cm), the EC value of the material can be determined in the following

260

manner. A detailed discussion of the edge-wise compression strength has been given in The Handbook Of Physical And Mechanical Testing Of Paper And Paperboard,

Richard E. Mark editor, Dekker 1983, (Vol. 1). Based on theoretical models governing buckling stresses, in the Edge-wise Compression configuration described, the buckling

5 stress is proportional to  $E \cdot t^2 / (H^2)$  with the proportionality constant being a function of  $H^2 / (R \cdot t)$  where E is the Elastic modulus, H is the height of the cylinder, R is the radius of the cylinder, and t is the thickness of the material. Expressing the stress in terms of force per basis weight, it can be shown that the parameter that needs to be maintained constant is  $H^2 / R$ . Therefore, for a sample that is smaller than 12 inches (30.5 cm), the largest  
10 possible circle should be constructed and its height (width of the sample being cut out) adjusted such that  $H^2 / R$  equals 2.1 inches (5.3 cm).

The following Examples are presented to provide a more detailed understanding of the invention, and are not intended to limit the scope of the invention.

#### 15 Examples

Wet-laid, superabsorbent-containing, composite materials in the following Examples were prepared with the following technique. The fiber furnish was prepared by hydropulping  
20 together the regular and crosslinked, cellulose pulps (bleached southern softwood kraft pulp CR0054 from Kimberly-Clark Corp.; bleached eucalyptus kraft pulp from Aracruz Cellulose SA; and NHB416 crosslinked pulp from Weyerhaeuser Corp.). Generally stated, the hydropulping process includes a dispersing of the fibrous material in water, and an agitation of the resulting mixture. The hydropulping was conducted at an ambient room  
25 temperature to a 3% consistency. If a wet-strength agent or binder material, such as KYMENE binder, was added, it was done at the hydropulping stage. For example, KYMENE binder can be added in the amount of 10 pounds of KYMENE binder solids per 1 metric ton of furnish. Because of the difficulty of opening the crosslinked fibers, the hydropulping was normally done for one hour. A suitable device for hydropulping the  
30 fibrous materials is a 10 gallon, laboratory model, hydropulper available from Adirondack Machine Corp, a business having offices located in Glen Falls, NY, or a substantially equivalent system.

The handsheets were formed using a SERIES 9000 computerized handsheet former,  
35 available from M/K Systems, a business having offices in Danvers, MA. The forming wire

201  
fabric in the forming chamber of the handsheet former was composed of 90 x 90 mesh, stainless steel.

The handsheet forming process included a pumping of about one gallon of fresh water  
5 into the forming chamber (about 1 second of flow). Sufficient furnish was pumped into the forming chamber to provide the final handsheet (with superabsorbent) with a basis weight of about 400 gsm ( $\text{g/m}^2$ ). Additional water was added to dilute the resulting stock. If it was desirable to slow the swelling of the superabsorbent polymer (SAP) material, this additional water was composed of ice water (at a temperature of 2 °C). The fiber was  
10 thoroughly agitated in the forming chamber, and superabsorbent polymer material was added during the agitation. The addition of the superabsorbent occurred at the beginning of the agitation, if a large amount of superabsorbent swelling was desirable; and occurred near the end of the agitation, if a small amount of superabsorbent swelling was desirable. The contents of the forming chamber were allow to settle for 2 seconds, and were then  
15 drained. The resulting sheet was de-watered, and then dried at a temperature of 105 °C.

Sheets with sufficiently high integrity could be automatically de-watered by the former, then picked off the felt in the former and placed on a stainless steel screen for oven drying. The sheets can, for example, be de-watered with a vacuum de-watering system.  
20 Sheets which did not have enough integrity to be automatically de-watered were handled manually. During the manual handling, the automated process was paused at the drainage stage, and the handsheet was further consolidated with blotters and a rolling weight. The sheet was then transferred by hand from the forming screen directly onto a drying screen.

25 Examples of wet, foam-formed composite materials constructed from a foamed fiber slurry were produced with the following technique. The foam-forming technique employed the equipment and procedures employed to produce the wet-laid absorbent composite materials, except that at the stage where the fiber slurry is agitated in the forming  
30 chamber, the equipment was placed on hold -- that is the agitation was continued until a command was entered to stop it. Particulate superabsorbent polymer material was added to the forming chamber, followed by an addition of 9.5 wt% of surfactant, based on the combined dry weight of fiber and superabsorbent. The surfactant used was REXENE KB obtained from ICI Surfactants, a business having offices located in Wilmington, Delaware.  
35 The resultant superabsorbent polymer and fiber slurry foamed vigorously due to the air

262

bubble agitation. A hand mixer was used to break the large bubbles into a finer, more uniform foam. When the slurry appeared stable (after approximately 45 seconds of agitation), drainage was begun. The formed sheet was extremely weak and was lifted off the wire by sliding a sheet of polypropylene spunbonded fabric between the wire and the composite and using this fabric to support the formed sheet during the transfer to a drying rack. Drying was conducted at a temperature of 105 °C, as noted above for the wet-laid absorbent materials.

In many of the examples, the various wet-formed samples, as prepared, were too stiff for purposes of the present invention. Accordingly, the excessively stiff materials were further modified by various softening methods. These methods included a humidification of the materials, a mechanical softening through a nip between a pair of matched grooved rolls, and/or a compressing of the materials through a nip between a pair of heated calendering rollers, as well as various combinations of these methods.

Samples that were humidified were placed in a controlled humidity chamber at 80% Relative Humidity and 100 °F (38°C) for 24-65 hours, then conditioned at 50% ± 2% relative humidity, and 73.4 °F ± 1.8 °F ( 23 °C ± 1 °C). Resulting moisture pickup after conditioning is noted in TABLES 4 and 5.

The mechanical flexing of the materials can be achieved with a set of matched grooved rolls 70 and 70a. As representatively shown in Figs. 2 and 3, each of the counter-rotating grooved rollers 70 and 70a includes an alternating series of cooperating peaks 72 and lands 76. The width 78 of the peak is 0.031 inch ( 0.79 mm), the width 80 of the land is 0.094 inch ( 2.39 mm). The height 82 of the peak (or equivalently, the depth of the land) is 0.09 inch ( 2.29 mm). The center-to-center distance 84 between adjacent peaks that are on the same roller is 0.125 inch ( 3.18 mm). The peaks of one roll are substantially centered in the lands of the other, matched roll. The "engagement" 90 between the rollers 70 and 70a is measured as the distance from the peak provided by the first roll to the adjacently positioned peak provided by the second roll when the peaks of one roll penetrate into the grooves of the matched roll. A "gap" is measured when the peaks of one roller do not penetrate into the grooves of the second roller. The amount of engagement between the grooves of the softening rolls is indicated in TABLES 2 and 5.

263

A compressing and densification of the materials was accomplished using a pair of induction heated, calendering rolls of 9.5 inch (24.13 cm) diameter, at a speed of 50 ft/min (15.24 m/min), at a temperature of 220 - 225 °F (104 - 107 °C), and with the gap between the rolls set as specified in TABLES 3 and 5. The samples were between 6 and 7 inches (15.2 cm - 17.9 cm) in width along the axial length of the rolls. The pressure applied to the rolls and the weight of the rolls themselves resulted in a force of 4380 lb (1987 kg) on the samples. The resulting gap when the sample was passed through the calender was not measured. It would be equivalent to or larger than the gap that was set prior to calendering. If the pressure provided by the rolls was insufficient to prevent the rolls from lifting off their associated gap stops, the resulting gap would be larger. Suitable calendering rolls are available from Tokuden Co. a company having offices in Kyoto, Japan; or Tokuden, Inc. a company having offices in Norcross, Georgia.

#### Examples 1A through 16B:

The superabsorbent (SAP) used for all of the Examples was FAVOR SXM 880 superabsorbent available from Stockhausen, Inc. Where a KYMENE binder was employed, the binder was KYMENE 557LX available from Hercules, Inc. of Wilmington, Delaware. The KYMENE binder was used in the amount of 10 pounds of KYMENE binder solids per 1 metric ton of furnish for all Examples; except for Examples 13A, 13B, 13C and 13D, in which the KYMENE binder was not added. A BEROCEL 596 debonding agent, available from Eka Chemicals, a business having offices located at Marietta, Georgia, was used in Example 4A only. The BEROCEL debonding agent was added to the mixture before agitation by employing an air stream blown into the forming chamber.

Examples 1A through 6A were made according to the above-described procedure using room temperature water. Examples 7A through 15A were made according to the above procedure using ice water to slow the swelling of the superabsorbent. Example 16A is an example of a wet-formed material produced with the foamed fiber slurry process.

TABLE 1 shows the composition and resulting Edge-wise Compression value and density of the listed examples. Examples 1A and 4A are examples that would be useful in the present invention. The other examples are given for the purposes of comparison to the modified materials, as described in TABLES 2, 3, 4, and 5.

264

**TABLE 1**

| <b>Example</b> | <b>SAP</b> | <b>NHB416</b> | <b>CR0054</b> | <b>Eucalyptus</b> | <b>EC Value</b> | <b>DENSITY</b>            |
|----------------|------------|---------------|---------------|-------------------|-----------------|---------------------------|
|                | <b>%</b>   | <b>%</b>      | <b>%</b>      | <b>%</b>          | <b>(g/gsm)</b>  | <b>(g/cm<sup>3</sup>)</b> |
| 1A             | 60         | 22            | 18            | 0                 | 5.97            | 0.08                      |
| 2A             | 40         | 33            | 27            | 0                 | 11.1            | 0.07                      |
| 3A             | 25         | 41.25         | 33.75         | 0                 | 19.05           | 0.07                      |
| 4A             | 24         | 22.8          | 53.2          | 0                 | 7.06            | 0.05                      |
| 5A             | 24         | 22.8          | 53.2          | 0                 | 12.64           | 0.07                      |
| 6A             | 15         | 46.75         | 38.25         | 0                 | 25.75           | 0.06                      |
| 7A             | 60         | 18            | 22            | 0                 | 11.14           | 0.09                      |
| 8A             | 60         | 22            | 18            | 0                 | 19.14           | 0.1                       |
| 9A             | 40         | 60            | 0             | 0                 | 12.27           | 0.07                      |
| 10A            | 40         | 36            | 24            | 0                 | 26.44           | 0.09                      |
| 11A            | 40         | 27            | 33            | 0                 | 25.15           | 0.08                      |
| 12A            | 40         | 0             | 60            | 0                 | 34.88           | 0.09                      |
| 13A            | 40         | 0             | 60            | 0                 | 21.86           | 0.08                      |
| 14A            | 40         | 0             | 0             | 60                | 18.92           | 0.09                      |
| 15A            | 40         | 0             | 30            | 30                | 32.13           | 0.12                      |
| 16A            | 25         | 22.5          | 52.5          | 0                 | 4.52            | 0.05                      |

265

TABLE 2 shows the effect of softening of the materials with matched grooved rolls: The unsoftened material (designated with a suffix "A") is shown for comparison to the softened material (designated with a suffix "B", "C" or "D").

5 **TABLE 2**

| <b>Example</b> | <b>Softening Roll Engagement (mm)</b> | <b>Number of passes through Softening Roll</b> | <b>EC Value (g/gsm)</b> | <b>DENSITY (g/cm<sup>3</sup>)</b> |
|----------------|---------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| 1A             | -                                     | -                                              | 5.97                    | 0.08                              |
| 1B             | 0.762                                 | 1                                              | 1.78                    | 0.15                              |
| 1C             | 1.016                                 | 1                                              | 1.83                    | 0.16                              |
| 1D             | 1.270                                 | 1                                              | 1.66                    | 0.16                              |
| 2A             | -                                     | -                                              | 11.1                    | 0.07                              |
| 2B             | 1.270                                 | 1                                              | 3.39                    | 0.14                              |
| 2C             | 1.778                                 | 1                                              | 3.68                    | 0.15                              |
| 7A             | -                                     | -                                              | 11.14                   | 0.09                              |
| 7B             | 1.270                                 | 1                                              | 3.41                    | 0.18                              |
| 8A             | -                                     | -                                              | 19.14                   | 0.1                               |
| 8B             | 1.270                                 | 1                                              | 7.07                    | 0.16                              |
| 9A             | -                                     | -                                              | 12.27                   | 0.07                              |
| 9B             | 1.270                                 | 1                                              | 5.77                    | 0.13                              |
| 10A            | -                                     | -                                              | 26.44                   | 0.09                              |
| 10B            | 1.778                                 | 1                                              | 8.03                    | 0.17                              |
| 13A            | -                                     | -                                              | 21.86                   | 0.08                              |
| 13B            | 1.778                                 | 1                                              | 7.6                     | 0.19                              |
| 14A            | -                                     | -                                              | 18.92                   | 0.09                              |
| 14B            | 1.778                                 | 1                                              | 3.68                    | 0.14                              |
| 14C            | 1.778                                 | 2                                              | 1.43                    | 0.16                              |

208

TABLE 3 shows the effect of softening by Heated Calendering. The unsoftened material (designated with the suffix "A") is shown for comparison to the softened material.

TABLE 3

| Example | Calender Gap<br>(mm) | EC Value<br>(g/gsm) | DENSITY<br>(g/cm <sup>3</sup> ) |
|---------|----------------------|---------------------|---------------------------------|
| 4A      | -                    | 7.06                | 0.05                            |
| 4B      | 1.016                | 4.65                | 0.1                             |
| 4C      | 0.762                | 3.95                | 0.13                            |
|         |                      |                     |                                 |
| 5A      | -                    | 12.64               | 0.07                            |
| 5B      | 1.016                | 8.3                 | 0.12                            |
| 5C      | 0.762                | 7.46                | 0.15                            |
|         |                      |                     |                                 |
| 16A     | -                    | 4.52                | 0.05                            |
| 16B     | 0.762                | 2.27                | 0.15                            |

TABLE 4 shows softening by humidification. The unsoftened material (having the suffix "A") is shown for comparison to the softened material.

TABLE 4

| Example | Moisture<br>Pickup (wt%) | EC Value<br>(g/gsm) | DENSITY<br>(g/cm <sup>3</sup> ) |
|---------|--------------------------|---------------------|---------------------------------|
| 1A      | -                        | 5.97                | 0.08                            |
| 1E      | 3                        | 3.37                | 0.08                            |

TABLE 5 shows softening by a combination of methods. The unsoftened material (designated with the suffix "A") is shown for comparison to the softened material. A dash ("—") in the table means that the softening process was not done on that example. Where samples were subjected to multiple softening steps, the steps were conducted in the order (from left to right) listed in the Table (e.g. humidified, softening rolls, heated calender rolls).

267

TABLE 5

| Example | Moisture Pickup (wt%) | Softening Roll Engagement (mm) | Number of passes through Softening Roll | Calender Gap (mm) | EC Value (g/gsm) | DENSITY (g/cm <sup>3</sup> ) |
|---------|-----------------------|--------------------------------|-----------------------------------------|-------------------|------------------|------------------------------|
| 1A      | -                     | -                              | -                                       | -                 | 5.97             | 0.08                         |
| 1F      | 3                     | 0.762                          | 1                                       | -                 | 2.51             | 0.17                         |
| 1G      | 3                     | 1.016                          | 1                                       | -                 | 1.4              | 0.18                         |
| 1H      | 5                     | -                              | -                                       | 0.762             | 2.99             | 0.26                         |
| 1I      | 5                     | -                              | -                                       | 1.016             | 2.26             | 0.26                         |
| 2A      | -                     | -                              | -                                       | -                 | 11.1             | 0.07                         |
| 2D      | 5                     | 0.762                          | 1                                       | -                 | 5.82             | 0.15                         |
| 2E      | 5                     | 1.270                          | 1                                       | -                 | 5.94             | 0.17                         |
| 2F      | 5                     | -                              | -                                       | 1.270             | 4.64             | 0.19                         |
| 3A      | -                     | -                              | -                                       | -                 | 19.05            | 0.07                         |
| 3B      | 11                    | 0.762                          | 2                                       | -                 | 5.34             | 0.17                         |
| 3C      | 11                    | 1.778                          | 2                                       | -                 | 4.37             | 0.19                         |
| 4A      | -                     | -                              | -                                       | -                 | 7.06             | 0.05                         |
| 4D      | 0.3                   | -                              | -                                       | 1.016             | 2.21             | 0.11                         |
| 4E      | 0.3                   | -                              | -                                       | 0.762             | 2.36             | 0.16                         |
| 5A      | -                     | -                              | -                                       | -                 | 12.64            | 0.07                         |
| 5D      | 1                     | -                              | -                                       | 1.016             | 4.15             | 0.13                         |
| 5E      | 1                     | -                              | -                                       | 0.762             | 4.54             | 0.16                         |
| 6A      | -                     | -                              | -                                       | -                 | 25.75            | 0.06                         |
| 6B      | 9                     | 0.762                          | 2                                       | -                 | 8.12             | 0.17                         |
| 6C      | 9                     | 1.778                          | 2                                       | -                 | 5.53             | 0.18                         |
| 7A      | -                     | -                              | -                                       | -                 | 11.14            | 0.09                         |
| 7C      | 18                    | 1.270                          | 1                                       | -                 | 3.02             | 0.19                         |
| 8A      | -                     | -                              | -                                       | -                 | 19.14            | 0.1                          |
| 8C      | 18                    | 1.270                          | 1                                       | -                 | 5.5              | 0.2                          |
| 9A      | -                     | -                              | -                                       | -                 | 12.27            | 0.07                         |
| 9C      | 6                     | 1.270                          | 1                                       | -                 | 3.66             | 0.18                         |
| 9D      | 6                     | 1.270                          | 1                                       | 1.270             | 3.69             | 0.19                         |
| 10A     | -                     | -                              | -                                       | -                 | 26.44            | 0.09                         |
| 10C     | 10                    | 1.778                          | 1                                       | -                 | 6.79             | 0.18                         |
| 11A     | -                     | -                              | -                                       | -                 | 25.15            | 0.08                         |
| 11B     | 14                    | 1.778                          | 1                                       | -                 | 6.85             | 0.19                         |
| 12A     | -                     | -                              | -                                       | -                 | 34.88            | 0.09                         |
| 12B     | 7                     | 1.778                          | 1                                       | -                 | 8.5              | 0.21                         |
| 13A     | -                     | -                              | -                                       | -                 | 21.86            | 0.08                         |
| 13C     | 6                     | 1.778                          | 1                                       | -                 | 6.19             | 0.22                         |
| 13D     | 6                     | 1.778                          | 1                                       | 1.270             | 6.26             | 0.23                         |
| 14A     | -                     | -                              | -                                       | -                 | 18.92            | 0.09                         |
| 14D     | 7                     | 1.778                          | 1                                       | -                 | 5.18             | 0.17                         |
| 14E     | 7                     | 1.016                          | 2                                       | -                 | 2.69             | 0.16                         |
| 15A     | -                     | -                              | -                                       | -                 | 32.13            | 0.12                         |
| 15B     | 6                     | 1.270                          | 2                                       | -                 | 6.75             | 0.19                         |
| 15C     | 6                     | 1.778                          | 2                                       | -                 | 5.41             | 0.2                          |

279  
268Examples 17A through 19C

In Examples 17A through 19C, the superabsorbent material used was FAVOR SXM 880 obtained from Stockhausen, Incorporated. For the superabsorbent testing, a sample was  
5 taken from granules that pass through a U.S. standard 30 mesh sieve and are retained on a U.S. standard 50 mesh sieve (300-600 microns nominal size range).

The as-received superabsorbent samples 18A through 18C were kept in a controlled humidity environment at a 50% Relative Humidity (RH), and 23 °C temperature. The  
10 lower moisture samples 17A through 17C were prepared by thinly spreading a quantity of the superabsorbent in a shallow pan, and placing each sample in a temperature controlled room at a relative humidity of less than 20 % and a temperature of 130 °F (54 °C) for 27 hours. The higher moisture samples 19A through 19C were prepared by placing each sample in a humidity controlled room at a 80% RH, and a 100 °F (38°C) temperature for  
15 3 hours.

After conditioning the superabsorbent to the selected moisture levels overnight, an individual test sample was prepared by spreading a 1 gram quantity of superabsorbent over an area of about 45.6 cm<sup>2</sup>, onto a piece of weighing paper. A suitable weighing  
20 paper is Baxter Scientific Products, S/P brand weighing paper, catalog number B2040-2, measuring 4 inch x 4 inch (10.2 cm x 10.2 cm), which is available from Baxter Healthcare Corp, McGaw Park, Illinois. A second piece of weighing paper was placed on top of the superabsorbent, and the assembled sample was placed onto the bottom plate of a flat Carver press. Shims of 0.127 mm thickness were placed on the bottom plate to provide  
25 gap-stops. Accordingly, when the top and bottom plates of the Carver press contacted the shims, the gap between the plates was 0.127 mm. A suitable press is a Carver laboratory Press Model 25-15HC (Catalog No. 3977), available from Fred S. Carver, Inc., Wabash, Indiana.

30 Each compressed sample was compacted for 10 seconds with a force of 10,000 pounds (44,450 N). Samples 17A, 18A and 19A were compressed at room temperature (73 °F). Samples 17B, 18B and 19B were tested with the Carver press plates at a temperature of 200 °F. For the higher temperature samples, each samples was left on the bottom plate for about 30 seconds prior to compression to ensure they were near the temperature of  
35 the plates.

730  
269

The superabsorbent in each sample was conditioned at a 50 % RH and a 23 °C temperature prior to Absorbency-Under-Load (AUL) testing. Moisture levels were determined after conditioning to convert absorbency calculations to a dry weight basis. The resulting data are summarized in TABLE 6, and in the graph of Fig. 5.

5

**TABLE 6**  
Compressed Superabsorbent Samples  
Effect of Temperature and Pressure On Absorbency Under Load at 0.9 psi (6.2 KPa)

| Sample | Moisture when compressed (wt%) | Temperature When Compressed | AUL (grams of saline per gram dry superabsorbent) |
|--------|--------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------|
| 17A    | 0.6                            | 73 °F (23 °C)               | 18.5                                              |
| 18A    | 1.1                            | 73 °F (23 °C)               | 19.3                                              |
| 19A    | 12.0                           | 73 °F (23 °C)               | 22.9                                              |
| 17B    | 0.6                            | 200 °F (93 °C)              | 21.3                                              |
| 18B    | 1.1                            | 200 °F (93 °C)              | 22.1                                              |
| 19B    | 12.0                           | 200 °F (93 °C)              | 24.4                                              |

10

Uncompressed samples (controls) were conditioned to the three described moisture levels, but were not compressed. The samples of the control superabsorbent were then conditioned at a 50% RH and a 23 °C temperature prior to AUL testing, and moisture levels were determined after conditioning to convert absorbency calculations to a dry weight basis. The resulting data are summarized in TABLE 7, and in the graph of Fig. 5.

15

**TABLE 7**  
Uncompressed Superabsorbent Samples  
Absorbency Under Load at 0.9 psi (6.2 KPa) for "Control" Superabsorbent

| Sample | Moisture (wt%) | AUL (grams of saline per gram dry superabsorbent) |
|--------|----------------|---------------------------------------------------|
| 17C    | 0.6            | 24.2                                              |
| 18C    | 1.1            | 24.4                                              |
| 19C    | 12.0           | 24.3                                              |

20

It can be seen that when no heat or moisture is added to the superabsorbent material, the as-received superabsorbent can suffer significant damage when it is compressed. For example, the compressed as-received sample (e.g. Sample 18A) exhibited a degraded, low AUL value, as compared to its control sample (e.g. Sample 18C). Additionally, it can be seen that reducing the moisture content in the superabsorbent has a small effect on the superabsorbent properties. For example, the compressed, low-moisture

25

270

superabsorbent (e.g. Sample 17A) provided AUL values that are similar to, but less than, the AUL values provided by the compressed, as-received superabsorbent (e.g. Sample 18A).

- 5 Increasing the moisture content without adding heat can help to reduce damage to the superabsorbent. For example, the compressed high-moisture sample (e.g. Sample 19A) exhibited a higher AUL value than the compressed low-moisture sample (e.g. Sample 17A). Adding heat without increasing the moisture content can also help to reduce damage to the superabsorbent. For example, the compressed high-temperature
- 10 sample (e.g. Sample 18B) exhibited a higher AUL value than the compressed low-temperature sample (e.g. Sample 18A).

- Increasing both the moisture content and the temperature of the superabsorbent, however, can advantageously result in substantially no damage to the superabsorbent
- 15 material. For example, the compressed high-moisture-high-temperature sample (e.g. Sample 19B) provided a similar AUL as its control sample (e.g. Sample 19C).

#### Example 20

- 20 Samples of 27 composites were constructed to include superabsorbent and woodpulp fluff fibers. The composites were airformed in a substantially homogeneous mixture with a nominal total basis weight of 400 g/m<sup>2</sup>. 40 wt% of the composite was superabsorbent, and 60 wt% was woodpulp fibers. The superabsorbent was FAVOR SXM 880, obtained from Stockhausen, Incorporated, and the pulp was CR 1654, a bleached southern
- 25 softwood kraft pulp obtained from Kimberly-Clark Corp. The composite samples were conditioned in controlled temperature and humidity environments to provide the desired moisture levels in the composites. The composites were then compacted between a pair of compression rollers at selected pressures in the manner described for Examples 1A-16A. The compressing force was applied to the rolls when the rolls were at an initial gap
- 30 of zero. The composites measured 8 inches (20.3 cm) in width along the axial dimension of the compression rollers. The compacting parameters and the resulting density data are summarized in TABLES 8, 9 and 10.

271

TABLE 8

Density of Compressed Composite (g/cm<sup>3</sup>)

| Temperature of<br>compression rollers<br>75 °F (24 °C) | Moisture Content of Composite |           |           |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------|-----------|
| Compression<br>(Newtons per linear meter)              | 0.65 wt %                     | 10.5 wt % | 35.3 wt % |
| 1000                                                   | 0.11                          | 0.14      | 0.18      |
| 5400                                                   | 0.16                          | 0.24      | 0.29      |
| 9800                                                   | 0.21                          | 0.31      | 0.39      |

TABLE 9

Density of Compressed Composite (g/cm<sup>3</sup>)

| Temperature of<br>compression rollers<br>200 °F (93 °C) | Moisture Content in Composite |           |           |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------|-----------|
| Compression<br>(Newtons per linear meter)               | 0.65 wt %                     | 10.5 wt % | 35.3 wt % |
| 1000                                                    | 0.12                          | 0.14      | 0.22      |
| 5400                                                    | 0.17                          | 0.25      | 0.37      |
| 9800                                                    | 0.22                          | 0.33      | 0.43      |

TABLE 10

Density of Compressed Composite (g/cm<sup>3</sup>)

| Temperature of<br>compression rollers<br>300 °F (149 °C) | Moisture Content in Composite |           |           |
|----------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------|-----------|
| Compression<br>(Newtons per linear meter)                | 0.65 wt %                     | 10.5 wt % | 35.3 wt % |
| 1000                                                     | 0.12                          | 0.15      | 0.21      |
| 5400                                                     | 0.18                          | 0.3       | 0.38      |
| 9800                                                     | 0.23                          | 0.38      | 0.5       |

In TABLES 8 through 10, the 0.65 wt% moisture level in the composite corresponds to a 0.6 wt% moisture level in the corresponding superabsorbent material of that composite; the 10.5 wt% moisture level in the composite corresponds to a 1.1 wt% moisture level in the superabsorbent material; and the 35.3 wt% moisture level in the composite corresponds to a 12 wt% moisture level in the corresponding superabsorbent material.

233  
232

TABLES 8 through 10 show that increasing the temperature of the compression rollers to increase the temperature of the superabsorbent material in the composite can help to increase the compressed density of the composite when the compacting is conducted at a given pressure. In addition, the TABLES show that increasing the moisture content of the composite to increase the moisture level in the superabsorbent material can help to increase the compressed density of the composite when the compacting is conducted at a given temperature. Accordingly, a target density can be achieved at a lower pressure by adding heat and/or moisture to the composite. The resulting plasticization of the superabsorbent material and the lower pressure employed during compacting can substantially avoid excessive damage to the superabsorbent material.

### Examples 21 - 23

Samples of FAVOR 880 superabsorbent material having a 300  $\mu\text{m}$  - 600  $\mu\text{m}$  particle size range were examined to determine the effects of compressive forces on the superabsorbent. With reference to Figs. 6 and 6A, a first sample (Example 21) was composed of particles of dry superabsorbent material. The sample was placed between a pair of glass microscope slides, and the slides were pressed together with a mild, finger-applied force to compact the superabsorbent. Fig. 6 shows the superabsorbent particles prior to compression, and Fig. 6A shows that the compression readily shattered the superabsorbent particles.

A second sample (Example 22) was composed of particles of superabsorbent material which had been conditioned in an environment having a 50 % RH and a 23 °C temperature. With reference to Figs. 7 and 7A, the sample was placed between a pair of glass microscope slides and the slides were forced together. An increased force was required to press the slides to a gap of 50  $\mu\text{m}$  to compact the superabsorbent. Fig. 7 shows the superabsorbent particles prior to compression, and Fig. 7A shows that, after compression, the superabsorbent in this sample had been able to withstand the greater applied pressure with minimal breakage.

A third sample (Example 23) was composed of particles of superabsorbent material which had been conditioned in a 80 % RH and a 100 °F (38 °C) environment for 24 hours. Fig. 8 shows the dry superabsorbent, and Fig. 8A shows that, after conditioning, the superabsorbent particles have enlarged slightly. The sample was placed between a pair

273

of glass microscope slides and the slides were pressed together with a mild, finger-applied force. Fig. 8B shows the deformation of the superabsorbent particles during compression, and Fig. 8C shows that, after compression, the superabsorbent particles in this sample had immediately rebounded when the compressing force was released.

- 5 Fig. 8D shows that, approximately 5 minutes after the compressing force was released, the superabsorbent particles in this sample had rebounded to substantially their original size and shape.

#### Examples 24 - 25

10

Two composite samples were composed of superabsorbent particles and wood pulp fluff, and were constructed employing FAVOR 880 superabsorbent. The samples were constructed in accordance with the description in Example 20. The first composite sample (Example 24) was conditioned at a relative humidity of less than 20 % and a temperature of 130 °F (54 °C) to provide a 0.65 wt% moisture level in the composite. The other composite sample (Example 25) was conditioned in a high humidity environment of 80 % RH and 100°F (38 °C) temperature for a period of 24 hours prior to compression to provide a moisture level of 35.3 wt%. The typical structure and condition of a composite sample prior to compressing and compacting are representatively shown in Figs. 9 and 9A. The samples of Examples 24 and 25 were highly compressed by passing each sample through a 0.012 inch (0.3 mm) gap between a pair of cylindrical, metal compression rollers. The composite samples measured 4 inch (10.2 cm) in their cross-directional width (along the axial dimension of the compression rollers), and were passed through the compression gap at a speed of 113 ft/min (34 m/min).

25

Figs. 10 through 10B representatively show the fibers 50 and superabsorbent particles 32 in the compressed composite of Example 24, which contained the relatively dry superabsorbent. When the superabsorbent particles are contained in the woodpulp fluff matrix, the fluff fibers can have a cushioning effect when the structure is compressed, as evidenced by observing how the fibers have been molded around the particles. Consequently, some particles can survive without fracturing, but many of the particles are fractured, e.g. cracked or broken.

30

Figs. 11 through 11C representatively show the fibers 50 and superabsorbent particles 32 in the compressed composite of Example 25, which contained the humidified, high-

35

moisture-content superabsorbent. The humidified superabsorbent particles became rubbery, and deformed greatly without breaking. Additionally, the superabsorbent particles rebounded to substantially their original size and shape once the compressing forces were released. The rebounding force of the particles was evidently great enough to spread the compacted fluff fibers apart, e.g. in the z-direction. The combined effect of the lateral spreading of the superabsorbent particles under compression and the z-direction expansion of the matrix as the superabsorbent particles regained their shape advantageously generated spaces in the fluff matrix in the regions that are immediately adjacent to the particles (e.g. Figs. 11). Consequently, the fibers above and below the particles remained very compressed, and the fluff laterally between particles was relatively less compressed.

#### Moisture Content of Superabsorbent

For the purposes of the present disclosure the moisture content of superabsorbent can be determined by drying a 5 gram sample of the "wet" superabsorbent in an oven at 105 °C for 3 hours. The percent moisture can be calculated by employing the following formula:

$$\text{Percent Moisture} = 100 * (Wt_{\text{wet}} - Wt_{\text{dry}}) / Wt_{\text{wet}}$$

#### Moisture Content of Composites

For the purposes of the present disclosure the moisture content of the superabsorbent and fluff composite was determined by drying a sample of the "wet" composite in an oven at 105 °C for 18 hours. The percent moisture can be calculated by employing the following formula:

$$\text{Percent Moisture} = 100 * (Wt_{\text{wet}} - Wt_{\text{dry}}) / Wt_{\text{wet}}$$

#### Absorbency Under Load

A suitable technique for determining the Absorbency Under Load at a pressure of 0.9 psi (6.2 KPa) is described in detail in U.S. Patent No. 5,601,542 entitled ABSORBENT COMPOSITE by M. K. Melius et al. granted February 11, 1997, the entire disclosure of which is hereby incorporated by reference in a manner that is consistent herewith. For the purposes of the present disclosure, a 400 mesh stainless steel wire cloth was substituted for the 100 mesh wire cloth adhered on the bottom of the AUL-test cylinder cup. The 400 mesh screen was employed to better contain the particles that might have

280  
275

been crushed and fallen through the 100 mesh screen. In addition, only the 0.9 psi AUL needs to be determined.

In accordance with the above-described AUL procedure, the amount (in grams) of liquid  
5 picked up after 60 minutes, divided by the weight of the sample (0.160 gram) is the AUL  
value in grams of liquid picked up per gram of sample (g/g). On a dry weight basis, the  
moisture level of the superabsorbent was measured independently and the weight of the  
superabsorbent in the denominator was adjusted accordingly: the amount of liquid picked  
up after 60 minutes, divided by the dry weight of the sample ( $0.160 - 0.160 * \text{moisture in}$   
10  $\%/100$ ) is the dry weight basis AUL value.

Having described the invention in rather full detail, it will be readily apparent that various  
changes and modifications can be made without departing from the spirit of the invention.  
All of such changes and modifications are contemplated as being within the scope of the  
15 invention as defined by the subjoined claims.

2-10

We claim:

1. A process for compacting a web which contains a superabsorbent material, said process comprising a compressing of said web, wherein said superabsorbent material has been plasticized.
2. A process for compacting a web which contains a superabsorbent material, said process comprising:  
a plasticizing of said superabsorbent material contained in said web; and  
a compressing of said web.
3. A process as recited in claim 1, wherein said compressing is provided at a pressure which substantially avoids fracturing said superabsorbent material.
4. A process as recited in claim 1, wherein said process provides said web with a density of at least about  $0.2 \text{ g/cm}^3$ .
5. A process as recited in claim 1, wherein said web has been provided with at least about 5 wt% of superabsorbent material.
6. A process as recited in claim 1, wherein said compressing of said web subjects said web to a compressing gap which is less than about 2 mm.
7. A process as recited in claim 1, wherein said compressing of said web subjects said web to a compressing gap which is less than about 1 mm.
8. A process as recited in claim 1, wherein said compressing of said web subjects said web to a compressing gap which is less than a median particle size of said superabsorbent material.

9. A process as recited in claim 1, wherein said web has been initially provided while said superabsorbent material contains a first moisture level; and said process further includes a conducting of said compressing of said web while said  
5 superabsorbent material contains a second moisture level which is greater than said first moisture level.

10. A process as recited in claim 1, further comprising a providing of fibrous material for inclusion in said web.

11. A process as recited in claim 1, further comprising a flexing of said web.

12. A process as recited in claim 11, wherein said flexing of said web is conducted prior to said compressing of said web.

13. A process as recited in claim 12, wherein said flexing of said web includes a cross-directional flexing of said web.

14. A process as recited in claim 13, wherein said cross-directional flexing of said web includes a passing of said web through a nip between a pair of cooperating, circumferentially-grooved rollers.

15. A process as recited in claim 12, wherein said flexing of said web includes a machine-directional flexing of said web.

16. A process as recited in claim 15, wherein said machine-directional flexing of said web includes a moving of said web along a curved path which curves through a turning angle of at least about 15 degrees.

17. A process as recited in claim 15, wherein said machine-directional flexing of said web includes a moving of said web along a curved path which curves through a turning angle of at least about 15 degrees and has a radius of curvature within the range of about 1 - 20 cm.

278

K-C 14,794

18. A process as recited in claim 15, wherein said machine-directional flexing of said web includes a moving of said web along a substantially S-shaped curved path which curves through a cumulative, reflexed turning angle of at least about 180 degrees.

19. A process as recited in claim 1, wherein said plasticizing of said superabsorbent material includes a humidifying of said web.

20. A process as recited in claim 19, wherein said humidifying of said web includes an exposing of said web to a relative humidity of not more than about 100 % at a temperature of not more than about 100 °C.

21. A process as recited in claim 19, wherein said humidifying of said web includes an exposing of said web to a relative humidity of at least about 80 % at a temperature of at least about 20 °C.

22. A process as recited in claim 1, wherein said compressing of said web includes a passing of said web through a nip between a pair of cooperating, counter-rotating, circumferentially-grooved rollers.

23. A process as recited in claim 1, further comprising a heating of said web.

24. A process as recited in claim 23, wherein said heating of said web is conducted concurrently with said compressing of said web.

25. A process as recited in claim 23, wherein said heating of said web is conducted substantially simultaneously with said compressing of said web.

26. A process as recited in claim 23, wherein said web is passed through a nip between a pair of counter-rotating, heated calendering rollers.

27. A process as recited in claim 23, wherein said heating of said web subjects said web to a temperature of at least about 20 °C.

279

K-C 14,794

28. A process as recited in claim 27, wherein said heating of said web subjects said web to a temperature of not more than about 205 °C.

29. A process as recited in claim 23, wherein said heating of said web includes a subjecting of said web to a temperature of at least about 80 % of a glass transition temperature of said superabsorbent material.

30. A process as recited in claim 29, wherein said heating of said web includes a subjecting of said web to a temperature of not more than about 125 % of the glass transition temperature of said superabsorbent material.

31. A process as recited in claim 1, wherein said web has been provided with a content of at least about 10 wt% of fibrous material.

32. A process as recited in claim 31, wherein said web has been provided with a content of not more than about 90 wt% of superabsorbent material.

33. A process as recited in claim 1, wherein said web has been wet-formed by employing a mixture of said superabsorbent material and a fibrous material.

34. A process as recited in claim 33, wherein said web has been wet-formed by employing a water-containing mixture of said superabsorbent material and said fibrous material.

35. A process as recited in claim 33, wherein said mixture of said superabsorbent material and said fibrous material has been provided in the configuration of a foam.

36. A process as recited in claim 1, wherein said web has been dry-formed by employing a mixture of said superabsorbent material and a fibrous material.

37. A process as recited in claim 36, wherein said web has been dry-formed by employing an air-suspension of said superabsorbent material and said fibrous material.

280

## ABSTRACT

10

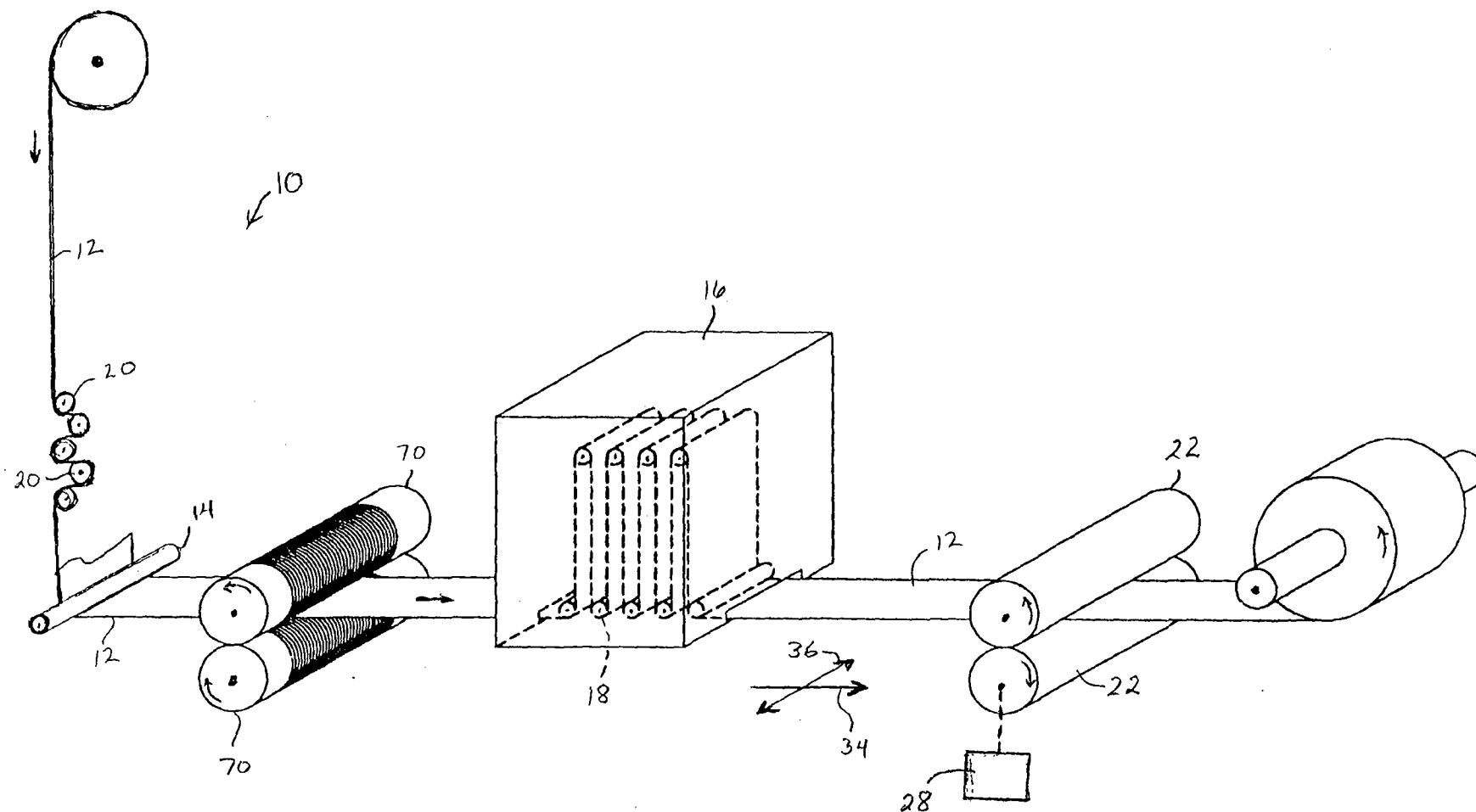


Fig. 1

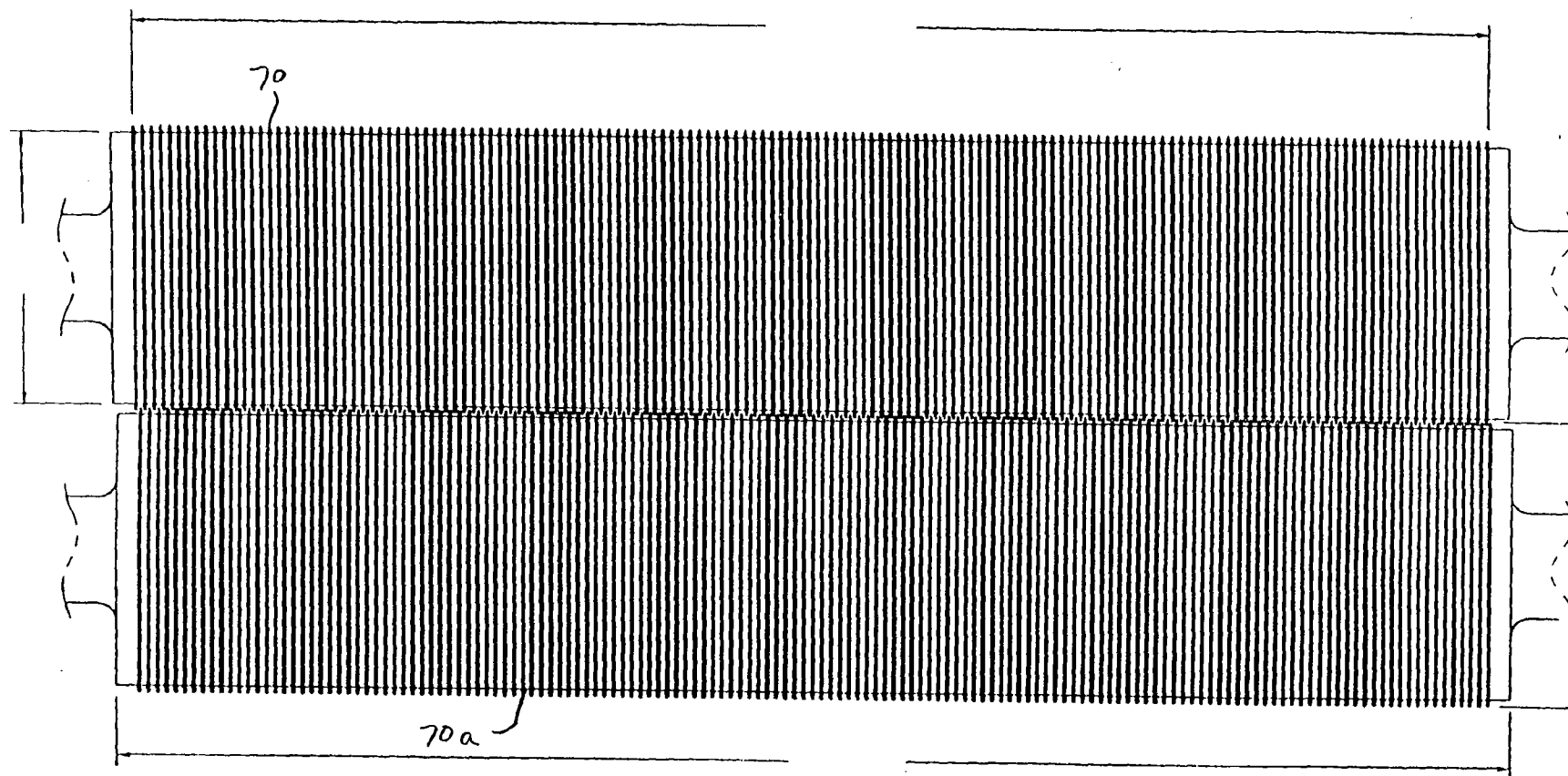


Fig. 2

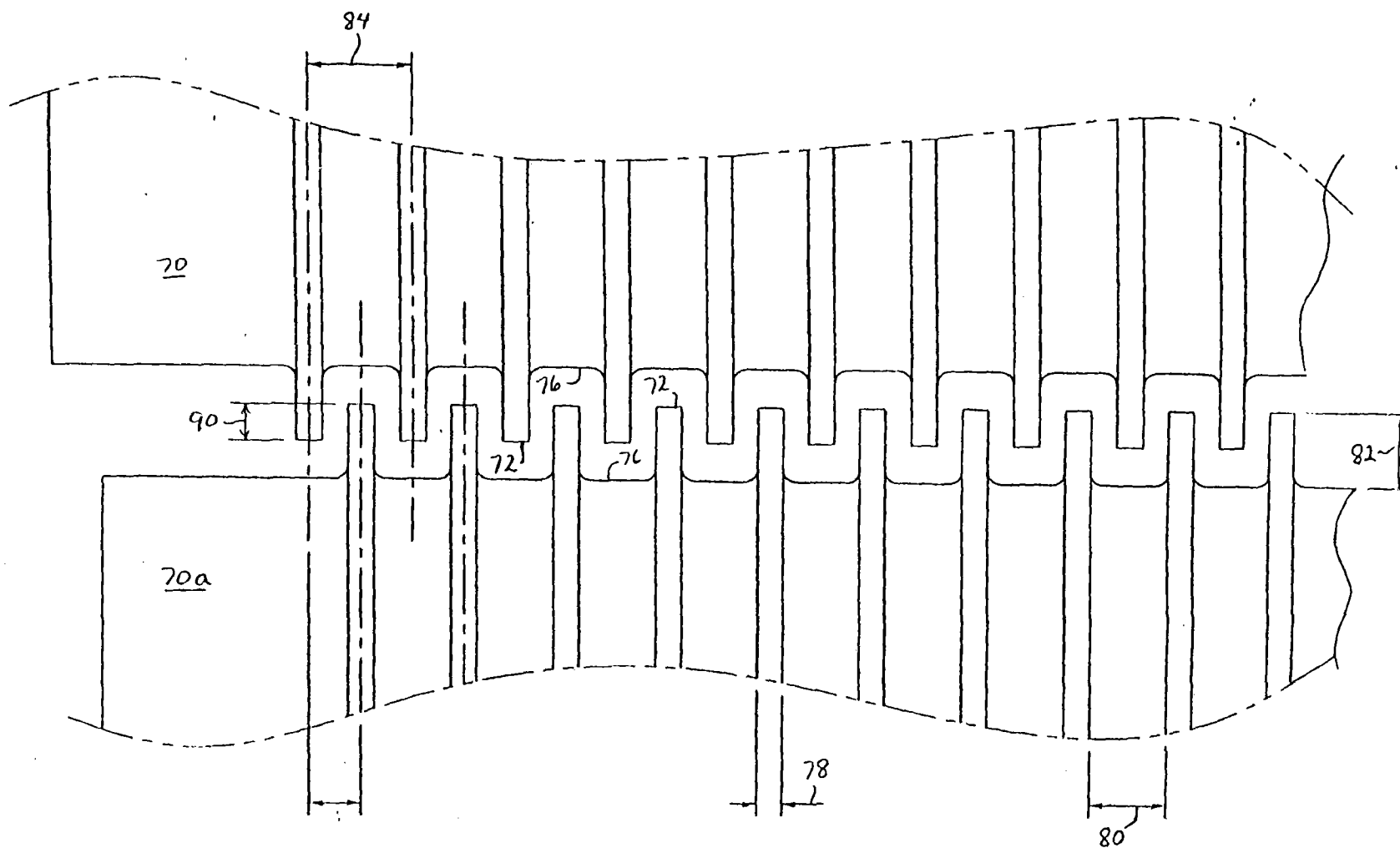


Fig. 3

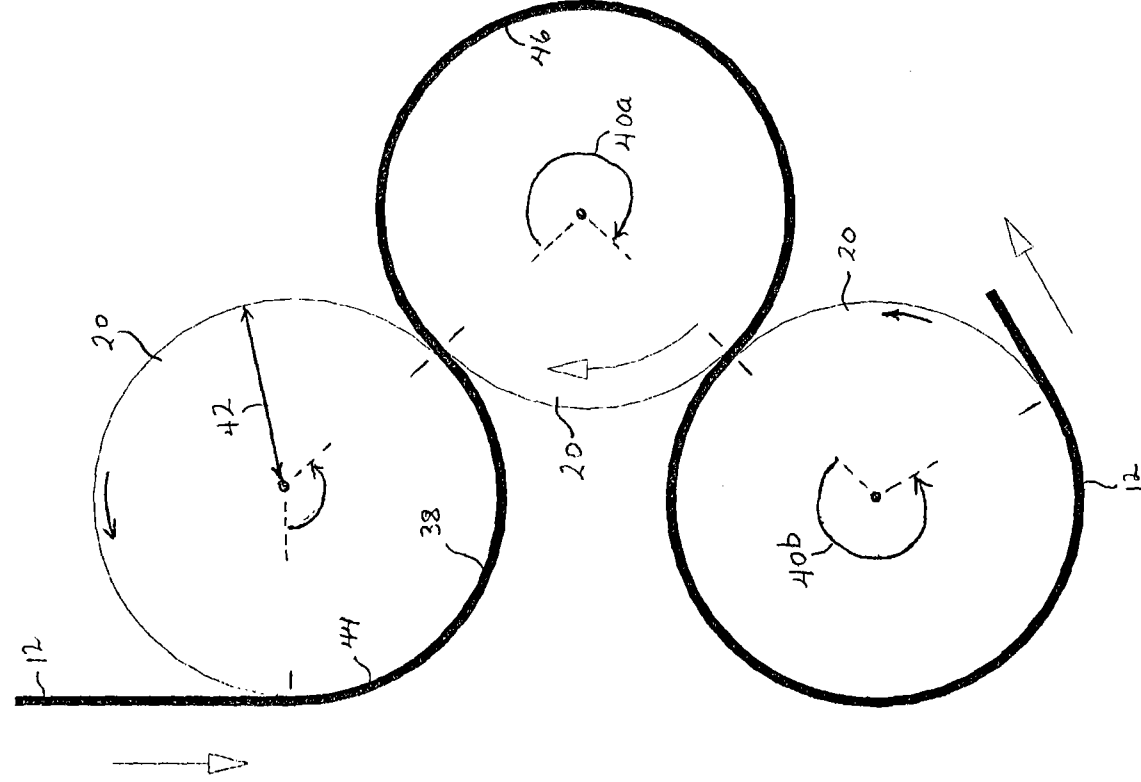


Fig.

296  
285

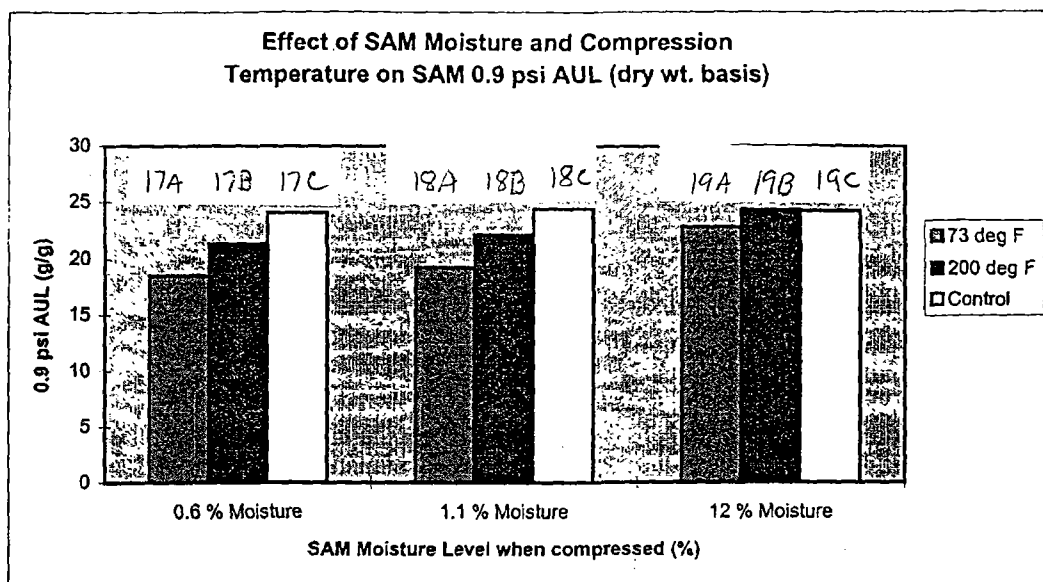


Fig. 5

SAP, as received, no humidification

286

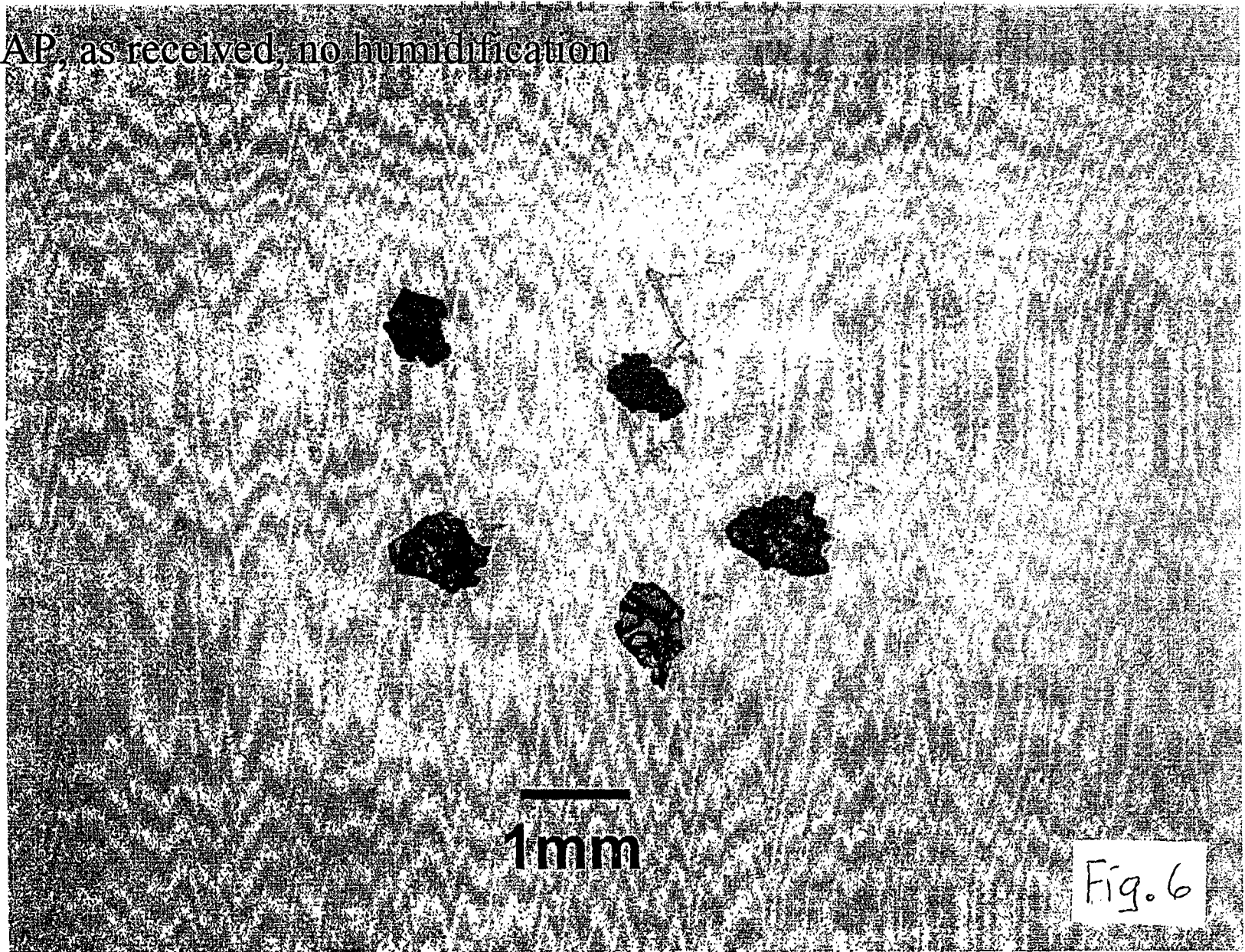
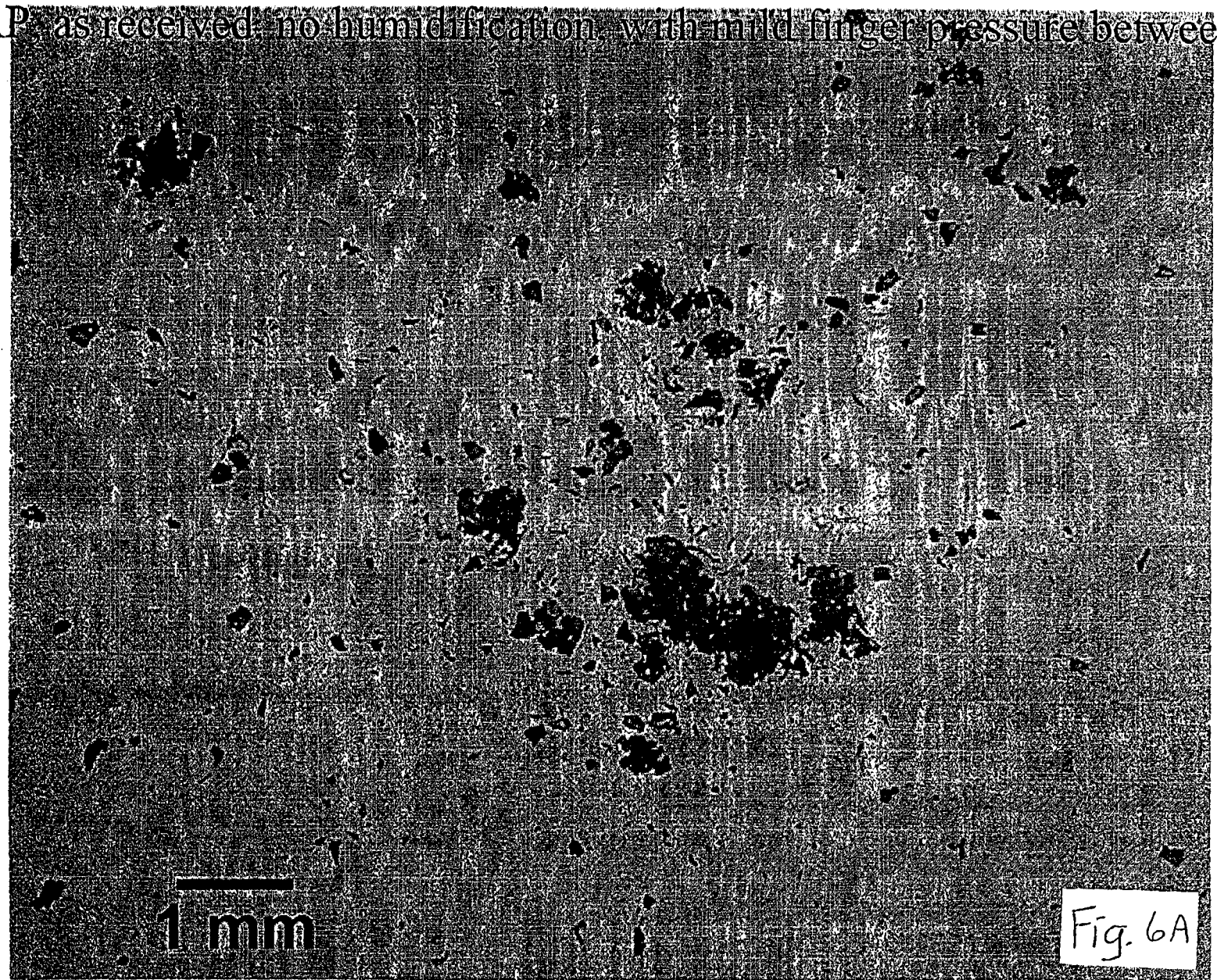


Fig. 6

SAP as received no humidification with mild finger pressure between gl

267



267

SAP 50% RH

283

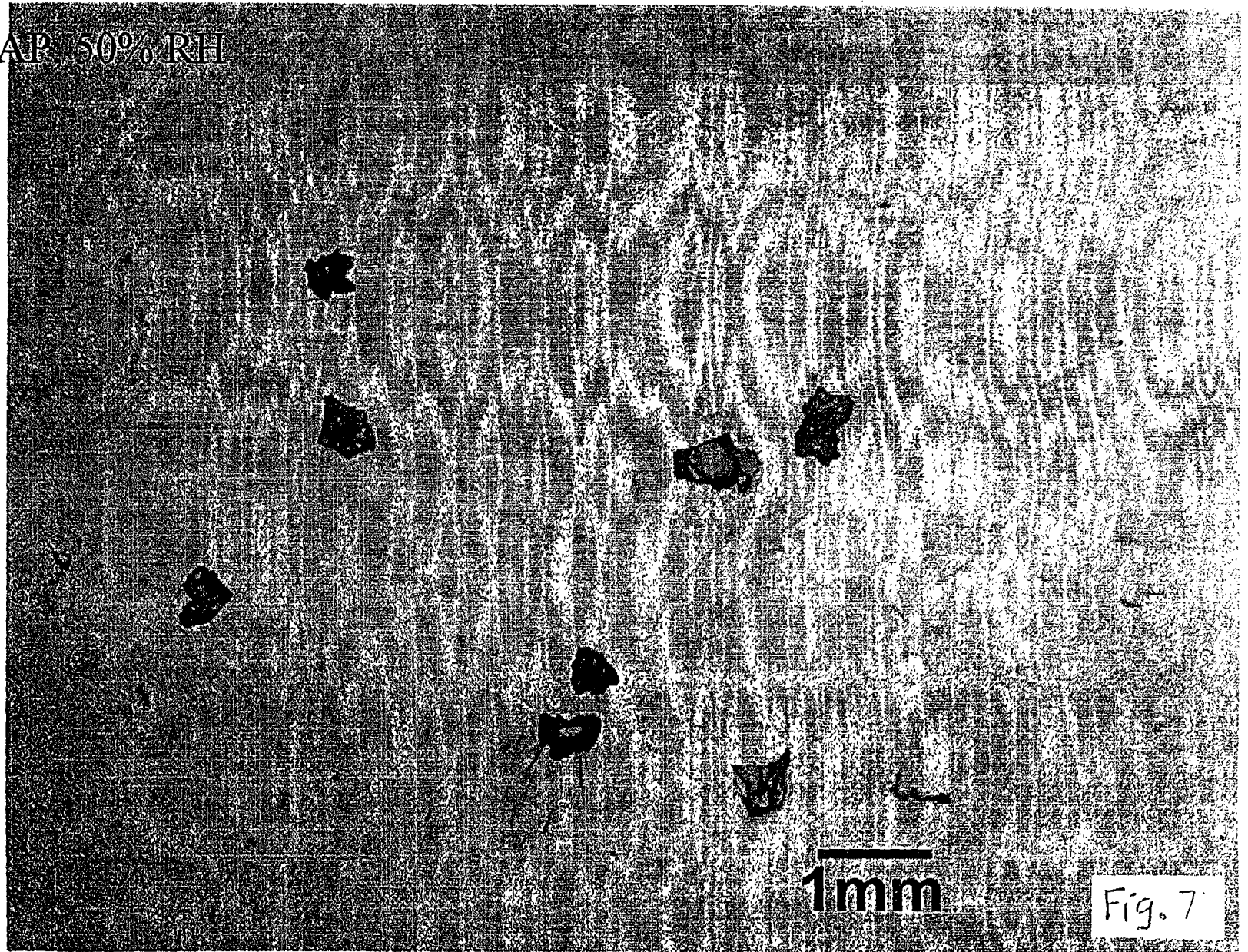


Fig. 7

479

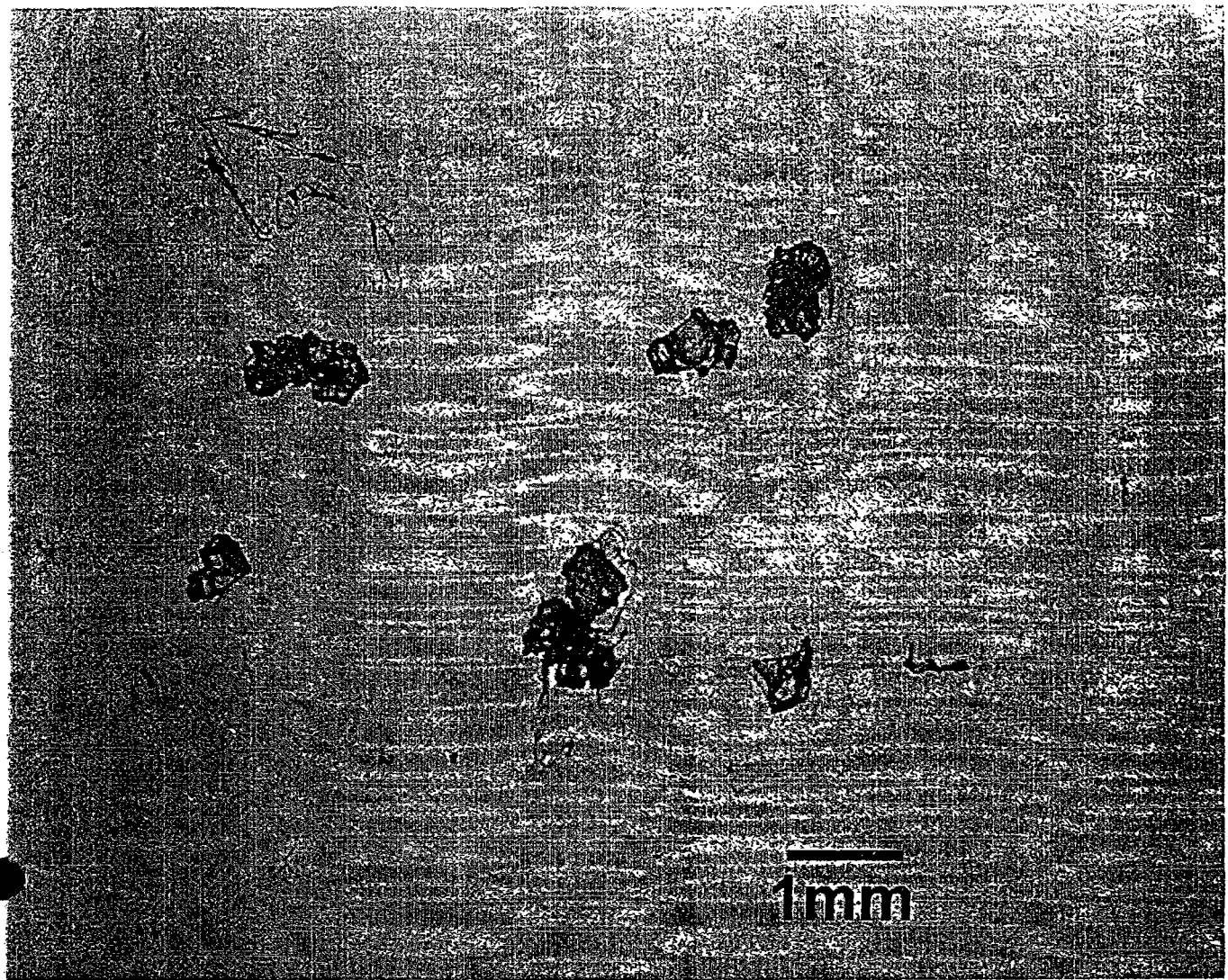


Fig. 7A

SAP (880), as received

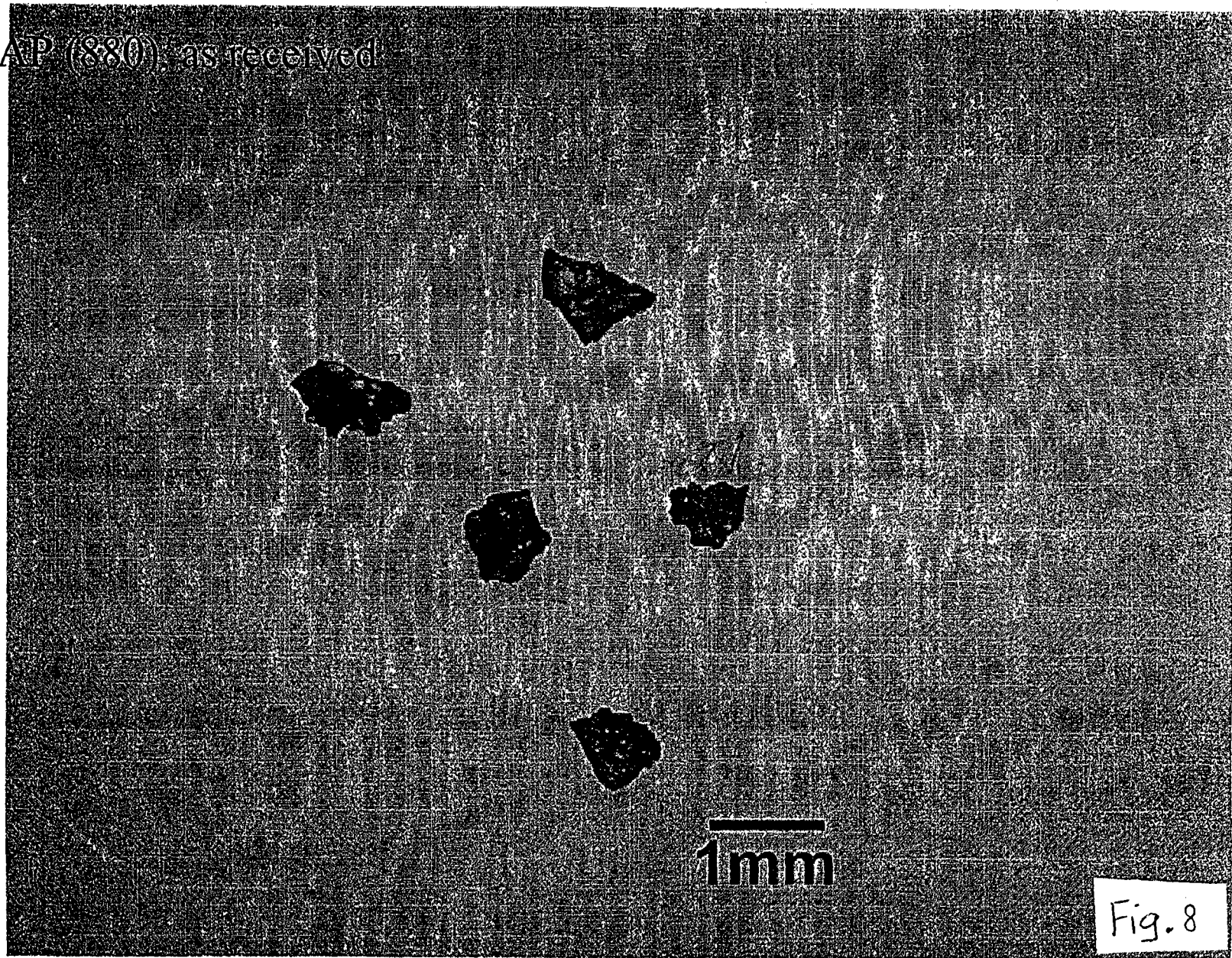


Fig. 8

SAP (880) as received humidified to 80% RH (note swelling)

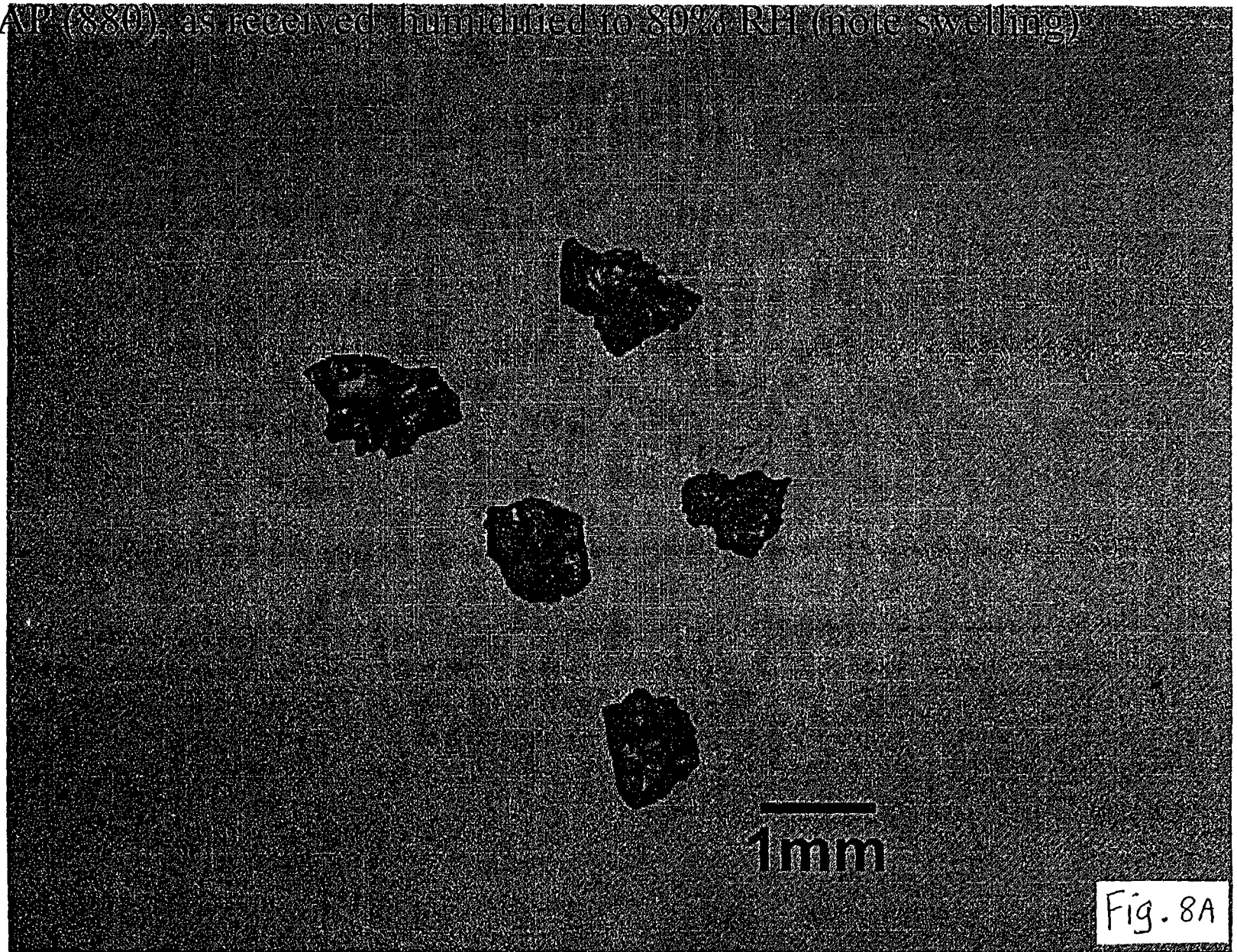
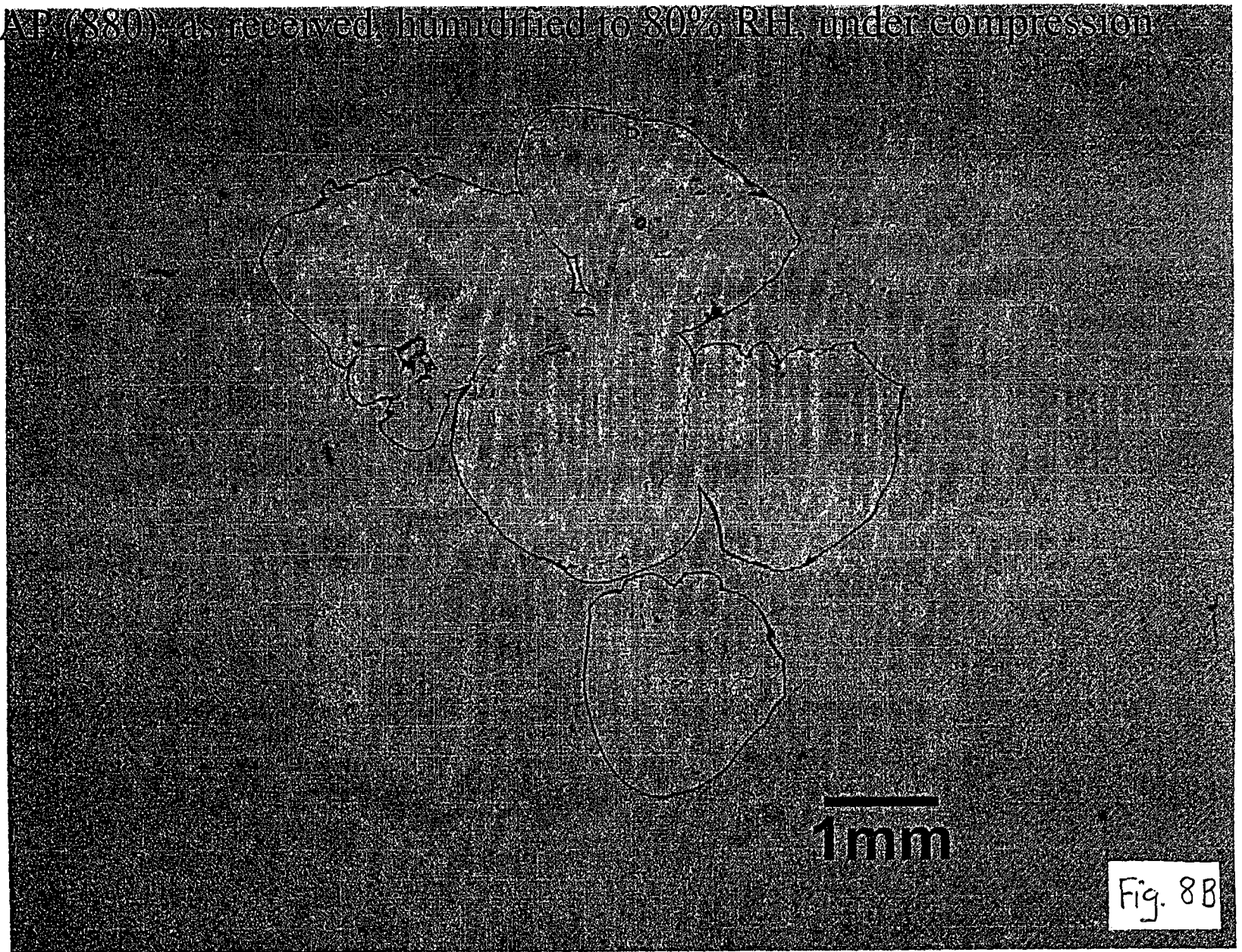


Fig. 8A

SAP (880) as received, humidified to 80% RH, under compression



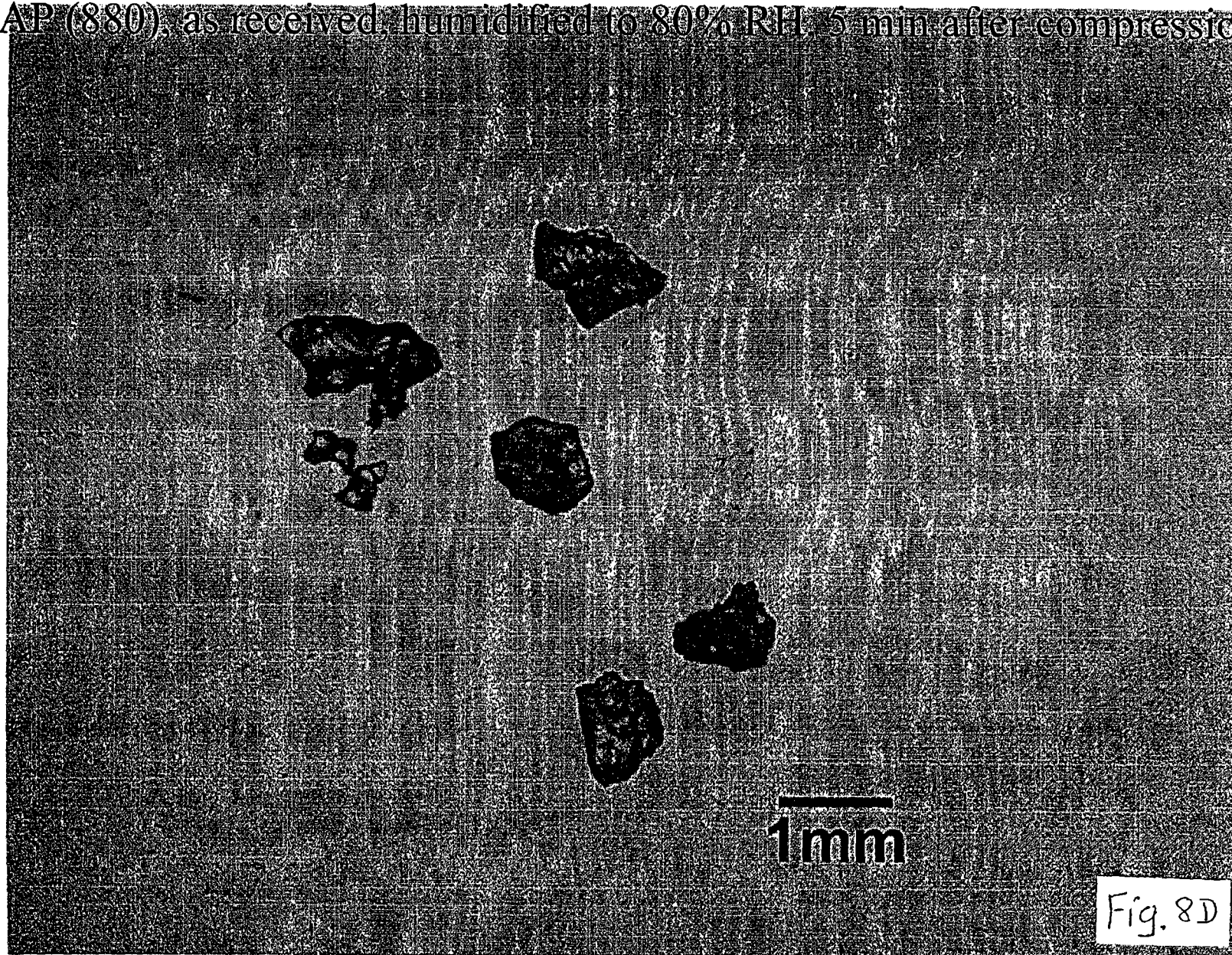
SAP (880) as received, humidified to 80% RH, immediately after compre

293



Fig. 8c

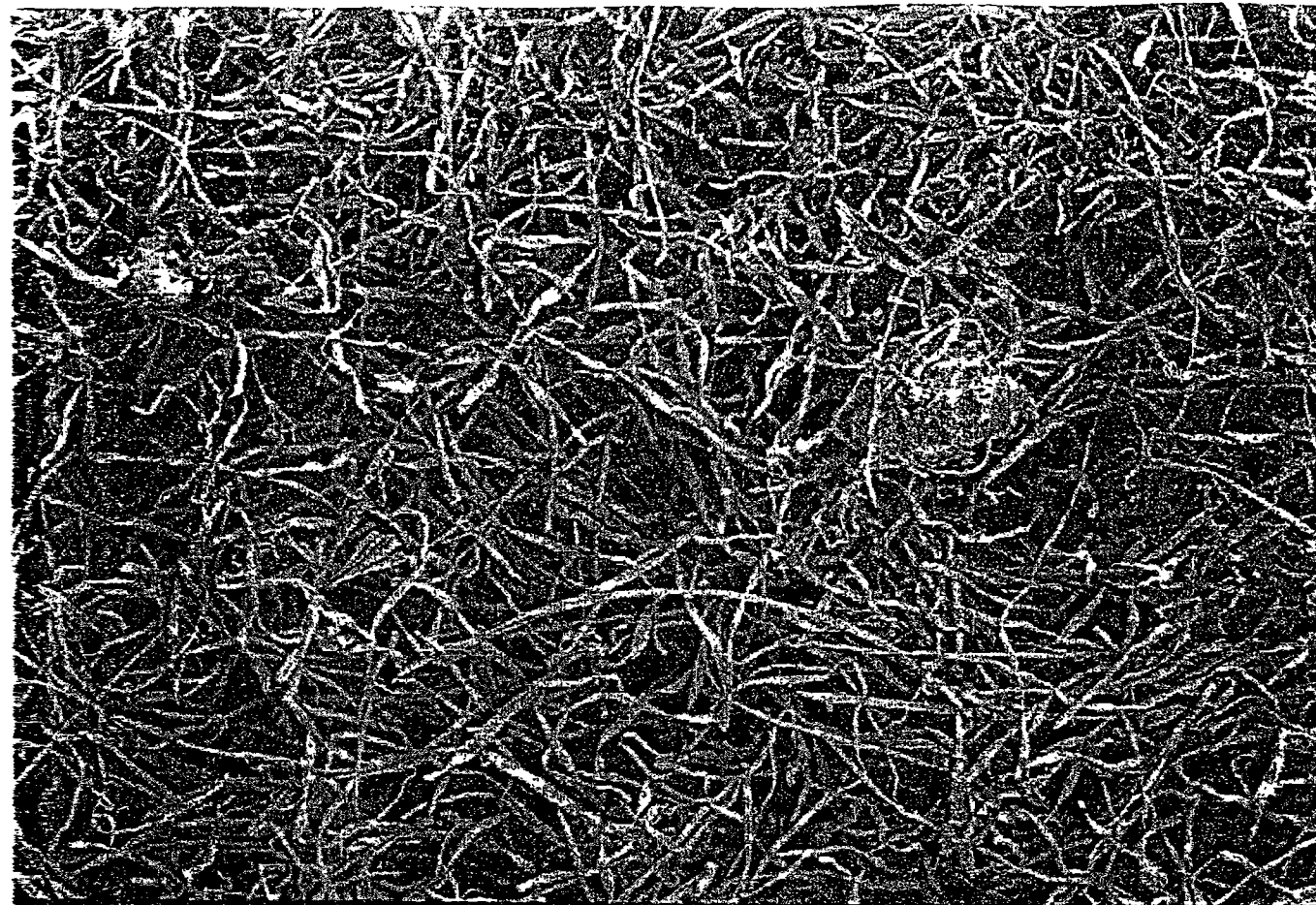
SAP (880), as received, humidified to 80% RH, 5 min after compression



294

1-10-1

295



0001 5KV X20 1mm WD34

00

Fig-9

296

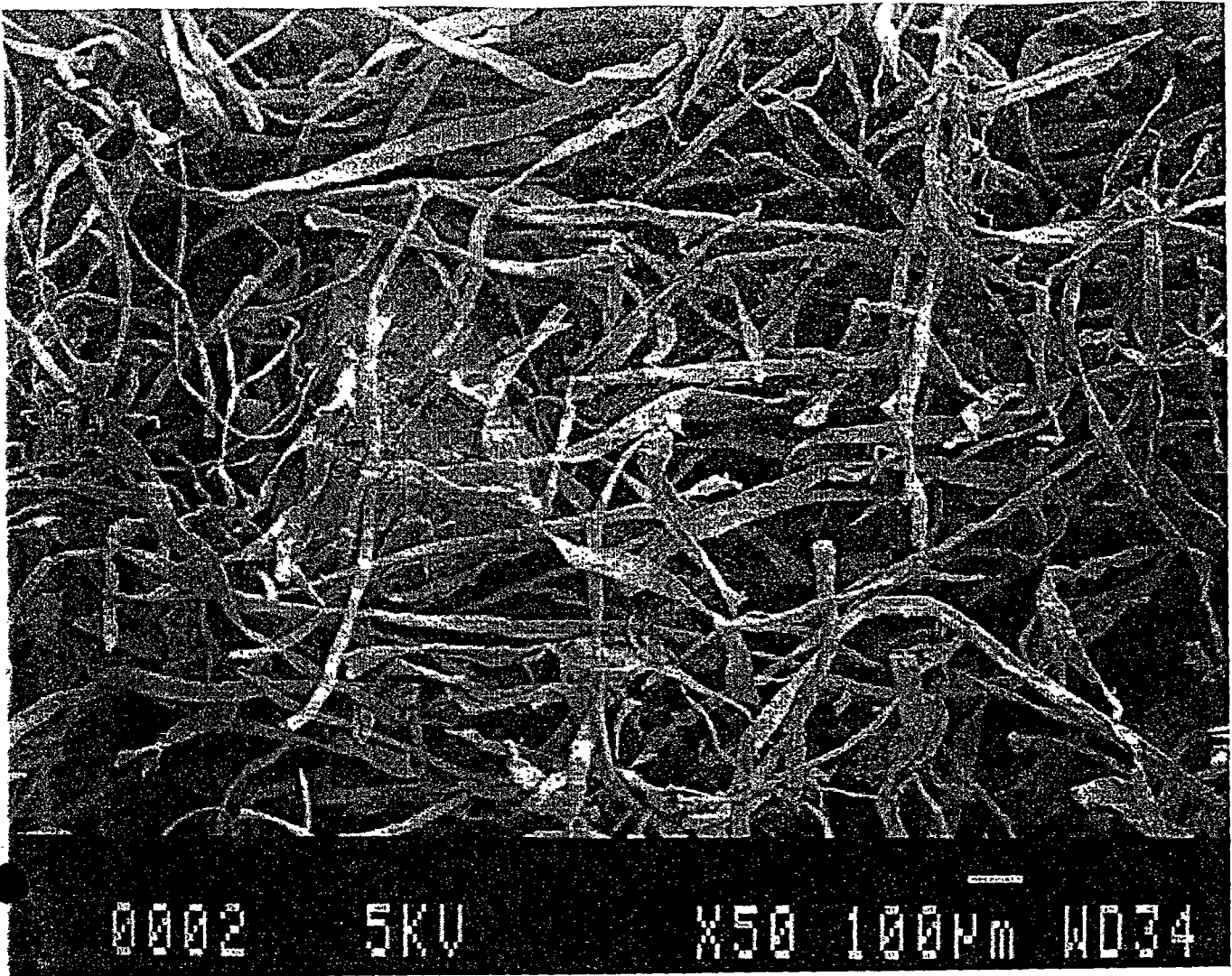
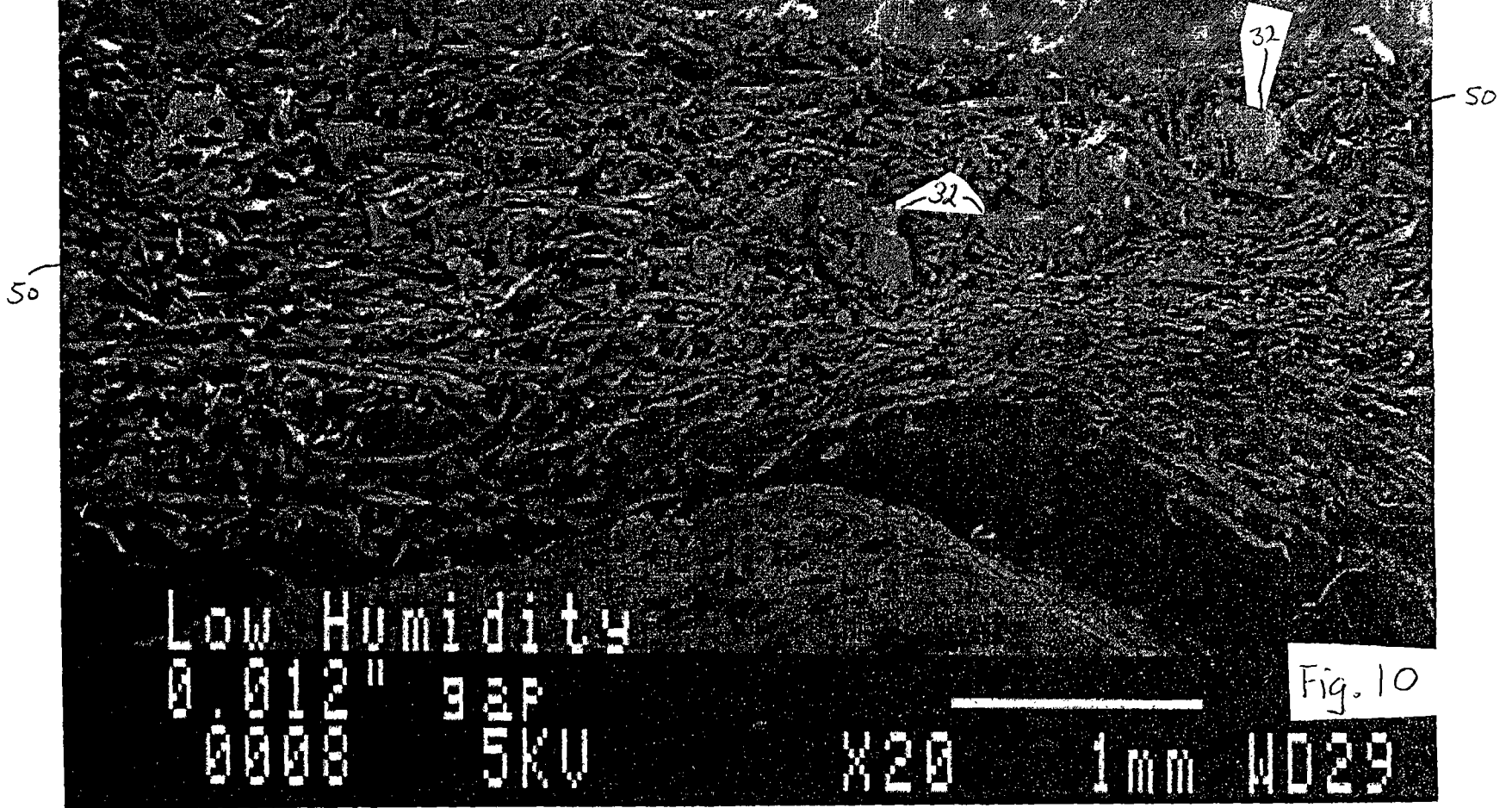


Fig. 9A

SAP/Thrift composite 20% RH SAP after compression

297





SAP/CLCC

2004 RH SAP

after compression

299

50

50

32

32

32

32

Low Humidity

0.012" gap

0006 SKU

Fig. 10B

X75 100µm 14030

SAP/fluff composite humidified at 80% after compression

50

32

32

50

High Humidity

0.012" gap  
0002 SKU

Fig. 11

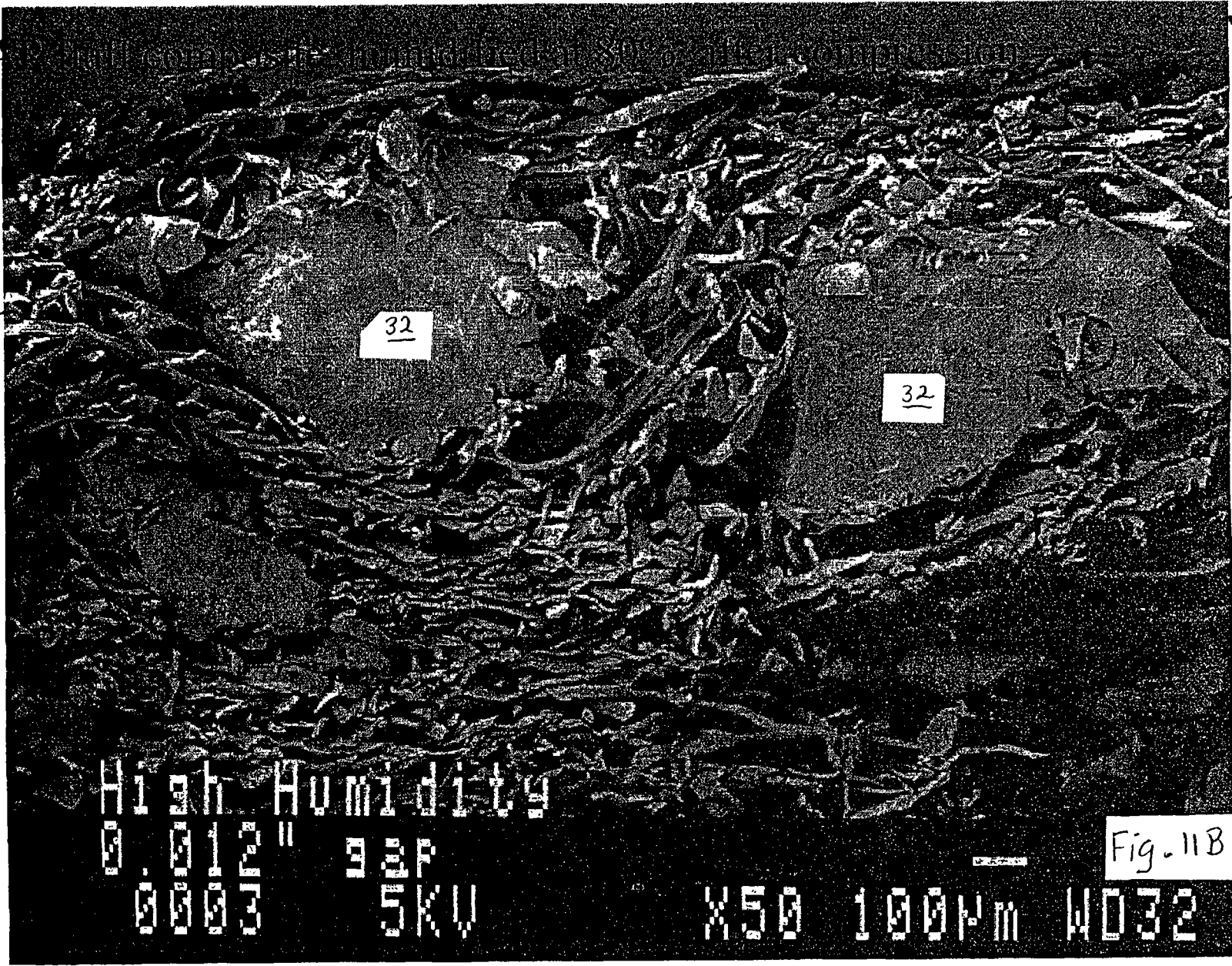
X20 1mm WD32

4



Fig. 11A

X50 1004m 4033



SA

32

32

High Humidity  
0.012" gap  
0003 5KV

X50 100µm W032

Fig. 11B

SA

50

32

32

32

# High Humidity

010121

**111**

0004

**ERL**

X75 100Wm W032

Fig. 11C

30

50

14

304

TRADUCCIÓN DEL INGLÉS AL ESPAÑOL de la Solicitud de Patente  
de los Estados Unidos No.60/134,361 relacionada con:

**PROCESO PARA LA COMPRESIÓN DE UN SUSTRATO QUE  
CONTIENE UN MATERIAL SUPERABSORBENTE**

**ANEXOS.** La Solicitud de Patente de los Estados Unidos Serie No.60/134,361 arriba mencionada, Declaración y Poder, Solicitud de Patente, Certificación del Comisionado de Patentes y Marcas de los Estados Unidos de América; Certificación Notarial del Estado de Wisconsin, Estados Unidos de América.

---

**LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA**

**DEPARTAMENTO DE COMERCIO DE LOS ESTADOS UNIDOS DE  
AMÉRICA**

**Oficina de Patentes y Marcas de los Estados Unidos**

**Mayo 03, 2000**

**ESTE PARA CERTIFICAR QUE ANEXO AL PRESENTE SE  
ENCUENTRA UNA FIEL COPIA TOMADA DE LOS REGISTROS DE  
LA OFICINA DE PATENTES Y MARCAS DE LOS ESTADOS  
UNIDOS DE AQUELLOS DOCUMENTOS DE LA SOLICITUD DE  
PATENTE IDENTIFICADA ABAJO LA CUAL CUMPLE LOS  
REQUISITOS PARA CONCEDERLE UNA FECHA DE  
PRESENTACIÓN BAJO LA NORMA 35USC 111.**

**NUMERO DE SOLICITUD: 60/134,361**  
**FECHA DE PRESENTACION: Mayo 14, 1999**

Por autorización del  
**COMISIONADO DE PATENTES Y MARCAS**  
**T. Lawrence (Firmado)**  
**T. LAWRENCE**  
**Funcionario de Certificaciones**

**SELLO ADHERIDO**

---

**Caso # 14794**  
**COLOMBIA**

## CERTIFICACIÓN

ESTADO DE WISCONSIN )  
 ) SS  
CONDADO DE WINNEBAGO )

Certifico por este medio que el documento anexo constituye una copia idéntica del original de la Solicitud de Patente de los Estados Unidos Serie No. 60/134,361 para **PROCESO PARA LA COMPRESIÓN DE UN SUSTRATO QUE CONTIENE UN MATERIAL SUPERABSORBENTE**, presentada en **Junio 16, 1999**, cedida a Kimberly-Clark Worldwide, Inc. y adicionalmente certifico que Kimberly-Clark Worldwide, Inc. es una corporación organizada y existente bajo las leyes del Estado de Delaware, Estados Unidos de América.

Fechada este 12 día de Mayo, 2000, en Neenah, Wisconsin, Estados Unidos de América.

**Janeth A. Lieshout (firmado)**

**Janeth A. Lieshout, Notario Público**  
**Mi Comisión Expira: Julio 6, 2003**

**(Sin Legalización)**

A/PROV

**Código de Barras**  
**05/14/99**

**Ante la Oficina de Patentes y Marcas de los Estados Unidos**

**Solicitantes:** Shannon Kathleen Melius, Archivo: 14,794  
David Arthur. Fell,  
William Grover. Reeves,  
Donald Joseph. Sanders,  
Heath David Van Wychen,  
Michael Barth Venturino,  
Palani RajWallajapet

**Serie No.:** Desconocida

**Presentada:** Mayo 14, 1999

Para: PROCESO PARA LA COMPRESIÓN DE UN  
SUSTRATO QUE CONTIENE UN MATERIAL  
SUPERABSORBENTE

Correo Expreso EJ473 555 316 Fecha: Mayo 14, 1999

Hoja de Cubierta  
Solicitud de Patente US Provisional  
Inventores Plurales

CASILLA DE SOLICITUD DE PATENTE  
COMISIONADO ASISTENTE PARA PATENTES  
Washington, D.C. 20231

Señor:

Se transmite por este medio para presentación la arriba identificada solicitud de patente PROVISIONAL US a nombre de Shannon Kathleen Melius, residente en 3118 Blueridge Drive, Appleton, WI 54914, y a nombre de David Arthur Fell, residente en 2055 Lynn Drive, Neenah, WI 54956, y a nombre de William Grover. Reeves, residente en 616 Greenfield Street, Appleton, WI 54911, y a nombre de Donald Joseph. Sanders, residente en 8348 Pine Cone Circle, Larson, WI 54947, y a nombre de Heath David Van Wychen, residente en 320 South John Street, Kimberly, WI 54136, y a nombre de Michael Barth Venturino, residente en 2124 Omega Drive, Appleton, WI 54915; y a nombre de Palani Raj Wallajapet, residente en 9605 West Hampton Avenue, #108, Wausatosa, WI 53225.

Anexo se encuentra:

1. 48 páginas de especificación, incluyendo una (1) página de Extracto.
2. Veintitrés (23) hojas de dibujos formales.
3. Esta Carta de Transmisión, en duplicado.

De acuerdo con 37.C.F.R.1.16(k), favor cargar a Kimberly-Clark Worldwide, Inc., cuenta de depósito número 11-0875 el impuesto básico de \$ 150.00 por la presentación de la presente solicitud PROVISIONAL.

Favor dirigir toda la correspondencia a: Paul Yee, Kimberly-Clark Worldwide, Inc. Departamento de Patentes, 401 North Lake Street, Neenah, Wisconsin 54956.

El suscrito puede conseguirse en (920) 721-2435.

Sometido respetuosamente,  
SHANNON K. MELIUS Y OTROS

Por: Paul Yee (firmado)

Paul Yee

Registro No. 29,460

### CERTIFICADO DE ENVÍO

Yo, JoAnn Breister, certifico por este medio que esta solicitud de patente que tiene fijo un número de envío de Correo Expreso de EJ 473 555 316US y dirigido a la CASILLA DE SOLICITUD PROVISIONAL, Comisionado Asistente para Patentes, Washington, D.C. 20231, está siendo depositada con el Servicio Postal de los Estados Unidos, servicio de "Oficina Postal de Correo Expreso al Destinatario" bajo 37 C.F.R 1.10 en Mayo 14, 1999.

Por: JoAnn Breister (firmado)

JoAnn Breister

---

Etiqueta de Envío de "Correo Expreso" Número EJ 473 555 316

Fecha de Depósito Mayo 14, 1999

Certifico por este medio que este documento o pago está siendo depositado ante el Servicio Postal de los Estados Unidos "Correo Expreso de la Oficina Postal al Destinatario" servicio bajo 37 CFR 1.10 en la fecha arriba indicada y dirigido al Comisionado de Patentes y Marcas, Washington, D. C., 20231

JoAnn Breister

-----  
(Nombre impreso o mecanografiado de la persona que envía el papel o pago)

JoAnn Breister (firmado)

-----  
(Firma de la persona que envía el papel o pago)

---

### PROCESO PARA LA COMPRESIÓN DE UN SUSTRATO QUE CONTIENE UN MATERIAL SUPERABSORBENTE

Campo de la Invención

La presente invención se relaciona con un proceso para densificar un sustrato absorbente. Más particularmente, la presente invención se relaciona con un proceso para densificar un sustrato que contiene material superabsorbente. El sustrato densificado puede exhibir ventajosamente niveles deseados de resistencia, suavidad y flexibilidad.

### Antecedentes de la Invención

Los objetivos de funcionamiento de los artículos absorbentes desechables, tales como los pañales para infante, incluyen la prevención del escape, la sensación seca para el usuario, y un ajuste cómodo a través de la vida del producto. Por tanto, los artículos absorbentes han contenido típicamente un núcleo absorbente para proporcionar funciones de manejo de líquido y otras funciones absorbentes requeridas para satisfacer los objetivos de funcionamiento del producto. El núcleo absorbente de un artículo absorbente convencional se compone típicamente de fibras absorbentes, y un material superabsorbente se ha combinado típicamente con las fibras absorbentes para aumentar la capacidad absorbente de líquido. El núcleo absorbente se ha formado en una forma esencialmente rectangular. El núcleo absorbente también se ha formado en una forma de reloj de arena, una forma de I, una forma de T, o una modalidad similar con un ancho de absorbente reducido en la región de entrepierna central para un ajuste y comodidad mejorados.

Los núcleos absorbentes convencionales han incorporado los materiales formados en seco los cuales se han producido con varias técnicas de colocación por aire convencionales. Las técnicas de colocación por aire ha colocado típicamente una mezcla dirigida por aire de fibras absorbentes y de superabsorbente para formar un sustrato del material absorbente. Cuando se secan, las estructuras absorbentes formadas en seco convencionales han sido suaves y cómodas, pero han tenido una baja resistencia. Además, las estructuras formadas en seco han tenido una integridad baja después de que éstas se han humedecido.

Los núcleos absorbentes convencionales también han incorporado materiales formados en húmedo que se han producido con varias técnicas de colocación en húmedo. Las técnicas de colocación en húmedo han formado típicamente un sustrato absorbente producido de un material precursor compuesto de una mezcla de fibras y de partículas superabsorbentes combinadas con agua u otro líquido acuoso. Una técnica de colocación húmeda particular ha procesado el material precursor en una espuma, y la espuma entonces se ha empleado para formar el sustrato deseado del material absorbente. Las estructuras absorbentes producidas de los materiales absorbentes formados en húmedo tienen una resistencia

mayor y una integridad mayor. En particular, las estructuras absorbentes formadas en húmedo exhiben una mayor resistencia y una mayor integridad después de los materiales absorbentes han absorbido el líquido. Los materiales absorbentes formados en húmedo, sin embargo, han tenido una rigidez y tiesura excesivas, particularmente cuando los materiales absorbentes se han proporcionado a pesos base y cantidades necesarias para proporcionar los niveles deseados de capacidad absorbente total.

Los métodos particulares para reducir la rigidez de los materiales de tela absorbente han incluido el pasar el material a través del punto de presión de un par de rodillos de compresión contra giratorios. Otros métodos han grabado los sustratos para impartir una flexibilidad incrementada. Aún otros métodos han incluido el pasar el material a través del punto de presión de un par de rodillos contra giratorios que tienen superficies exteriores texturizadas. Las superficies texturizadas han sido configuradas para producir tensiones localizadas y esfuerzos localizados los cuales han ayudado a reducir la rigidez del material. Donde los sustratos contienen partículas superabsorbentes, los rodillos de compresión se han configurado para fracturar o triturar los materiales superabsorbentes.

Las técnicas convencionales, tal como aquellas mencionadas arriba, no han sido adecuadas para suavizar o comprimir los sustratos los cuales contienen materiales superabsorbentes. Las técnicas convencionales han provocado una fractura excesiva de los superabsorbentes y han aumentado las proporciones relativas de las partículas superabsorbentes más pequeñas en los sustratos. Este cambio en las distribuciones de tamaño de las partículas superabsorbentes ha afectado adversamente las propiedades absorbentes del sustrato, ha aumentado la tendencia del superabsorbente a sacudirse fuera del sustrato, y ha permitido la generación de polvo excesivo. Además, la fractura del material superabsorbente ha afectado adversamente varias propiedades absorbentes, tales como la tasa de absorción del superabsorbente y la capacidad del superabsorbente para hincharse bajo presión.

Como resultado, aún existe una necesidad de métodos mejorados para comprimir o de otra manera procesar los materiales absorbentes rígidos para mejorar la resistencia, la suavidad, la flexibilidad, la integridad en húmedo y la capacidad absorbente de los materiales.

#### Breve Descripción de la Invención

Mencionado en forma general, la presente invención puede proporcionar un proceso para compactar y/o densificar un sustrato el cual

contiene un material superabsorbente. En aspectos particulares, el proceso incluye un comprimir de un sustrato el cual incluye un material superabsorbente plastificado. En otros aspectos, el sustrato puede ser comprimido a una presión relativamente baja que puede seleccionarse para evitar esencialmente un daño excesivo del material superabsorbente.

En varios de sus aspectos, la presente invención puede más efectivamente y eficientemente compactar y/o densificar un sustrato el cual contiene partículas de material superabsorbente. En particular, el proceso de compactación o de densificado de la invención puede mantener ventajosamente los tamaños, formas, propiedades físicas y propiedades absorbentes deseadas del material superabsorbente en el sustrato comprimido final. Cuando los artículos incorporan estructuras absorbentes que son producidas de acuerdo con la presente invención, los artículos pueden exhibir una resistencia incrementada, mejorar el ajuste, reducir el escape, y reducir el aterronado, el amontonamiento o el combarse durante el uso.

#### Breve Descripción de los Dibujos

La presente invención se entenderá más completamente y las ventajas adicionales se harán evidentes cuando se haga referencia a la siguiente descripción detallada de la invención y de los dibujos, en los cuales:

La Figura 1 muestra representativamente una vista esquemática de un aparato y un método de la presente invención.

La Figura 2 muestra representativamente un sistema de rodillos suavizadores en la dirección transversal que pueden ser usados con la presente invención.

La Figura 3 muestra representativamente una vista ampliada de una parte de los rodillos suavizadores ilustrados en la Figura 3.

La Figura 4 muestra representativamente otro sistema de los rodillos de suavizado en la dirección de la máquina que pueden ser usados con la presente invención.

La Figura 5 es una gráfica la cual muestra representativamente la diferencia en el parámetro de funcionamiento de carga bajo absorbencia de un número de muestras de material superabsorbente, en donde las varias muestras de material superabsorbente se han sometido a diferentes

condiciones de presión de compresión, temperatura y contenido de humedad.

La Figura 6 muestra representativamente una vista superior amplificada de una cantidad de material superabsorbente relativamente seco antes de la compresión.

La Figura 6A muestra representativamente una vista superior amplificada del material superabsorbente de la Figura 6 después de que el superabsorbente ha sido comprimido bajo una fuerza baja, en donde las partículas superabsorbentes han sido dañadas y fracturadas.

La Figura 7 muestra representativamente una vista superior amplificada de una cantidad de material superabsorbente relativamente seco acondicionado a aproximadamente 50% de humedad relativa antes de la compresión.

La Figura 7A muestra representativamente una vista superior amplificada del material superabsorbente de la Figura 7 después de que el superabsorbente ha sido comprimido a una separación de 50  $\mu\text{m}$ .

La Figura 8 muestra representativamente una vista superior amplificada de una cantidad de material superabsorbente relativamente seco antes del acondicionamiento a aproximadamente 80% de humedad relativa y a 100 °F.

La Figura 8A muestra representativamente una vista superior amplificada de una cantidad de un material superabsorbente relativamente seco después de que ha sido acondicionado a aproximadamente 80% de humedad relativa y a 100 °F y antes de la compresión bajo una fuerza baja.

La Figura 8B muestra representativamente una vista superior amplificada del material superabsorbente de la Figura 8A durante la compresión.

La Figura 8C muestra representativamente una vista superior amplificada del material superabsorbente de la Figura 8B, como se observa inmediatamente después de que el superabsorbente ha sido comprimido y que la presión de compresión ha sido liberada, en donde el material superabsorbente comprimido se ha recuperado de su condición deformada y está esencialmente no fracturado.

La Figura 8D muestra representativamente una vista superior amplificada del material superabsorbente de la Figura 8C, como se observó aproximadamente 5 minutos después de que se ha liberado la presión de compresión, en donde el material superabsorbente comprimido se ha recuperado adicionalmente de su forma deformada y está esencialmente no fracturado.

La Figura 9 es una microfotografía de un microscopio electrónico de exploración (SEM) la cual muestra representativamente una vista en sección transversal de un compuesto constituido de partículas superabsorbentes en una matriz de fibra antes de la compresión.

La Figura 9A es una microfotografía de un microscopio electrónico de exploración (SEM) la cual muestra representativamente una vista en sección transversal amplificada adicionalmente de una parte del compuesto de la Figura 9.

La Figura 10 es una microfotografía de microscopio electrónico, de exploración la cual muestra representativamente una vista en sección transversal de un compuesto constituido de partículas superabsorbentes relativamente secas en una matriz de fibra, como se observó después de que el compuesto fue comprimido.

La Figura 10A es una microfotografía de microscopio electrónico de exploración la cual muestra representativamente una vista en sección transversal de una parte del compuesto de la Figura 10 a una amplificación superior agrandada.

La Figura 10B es una microfotografía de microscopio electrónico de exploración la cual muestra representativamente una vista en sección transversal agrandada de otra parte del compuesto de la Figura 10.

La Figura 11 es una microfotografía de microscopio electrónico de exploración la cual muestra representativamente una vista en sección transversal de un compuesto constituido de partículas superabsorbentes de un contenido de humedad relativamente alto en una matriz de fibras, como se observa después de que el compuesto fue comprimido.

La Figura 11A es una microfotografía de microscopio electrónico de exploración la cual muestra representativamente una vista en sección transversal de una parte del compuesto de la Figura 11 a una amplificación mayor y agrandada.

La Figura 11B es una microfotografía de microscopio electrónico de exploración la cual muestra representativamente una vista en sección transversal amplificada con otra parte del compuesto de la Figura 11; y

La Figura 11C es una microfotografía de microscopio electrónico de exploración la cual muestra representativamente una vista en sección transversal amplificada con aún otra parte del compuesto de la Figura 11.

### Descripción Detallada de la Invención

La presente invención proporciona métodos distintivos para densificar y/o suavizar los materiales que contienen superabsorbente, tales como los compuestos constituidos de una mezcla de fibras y partículas de material superabsorbente (SAM), o de un compuesto constituido de partículas superabsorbentes y de un material de matriz espumado. El material superabsorbente puede tener una distribución esencialmente homogénea, una distribución en capas o estratificada o un gradiente de distribución a través del compuesto. Los materiales que contienen superabsorbente pueden entonces emplearse para formar las estructuras absorbentes en los productos para el cuidado personal, tal como pañales, productos para la higiene de la mujer, pantaloncitos de aprendizaje para niños, productos para la incontinencia del adulto y similares.

Los ejemplos de las estructuras absorbentes que pueden incluir una compresión y/o suavizado antes de la incorporación dentro de un producto, pueden incluir, pero no se limitan a las estructuras colocadas en húmedo que contienen superabsorbente, a las estructuras colocadas en seco que contienen superabsorbente, a las estructuras espumadas que contienen superabsorbente, a las estructuras colocadas por aire que contienen superabsorbente, y similares, así como a sus combinaciones. Las estructuras o telas formadas en húmedo pueden, por ejemplo, ser producidas mediante el empleo de una mezcla que contiene agua de material superabsorbente y material fibroso. Las estructuras o sustratos formados en húmedo pueden también ser producidas mediante el emplear una mezcla que contiene agua de material superabsorbente y de material fibroso, donde la mezcla puede haber sido proporcionada en la modalidad de una espuma. Las estructuras o telas formadas en seco pueden, por ejemplo, ser producidas mediante el emplear una mezcla de suspensión en aire o llevada en aire de material fibroso y de material superabsorbente.

Ejemplos de las estructuras superabsorbentes colocadas en húmedo adecuadas pueden incluir aquellas producidas por el método descrito en la patente US número 5,651,862 titulada "COMPUESTO ABSORBENTE FORMADO EN HÚMEDO" de R. Anderson y otros, del 29 de julio de

1997. Los ejemplos de las estructuras superabsorbentes colocadas por aire están descritas en la patente US número 5,509,915 titulada "ARTÍCULO ABSORBENTE DELGADO QUE TIENE UNA ABSORCIÓN RÁPIDA DE LÍQUIDO" de W. Hanson y del 23 de Abril de 1996. La descripción completa de estos documentos se incorpora aquí a modo de referencia en una manera que es consistente con la presente.

Las técnicas de la presente invención pueden compactar y/o densificar una estructura absorbente sin dañar excesivamente el material superabsorbente en la estructura o degradar excesivamente las propiedades funcionales de la estructura absorbente. Las técnicas de la invención pueden ayudar a suavizar el material absorbente y a incrementar el funcionamiento de su estructura absorbente resultante.

La técnica de la invención puede además ser mejorada mediante el escoger apropiadamente los materiales constituyentes en la estructura húmeda absorbente. Por ejemplo, agregando fibras de celulosa enlazadas en forma cruzada a la estructura absorbente se puede impartir volumen y suavidad. Aumentando la cantidad del superabsorbente también se puede impartir suavidad debido a una unión de fibra a fibra reducida.

Deberá también notarse que, cuando se emplean en la presente descripción los términos "comprende", "comprendiendo" y otros derivados del término de la raíz "comprende" se intenta el que los términos estén abiertos para especificar la presencia de cualesquiera de las características declaradas, elementos, enteros, pasos o componentes, pero que no se excluya la presencia o la adición de una o más de otras características, elementos, enteros, pasos, componentes o grupos de los mismos.

Con referencia a las Figuras 1, 2, 3 y 4, la invención puede proporcionar un proceso y un aparato distintivos para compactar y/o densificar un sustrato 12 el cual contiene un material superabsorbente 32. Dicho en forma general, el proceso incluye una compresión del sustrato 12 mientras que el sustrato incluye el material superabsorbente el cual se ha plastificado.

En arreglos deseados, la invención puede incluir un plastificado del material superabsorbente contenido en el sustrato 12, y una compactación o compresión subsecuente del sustrato 12. La compresión del sustrato absorbente 12 puede llevarse a cabo a una presión relativamente baja seleccionada, y la presión baja puede ser arreglada para evitar esencialmente una fractura excesiva (por ejemplo el agrietamiento o rompimiento) u otro daño de las propiedades deseadas del material superabsorbente 32. Adicionalmente, el sustrato puede ser comprimido

mientras que se está sometiendo a una temperatura de compresión seleccionada. En aspectos particulares, una temperatura de transición del vidrio ( $T_g$ ) del material superabsorbente se ha ajustado por lo menos temporalmente, y la temperatura de transición del vidrio ajustada es aproximada a la temperatura de compresión seleccionada. En un aspecto adicional de la invención, la temperatura del superabsorbente puede ser elevada a dentro de un rango o proporción seleccionada de la temperatura de transición del vidrio del material superabsorbente.

La temperatura de transición del vidrio del material superabsorbente es un parámetro convencional que es reconocido en el arte. En forma general, la temperatura de transición del vidrio ( $T_g$ ) es una temperatura en donde un material, tal como el material polimérico, sufre un cambio marcado en las propiedades asociadas con el cese virtual del movimiento molecular local. Bajo su temperatura de transición del vidrio, un material amorfo puede tener muchas de las propiedades asociadas con los vidrios inorgánicos ordinarios, incluyendo las propiedades de dureza, quebradizo, rigidez y transparencia. Por ejemplo, véase el texto "Libro de Texto de Ciencia del Polímero" de Billmeyer (1984, Wiley) ISBN 0-47103196-8, por ejemplo página 7. La temperatura de transición del vidrio puede reflejar las propiedades mecánicas del material sobre un rango de temperatura especificado. Bajo la temperatura de transición del vidrio, un polímero es rígido, duro, quebradizo y de tipo de vidrio; arriba de la temperatura de transición del vidrio, si el peso molecular es suficientemente alto, el polímero será relativamente suave, lazo, estimable y podrá ser algo elástico. A temperaturas no superiores el material puede fluir y ser pegajoso. Bajo la temperatura de transición, la mayoría de las cadenas de polímero tienen una modalidad relativamente fija, y tiene lugar una poca traslación o rotación de las cadenas de polímero. Arriba de la temperatura de transición del vidrio, la cadena de polímero tiene una energía térmica suficiente para el movimiento rotacional o una oscilación torsional considerable; por tanto la temperatura de transición del vidrio marca el inicio de la movilidad en segmentos. La transición del vidrio no es aguda y tiene lugar sobre un rango de temperatura de varios grados. Por tanto, la temperatura de transición del vidrio es tomada como el punto medio del intervalo de temperatura sobre el cual ocurre la discontinuidad en las propiedades. Las técnicas convencionales para determinar la temperatura de transición del vidrio han empleado, por ejemplo, un calorímetro de exploración diferencial (DSC). Ver "Enciclopedia Kirk-Othmer de Tecnología Química", cuarta edición, volumen 1, por ejemplo páginas 315-317; y la obra "Tecnología de Polímero Superabsorbente Moderna" editores F. L. Bucholz y A. T. Graham, Wiley-VCH (1998), por ejemplo páginas 45 y 140-143.

La temperatura de transición del vidrio del material superabsorbente puede, por ejemplo, ser ajustada mediante el someter el sustrato 12 a un humedecimiento seleccionado. En aspectos deseados, el humedecimiento puede elevar selectivamente el contenido de agua del material superabsorbente asociado. El humedecimiento también puede ser empleado para exponer y ajustar los componentes del sustrato a la temperatura de compresión deseada. Deseablemente, el humedecimiento ocurre antes de la compresión y densificado del sustrato absorbente 12. En aspectos particulares de la invención, las partículas del material superabsorbente pueden aplanarse, pueden tender a formar plaquetas u de otra manera pueden tender a retener una forma deformada cuando se comprimen. En aspectos adicionales, las partículas superabsorbentes deformadas pueden ser configuradas para superar esencialmente o de otra manera evitar su deformación cuando los superabsorbentes son humedecidos. Cuando se someten a presiones ordinarias que se encuentran durante el uso normal, los materiales superabsorbentes pueden ser configurados para expandirse e hincharse para regresar a aproximadamente sus formas originales no deformadas durante la absorción de líquido. Como resultado, el material superabsorbente puede retener o volver a adquirir ventajosamente una capacidad para abrir la estructura de matriz del compuesto al hincharse el material superabsorbente.

En aspectos particulares, el material superabsorbente 32 puede inicialmente ser proporcionado en el sustrato a un primer nivel de humedad seleccionado. Por ejemplo, el material superabsorbente puede ser proporcionado para la inclusión en el sustrato 12 mientras que el material superabsorbente contiene el primer nivel de humedad. En otros aspectos, el material superabsorbente puede ser secado o de otra manera puede ser condicionado para lograr el primer nivel de humedad. opcionalmente, el superabsorbente y el sustrato pueden ser ambos secados o de otra manera pueden ser ambos condicionados para lograr el primer nivel deseado de humedad en el material superabsorbente. El superabsorbente y el sustrato pueden ser deseablemente condicionados mientras que se combinan juntos. En aspectos adicionales, el proceso puede incluir el proporcionar un material fibroso u otro material de matriz para la inclusión en el sustrato. En las varias modalidades de la invención, el sustrato 12 puede inicialmente ser proporcionado mientras que el material superabsorbente contiene el primer nivel de humedad, y la compresión del sustrato puede llevarse a cabo subsecuentemente mientras que el material superabsorbente contiene un segundo nivel de humedad el cual es mayor que el primer nivel de humedad.

En aún otros aspectos de la invención se pueden incluir rodillos de calandrado calentados los cuales pueden ayudar a reducir la cantidad de presión para densificar el sustrato absorbente 12. Adicionalmente, el humedecimiento y el calandrado del sustrato 12 puede llevarse a cabo en una operación combinada para proporcionar ventajas adicionales.

Los procedimientos de suavizado adicionales pueden llevarse a cabo sobre el sustrato ya sea antes, después o en vez del calandrado del sustrato 12. Tales procedimientos adicionales pueden, por ejemplo, incluir el grabado, la compresión, la compresión entre rodillos grabados casados, el micro tensionado y similares así como sus combinaciones. El suavizado del sustrato 12 en tal manera puede proporcionar la ventaja adicional de romper algunas de las uniones las cuales de otra manera limitarían el hinchado del material superabsorbente en el sustrato, proporcionando por tanto una capacidad incrementada a la estructura. Se contempla que el sustrato 12 puede ser calentado durante los procedimientos de suavizado adicionales.

En arreglos deseados la técnica de la invención puede incluir una flexión seleccionada del sustrato 12. Donde son empleados tanto la flexión con suavizado y un densificado del sustrato, el material de tela absorbente 12 es deseablemente suavizado mediante su flexión antes del calandrado. Esta modalidad de la invención puede ser particularmente ventajosa para procesar estructuras que son densificadas a espesores los cuales se aproximan al tamaño de las partículas superabsorbentes en el sustrato.

Los varios aspectos de la presente invención pueden incorporarse individualmente o en cualesquier combinación deseada, y pueden ayudar a suavizar más efectivamente y eficientemente un sustrato el cual contiene partículas de material superabsorbente. En particular, los varios aspectos de la técnica de la invención pueden ventajosamente mantener las formas deseadas, las propiedades físicas y/o las propiedades absorbentes del material superabsorbente. Adicionalmente, la presente invención puede producir un artículo absorbente el cual proporcione un ajuste mejorada, más suavidad y flexibilidad, mejor contención del superabsorbente en el sustrato, una absorbencia mejorada y un escape reducido.

Haciendo referencia a la Figura 1, el proceso y el aparato de la invención pueden tener una dirección de la máquina designada 34 y una dirección transversal designada 36 para los propósitos de la presente invención, la dirección de la máquina 34 es la dirección a lo largo de la cual un material o componente particular es transportado en sentido longitudinal a lo largo y a través de una posición local particular del aparato y del método de la invención. La dirección transversal 36 yace

generalmente dentro del plano del material que está siendo transportado a través del proceso y está alineada perpendicular a la dirección de la máquina local 34. Por tanto, en vista del arreglo mostrado representativamente en la Figura 1, la dirección transversal 36 se extiende perpendicular al plano de la hoja del dibujo.

Como se mostró representativamente en la Figura 1, el método y el aparato de la invención pueden incluir un mecanismo de transporten tal como se proporciona por los rodillos de transporte mostrados representativamente 14 y sus fuentes de energía asociadas (por ejemplo máquinas y motores) las cuales pueden mover y dirigir el sustrato 12 a lo largo de la dirección de la máquina designada 34 a una velocidad de transporte seleccionada.

En aspectos particulares, la velocidad de transporte puede ser de por lo menos de un mínimo de alrededor de 10 m/minuto. La velocidad de transporte puede alternativamente ser de por lo menos de alrededor de 100 metros por minuto, y opcionalmente, puede ser de alrededor de por lo menos 250 metros por minuto para proporcionar un funcionamiento mejorado. En otros aspectos, la velocidad de transporte puede no ser más de un máximo de alrededor de 1.000 metros por minuto. La velocidad de transporte puede alternativamente no ser de más de alrededor de 700 metros por minuto, y opcionalmente, puede no ser de más de alrededor de 400 metros por minuto para proporcionar la efectividad mejorada. Si la velocidad es muy baja, puede haber excesivamente una baja productividad y un alto costo. Si la velocidad es muy alta, cualesquier transferencia deseada del calor al sustrato móvil puede no ser efectiva o ser insuficiente.

Como se mostró representativamente en la Figura 1, el sistema de transporte puede entregar el sustrato 12 a un mecanismo plastificante seleccionado. El sustrato entregado está deseablemente y esencialmente seco, y el mecanismo plastificante tal como el sistema humedecedor mostrado representativamente, puede ser configurado para incrementar operativamente una ductilidad o de otra manera incrementar una deformación del material superabsorbente 32 en el sustrato 12.

Para los propósitos de la presente descripción, un plastificante de un material designado incluye cualesquier fórmula, tratamiento o técnica la cual reduce operativamente la dureza, reduce lo quebradizo y/o reduce la rigidez, y permite una deformación operativo del material esencialmente sin un agrietamiento, rasgado, división, rompimiento u otra fractura excesiva cuando el material es comprimido. La reducción de la firmeza, rigidez o lo quebradizo puede ser temporal o esencialmente permanente. La deformación sin fractura puede ser una deformación elástica, una

deformación sustancialmente elástica o una deformación esencialmente retenida, así como en combinaciones de las mismas. El plastificante del material superabsorbente puede, por ejemplo, incluir un humedecimiento del material, un calentamiento del material, un tratamiento químico del material o similares, así como sus combinaciones.

Con referencia a la Figura 1, el plastificante del material superabsorbente 32 dentro del sustrato 12 puede incluir un mecanismo el cual humedece operativamente el sustrato 12 en una extensión seleccionada. Por ejemplo, en la modalidad representativamente mostrada, el sustrato 12 puede ser transportado adentro de una cámara de humedecimiento 16 la cual expone operativamente el sustrato, particularmente el material superabsorbente al vapor de agua. El humedecimiento puede tener una ventaja agregada de proporcionar una unión incrementada del superabsorbente a las fibras, especialmente si el superabsorbente está configurado para hacerse pegajoso durante el humedecimiento. El aglutinado puede incrementar la contención de las partículas en su material de matriz asociado (por ejemplo matriz de fibra o una matriz de espuma) y puede proporcionar un contacto más íntimo entre el superabsorbente y el material de matriz. Como resultado, el aglutinado puede incrementar las propiedades de manejo de líquido del sustrato compuesto absorbente 12.

Varias técnicas pueden emplearse para humedecer operativamente el sustrato 12. Las técnicas pueden incluir un humedecimiento a alta temperatura o un humedecimiento a baja temperatura, así como combinaciones de los mismos. El vapor de agua puede ser entregado al sustrato 12 y al material superabsorbente mediante el exponer el sustrato al aire humedecido. Por ejemplo, un transportador con vacío puede emplearse para pasar el aire húmedo a través del sustrato. El humedecimiento puede también incluir el proporcionar un vapor de agua mediante el emplear vapor u otro medio gaseoso que contiene humedad de alta temperatura. En aspectos adicionales, el humedecimiento puede incluir un mecanismo el cual genera suficientes gotas pequeñas de agua que se evaporarán fácilmente para proporcionar la concentración deseada del vapor de agua. Por ejemplo, un humedecimiento adecuado puede ser logrado por las duchas de aire, los nebulizadores, los atomizadores, los vaporizadores ultrasónicos, los dispositivos condensadores de humedad y similares, así como sus combinaciones. Típicamente, un mecanismo impulsor (por ejemplo un sistema de ventilador o un sistema de vacío) puede ser empleado para mover la humedad (por ejemplo el vapor de agua) a través del sustrato y hasta un contacto operativo con el material superabsorbente.

El humedecimiento del sustrato 12 puede exponer el sustrato 12 a una concentración seleccionada del vapor de agua a una temperatura predeterminada por una longitud de tiempo seleccionada. Varios mecanismos y técnicas pueden ser empleados para ajustar y regular el tiempo de exposición. Por ejemplo, la velocidad del sustrato 12 puede ser incrementada o disminuida para regular un tiempo de residencia del sustrato dentro de la cámara de humedad 16. Alternativamente, la longitud de la trayectoria del sustrato dentro de la cámara de humedad puede incrementarse o disminuirse para ajustar el tiempo de permanencia. En la modalidad mostrada, por ejemplo, un sistema de rodillos festonadores 18 puede ser empleado para ajustar la longitud de la trayectoria del sustrato dentro de la cámara de humedad 16 para regular el tiempo de permanencia del sustrato en la cámara.

El sustrato es sometido deseablemente a la concentración de vapor de agua designada (por ejemplo una humedad relativa) durante un tiempo y a una temperatura los cuales son suficientes para impartir un contenido de humedad seleccionado al material superabsorbente en el sustrato 12. En aspectos particulares, el contenido de humedad proporcionado al superabsorbente puede ser de por lo menos de un mínimo de alrededor de 0,1 gramos de agua por gramo de material superabsorbente (0,1 g/g). El contenido de humedad puede alternativamente ser de por lo menos de alrededor de 0,15 g/g, y opcionalmente, puede ser de por lo menos de alrededor de 0,2 g/g para proporcionar un funcionamiento mejorado. En otros aspectos, el contenido de humedad puede no ser de más de un máximo de alrededor de 0,9 g/g. El contenido de humedad puede alternativamente no ser de más de alrededor de 0,6 g/g, y opcionalmente puede no ser de más de alrededor de 0,4 g/g para proporcionar la efectividad mejorada.

Si el contenido de humedad es muy bajo, puede haber una generación excesiva de polvo, una fractura excesiva del material absorbente, o una necesidad de un calentamiento excesivo del sustrato. Si el contenido de humedad es muy alto, puede haber una adhesión excesiva del sustrato al equipo de fabricación, puede haber interrupciones excesivas del proceso de fabricación, y puede haber una reducción de la capacidad absorbente del material superabsorbente.

Se ha descubierto que el tratamiento del sustrato 12 con los niveles operativos de vapor de agua puede ser más efectivo que un tratamiento del sustrato con agua líquida. Cuando el sustrato es tratado con agua líquida, el agua líquida puede primariamente ser capturada o de otra manera absorbida por el material de matriz, tal como el material fibroso en el sustrato. Como un resultado de esto, el material superabsorbente puede no

hacerse adecuadamente plastificado para permitir la compresión deseada del sustrato sin dañar excesivamente las propiedades del material superabsorbente. Adicionalmente, cuando el agua líquida es empleada, las cantidades excesivas de agua pueden ser necesarias para generar el efecto plastificante deseado sobre el material superabsorbente, ya que el agua excesiva puede ser mantenida por el material de matriz del sustrato. El agua en exceso puede entonces ser difícil y/o costosa de secar o de otra manera remover del sustrato. Por tanto, un aspecto de la invención es el evitar esencialmente el someter el sustrato 12 a cantidades excesivas de agua líquida.

Los aspectos particulares de la invención pueden incluir una exposición u otro acondicionamiento del superabsorbente a una humedad relativa de hasta alrededor de 100%. La humedad relativa de acondicionamiento puede ser por lo menos de un mínimo de alrededor de 50%, y opcionalmente puede ser de por lo menos de alrededor de 80% para proporcionar un funcionamiento mejorado. otros aspectos de la invención pueden incluir un acondicionamiento del superabsorbente a una temperatura de hasta alrededor de 100°C. La temperatura acondicionadora puede alternativamente ser de por lo menos de un mínimo de alrededor de 20 °C y opcionalmente, puede ser de por lo menos de alrededor de 80 °C para proporcionar los beneficios mejorados.

En aspectos adicionales, el material superabsorbente 32 ha sido surtido, depositado o de otra manera provisto para la inclusión en el sustrato 12 en un momento y en una condición en la que el material superabsorbente contiene un ambiente o un primer nivel de humedad. El humedecimiento del sustrato 12 puede entonces elevar ventajosamente el contenido de humedad del material superabsorbente a un segundo nivel que está arriba del ambiental, el primer nivel en el superabsorbente. Después, la compresión del sustrato puede subsecuentemente llevarse a cabo cuando el material superabsorbente contiene el segundo nivel de humedad que es relativamente mayor que el primer nivel de humedad. En otros aspectos, el proceso puede incluir el proporcionar un material de matriz, tal como un material fibroso, para la inclusión en el sustrato. El material de matriz (por ejemplo fibra) puede ser por ejemplo mezclado, puesto en capas, unido, ensamblado, reaccionado o de otra manera combinado con el material superabsorbente para formar el sustrato deseado.

En aspectos alternativos de la invención, la plastificación del material superabsorbente 32 puede lograrse mediante el configurar el material superabsorbente para estar en un estado fácilmente deformable, aunque el material esté a niveles de humedad bajos. Por tanto, la

invención puede permitir un densificado de los materiales a temperaturas más bajas. El superabsorbente puede tener una composición la cual se ha procesado químicamente o se ha alterado de otra manera para proporcionar una temperatura de transición del vidrio baja en el ambiente de humedad relativa baja. Tal alteración puede incluir una reacción o tratamiento químico en el cual cambia adecuadamente la química del material superabsorbente. En aspectos particulares, el superabsorbente puede tener una composición la cual se ha ajustado químicamente para proporcionar una temperatura de transición del vidrio de menos de alrededor de 35 °C a una humedad relativa de 50%.

En otros aspectos, el material superabsorbente puede ser tratado con un aditivo para hacer el superabsorbente y menos susceptible a la formación de polvo. Por ejemplo, véase la patente Europea EP 0 690 077 publicada el 3 de Enero de 1996 titulada "MATERIAL POLIMÉRICO FORMADOR DE HIDROGEL CON PROPIEDADES DE FRACTURA DESEABLES". El aditivo también puede operar como un material aglutinante el cual ayuda a aglutinar las partículas superabsorbentes a las fibras adyacentes. Como resultado, el aditivo plastificante puede proporcionar una técnica eficiente y distintiva para introducir el aglutinante en el material absorbente.

Con referencia a las Figuras 2, 3 y 4, el método y el aparato de la invención pueden además incluir un mecanismo el cual proporciona una flexión predeterminada del sustrato 12. Deseablemente, la flexión se lleva a cabo antes de la compresión del sustrato. La flexión puede proporcionar ventajosamente un desatiezado del sustrato 12, y el desatiezado puede, por ejemplo, llevarse a cabo antes, durante o después del humedecimiento u otra plastificación del sustrato. El desatiezamiento del sustrato puede incluir una flexión en la dirección transversal seleccionada, una flexión en la dirección de la máquina, o una combinación de una flexión en la dirección transversal y de una flexión en la dirección de la máquina, como se desee.

Pueden emplearse varias técnicas para proporcionar la flexión en la dirección transversal deseada del sustrato 12. Por ejemplo, las técnicas pueden incluir el grabado, el micro manchado, la tensión biaxial y similares, así como sus combinaciones.

Ejemplos de la técnica de micro manchado se describen en la patente US número 5,562,645 otorgada el 8 de Octubre de 1996 titulada "ARTÍCULO CON HOJA DE PULPA ABSORBENTE SUAVE" de R. W. TANZER y otros.

Ejemplos de la técnica de tensión biaxial están descritos en la patente US América número 3,902,230 otorgada el 2 de Septiembre de 1975 titulada "ESTIRADOR DE SUSTRATO BIAxIAL CONTINUO Y SIMULTÁNEO" de Schwarz; patente US número 4,223,059 otorgada el 16 de Septiembre de 1980 titulada "PROCESO Y PRODUCTO PARA ESTIRAR UNA TELA NO TEJIDA DE UNA FIBRA POLIMÉRICA ORIENTABLE" de Schwarz; y patente US número 4,285,100 otorgada el 25 de Agosto de 1981 titulada "APARATO PARA ESTIRAR UNA TELA NO TEJIDA O UN MATERIAL POLIMÉRICO ORIENTABLE" de Schwarz..

Otras técnicas para proporcionar un material absorbente flexible se describen en la patente US número 4,354,901 otorgada el 19 de Octubre de 1982 titulada "CARTONES ABSORBENTES FLEXIBLES" de Kopolow; y patente US número 4,610,678 otorgada el 9 de Septiembre de 1986 titulada "ESTRUCTURAS ABSORBENTES DE ALTA DENSIDAD" de Weisman y otros.

Con referencia a las Figuras 1, 2 y 3, la flexión en la dirección transversal del sustrato 12 puede incluir el pasar el sustrato a través de un punto de presión entre un par de rodillos grabados circunferencialmente, contra giratorios y cooperadores 70 y 70a para flexionar mecánicamente los materiales de sustrato con el juego de rodillos ranurados casados. Como se mostró representativamente en las Figuras 2 y 3, cada uno de los rodillos ranurados contra giratorios 70 y 70a pueden incluir una serie alternante de picos 72 y de planicies 76 cooperadores. Los picos pueden tener un ancho flexionado 78 y una altura seleccionada 82. Las planicies tienen un ancho seleccionado 80 y una profundidad seleccionada que corresponde a la altura 82 de los picos. Los picos adyacentes que están sobre el mismo rodillo tienen una distancia de centro a centro 84. Durante la operación, los picos de un rodillo están esencialmente centrados en las planicies del otro rodillo casado. Una distancia "de enganche" 90 entre los rodillos 70 y 70a se mide como la distancia desde el pico proporcionado por el primer rodillo al pico colocado adyacente proporcionado por el segundo rodillo cuando los picos del primer rodillo penetran en las ranuras del segundo rodillo casado. Una "separación" es medida cuando los picos del primer rodillo no penetran en la ranura del segundo rodillo.

En la modalidad mostrada representativamente, por ejemplo el ancho 78 del pico es de 0,031 pulgadas (0,79 milímetros), y el ancho 80 de la planicie es de 0,094 pulgadas (2,39 milímetros). La altura 82 del pico (o equivalentemente la profundidad de la planicie de tierra) es de 0,09 pulgadas (2,29 milímetros). La distancia de centro a centro 84 entre

324

los picos adyacentes que están sobre el mismo rodillo es de 0,125 pulgadas (3,18 milímetros).

Los ejemplos de los rodillos grabados circunferencialmente adecuados se describen en la patente US número 4,921,643 titulada "PROCESAMIENTO DE SUSTRATO CON DOS RODILLOS CASADOS" de R. Walton y otros, la cual se otorgó el 1 de Mayo de 1990, cuya descripción completa se incorpora aquí a modo de referencia en una manera que es consistente con la presente. Deberá notarse que los dedos retardadores descritos en la patente US número 4,921,543 no son empleados en el proceso de suavizado de la presente invención.

Cuando un material de capa absorbente o cualesquier otro sustrato de material se desplaza en una dirección recta (desplazamiento lineal), la velocidad de todas las partes del material son iguales. Cuando el material se desplaza a lo largo de una superficie arqueada de un rodillo, la velocidad del material ya, no es lineal, en vez de esto la velocidad es esencialmente circunferencial.

El movimiento del material a lo largo de la trayectoria circunferencialmente arqueada crea una diferencia de velocidad tal que la velocidad promedio del material está en el centro del espesor del material. La parte del material la cual está adyacente al rodillo se desplaza a una velocidad que es más lenta que la velocidad promedio, y la parte radialmente más exterior del material se desplaza a una velocidad que es más rápida que la velocidad promedio. Para acomodar la diferencia de velocidad, el material arqueado tiende a comprimirse sobre el lado cóncavo del material, y tiende a estirarse sobre el lado cóncavo del material.

El aspecto de estiramiento, sobre el lado convexo exterior del material puede ser particularmente útil para el desatiezar el material. El estiramiento puede, por ejemplo, jalarsse sobre las fibras de una tela fibrosa y romper los enlaces de hidrógeno (y otros enlaces) entre las fibras. Como un resultado de esto, el material puede hacerse más dócil. Si uno desea el desatiezar sólo un lado del sustrato de material, la geometría de la trayectoria de sustrato arqueada puede ser configurada para aplicar la carga de tensión y estiramiento a un lado designado del sustrato. El corrido del material a través de una trayectoria arqueada de forma de S (envoltura S) puede tensionar y estirar cada lado del sustrato de material en secuencia, y puede desatiezar operativamente y suavizar ambos lados del sustrato.

325

La aplicación de cualquier clase de tensión puede ayudar a desatiezar un material sustrato, pero mediante el utilizar la acción de doblado alrededor de un rodillo, el grado de desatiezamiento puede ser controlado y el estiramiento del material puede ser mantenido. La acción de doblado puede desatiezar las partes convexamente arqueadas del material que están colocadas hacia las superficies exteriores expuestas del sustrato, mientras que se mantiene la resistencia del material en las partes de espesor medio del sustrato que están colocadas cerca del eje neutral de doblado del sustrato arqueado.

La extensión de la fuerza desatiezadora (tensión) es típicamente e inversamente proporcional al radio del rodillo que está siendo usado. Entre más pequeño es el diámetro del rodillo que está siendo usado, mayor es la diferencia de velocidad y mayor es la fuerza de tensión. La extensión de la fuerza desatiezadora (tensión) es típicamente y directamente proporcional al espesor de la estructura absorbente. Entre más grueso es el material mayor es la diferencia de velocidad y mayor es la fuerza de tensión. Con referencia a la Figura 4, la flexión en la dirección de, la máquina del sustrato 12 puede incluir un movimiento del sustrato a lo largo de una trayectoria arqueada 38 la cual arquea a través de un ángulo de volteo circunferencias seleccionado 40. En aspectos particulares, el ángulo de volteo circunferencias puede ser de por lo menos de un mínimo de alrededor de 15 grados (15°). El ángulo de volteo circunferencias puede alternativamente ser de por lo menos de alrededor de 45 grados, y opcionalmente puede ser de por lo menos de alrededor de 90 grados para proporcionar el funcionamiento mejorado. En otros aspectos, el ángulo de volteo circunferencias puede ser a un máximo de alrededor de 270 grados, o más. El ángulo de volteo circunferencias puede alternativamente no ser de más de alrededor de 240 grados, y opcionalmente puede no ser de más de alrededor de 200 grados para proporcionar la efectividad mejorada.

Si el ángulo de volteo circunferencial es muy bajo, el desatiezamiento del sustrato puede ser insuficiente. Si el ángulo de volteo circunferencias es muy grande, la integridad del sustrato puede ser degradada excesivamente y el equipo de procesamiento puede hacerse excesivamente complejo.

La trayectoria arqueada 38 puede tener un rollo seleccionado de curvatura 42. En aspectos particulares, el radio de curvatura puede ser de por lo menos de un mínimo de alrededor de 1 centímetro, y alternativamente, puede ser por lo menos de alrededor de 1,5 centímetros para proporcionar el funcionamiento mejorado. En otros aspectos, el radio de curvatura 42 puede no ser de más de un máximo de alrededor de 20 centímetros. El radio de curvatura puede alternativamente ser de no más

de alrededor de 5 centímetros, y opcionalmente, puede no ser de más de alrededor de 2 centímetros para proporcionar una efectividad mejorada. Si el radio de curvatura 42 es muy bajo, puede haber un eslingaje excesivo u otra pérdida del material superabsorbente o del material de fibra afuera del sustrato. Si el radio de curvatura 42 es muy grande, el nivel de desatiezamiento en el sustrato puede ser insuficiente.

Con referencia a la Figura 4, la flexión en la dirección de la máquina del sustrato 12 puede incluir un movimiento del sustrato a lo largo de una trayectoria arqueada esencialmente de forma de S la cual arquea a través de un ángulo de volteo reflejado acumulativo, tal como el ángulo de volteo reflejado el cual incluye los ángulos de volteo individuales 40, 40a y 40b. En aspectos particulares, el ángulo de volteo reflejado acumulativo puede ser de hasta un máximo de alrededor de 2.000 grados o más. El ángulo de volteo reflejado acumulativo puede ser alternativamente de hasta alrededor de 1.500 grados y opcionalmente puede ser de hasta alrededor de 720 grados para proporcionar el funcionamiento deseado. En otros aspectos, el ángulo de volteo reflejado acumulativo puede no ser de menos que un mínimo de alrededor de 180 grados. El ángulo de volteo reflejado acumulativo puede alternativamente no ser de menos de alrededor de 270 grados, y opcionalmente, puede no ser de menos de alrededor de 360 grados para proporcionar la efectividad mejorada. Si el ángulo de volteo reflejado acumulativo es muy bajo, el desatiezamiento del sustrato puede ser insuficiente. Si el ángulo de volteo reflejado acumulativo es muy grande, el equipo de procesamiento puede hacerse excesivamente complejo.

En la modalidad mostrada representativamente, la trayectoria arqueada en forma de S puede incluir una primera parte arqueada 44 y una segunda parte opuestamente arqueada reflejada 46. Cada una de las partes arqueadas primera y segunda pueden ser cualesquiera de los radios de curvatura y de los ángulos de volteo individuales descritos ahí.

Como se mostró representativamente en la Figura 1, el aparato y el método de la invención pueden además incluir un calentamiento seleccionado del sustrato 12. Por ejemplo, el sustrato 12 puede ser pasado a través de un punto de presión entre un par de rodillos calentados contra giratorios 30 y 30a. Como se mostró representativamente, los rodillos calentadores también pueden ser configurados para proporcionar una compresión y densificado seleccionadas del sustrato 12. En aspectos particulares, el calentamiento del sustrato 12 puede llevarse a cabo antes o conjuntamente con la compresión del sustrato. En otros aspectos, el calentamiento del sustrato puede ser llevado a cabo esencialmente en forma simultánea con la compresión del sustrato. En las varias

modalidades de la invención, el calentamiento del sustrato 12 puede ser proporcionado con una o más técnicas. Tales técnicas pueden incluir, por ejemplo, el calentamiento por conducción, la radiación, la convección o similares, así como sus combinaciones.

En el calentamiento por conducción, el calor puede típicamente ser transferido de una región de alta temperatura a una región de temperatura más baja dentro de un medio o entre los medios que están en contacto directo. El calentamiento por conducción puede, por ejemplo, incluir un calentamiento con unos rodillos de envoltura calentados, rodillos de calandrado calentados, puntos de presión calentados, placas muertas calentadas, fricción y similares, así como sus combinaciones.

En el calentamiento por radiación, el calor puede ser transferido típicamente de un cuerpo de alta temperatura a un cuerpo de baja temperatura cuando los cuerpos están separados por un espacio. El calentamiento por radiación puede por ejemplo, incluir lámparas de calor las cuales generan radiación infrarroja, calentamiento de microondas, flamas abiertas u otra combustión, reacciones químicas exotérmicas, intercambiadores por calor y similares, así como sus combinaciones.

El calentamiento por convección puede típicamente involucrar las acciones de conducción, el almacenamiento de energía y el mezclado. El calentamiento por convección puede, por ejemplo, incluir el vapor, el aire calentado u otro gas calentado, y similares, así como combinaciones de los mismos.

El calentamiento de microondas puede ser particularmente efectivo ya que el material superabsorbente tiene una afinidad natural con el agua, y el agua puede salir selectivamente y calentada con la radiación de microondas. El calentamiento con microondas por tanto puede brincar la necesidad de transmitir la energía de calor a través de cualesquier material fibroso aislante del sustrato 12. El calentamiento por conducción puede ser menos eficiente de energía debido a la necesidad de calentar el material fibroso del sustrato para transferir el calor al material superabsorbente.

El calentamiento del sustrato 12 puede incluir el someter el sustrato a una temperatura la cual es de por lo menos de un mínimo de alrededor de 20 °C. La temperatura de calentamiento puede alternativamente ser de por lo menos de alrededor de 40 °C, y opcionalmente, puede ser de por lo menos de alrededor de 90 °C para proporcionar un funcionamiento mejorado. En otros aspectos, la temperatura de calentamiento puede no ser de más de alrededor de 205 °C. La temperatura de calentamiento

puede alternativamente no ser de más de alrededor de 175 °C, y opcionalmente, puede no ser de más de alrededor de 159 °C para proporcionar los beneficios mejorados. El calentamiento del sustrato 12 puede ayudar a aumentar la unión de hidrógeno de las fibras de matriz en el sustrato, y a temperaturas muy altas, el calentamiento puede ayudar a plastificar las fibras. Como resultado, se requiere menos presión para generar los valores de densidad deseados. Las fibras calentadas tienen una tendencia más baja a rebotar y el sustrato es más capaz de mantener la densidad deseada.

El calentamiento del sustrato puede incluir el someter el sustrato 12 a una temperatura la cual calienta operativamente el material superabsorbente del sustrato a una temperatura la cual está dentro de un porcentaje predeterminado de la temperatura de transición del vidrio (medida en °C) del material superabsorbente 32. En aspectos particulares, la temperatura de calentamiento puede ser de por lo menos de un mínimo de alrededor de 80% de la temperatura de transición del vidrio. La temperatura de calentamiento puede alternativamente ser de por lo menos de alrededor de 90% de la temperatura de transición del vidrio, y opcionalmente, puede ser de por lo menos de alrededor de 95% de la temperatura de transición del vidrio del material superabsorbente para proporcionar una eficiencia mejorada. En otros aspectos, la temperatura de calentamiento puede no ser más de un máximo de alrededor de 125% de la temperatura de transición del vidrio. La temperatura de calentamiento puede alternativamente no ser de más de alrededor de 107% de la temperatura de transición del vidrio, y opcionalmente puede no ser de más de alrededor de 105% de la temperatura de transición del vidrio del material superabsorbente para proporcionar los beneficios mejorados tales como los costos reducidos.

Si la temperatura calentada del material superabsorbente es muy alta, el material puede descomponerse excesivamente, o de otra manera puede sufrir un cambio químico indeseado. Si la temperatura calentada del material superabsorbente es muy baja, puede haber una fractura excesiva del material superabsorbente.

Las técnicas convencionales para suavizar un producto absorbente, tal como el que está descrito en la patente de los Estados Unidos de América número 4.605.402 otorgada a Iskra, han enseñado una trituración deseada del superabsorbente para lograr la suavidad en el artículo. Las técnicas convencionales para densificar los sustratos absorbentes que usan rodillos de calandrado calentados y altas presiones están descritas en las patentes US números 5,252,275 y 5,324,575. Tales técnicas se han empleado para densificar los sustratos de fibras de alto volumen y

enlazadas en forma cruzada las cuales pueden contener superabsorbente. Las presiones de densificado han estado en el rango de 800-115.000 libras por pulgada cuadrada ( $5,5 \times 10^3 - 7,9 \times 10^5$  KPa), y las temperaturas de calentamiento han sido de entre 60 °C y 180 °C.

Tales altas presiones pueden, sin embargo, afectar adversamente el superabsorbente. En un compuesto esencialmente seco, el superabsorbente está típicamente en un estado quebradizo y vidrioso y se agrietará cuando se somete a presiones altas. El agrietamiento del superabsorbente en partículas más pequeñas puede aún ser más detrimental para el superabsorbente enlazado en forma cruzada de superficie que para un superabsorbente enlazado en forma cruzada de volumen. Con un superabsorbente enlazado en forma cruzada de superficie, el agrietamiento de las partículas puede exponer indeseablemente el material enlazado en forma cruzada más ligeramente en las partes centrales de las partículas superabsorbentes. Los superabsorbentes enlazados en forma cruzada de superficie, sin embargo, son preferidos para producir las estructuras delgadas las cuales contienen cantidades superiores del superabsorbente. Los ejemplos de tales superabsorbentes están descritos en la patente US número 5,147,343 otorgada a Kellenberger; y la patente US número 5,601,542 otorgada a Melius y otros. Como resultado, las técnicas de suavizado y densificado convencionales han sido inadecuadas para producir los productos deseados.

En contraste con las técnicas convencionales, el mecanismo de compresión, tal como se proporcionó por los rodillos de calandrado mostrados representativamente 22, pueden aplicar una presión selectiva al sustrato 22 en una manera la cual reduce relativamente la rigidez del sustrato mientras que se evita esencialmente un daño excesivo de las propiedades deseadas del material superabsorbente en el sustrato. En particular, el mecanismo compresor puede aplicar una presión selectiva al sustrato 12 en una manera la cual reduce operativamente el volumen del sustrato mientras que se evita esencialmente una fractura excesiva del material superabsorbente. Con referencia a la Figura 1, la compresión del sustrato 12 puede incluir el pasar el sustrato a través de un punto de presión entre un par de rodillos contra giratorios y cooperadores, tal como el par mostrado representativamente de rodillos de calandrado 22 y 22a. Las superficies circunferenciales exteriores de los rodillos de calandrado pueden ser esencialmente lisas. Alternativamente, las superficies exteriores de los rodillos de calandrado pueden ser texturizadas. Por ejemplo, las superficies exteriores de los rodillos de calandrado 22 pueden incluir un patrón predeterminado de ranuras que se extienden circunferencialmente. Alternativamente, las fuentes de los rodillos de

calandrado pueden super texturizarse con uno o más patrones de texturización convencionales.

En aspectos particulares, la compresión del sustrato 12 puede incluir un sometimiento del sustrato a una separación de compresión seleccionada, la cual puede proporcionarse entre las placas de compresión, entre los rodillos de compresión o en cualesquier otro mecanismo de compactación operativo, así como en combinaciones de los mismos. La separación de compresión puede, por ejemplo, ser seleccionada para ser esencialmente igual o menor que un tamaño de partícula medio del material superabsorbente. En otros aspectos de la invención, la separación de compresión puede ser seleccionada para ser menor de alrededor de 2 milímetros, y puede seleccionarse para ser de menos de alrededor de 1 milímetro. La separación de compresión puede alternativamente ser de menos de alrededor de 0,6 milímetros y opcionalmente puede ser de menos de alrededor de 0,3 milímetros para proporcionar beneficios mejorados. La separación de compresión puede ser generada mediante el emplear cualesquier técnica conveniente. Por ejemplo, la separación de compresión puede ser generada entre un par de placas de presión, o puede ser generada en el área de punto de sujeción entre un par cooperador de rodillos contra giratorios.

En aspectos adicionales, la compresión del sustrato 12 puede ser configurada para proporcionar una densidad de sustrato comprimido de por lo menos de un mínimo de alrededor de 0,2 g/centímetro cúbico. La densidad del sustrato puede alternativamente ser de por lo menos de alrededor de 0,2 gramos por centímetro cúbico. La densidad del sustrato puede alternativamente ser de por lo menos de alrededor de 0,25 gramos por centímetro cúbico, y opcionalmente, puede ser de por lo menos de alrededor de 0,3 gramos por centímetro cúbico o más, para proporcionar los beneficios mejorados, tal como la flexibilidad mejorada o el transporte mejorado de los líquidos. En arreglos deseados, la densidad del sustrato puede ser de hasta alrededor de 0,2 gramos por centímetro cúbico o más.

Se apreciará fácilmente que los rodillos de calandrado calentados pueden ser empleados para ambos calentar y comprimir el sustrato 12. Por ejemplo, una compresión y densificado de los materiales puede lograrse mediante el usar los rodillos de calandrado calentados por inducción. Los rodillos pueden tener un diámetro de 9,5 pulgadas (24,1 centímetros), y pueden ser calentados a una temperatura de hasta alrededor de 400 °F (alrededor de 205 °C). En arreglos particulares, los rodillos pueden ser operados para proporcionar una velocidad de alrededor de 15 metros por minuto, y pueden ser colocados para proporcionar una separación seleccionada establecida entre los rodillos.

Opcionalmente, la velocidad proporcionada por los rodillos puede ser de hasta 185 metros por minuto o más. Adicionalmente una fuerza seleccionada puede ser aplicada para prensar uno de los rodillos en contra de su tope de separación asociado. Los rodillos adecuados están disponibles en Tokuden Company, una compañía que tiene oficinas en Kyoto, Japón; o Tokuden, Inc., una compañía que tiene oficinas en Norcross, Georgia.

En aspectos deseados, el sustrato 12 puede incluir una combinación seleccionada de materiales fibrosos y de material superabsorbente. En aspectos deseados, el material compuesto no ha sido sometido al procedimiento de fibrilación y/o de colocación por aire durante la producción del sustrato absorbente 12. El material fibroso puede incluir las fibras absorbentes, las fibras esencialmente no absorbentes, las fibras humectables, las fibras esencialmente no humectables, las fibras celulósicas, las fibras no celulósicas, las fibras naturales, o las fibras sintéticas, así como las combinaciones de las mismas. En aspectos particulares de la invención la estructura de la tela absorbente 12 puede incluir por lo menos un mínimo de alrededor de 0,5% en peso de material superabsorbente, como se determinó con respecto al peso total de la tela absorbente seca. En productos seleccionados, tales como los artículos configurados para el cuidado de la mujer y la incontinencia ligera, el sustrato absorbente 12 puede alternativamente incluir por lo menos alrededor de 0,7% en peso del material superabsorbente, y opcionalmente, puede incluir por lo menos alrededor de 1% en peso del material superabsorbente para proporcionar los beneficios mejorados. En otros productos seleccionados, tal como los artículos configurados para los pañales para el cuidado del infante, los calzoncillos de aprendizaje para el cuidado del niño, y los productos para la incontinencia del adulto, el sustrato absorbente puede incluir por lo menos alrededor de 15% en peso del material superabsorbente, y opcionalmente, puede incluir por lo menos alrededor del 30% en peso del material superabsorbente para proporcionar el funcionamiento mejorado.

En otros aspectos de la invención, el sustrato absorbente 12 puede incluir no más de un máximo de alrededor de 90% en peso del material superabsorbente, como se determinó con respecto al peso total del material en el sustrato absorbente seco 12. En productos seleccionados, tales como los artículos configurados para el cuidado de la mujer y para la incontinencia ligera, el sustrato absorbente 12 puede incluir no más de alrededor de 15% en peso de material superabsorbente, y alternativamente puede incluir no más de alrededor de 10% en peso del superabsorbente para proporcionar los beneficios mejorados. opcionalmente, el sustrato absorbente de tales productos puede incluir no más de alrededor de 5% en

peso del material superabsorbente para proporcionar los beneficios deseados. En otros productos seleccionados, tal como los artículos configurados para pañales para el cuidado del infante, prendas para la incontinencia del adulto y calzoncillos de aprendizaje para el cuidado del niño, el sustrato absorbente 12 puede incluir no más de alrededor de 70% en peso del material superabsorbente, y opcionalmente puede incluir no más de alrededor de 60% en peso del material, superabsorbente para proporcionar el funcionamiento mejorado.

El material superabsorbente empleado en las estructuras absorbentes construidas con la presente invención puede ser un material de gelación polimérico, y el superabsorbente puede estar generalmente en la forma de partículas discretas. Las partículas pueden ser de cualesquier forma deseada, por ejemplo, de espiral o de semiespiral, cúbica, de tipo de varilla, de polihedro, o similares. Las formas, que tienen una proporción de dimensión más grande/dimensión más pequeña a grande, como agujas, hojuelas, y fibras, también están contempladas para usarse aquí. Opcionalmente, los conglomerados de partículas de material de gelación absorbente también pueden ser usados en las estructuras absorbentes producidas con la presente invención. Son deseadas para usarse las partículas que tienen un tamaño promedio de desde alrededor de 5 micras a alrededor de 1 milímetro, y las partículas pueden tener varias proporciones de aspecto en donde la proporción de aspecto es determinada mediante el dividir la dimensión de longitud más grande de la partícula por la dimensión de longitud más pequeña de la partícula. Para una partícula con una proporción de aspecto mayor de 5, tal como una hojuela o fibra, el tamaño de partícula como se usó aquí, es la dimensión de longitud más pequeña que divide una vista proyectada de la partícula individual. Para una partícula con una proporción de aspecto de menos de 5, el tamaño de partícula significa la dimensión de longitud más grande que divide una vista proyectada de la partícula individual. Después de determinar los tamaños de partícula, varios otros parámetros o valores, tal como el tamaño de partícula medio pueden ser calculados o de otra manera determinados en una manera convencional.

En aspectos deseados, la cantidad total del material de fibra en el sustrato absorbente 12 puede ser de por lo menos de un mínimo de alrededor de 10% en peso. La cantidad de fibra puede alternativamente ser de por lo menos de alrededor de 20% en peso, y opcionalmente puede ser de por lo menos de alrededor de 30% en peso. En otros aspectos, la cantidad total del material de fibra en el sustrato absorbente 12 puede no ser de más de un máximo de alrededor de 99,5% en peso. La cantidad de fibra puede alternativamente no ser de más de alrededor de 90% en peso, y opcionalmente puede no ser de más de alrededor de 70% en peso.

533

El material del sustrato absorbente 12 puede o no incluir un material aglutinante proporcionado separadamente, el cual es adicional a las fibras celulósicas y al material de polímero superabsorbente. La cantidad del material aglutinante en aspectos particulares de la invención puede ser de por lo menos de alrededor de 0,001% en peso, como se determinó con respecto a un peso total del sustrato absorbente seco. En otros aspectos, la cantidad del material aglutinante puede proporcionarse en una cantidad de no más de alrededor de 25% en peso.

Donde el material aglutinante es un agente de resistencia al mojado, la cantidad de material aglutinante puede ser de por lo menos de alrededor de 0,002% en peso, y opcionalmente puede ser de por lo menos de alrededor de 0,05% en peso para proporcionar un funcionamiento mejorado. En aspectos adicionales, la cantidad del agente de resistencia al mojado puede no ser de más de alrededor de 2% en peso. Adicionalmente, la cantidad del agente de resistencia al mojado puede alternativamente no ser de más de alrededor de 1% en peso, y opcionalmente puede no ser de más de alrededor de 0,07% en peso para proporcionar los beneficios mejorados.

Donde el material aglutinante es un aglutinante adhesivo, la cantidad del material aglutinante puede ser de por lo menos de alrededor de 0,05% en peso. La cantidad de aglutinante adhesivo puede ser alternativamente de por lo menos de alrededor de 1% en peso, y opcionalmente puede ser de por lo menos de alrededor de 5% en peso para proporcionar un funcionamiento mejorado. En aspectos adicionales, la cantidad de aglutinante adhesivo puede no ser de más de alrededor de 25% en peso. La cantidad del aglutinante adhesivo puede alternativamente no ser de más de alrededor de 20% en peso, y opcionalmente, puede no ser de más de alrededor de 15% en peso para proporcionar los beneficios mejorados.

En donde el material aglutinante es una fibra aglutinante activada, tal como una fibra termoplástica o una fibra activada con solvente, la cantidad de fibra aglutinante puede ser de por lo menos de alrededor de 1% en peso. La cantidad de fibra aglutinante puede alternativamente ser de por lo menos de alrededor de 1,5% en peso, y opcionalmente puede ser de por lo menos de alrededor de 2% en peso para proporcionar el funcionamiento mejorado. En aspectos adicionales, la cantidad de la fibra aglutinante puede no ser de más de alrededor de 25% en peso. La cantidad de la fibra aglutinante puede alternativamente no ser de más de alrededor de 15% en peso, y opcionalmente puede no ser de más de alrededor de 5% en peso para proporcionar los beneficios mejorados.

Donde el material aglutinante es un plastificante, la cantidad del plastificante puede ser de por lo menos de alrededor de 1% en peso. La cantidad del plastificante puede alternativamente ser de por lo menos de alrededor de 1,5% en peso, y opcionalmente, puede ser de por lo menos de alrededor de 2% en peso para proporcionar un funcionamiento mejorado. En aspectos adicionales, la cantidad del plastificante puede no ser de más de alrededor de 25% en peso. La cantidad del plastificante puede alternativamente no ser de más de alrededor de 15% en peso y opcionalmente, puede no ser de más de alrededor de 5% en peso para proporcionar los beneficios mejorados.

Otro aspecto de la presente invención puede incluir un sustrato absorbente 12 el cual contiene fibras de celulosa atezadas en una cantidad la cual es de por lo menos de alrededor de 20% en peso de la cantidad total del material fibroso en el sustrato absorbente. La cantidad de fibras de celulosa atezadas puede ser alternativamente de alrededor de 30% en peso, y puede opcionalmente ser de por lo menos de alrededor de 40% en peso para proporcionar un funcionamiento mejorado. En aspectos adicionales, el material del sustrato absorbente 12 puede contener fibras de celulosa rigidizadas en una cantidad la cual no es de más de alrededor de 100% en peso de la cantidad total del material fibroso en el sustrato absorbente. La cantidad de las fibras de celulosa atezadas puede alternativamente no ser de más de alrededor de 70% en peso, y puede opcionalmente no ser de más de alrededor de 60% en peso para proporcionar el funcionamiento mejorado.

Otro aspecto de la invención puede incluir un sustrato absorbente 12 el cual puede no contener esencialmente fibra compuesta de material de polímero sintético, rizado e hidrofílico. El sustrato absorbente puede alternativamente contener por lo menos alrededor de 5% en peso de fibra sintética, rizada e hidrofílica, como se determinó con respecto a una cantidad total del material fibroso en el sustrato absorbente, y puede opcionalmente contener por lo menos de alrededor de 10% en peso de la fibra sintética, rizada, e hidrofílica para proporcionar un funcionamiento mejorado. En aún otros aspectos, el sustrato absorbente puede contener no más de alrededor de 50% en peso de la fibra sintética, rizada e hidrofílica. El sustrato absorbente 12 puede alternativamente contener no más de alrededor de 25% en peso de la fibra sintética, rizada e hidrofílica, y puede opcionalmente contener no más de alrededor de 20% en peso de la fibra sintética, rizada e hidrofílica para proporcionar un funcionamiento mejorado. La fibra sintética puede tener una longitud de fibra mayor de alrededor de 2 milímetros.

En aspectos particulares de la invención, el sustrato 12 ha sido formado en húmedo. En aspectos particulares, el sustrato 12 ha sido formado en húmedo mediante el empleo de una mezcla de material superabsorbente 32 y el material fibroso seleccionado. Por ejemplo, el sustrato 12 puede ser formado en húmedo mediante el emplear una mezcla que contiene agua del material superabsorbente y el material fibroso seleccionado. En aún otros aspectos, el sustrato 12 puede ser formado en húmedo mediante el emplear una mezcla que contiene agua acuosa del material superabsorbente y del material fibroso, en donde la mezcla se ha proporcionado en la modalidad de una espuma. Los ejemplos de los materiales que contienen superabsorbente, formados en húmedo adecuados están descritos en la solicitud de patente de los Estados Unidos de América serie número ----- titulada "ARTÍCULO ABSORBENTE CON ABSORBENTE FORMADO EN HÚMEDO MEJORADO" de S. Melius y otros la cual fue presentada el ----- (asunto de abogado No. 14.406), cuya descripción completa de la cual se incorpora aquí por referencia en una manera la cual es consistente con esta.

En los varios aspectos de la invención, el sustrato puede ser configurado para tener un peso base que es suficiente para proporcionar los niveles deseados de funcionamiento, tal como los niveles deseados de capacidad absorbente. En aspectos particulares, el peso base puede ser por lo menos de un mínimo de alrededor de 50 /metro cuadrado, y en arreglos deseados puede ser de por lo menos de alrededor de 100 g/metro cuadrado, el peso base puede alternativamente ser de por lo menos de alrededor de 400 g/metro cuadrado, y opcionalmente puede ser de por lo menos de alrededor de 750 g/metro cuadrado para proporcionar el funcionamiento mejorado. En otros aspectos, el peso base del sustrato puede no ser de más de un máximo de alrededor de 1.000 g/metro cuadrado para proporcionar otros beneficios deseados.

La invención puede ser configurada para proporcionar un valor de flexibilidad seleccionado al sustrato 12. La suavidad y la flexibilidad del material absorbente, particularmente del material absorbente formado en húmedo, pueden ser mostrados por un valor de compresión en sentido del borde (EC) el cual refleja la suavidad o la rigidez del material absorbente seco. Por tanto, el valor de compresión en el sentido del borde también puede reflejar la flexibilidad o la rigidez del artículo absorbente entre las piernas del usuario, y puede proporcionar una indicación importante de la comodidad y el ajuste deseados.

En aspectos particulares, el material absorbente puede tener un valor de compresión en sentido del borde, en peso base, (valor EC). Para varias modalidades, tal como para el cuidado del infante, para el cuidado

del adulto, para el cuidado de la mujer y para productos para el cuidado del niño, el valor de compresión en sentido del borde del material absorbente puede no ser de más de alrededor de 9 g/gramos por metro cuadrado, en donde el peso base es expresado en gramos por metro cuadrado (gsm, o g/metro cuadrado). Alternativamente, el material absorbente puede tener un valor de compresión en sentido del borde de no más de alrededor de 6 g/gramos por metro cuadrado, y opcionalmente, el material absorbente puede tener un valor de compresiones en sentido del borde de no más de alrededor de 3 g/gramos por metro cuadrado para proporcionar un funcionamiento mejorado. Si el valor de compresión en sentido del borde es mayor de alrededor de 9 g/gramos por metro cuadrado, el material absorbente seco y el artículo absorbente correspondiente pueden ser muy rígidos.

En las modalidades particulares tales como los productos para el cuidado del infante y para el cuidado del niño, el material absorbente puede tener un valor de compresión en sentido del borde, en peso base (valor EC) de no más de un máximo de alrededor de 3 g/gramos por metro cuadrado, en donde el peso base es expresado en gramos por metro cuadrado (gsm o g/metro cuadrado). Alternativamente, el material absorbente puede tener un valor de compresión en sentido del borde de no más de alrededor de 2 g/gramos por metro cuadrado y opcionalmente el material absorbente puede tener un valor de compresión en sentido del borde de no más de alrededor de 1 g/gramos por metro cuadrado para proporcionar el funcionamiento mejorado. Si el valor de compresión en sentido del borde para tal producto es mayor de alrededor de 3 g/gramos por metro cuadrado, el material absorbente seco y el artículo absorbente correspondiente pueden de nuevo ser muy tiesos.

En otros aspectos de la invención, el material absorbente puede tener un valor de compresión en sentido del borde dividido por el valor de peso base (valor EC) de por lo menos de un mínimo de alrededor de 0,3 g/gramos por metro cuadrado. Alternativamente, el material absorbente puede tener un valor EC de por lo menos de alrededor de 0,4 g/gramos por metro cuadrado, y opcionalmente el material absorbente puede tener un valor EC de por lo menos de alrededor de 0,5 g/gramos por metro cuadrado para proporcionar los beneficios adicionales.

#### Valor de Compresión en Sentido del Borde

El método por el cual puede ser determinado el valor de compresión en sentido del borde (EC) es establecido abajo. Una pieza de material absorbente de 2 pulgadas por 12 pulgadas (5,1 centímetros x 30,5 centímetros) de material absorbente es cortada con su dimensión más larga

337

alineada con la dirección longitudinal del producto o del sustrato de materia prima. Es determinado el peso de la muestra. El espesor del material es determinado bajo una carga de 0,2 libras por pulgada cuadrada (1,38 KPa). El material es formado en un cilindro que tiene una altura de 2 pulgadas (5,1 centímetros), y con los dos bordes teniendo un traslape de 0-0,125 pulgadas (0-3,18 milímetros), el material es engranado junto con tres grapas. Una grapa está cerca de la parte media del ancho del producto, las otras dos más cerca de cada borde del ancho del material. La dimensión más larga de la grapa está la circunferencia del cilindro formado para minimizar el efecto de las grapas sobre la prueba.

Un probador INSTRON o un instrumento similar es configurado con una plataforma inferior, una placa más grande que la circunferencia de la muestra que va a ser probada y paralela a la plataforma de fondo, unida a una celda de carga de compresión colocada en la posición invertida. La muestra es colocada sobre la plataforma, bajo la placa. La placa es puesta en contacto con la muestra y comprime la muestra a una tasa de 25 milímetros por minuto. La fuerza máxima obtenida en la compresión de la muestra a 50% de su ancho (1 pulgada) (2,54 centímetros) es registrada.

Si el material se dobla, es típico que la fuerza máxima sea alcanzada antes de que la muestra sea comprimida a 50%. En un producto en donde la longitud del absorbente es de menos de 12 pulgadas (30,5 centímetros), el valor de compresión en sentido de la orilla del material puede ser determinado de la siguiente manera. Una discusión detallada de la resistencia a la compresión en sentido de la orilla se ha dado en la obra "El Texto de la Prueba Mecánica y Física del Papel y del Cartón", Richard E. Mark, Editor, Dekker 1983 (volumen I). Basado en modelos teóricos que gobiernan las tensiones de doblado, en la modalidad de compresión en sentido del borde descrita, la tensión de doblado es proporcional a  $E \cdot t^2 / (H^2)$  con la constante de proporción siendo una función de  $H^2 / (R \cdot t)$  en donde E es el módulo elástico, H es la altura del cilindro, R es el radio del cilindro, y t es el espesor del material. La expresión de la tensión en términos de fuerza en peso base, puede mostrar que el parámetro que se requiere mantener constante es  $H^2 / R$ . Por tanto, para una muestra que es más pequeña de 12 pulgadas (30,5 centímetros) el círculo posible más grande debe ser construido y su altura (ancho de la muestra que está siendo cortado) ajustarse de manera que  $H^2 / R$  es igual a 2,1 pulgadas (5,3 centímetros).

Los siguientes ejemplos son presentados para proporcionar un entendimiento más detallado de la invención, y no se intenta que limiten el alcance de la invención.

## Ejemplos

Los materiales compuestos que contienen superabsorbente colocados en húmedo en los siguientes ejemplos fueron preparados con la siguiente técnica. El suministro de fibra fue preparado mediante la hidro reducción a pulpa junto con las pulpas de celulosa regular y enlazada en forma cruzada (pulpa kraft de madera suave del sur blanqueada CR0054 de Kimberly-Clark Corporation; pulpa kraft de eucalipto blanqueada de Aracruz Cellulose SA; y pulpa enlazada en forma cruzada NHB416 de WeyerHaeuser Corporation). En general, el proceso de hidro reducción a pulpa incluye una dispersión del material fibroso en agua, y una agitación de la mezcla resultante. La hidro reducción a pulpa fue llevada a cabo a una temperatura ambiente a una consistencia de 3%. Si un agente de resistencia en húmedo o material aglutinante, tal como el aglutinante KYMENE, fuera agregado, esto se haría en la fase de hidro reducción a pulpa. Por ejemplo, el aglutinante KYMENE puede ser agregado en la cantidad de 10 libras de sólidos de aglutinante KYMENE por una tonelada métrica de suministro. Debido a la dificultad de abrir las fibras enlazadas en forma cruzada, la hidro reducción a pulpa fue hecha normalmente por una hora. Un dispositivo adecuado para la hidrorreducción a pulpa de los materiales fibrosos es un hidro reductor a pulpa modelo de laboratorio de 10 galones disponible de AironDack Machine Corporation, un negocio que tiene oficinas localizadas en Glen Falls, Nueva York, o un sistema esencialmente equivalente.

Las hojas para manos fueron formadas usando un formador de hojas de manos computarizado SERIES 9000, disponible de M/K Systems, un negocio que tiene oficinas en Danvers, MA. La tela de alambre formador en la cámara formadora del formador de hoja de manos estuvo compuesta de acero inoxidable de 90 por 90 mallas.

El proceso de formación de la hoja de manos incluyó el bombear alrededor de 1 galón de agua fresca adentro de la cámara formadora (alrededor de 1 segundo de flujo). Se bombeó un suministro suficiente adentro de la cámara formadora para proporcionar la hoja de manos final (con superabsorbente) con un peso base de alrededor de 400 gramos por metro cuadrado (g/metro cuadrado). El agua adicional fue agregada para diluir el suministro resultante. Si fuera deseable aminorar el hinchado del material de polímero superabsorbente (SAP), ésta agua adicional estaría compuesta de agua de hielo (a una temperatura de 2 °C). La fibra fue agitada cabalmente en la cámara formadora, y el material de polímero superabsorbente fue agregado durante la agitación. La adición del superabsorbente ocurrió al comienzo de la agitación, si era deseable una cantidad grande de hinchado de superabsorbente; y ocurrió cerca del final

de la agitación y era deseable una cantidad pequeña de hinchado de superabsorbente. Los contenidos de la cámara formadora se dejaron asentar por 2 segundos, y fueron entonces drenados. La hoja resultante fue desaguada, y fue secada a una temperatura de 105 °C.

Las hojas con una integridad suficientemente alta pueden ser desaguadas automáticamente por el formador, después recogerse del fieltro en el formador y colocarse sobre una rejilla de alambre inoxidable para el secado en el horno. Las hojas pueden, por ejemplo, ser desaguadas con un sistema de desaguado con vacío. Las hojas que no tienen una integridad suficiente para ser desaguadas automáticamente fueron manejadas manualmente. Durante el manejo manual, el proceso automatizado tuvo una pausa en la fase de drenaje, y la hoja de manos fue consolidada adicionalmente con secantes y un peso rodante. La hoja fue entonces transferida a mano por la rejilla formadora directamente a una rejilla secadora.

Ejemplos de los materiales compuestos formados con espuma y húmedos contruidos de una solución de fibra espumada fueron producidos con la siguiente técnica. La técnica de formación de espuma empleo el equipo y los procedimientos empleados para producir los materiales compuestos absorbentes colocados en húmedo, excepto porque en la fase en donde la solución de fibra es agitada en la cámara formadora, el equipo fue colocado en detención, es decir, la agitación fue continuada hasta que se metió una orden de detenerla. El material de polímero superabsorbente en partículas fue agregado a la cámara formadora, seguido por la adición de 9,5% en peso del tensioactivo, basado sobre el peso seco combinado de fibra y superabsorbente. El tensioactivo usado fue REXENE KB obtenido de ICI Surfactants, un negocio que tiene oficinas localizadas en Wilmington, Delaware. El polímero superabsorbente resultante y la solución de fibra espumaron vigorosamente debido a la agitación de burbujas de aire. Fue usado un mezclador manual para romper las burbujas grandes en una espuma más uniforme y fina. Cuando la solución pareció estable (aproximadamente después de 45 segundos de la agitación) se comenzó el drenado. La hoja formada fue extremadamente débil y fue levantada del alambre mediante el deslizar la hoja de tela enlazada con hilado de polipropileno entre el alambre y el compuesto y usando ésta tela para soportar la hoja formada durante la transferencia a una cremallera de secado. El secado fue llevado a cabo a una temperatura de 105 °C, como se indicó arriba para los materiales absorbentes colocados en húmedo.

En muchos de los ejemplos, las varias muestras formadas en húmedo, como se prepararon, fueron demasiado rígidas para los

propósitos de la presente invención. Por tanto, los materiales excesivamente rígidos fueron modificados adicionalmente a través de varios métodos de suavizado. Estos métodos incluyeron un humedecimiento de los materiales, un suavizado mecánico a través de un punto de presión entre un par de rodillos ranurados casados, y/o una compresión de los materiales a través de un punto de presión entre un par de rodillos de calandrado calentados, así como varias combinaciones de estos métodos.

Las muestras que fueron humedecidas fueron colocadas en una cámara de humedad controlada a 80% de humedad relativa y a 100 °F (38 °C) por 24 horas 65 horas, después se acondicionaron a 50%  $\pm$  2% de humedad relativa, y a 73,4 °F  $\pm$  1,8 °F (23 °C  $\pm$  1 °C). La recolección de humedad resultante después del acondicionamiento se anotó en las Tablas 4 y 5.

La flexión mecánica de los materiales puede lograrse con un juego de rodillos ranurados casados 70 y 70a. Como se mostró representativamente en las Figuras 2 y 3, cada uno de los rodillos ranurados contra giratorios 70 y 70a incluye una serie alternante de picos 72 y de planicies 76 cooperadoras. El ancho 78 del pico es de 0,041 pulgadas (0,79 milímetros), el ancho 80 de la planicie es de 0,094 pulgadas (2,39 milímetros). La altura 82 del pico (o equivalentemente, la profundidad de la planicie) es de 0,09 pulgadas (2,29 milímetros). La distancia de centro a centro 84 entre los picos adyacentes que están sobre el mismo rodillo es de 0,125 pulgadas (3,18 milímetros). Los picos de un rodillo están esencialmente centrados en las planicies del otro rodillo casado. El "enganche" 90 entre los rodillos 70 y 70a es medido como la distancia desde el pico proporcionado por el primer rodillo al pico colocado adyacentemente proporcionado por el segundo rodillo cuando los picos de un rodillo penetran en las ranuras del rodillo casado. Una "separación" es medida cuando los picos de un rodillo no penetran en las ranuras del segundo rodillo. Las cantidades de enganche entre las ranuras de los rodillos suavizadores está indicada en las Tablas 2 y 5.

Una compresión y densificado de los materiales fue lograda usando un par de rodillos de calandrado calentados por inducción de 9,5 pulgadas (24,13 centímetros) de diámetro, a una velocidad de 50 pies/minuto (15,24 metros por minuto) a una temperatura de 220 °F/225 °F (104 °C - 107 °C) y con la separación entre los rodillos puesta como se especificó en las Tablas 3 y 5. Las muestras fueron de entre 6 y 7 pulgadas (15,2 centímetros - 17,9 centímetros) de ancho a lo largo de la longitud axial de los rodillos. La presión aplicada a los rodillos y el peso de los rodillos mismos resultó en una fuerza de 4.380 libras (1.987 kilogramos) sobre las

muestras. La separación resultante cuando la muestra fue pasada a través del calandrado no fue medida. Esta sería equivalente o mayor que la separación que fue puesta antes del calandrado. si la presión proporcionada por los rodillos fue insuficiente para evitar que los rodillos se levantaran de sus topes de separación asociados, la separación resultante sería más grande. Los rodillos de calandrado adecuados están disponibles de Tokuden Company, una compañía que tiene oficinas en Kyoto, Japón; o de Tokuden, Inc., una compañía que tiene oficinas en Norcross, Georgia.

### Ejemplos 1A a 16B

El superabsorbente (SAP) usado para todos los ejemplos fue el superabsorbente FAVOR SXM 880 disponible de Stockhausen, Inc. En donde fue empleado un aglutinante KYMENE, dicho aglutinante fue KYMENE 557LX disponible de Hercules, Inc., de Wilmington, Delaware. El aglutinante KYMENE fue usado en una cantidad de 10 libras de sólidos de aglutinante KYMENE por 1 tonelada métrica de suministro para todos los ejemplos; excepto para los ejemplos 13A, 13B, 13C y 13D, en los cuales no fue agregado el aglutinante KYMENE. Un agente desaglutinante BEROCEL 596, disponible de Eka Chemicals, un negocio teniendo oficinas localizadas en Marietta, Georgia, fue usado en el Ejemplo 4A solamente. El agente desaglutinante BEROCEL fue agregado a la mezcla antes de la agitación mediante el emplear una corriente de aire soplada a la cámara formadora.

Los Ejemplos 1A a 6A fueron hechos de acuerdo al procedimiento arriba descrito usando el agua a la temperatura ambiente. Los Ejemplos 7A a 15A fueron hechos de acuerdo al procedimiento arriba mencionado usando agua de hielo para aminorar el hinchado del superabsorbente. El Ejemplo 16A es un ejemplo de un material formado en húmedo producido con el proceso de solución de fibra espumada.

La TABLA 1 muestra la composición y el valor de compresión en sentido del borde resultante y la densidad de los ejemplos listados. Los Ejemplos 1A y 4A son ejemplos que serían útiles en la presente invención. Los otros Ejemplos se dan para los propósitos de comparación con los materiales modificados, como se describe en las Tablas 2, 3, 4 y 5.

**TABLA 1**

| <u>Ejemplo</u> | <u>SAP</u><br>% | <u>NHB416</u><br>% | <u>CR0054</u><br>% | <u>Eucalipto</u><br>% | <u>Valor EC</u><br>(g/gsm) | <u>Densidad</u><br>(g/gsm) |
|----------------|-----------------|--------------------|--------------------|-----------------------|----------------------------|----------------------------|
| 1A             | 60              | 22                 | 18                 | 0                     | 5,97                       | 0,08                       |

342

|     |    |       |       |    |       |      |
|-----|----|-------|-------|----|-------|------|
| 2A  | 40 | 33    | 27    | 0  | 11,1  | 0,07 |
| 3A  | 25 | 41,25 | 33,75 | 0  | 19,05 | 0,07 |
| 4A  | 24 | 22,8  | 53,2  | 0  | 7,06  | 0,05 |
| 5A  | 24 | 22,8  | 53,2  | 0  | 12,64 | 0,07 |
| 6A  | 15 | 46,75 | 38,25 | 0  | 25,75 | 0,06 |
| 7A  | 60 | 18    | 22    | 0  | 11,14 | 0,09 |
| 8A  | 60 | 22    | 18    | 0  | 19,14 | 0,1  |
| 9A  | 40 | 60    | 0     | 0  | 12,27 | 0,07 |
| 10A | 40 | 36    | 24    | 0  | 26,44 | 0,09 |
| 11A | 40 | 27    | 33    | 0  | 25,15 | 0,08 |
| 12A | 40 | 0     | 60    | 0  | 34,88 | 0,09 |
| 13A | 40 | 0     | 60    | 0  | 21,86 | 0,08 |
| 14A | 40 | 0     | 0     | 60 | 19,92 | 0,09 |
| 15A | 40 | 0     | 30    | 30 | 32,13 | 0,12 |
| 16A | 25 | 22,5  | 52,5  | 0  | 4,52  | 0,05 |

La TABLA 2 muestra el efecto del suavizado de los materiales con los rodillos ranurados casados: El material no suavizado (designado con un sufijo “A”) está mostrado para la comparación con el material suavizado (designado con el sufijo “B”, “C”, o “D”).

TABLA 2

| Ejemplo | Enganche de Rodillo de Suavizado (mm) | Número de Pasadas a Través del Rodillo Suavizador | Valor EC (g/gsm) | DENSIDAD (g/gsm) |
|---------|---------------------------------------|---------------------------------------------------|------------------|------------------|
| 1A      | ---                                   | -                                                 | 5,97             | 0,08             |
| 1B      | 0,762                                 | 1                                                 | 1,78             | 0,15             |
| 1C      | 1,016                                 | 1                                                 | 1,83             | 0,16             |
| 1D      | 1,270                                 | 1                                                 | 1,66             | 0,16             |
|         |                                       |                                                   |                  |                  |
| 2A      | ---                                   | -                                                 | 11,1             | 0,07             |
| 2B      | 1,270                                 | 1                                                 | 3,39             | 0,14             |
| 2C      | 1,778                                 | 1                                                 | 3,68             | 0,15             |
|         |                                       |                                                   |                  |                  |
| 7A      | ---                                   | -                                                 | 11,14            | 0,09             |
| 7B      | 1,270                                 | 1                                                 | 3,41             | 0,18             |
|         |                                       |                                                   |                  |                  |
| 8A      | ---                                   | -                                                 | 19,14            | 0,1              |
| 8B      | 1,270                                 | 1                                                 | 7,07             | 0,16             |
|         |                                       |                                                   |                  |                  |
| 9A      | ---                                   | -                                                 | 12,27            | 0,07             |
| 9B      | 1,270                                 | 1                                                 | 5,77             | 0,13             |
|         |                                       |                                                   |                  |                  |

|     |       |   |       |      |
|-----|-------|---|-------|------|
| 10A | ---   | - | 26,44 | 0,09 |
| 10B | 1,778 | 1 | 8,03  | 0,17 |
|     |       |   |       |      |
| 13A | ---   | - | 21,86 | 0,08 |
| 13B | 1,778 | 1 | 7,6   | 0,19 |
|     |       |   |       |      |
| 14A | ---   | - | 18,92 | 0,09 |
| 14B | 1,778 | 1 | 3,68  | 0,14 |
| 14C | 1,778 | 2 | 1,43  | 0,16 |

La TABLA 3 muestra el efecto del suavizado mediante el calandrado calentado. El material no suavizado (designado con el sufijo “A”) está mostrado para comparación con el material suavizado.

TABLA 3

| Ejemplo | Separación de Calandrado<br>(mm) | Valor EC (g/gsm) | DENSIDAD<br>(g/cm <sup>3</sup> ) |
|---------|----------------------------------|------------------|----------------------------------|
| 4A      | --                               | 7,06             | 0,05                             |
| 4B      | 1,016                            | 4,65             | 0,1                              |
| 4C      | 0,762                            | 3,95             | 0,13                             |
|         |                                  |                  |                                  |
| 5A      | --                               | 12,64            | 0,07                             |
| 5B      | 1,016                            | 8,3              | 0,12                             |
| 5C      | 0,762                            | 7,46             | 0,15                             |
|         |                                  |                  |                                  |
| 16A     | --                               | 4,52             | 0,05                             |
| 16B     | 0,762                            | 2,27             | 0,15                             |

La TABLA 4 muestra el suavizado por humectación. El material no suavizado (que tiene el sufijo “A”) se muestra por comparación con el material suavizado.

TABLA 4

| Ejemplo | Recolección de Humedad (%<br>en peso) | Valor EC (g/gsm) | DENSIDAD<br>(g/cm <sup>3</sup> ) |
|---------|---------------------------------------|------------------|----------------------------------|
| 1A      | 1                                     | 5,97             | 0,08                             |
| 1E      | 3                                     | 3,37             | 0,08                             |

La TABLA 5 muestra el suavizado mediante una combinación de métodos. El material no suavizado (designado con el sufijo “A”) está mostrado para la comparación con el material suavizado. Un guión (“-”)

en la Tabla significa que el proceso de suavizado no se hizo sobre ese ejemplo. Donde los ejemplos fueron sometidos a múltiples pasos de suavizado, los pasos fueron llevados a cabo en el orden (de izquierda a derecha) listado en la Tabla (por ejemplo rodillos humedecidos, suavizados, rodillos de calandrado calentados).

TABLA 5

| <u>Ejemplo</u> | <u>Recolección de Humedad (% en peso)</u> | <u>Enganche de Rodillo Suavizador (mm)</u> | <u>Número de Pasadas a Través del Rodillo Suavizador</u> | <u>Separación de Calandrado (mm)</u> | <u>Valor EC (g/gsm)</u> | <u>DENSIDAD g/cm<sup>3</sup></u> |
|----------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| 1A             | -                                         | -                                          | -                                                        | --                                   | 5,97                    | 0,08                             |
| 1F             | 3                                         | 0,762                                      | 1                                                        | --                                   | 2,51                    | 0,17                             |
| 1G             | 3                                         | 1,016                                      | 1                                                        | --                                   | 1,4                     | 0,18                             |
| 1H             | 5                                         | -                                          | -                                                        | 0,762                                | 2,99                    | 0,26                             |
| 1I             | 5                                         | -                                          | -                                                        | 1,016                                | 2,26                    | 0,26                             |
| 2A             | -                                         | -                                          | -                                                        | --                                   | 11,1                    | 0,07                             |
| 2D             | 5                                         | 1,762                                      | 1                                                        | --                                   | 5,82                    | 0,15                             |
| 2E             | 5                                         | 1,270                                      | 1                                                        | --                                   | 5,94                    | 0,17                             |
| 2F             | 5                                         | -                                          | -                                                        | 1,270                                | 4,64                    | 0,19                             |
| 3A             | -                                         | -                                          | -                                                        | --                                   | 19,05                   | 0,07                             |
| 3B             | 11                                        | 0,762                                      | 2                                                        | --                                   | 5,34                    | 0,17                             |
| 3C             | 11                                        | 1,778                                      | 2                                                        | --                                   | 4,37                    | 0,19                             |
| 4A             | -                                         | -                                          | -                                                        | --                                   | 7,06                    | 0,05                             |
| 4D             | 0,3                                       | -                                          | -                                                        | 1,016                                | 2,21                    | 0,11                             |
| 4E             | 0,3                                       | -                                          | -                                                        | 0,762                                | 2,36                    | 0,16                             |
| 5A             | -                                         | -                                          | -                                                        | --                                   | 12,64                   | 0,07                             |
| 5D             | 1                                         | -                                          | -                                                        | 1,016                                | 4,15                    | 0,13                             |
| 5E             | 1                                         | -                                          | -                                                        | 0,762                                | 4,54                    | 0,16                             |
| 6A             | -                                         | -                                          | -                                                        | --                                   | 25,75                   | 0,06                             |
| 6B             | 9                                         | 0,762                                      | 2                                                        | --                                   | 8,12                    | 0,17                             |
| 6C             | 9                                         | 1,778                                      | 2                                                        | --                                   | 5,53                    | 0,18                             |
| 7A             | -                                         | -                                          | -                                                        | --                                   | 11,14                   | 0,09                             |
| 7C             | 18                                        | 1,270                                      | 1                                                        | --                                   | 3,02                    | 0,19                             |
| 8A             | -                                         | -                                          | -                                                        | --                                   | 19,14                   | 0,1                              |
| 8C             | 18                                        | 1,270                                      | 1                                                        | --                                   | 5,5                     | 0,2                              |
| 9A             | -                                         | -                                          | -                                                        | --                                   | 12,27                   | 0,07                             |
| 9C             | 6                                         | 1,270                                      | 1                                                        | --                                   | 3,66                    | 0,18                             |
| 9D             | 6                                         | 1,270                                      | 1                                                        | 1,270                                | 3,69                    | 0,19                             |
| 10A            | -                                         | -                                          | -                                                        | --                                   | 26,44                   | 0,09                             |
| 10C            | 10                                        | 1,778                                      | 1                                                        | --                                   | 6,79                    | 0,18                             |
| 11A            | -                                         | -                                          | -                                                        | --                                   | 25,15                   | 0,08                             |

305

|     |    |       |   |       |       |      |
|-----|----|-------|---|-------|-------|------|
| 11B | 14 | 1,778 | 1 | --    | 6,85  | 0,19 |
| 12A | -  | -     | - | --    | 34,88 | 0,09 |
| 12B | 7  | 1,778 | 1 | --    | 8,5   | 0,21 |
| 13A | -  | -     | - | --    | 21,86 | 0,08 |
| 13C | 6  | 1,778 | 1 | --    | 6,19  | 0,22 |
| 13D | 6  | 1,778 | 1 | 1,270 | 6,26  | 0,23 |
| 14A | -  | -     | - | --    | 18,92 | 0,09 |
| 14D | 7  | 1,778 | 1 | --    | 5,18  | 0,17 |
| 14E | 7  | 1,016 | 2 | --    | 2,69  | 0,16 |
| 15A | -  | -     | - | --    | 32,13 | 0,12 |
| 15B | 6  | 1,270 | 2 |       | 6,75  | 0,19 |
| 15C | 6  | 1,778 | 2 |       | 5,41  | 0,2  |

### Ejemplos 17A a 19C

En los Ejemplos 17A a 19C, el material superabsorbente usado fue FAVOR SXM 880 obtenido de Stockhausen, Incorporated. Para la prueba del superabsorbente, se tomó una muestra de gránulos que pasaron a través de una criba de malla 30 estándar de los Estados Unidos de América y se retuvieron sobre una criba de 50 mallas estándar de los Estados Unidos de América (300-600 micras rango de tamaño nominal).

Las muestras de superabsorbente como fueron recibidas 18A a 18C fueron mantenidas en un ambiente de humedad controlada a un 50% de humedad relativa (RH), y a 23 °C de temperatura. Las muestras de humedad más baja 17A a 17C fueron preparadas mediante el esparcir delgadamente una cantidad del superabsorbente en una charola poco profunda, y mediante el colocar cada muestra en un cuarto de temperatura controlada a una humedad relativa de menos de 20% y a una temperatura de 130 °F (54 °C) por 27 horas. Las muestras de humedad superior 19A a 19C fueron preparadas mediante el colocar cada muestra en un cuarto de humedad controlada a 80% de humedad relativa y a 100 °F (38 °C) de temperatura por 3 horas.

Después del acondicionamiento del superabsorbente a los niveles de humedad seleccionados, fue preparada una muestra de prueba individual mediante el esparcir 1 gramo de la cantidad de superabsorbente sobre un área de alrededor de 45,6 centímetros cuadrados, sobre una pieza de papel para pesar. Un papel para pesar adecuado es un papel para pesar de la marca S/P de Baxter Scientific Products, número de catálogo B2040-2, que mide 4 pulgadas por 4 pulgadas (10,2 centímetros por 10,2 centímetros), el cual está disponible de Baxter Healthcare Corporation, de McGaw Park, Illinois. Una segunda pieza del papel para pesar fue colocada sobre la parte superior del superabsorbente, y la muestra

346

ensamblada fue colocada sobre la placa inferior de una prensa Carver plana. Unas planchas de 0,127 milímetros de espesor fueron colocadas sobre la placa inferior para proporcionar topes de separación. Por tanto, cuando las placas superior e inferior de la prensa Carver hicieron contacto con las planchas, la separación entre las placas fue de 0,127 milímetros. Una prensa adecuada es una prensa de laboratorio Carver modelo 25-15 HC (catálogo No. 3977) disponible de Fred S. Carver, Inc., de Wabash, Indiana.

Cada muestra comprimida fue compactada por lo segundos con una fuerza de 10.000 libras (44.450 N). Las muestras 17A, 18A y 19A fueron comprimidas a la temperatura ambiente (73 °F). Las muestras 17B, 18B y 19B fueron probadas con las placas de prensa Carver a una temperatura de 200 °F. Para las muestras de temperatura superior, cada una de las muestras se dejó sobre la placa inferior por alrededor de 30 segundos antes de la compresión para asegurar que éstas estuvieran cerca de la temperatura de las placas.

El superabsorbente en cada muestra fue acondicionado a 50% de humedad relativa y a una temperatura de 23 °C antes de la prueba de absorbencia bajo carga (AUL). Los niveles de humedad fueron determinados después del acondicionamiento para convertir los cálculos de absorbencia a un peso base seco. Los datos resultantes están resumidos en la Tabla 6, y en la gráfica de la Figura 5.

TABLA 6

Muestras de Superabsorbente Comprimido  
Efecto de la Temperatura y de la Presión Sobre la Absorbencia  
Bajo Carga a 0,9 libras por pulgada cuadrada (6,2 KPa)

| Muestra | Humedad Cuando Comprimida<br>(% en peso) | Temperatura Cuando Comprimida | AUL (gramos de solución de agua salada por gramo de superabsorbente seco) |
|---------|------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 17A     | 0,6                                      | 73°F (23°C)                   | 18,5                                                                      |
| 18A     | 1,1                                      | 73°F (23°C)                   | 19,3                                                                      |
| 19A     | 12,0                                     | 73°F (23°C)                   | 22,9                                                                      |
| 17B     | 0,6                                      | 200°F (93°C)                  | 21,3                                                                      |
| 18B     | 1,1                                      | 200°F (93°C)                  | 22,1                                                                      |
| 19B     | 12,0                                     | 200°F (93°C)                  | 24,4                                                                      |

Las muestras no comprimidas (controles) fueron acondicionadas a los tres niveles de humedad descritos, pero no fueron comprimidos. Las muestras de superabsorbente de control fueron entonces acondicionadas a

347

un 50% de humedad relativa y a una temperatura de 23 °C antes de la prueba de absorbencia bajo carga, y los niveles de humedad fueron determinados después del acondicionamiento para convertir los cálculos de absorbencia a un peso base seco. Los datos resultantes están resumidos en la Tabla 7, y en la gráfica de la Figura 5.

TABLA 7  
Muestras de Superabsorbente No Comprimido  
Absorbencia Bajo Carga a 0,9 libras por pulgada cuadrada  
(6,2 KPa) para un Superabsorbente de “Control”

| Muestra | Humedad (% en peso) | AUL (gramos de solución de agua salada por gramo de superabsorbente seco) |
|---------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 17C     | 0,6                 | 18,5                                                                      |
| 18C     | 1,1                 | 19,3                                                                      |
| 19C     | 12,0                | 22,9                                                                      |

Puede verse que cuando no se agrega calor o humedad al material superabsorbente, el superabsorbente como es recibido puede sufrir un daño significativo cuando éste es comprimido. Por ejemplo, la muestra como se recibió comprimida (por ejemplo la muestra 18A) exhibió un valor de absorbencia bajo carga bajo y degradado, en comparación a su muestra de control (por ejemplo la muestra 18C). Adicionalmente, puede verse que reduciendo el contenido de humedad en el superabsorbente tiene un efecto pequeño sobre las propiedades del superabsorbente. Por ejemplo, el superabsorbente de baja humedad comprimido (por ejemplo muestra 17A) proporcionó valores de absorbencia bajo carga que son similares pero que son menores que los valores de absorbencia bajo carga proporcionados por el superabsorbente como fue recibido y comprimido (por ejemplo muestra 18A).

Aumentando el contenido de humedad sin agregar calor puede ayudar a reducir el daño al superabsorbente. Por ejemplo, la muestra de alta humedad comprimida (por ejemplo la muestra 19A) exhibió un valor de absorbencia bajo carga superior que el de la muestra de baja humedad comprimida (por ejemplo muestra 17A). Agregando calor sin aumentar el contenido de humedad también puede ayudar a reducir el daño del superabsorbente. Por ejemplo, la muestra de alta temperatura comprimida (por ejemplo muestra 18B) exhibió un valor de absorbencia bajo carga superior que el de la muestra de baja temperatura comprimida (por ejemplo muestra 18A).

Aumentando ambos el contenido de humedad y la temperatura del superabsorbente, sin embargo, puede resultar ventajosamente en

esencialmente ningún daño al material superabsorbente. Por ejemplo, la muestra de alta humedad y alta temperatura comprimida (por ejemplo la muestra 19B) proporcionó un valor de absorbencia bajo carga o similar al de su muestra de control (por ejemplo muestra 19C).

Ejemplo 20

Las muestras de 27 compuestas fueron construidas para incluir superabsorbente y fibras de borra de pulpa de madera. Los compuestos fueron formados por aire en una mezcla esencialmente homogénea con un peso base total nominal de 400 g por metro cuadrado. 40% en peso del compuesto fue superabsorbente y 60% en peso fue de fibras de pulpa de madera. El superabsorbente fue FAVOR SXM 880, obtenido de Stockhausen, Incorporated y la pulpa fue CR 1654, una pulpa kraft de madera suave del sur blanqueada obtenida de Kimberly-Clark Corporation. Las muestras compuestas se acondicionaron en ambientes de temperatura y de humedad controlados para proporcionar los niveles de humedad deseados en los compuestos. Los compuestos fueron entonces compactados entre un par de rodillo de compresión a presiones seleccionadas en la manera descrita para los Ejemplos 1A-16A. La fuerza compresora fue aplicada a los rodillos cuando los rodillos estuvieron a una separación inicial de cero. Los compuestos midieron 8 pulgadas (20,3 centímetros) de ancho a lo largo de la dimensión axial de los rodillos de compresión. Los parámetros de compactación y los datos de densidad resultantes están resumidos en las Tablas 8, 9 y 10.

TABLA 8

Densidad del Compuesto Comprimido (g/cm3)

| Contenido de Humedad del Compuesto                    |               |               |               |
|-------------------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| Temperatura de los Rodillos de Compresión 75°F (24°C) |               |               |               |
| Compresión (Newtons por metro lineal)                 | 0,65% en peso | 10,5% en peso | 35,3% en peso |
| 1000                                                  | 0,11          | 0,14          | 0,18          |
| 5400                                                  | 0,16          | 0,24          | 0,29          |
| 9800                                                  | 0,21          | 0,31          | 0,39          |

TABLA 9

Densidad del Compuesto Comprimido (g/cm3)

Contenido de Humedad del Compuesto

309

| Temperatura de los Rodillos de<br>Compresión 200°F (93°C) |               |               |               |
|-----------------------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| Compresión (Newtons por metro<br>lineal)                  | 0,65% en peso | 10,5% en peso | 35,3% en peso |
| 1000                                                      | 0,12          | 0,14          | 0,22          |
| 5400                                                      | 0,17          | 0,25          | 0,37          |
| 9800                                                      | 0,22          | 0,33          | 0,43          |

TABLA 10

Densidad del Compuesto Comprimido (g/cm3)

| Contenido de Humedad del Compuesto                         |               |               |               |
|------------------------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| Temperatura de los Rodillos de<br>Compresión 300°F (149°C) |               |               |               |
| Compresión (Newtons por metro<br>lineal)                   | 0,65% en peso | 10,5% en peso | 35,3% en peso |
| 1000                                                       | 0,12          | 0,15          | 0,21          |
| 5400                                                       | 0,18          | 0,3           | 0,38          |
| 9800                                                       | 0,23          | 0,38          | 0,5           |

Las TABLAS 8 a 10 muestran que aumentando la temperatura de los rodillos de compresión para aumentar la temperatura del material superabsorbente en el compuesto puede ayudar a aumentar la densidad de compresión del compuesto cuando la compactación es llevada a una presión dada. Además, las Tablas mostraron que aumentando el contenido de humedad del compuesto para aumentar el nivel de humedad en el material superabsorbente puede ayudar a aumentar la densidad comprimida del compuesto cuando la compactación se lleva a cabo a una temperatura dada. Por tanto, una densidad de objetivo puede ser lograda a una presión más baja mediante el agregar calor y/o humedad al compuesto. La plastificación resultante del material superabsorbente y de la presión más baja empleada durante la compactación puede esencialmente evitar el daño excesivo al material superabsorbente.

Ejemplos 21 a 23

Las muestras del material superabsorbente FAVOR 880 que tienen 300 µm-600 µm rango de tamaño de partícula fueron examinados para determinar los efectos de las fuerzas compresivas sobre el superabsorbente. Con referencia a las Figuras 6 y 6A, una primera muestra (Ejemplo 21) estuvo compuesta de partículas de material superabsorbente seco. La muestra fue colocada entre un par de platinas de microscopio de vidrio, y las platinas son prensadas juntas con una fuerza aplicada con los dedos y suave para compactar superabsorbente. La Figura 6 muestra las

partículas de superabsorbente antes de la compresión, y la Figura 6A muestra que la compresión rompió fácilmente las partículas superabsorbentes.

Una segunda muestra (Ejemplo 22) estuvo compuesta de partículas de material superabsorbente el cual se había acondicionado en un ambiente que tiene un 50% de humedad relativa y a una temperatura de 23 °C. Con referencia a las Figuras 7 y 7A, la muestra fue colocada entre un par de platinas de microscopio de vidrio y las platinas fueron forzadas juntas. Una fuerza incrementada fue requerida para prensar las platinas a una separación de 50 µm para compactar el superabsorbente. La Figura 7 muestra las partículas superabsorbentes antes de la compresión, y la Figura 7A muestra que, después de la compresión, el superabsorbente en ésta muestra ha sido capaz de soportar la presión aplicada mayor con un rompimiento mínimo.

Una tercera muestra (Ejemplo 23) estuvo compuesta de partículas de material superabsorbente las cuales se habían acondicionado en un 80% de humedad relativa y en un ambiente de 100 °F (38 °C) por 24 horas. La Figura 8 muestra el superabsorbente seco, y la Figura 8A muestra como después del acondicionamiento las partículas superabsorbentes se han agrandado ligeramente. La muestra fue colocada entre un par de platinas de microscopio de vidrio y los lados fueron prensados juntos con una fuerza aplicada con los dedos suave. La Figura 8B muestra la deformación de las partículas superabsorbentes durante la compresión, y la Figura 8C muestra que, después de la compresión, las partículas superabsorbentes en ésta muestra han rebotado inmediatamente cuando la fuerza de compresión. fue liberada. La Figura 8D muestra que, aproximadamente 5 minutos después de que fue liberada la fuerza de compresión, las partículas superabsorbentes en ésta muestra habían rebotado a esencialmente su tamaño y forma originales.

#### Ejemplos 24 a 25

Dos muestras compuestas fueron constituidas de partículas superabsorbentes y de borra de pulpa de madera, y fueron construidas empleando el superabsorbente FAVOR 880. Las muestras fueron construidas de acuerdo con la descripción del Ejemplo 20. La primera muestra compuesta (Ejemplo 24) fue acondicionada a una humedad relativa de menos de 20% y a una temperatura de 130 °F (54 °C) para proporcionar un nivel de humedad de 0,65% en peso en el compuesto, la otra muestra compuesta (Ejemplo 25) fue acondicionada en un ambiente de alta humedad de 80% de humedad relativa y de 100 °F (38 °C) de temperatura antes de la compresión para proporcionar un nivel de

humedad de 35,3% en peso en el compuesto. La estructura y condición típicas de una muestra compuesta antes de la compresión y de la compactación están mostradas representativamente en las Figuras 9 y 9A. Las muestras de los Ejemplos 24 y 25 fueron altamente comprimidas mediante el pasar cada muestra a través de una separación de 0,012 pulgadas (0,3 milímetros) entre un par de rodillos de compresión de metal cilíndricos. Las muestras compuestas midieron 4 pulgadas (10,2 centímetros) en su ancho en la dirección transversal (a lo largo de la dimensión axial de los rodillos de compresión), y fueron pasadas a través de la separación de compresión a una velocidad de 113 pies por minuto (34 metros por minuto).

Las Figuras 10 a 10B muestran representativamente las fibras 50 y las partículas superabsorbentes 32 en el compuesto comprimido del Ejemplo 24, el cual contiene el superabsorbente relativamente seco. Cuando las partículas superabsorbentes están contenidas en la matriz de borra de pulpa de madera, las fibras de borra pueden tener un efecto acoginador cuando la estructura es comprimida, como se evidencia mediante el observar como las fibras se han moldeado alrededor de las partículas. Consecuentemente, algunas partículas pueden sobrevivir sin fracturarse, pero muchas de las partículas son fracturadas, por ejemplo agrietadas o rotas.

Las Figuras 11 a 11C muestran representativamente las fibras 50 y las partículas superabsorbentes 32 en el compuesto comprimido del Ejemplo 25, el cual contiene el superabsorbente de alto contenido de humedad humedecido. Las partículas superabsorbentes humedecidas se hacen con caucho, y se deforman grandemente sin romperse. Adicionalmente, las partículas superabsorbentes rebotaron a su tamaño y forma esencialmente originales una vez que fueron liberadas las fuerzas de compresión. La fuerza de rebote de las partículas fue evidentemente suficientemente mayor para esparcir las fibras de borra compactadas, por ejemplo, en la dirección z. El efecto combinado del esparcimiento lateral de las partículas superabsorbentes bajo compresión y la expansión en la dirección z de la matriz al volver a ganar las partículas superabsorbentes su forma generó ventajosamente espacios en la matriz de borra en las regiones que están inmediatamente adyacentes a las partículas (por ejemplo Figura 11). Consecuentemente, las fibras arriba y abajo de las partículas permanecieron muy comprimidas, y la borra lateralmente entre las partículas estuvo relativamente menos comprimida.

#### Contenido de Humedad del Superabsorbente

Para los propósitos de la presente descripción el contenido de humedad del superabsorbente puede ser determinado mediante el secar una muestra de 5 gramos del superabsorbente “húmedo” en un horno a 105 °C por 3 horas. El por ciento de humedad puede ser calculado mediante el emplear la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de Humedad} = 100 * (\text{Wt}_{\text{húmedo}} - \text{Wt}_{\text{seco}}) / \text{Wt}_{\text{húmedo}}$$

#### Contenido de Humedad de los Compuestos

Para los propósitos de la presente descripción el contenido de humedad del compuesto superabsorbente y de la borra fue determinado mediante el secar una muestra del compuesto “húmedo” en un horno a 105 °C por 18 horas. El por ciento de humedad puede ser calculado mediante el emplear la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de Humedad} = 100 * (\text{Wt}_{\text{húmedo}} - \text{Wt}_{\text{seco}}) / \text{Wt}_{\text{húmedo}}$$

#### Absorbencia Bajo Carga

Una técnica adecuada para determinar la absorbencia bajo carga a una presión de 0,9 libras por pulgada cuadrada (6,2 KPa) está descrita en detalle en la patente US número 5,601,542 titulada “COMPUESTO ABSORBENTE” de M. K. Melius y otros otorgada el 11 de Febrero de 1997, cuya descripción completa se incorpora aquí a modo de referencia en una manera que es consistente con la misma. Para los propósitos de la presente descripción, una tela de alambre de acero inoxidable de 400 mallas fue sustituida por la tela de alambre de 100 mallas adherida sobre la parte inferior de la taza de cilindro de prueba de absorbencia bajo carga. La rejilla de 400 mallas fue empleada para contener mejor las partículas que pudieran haber sido aplastadas y que hubieran caído a través de la rejilla de 100 mallas. Además, sólo se necesita determinar el 0,9 libras por pulgada cuadrada de absorbencia bajo carga.

De acuerdo con el procedimiento de absorbencia bajo carga arriba descrito, la cantidad (en gramos) del líquido absorbido después de 60 minutos, dividido por el peso de la muestra (0,160 gramos) es el valor de absorbencia bajo carga en gramos del líquido tomado por gramo de muestra (g/g). Sobre una base de peso seco, el nivel de humedad del superabsorbente fue medido independientemente y el peso del superabsorbente en el denominador fue ajustado en forma acorde: la cantidad de líquido recogida después de 60 minutos, dividido por el peso seco de la muestra (0,160 - 0,160 \* humedad en %100) es el valor de absorbencia bajo carga de base de peso seco.

Una vez descrita la invención en bastante detalle, será fácilmente evidente que pueden hacerse varios cambios y modificaciones sin apartarse del espíritu de la invención. Todos esos cambios y modificaciones están contemplados como estando dentro del alcance de la invención como se definió en las reivindicaciones anexas.

---

### REIVINDICACIONES

1. Un proceso para compactar un sustrato el cual contiene un material superabsorbente, dicho proceso comprende una compresión de dicho sustrato, donde dicho material superabsorbente ha sido plastificado.
2. Un proceso para compactar un sustrato el cual contiene un material superabsorbente, dicho proceso comprende:  
una plastificación de dicho material superabsorbente contenido en dicho sustrato; y  
una compresión de dicho sustrato.
3. Un proceso como se citó en la reivindicación 1 donde dicha compresión es proporcionada a una presión la cual evita esencialmente la fractura de dicho material superabsorbente.
4. Un proceso como se citó en la reivindicación 1 donde dicho proceso proporciona a dicho sustrato con una densidad de por lo menos de alrededor de 0,2 gramos por centímetro cúbico.
5. Un proceso como se citó en la reivindicación 1 donde dicho sustrato se ha proporcionado con por lo menos alrededor de 5% en peso de material superabsorbente.
6. Un proceso como se citó en la reivindicación 1 donde dicha compresión de dicho sustrato somete dicho sustrato a una separación de compresión la cual es de menos de alrededor de 2 milímetros.
7. Un proceso como se citó en la reivindicación 1 donde dicha compresión de dicho sustrato somete dicho sustrato a una separación de compresión la cual es de menos de alrededor de 1 milímetro.
8. Un proceso como se citó en la reivindicación 1 donde dicha compresión de dicho sustrato somete a dicho sustrato a una separación de compresión la cual es menor que un tamaño de partícula medio de dicho material superabsorbente.

354

9. Un proceso como se citó en la reivindicación 1 donde dicho sustrato se ha proporcionado inicialmente mientras que el material superabsorbente contiene un primer nivel de humedad; y dicho proceso además incluye una conducción de dicha compresión de dicho sustrato mientras que el material superabsorbente contiene un segundo nivel de humedad el cual es mayor que dicho primer nivel de humedad.

10. Un proceso como se citó en la reivindicación 1 caracterizado además porque comprende el proporcionar un material fibroso para la inclusión en dicho sustrato.

11. Un proceso como se citó en la reivindicación 1 caracterizado además porque comprende el flexionar dicho sustrato.

12. Un proceso como se citó en la reivindicación 11 donde dicha flexión de dicho sustrato se lleva a cabo antes de la compresión de dicho sustrato.

13. Un proceso como se citó en la reivindicación 12 donde dicha flexión de dicho sustrato incluye una flexión en la dirección transversal de dicho sustrato.

14. Un proceso como se citó en la reivindicación 13 donde dicha flexión en la dirección transversal de dicho sustrato incluye el pasar dicho sustrato a través de un punto de presión entre un par de rodillos ranurados circunferencialmente y cooperadores.

15. Un proceso como se citó en la reivindicación 12 donde dicha flexión de dicho sustrato incluye una flexión en la dirección de la máquina de dicho sustrato.

16. Un proceso como se citó en la reivindicación 15 donde dicha flexión en la dirección de la máquina de dicho sustrato incluye mover a dicho sustrato a lo largo de una trayectoria de curva la cual arquea a través de un ángulo de volteo de por lo menos de alrededor de 15 grados.

17. Un proceso como se citó en la reivindicación 15 donde dicha flexión en la dirección de la máquina de dicho sustrato incluye el mover dicho sustrato a lo largo de una trayectoria arqueada la cual arquea a través de un ángulo de volteo de por lo menos de alrededor de 15 grados y tiene un radio de curvatura dentro del rango de alrededor de 1-20 centímetros.

18. Un proceso como se citó en la reivindicación 15 donde dicha flexión en la dirección de la máquina de dicho sustrato incluye el mover dicho sustrato a lo largo de una trayectoria arqueada esencialmente en forma de S la cual arquea a través de un ángulo de volteo reflejado y acumulativo de por lo menos de 180 grados.

19. Un proceso como se citó en la reivindicación 1 donde dicho plastificante de dicho material superabsorbente incluye humedecimiento de dicho sustrato.

20. Un proceso como se citó en la reivindicación 19 donde dicho humedecimiento de dicho sustrato incluye una exposición de dicho sustrato a una muestra relativa de no más de alrededor de 100% a una temperatura de no más de alrededor de 100 °C.

21. Un proceso como se citó en la reivindicación 19 donde dicho humedecimiento de dicho sustrato incluye una exposición de dicho sustrato a una humedad relativa de por lo menos de alrededor de 80% a una temperatura de por lo menos de alrededor de 20 °C.

22. Un proceso como se citó en la reivindicación 1 donde dicha compresión de dicho sustrato incluye el pasar dicho sustrato a través de un punto de presión entre un par de rodillos ranurados circunferencialmente, contra giratorios y cooperadores.

23. Un proceso como se citó en la reivindicación 1 caracterizado además porque comprende el calentar dicho sustrato.

24. Un proceso como se citó en la reivindicación 23 donde dicho calentamiento del sustrato se lleva a cabo conjuntamente con la compresión de dicho sustrato.

25. Un proceso como se citó en la reivindicación 23 donde dicho calentamiento de dicho sustrato se lleva a cabo simultáneamente con dicha compresión de dicho sustrato.

26. Un proceso como se citó en la reivindicación 23 donde dicho sustrato se pasa a través de un punto de presión entre un par de rodillos de calandrado calentados y contra giratorios.

27. Un proceso como se citó en la reivindicación 23 donde dicho calentamiento de dicho sustrato somete dicho sustrato a una temperatura de por lo menos de alrededor de 20 °C.

28. Un proceso como se citó en la reivindicación 27 donde dicho calentamiento de dicho sustrato somete dicho sustrato a una temperatura de no más de alrededor de 205 °C.

29. Un proceso como se citó en la reivindicación 23 donde dicho calentamiento de dicho sustrato incluye el someter dicho sustrato a una temperatura de por lo menos de alrededor de 80% de una temperatura de transición del vidrio de dicho material superabsorbente.

30. Un proceso como se citó en la reivindicación 29 donde dicho calentamiento de dicho sustrato incluye el someter dicho sustrato a una temperatura de no más de alrededor de 125% de la temperatura de transición del vidrio de dicho material superabsorbente.

31. Un proceso como se citó en la reivindicación 1 donde dicho sustrato se ha proporcionado con un contenido de por lo menos de alrededor de 10% de material fibroso.

32. Un proceso como se citó en la reivindicación 31 donde dicho sustrato se ha proporcionado con un contenido de no más de alrededor de 90% en peso de dicho material superabsorbente.

33. Un proceso como se citó en la reivindicación 1 donde dicho sustrato se ha formado en húmedo mediante el emplear una mezcla de dicho material superabsorbente y de un material fibroso.

34. Un proceso como se citó en la reivindicación 33 donde dicho sustrato se ha formado en húmedo mediante el emplear una mezcla que contiene agua de dicho material superabsorbente y de dicho material fibroso.

35. Un proceso como se citó en la reivindicación 33 donde dicha mezcla de dicho material superabsorbente y de dicho material fibroso se ha proporcionado en la modalidad de una espuma.

36. Un proceso como se citó en la reivindicación 1 donde dicho sustrato ha sido formado en seco mediante el emplear una mezcla de dicho material superabsorbente y del material fibroso.

37. Un proceso como se citó en la reivindicación 36 donde dicho sustrato se ha formado en seco empleando una suspensión de aire de dicho material superabsorbente y de dicho material fibroso.

---

35

### EXTRACTO

Un proceso y un aparato para compactar un sustrato que contiene un material superabsorbente pueden incluir una plastificación del material superabsorbente contenido en el sustrato, y una compresión del sustrato a una presión relativamente baja. La presión baja seleccionada puede arreglarse para evitar esencialmente una fractura excesiva del material superabsorbente.

---

---

ES TRADUCCIÓN FIEL Y COMPLETA DEL DOCUMENTO ANEXO  
TERMINADA ESTE 30 DE JULIO, 2000.