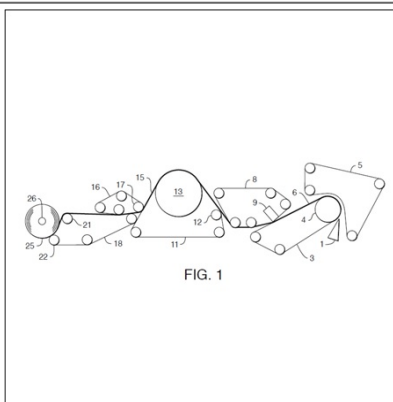


DIRECCIÓN DE NUEVAS CREACIONES

SOLICITUD FASE NACIONAL - PCT



1	Título de la Invención (200 caracteres o espacios máximos)		
PRODUCTO DE PAPEL TISÚ QUE COMPRENDE BAMBÚ			
2	Datos del Solicitante / Titular		
Nombre:	KIMBERLY - CLARK WORLDWIDE, INC.	Dirección Electrónica:	notificaciones.patentes@roclaw.co
Dirección:	2300 WINCHESTER RD. NEENAH, WISCONSIN 54956	Domicilio/País de constitución:	ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA - WISCONSIN - NEENAH
Identificación:			
☐ CEDULA DE CIUDADANIA ☒ EMPRESA EXTRANJERA ☐ PASAPORTE		☐ CEDULA DE EXTRANJERIA ☐ NIT	

Número: 653375-															
3	Solicitantes														
<table><tr><td>Apellidos - Nombres o Razón Social</td><td>Tipo</td><td colspan="2">Identificación</td></tr><tr><td>1. KIMBERLY - CLARK WORLDWIDE, INC.</td><td>EE</td><td colspan="2">653375</td></tr></table>				Apellidos - Nombres o Razón Social	Tipo	Identificación		1. KIMBERLY - CLARK WORLDWIDE, INC.	EE	653375					
Apellidos - Nombres o Razón Social	Tipo	Identificación													
1. KIMBERLY - CLARK WORLDWIDE, INC.	EE	653375													
4	Datos del Inventor														
<table><tr><td>Nombre:</td><td>Thomas Gerard SHANNON</td><td>Dirección Electrónica:</td><td>notificaciones.patentes@roclaw.co</td></tr><tr><td>Dirección:</td><td>1604 Meadowbreeze Circle, Neenah, WI 54956</td><td>Domicilio/País de constitución:</td><td>ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA - WISCONSIN - NEENAH</td></tr><tr><td colspan="2">Identificación: ☐ CEDULA DE CIUDADANIA ☐ CEDULA DE EXTRANJERIA ☐ EMPRESA EXTRANJERA ☐ NIT ☐ PASAPORTE ☒ No Aplica Número: -</td><td colspan="2"></td></tr></table>				Nombre:	Thomas Gerard SHANNON	Dirección Electrónica:	notificaciones.patentes@roclaw.co	Dirección:	1604 Meadowbreeze Circle, Neenah, WI 54956	Domicilio/País de constitución:	ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA - WISCONSIN - NEENAH	Identificación: ☐ CEDULA DE CIUDADANIA ☐ CEDULA DE EXTRANJERIA ☐ EMPRESA EXTRANJERA ☐ NIT ☐ PASAPORTE ☒ No Aplica Número: -			
Nombre:	Thomas Gerard SHANNON	Dirección Electrónica:	notificaciones.patentes@roclaw.co												
Dirección:	1604 Meadowbreeze Circle, Neenah, WI 54956	Domicilio/País de constitución:	ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA - WISCONSIN - NEENAH												
Identificación: ☐ CEDULA DE CIUDADANIA ☐ CEDULA DE EXTRANJERIA ☐ EMPRESA EXTRANJERA ☐ NIT ☐ PASAPORTE ☒ No Aplica Número: -															
5	Inventor(es)														
<table><tr><td>Apellidos - Nombres</td><td>Domicilio</td></tr><tr><td>1. SHANNON Thomas Gerard</td><td>ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA</td></tr></table>				Apellidos - Nombres	Domicilio	1. SHANNON Thomas Gerard	ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA								
Apellidos - Nombres	Domicilio														
1. SHANNON Thomas Gerard	ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA														
6	Datos Inventor(es)														
<table><tr><td>País de Residencia</td><td>Departamento/Estado</td><td>Ciudad</td><td>Dirección</td></tr><tr><td>1. ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA</td><td>WISCONSIN</td><td>NEENAH</td><td>1604 Meadowbreeze Circle, Neenah, WI 54956</td></tr></table>				País de Residencia	Departamento/Estado	Ciudad	Dirección	1. ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA	WISCONSIN	NEENAH	1604 Meadowbreeze Circle, Neenah, WI 54956				
País de Residencia	Departamento/Estado	Ciudad	Dirección												
1. ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA	WISCONSIN	NEENAH	1604 Meadowbreeze Circle, Neenah, WI 54956												
7	Datos del Representante Legal / Apoderado														

Nombre:	J. IAN RAISBECK	Dirección Electrónica:	notificaciones.patentes@roclaw.co
Dirección:	Calle 90 No. 19- 41 Of 602	Domicilio/País de constitución:	COLOMBIA - BOGOTA D.C. - BOGOTA D.C.
Identificación: ☒ CEDULA DE CIUDADANIA ☐ CEDULA DE EXTRANJERIA ☐ EMPRESA EXTRANJERA ☐ NIT ☐ PASAPORTE Número: 79376996-			
Presentación de Poder			
Año de Radicación			
Número de Radicación			
8	Datos Solicitud: PCT / WO		
Número Solicitud:	PCT/IB2012/054042	Fecha Solicitud:	08/08/2012
Número Publicacion:	WO 2013/041986	Fecha Publicacion:	28/03/2013
9	Declaraciones de prioridad	☒ SI ☐ NO	
1.	(33) País de origen ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA	Codigo del país US	(31) No. Solicitud 13/238,826 (32) Fecha 21/09/2011
10	Reivindicaciones		
Número reivindicaciones:		20	Pago Reivindicaciones: No
11	Reducción de tasas.		
Declaro que carezco de medios económicos para presentar la solicitud de patente. ☐ SI ☒ NO Nota: En caso de ser persona natural y carecer de medios económicos, y por lo tanto, aplique la reducción de tasas a que se refiere la resolución vigente en tarifas, debe firmar la presente solicitud bajo la gravedad de juramento.			
☐ Micro, pequeñas y medianas empresas ☐ Universidades públicas o privadas ☐ Entidades sin ánimo de lucro			

Debe aportar los documentos que se indican en el numeral 17 de anexos

12 Documentos Anexos

- ☒ Reivindicaciones
- ☒ Descripción
- ☒ Dibujos y/o Figuras
- ☒ Resumen
- ☐ Certificado Depósito Material Biológico
- ☐ Uso de Conocimiento tradicional
- ☐ Listado de secuencias
- ☒ Artes finales 12 x 12 cm
- ☒ Poderes, si fuere el caso
- ☐ Copia de la primera solicitud si se reivindica prioridad
- ☐ Traducción simple de la primera solicitud, si se reivindica prioridad
- ☒ Otros Anexos

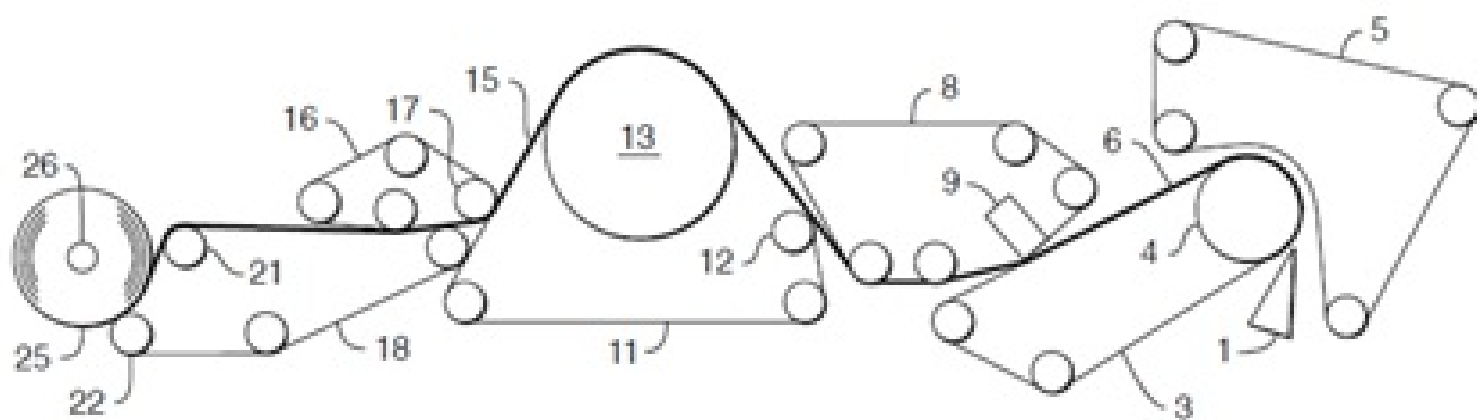


FIG. 1

Reclamamos:

1. Un elemento laminar continuo de papel tisú secado por aire que comprende fibras de bambú, en donde las fibras de bambú comprenden de aproximadamente 10 a aproximadamente 75 por ciento en peso del elemento laminar continuo de papel tisú secado por aire.
2. El elemento laminar continuo de papel tisú secado por aire de conformidad con la reivindicación 1, en donde las fibras de bambú tienen una longitud de fibra promedio de aproximadamente 1 a aproximadamente 2 mm.
3. El elemento laminar continuo de papel tisú secado por aire de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la fibra de bambú se deriva de una especie de bambú seleccionada del grupo que consiste en *Phyllostachys heterocycla pubescens*, *Phyllostachys nigra* variante *Heno*, *Phyllostachys vivax* y *Phyllostachys bambusoides*.
4. El elemento laminar continuo de papel tisú secado por aire de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el elemento laminar continuo secado por aire comprende menos de aproximadamente 10 por ciento de fibras de madera blanda en peso del elemento laminar continuo secado por aire.
5. El elemento laminar continuo de papel tisú secado por aire de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que tiene un Índice de durabilidad mayor a aproximadamente 20.
6. El elemento laminar continuo de papel tisú secado por aire de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que tiene un Índice de rigidez menor a aproximadamente 7.
7. El elemento laminar continuo de papel tisú secado por aire de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que tiene un Volumen mayor a aproximadamente 10 centímetros cúbicos por gramo.
8. El elemento laminar continuo de papel tisú secado por aire de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el elemento laminar continuo secado por aire no se encrespa.
9. Un elemento laminar continuo de papel tisú estratificado secado por aire, el elemento laminar continuo comprende una primera capa fibrosa y una segunda capa fibrosa, la primera capa fibrosa comprende fibras de madera y la segunda capa comprende fibras de bambú, en donde la primera capa fibrosa se encuentra sustancialmente libre de fibras de

bambú y en donde las fibras de bambú comprenden por lo menos aproximadamente 10 por ciento del peso total del elemento laminar continuo secado por aire.

10. El elemento laminar continuo de papel tisú estratificado secado por aire de conformidad con la reivindicación 9, en donde la primera capa fibrosa consiste esencialmente en fibras de madera dura y la segunda capa fibrosa comprende fibras de bambú y de madera blanda, en donde la cantidad de fibra de madera blanda en la segunda capa fibrosa es menor a aproximadamente 10 por ciento en peso de la capa.
11. El elemento laminar continuo de papel tisú estratificado secado por aire de conformidad con las reivindicaciones 9 o 10, en donde la primera capa fibrosa comprende por lo menos aproximadamente 75 por ciento de fibras de madera dura en peso de la primera capa fibrosa y la segunda capa comprende por lo menos aproximadamente 50 por ciento de fibras de bambú en peso de la segunda capa fibrosa.
12. El elemento laminar continuo de papel tisú estratificado secado por aire de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en donde el elemento laminar continuo secado por aire comprende menos de aproximadamente 10 por ciento de fibras de madera blanda en peso del elemento laminar continuo secado por aire.
13. El elemento laminar continuo de papel tisú estratificado secado por aire de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, que tiene un Índice de durabilidad mayor a aproximadamente 20.
14. El elemento laminar continuo de papel tisú estratificado secado por aire de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, que tiene un Índice de rigidez menor a aproximadamente 7.
15. El elemento laminar continuo de papel tisú estratificado secado por aire de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, que tiene un Volumen mayor a aproximadamente 10 centímetros cúbicos por gramo.
16. Un producto de papel tisú que comprende un primer elemento laminar continuo de papel tisú secado por aire que tiene de aproximadamente 10 por ciento a aproximadamente 75 por ciento de fibras de bambú en peso del elemento laminar continuo de papel tisú secado por aire.
17. El producto de papel tisú de conformidad con la reivindicación 16, que además comprende un segundo elemento laminar continuo de papel tisú laminado al primer elemento laminar continuo de papel tisú secado por aire.

18. El producto de conformidad con las reivindicaciones 16 o 17, que tiene un Índice de durabilidad mayor a aproximadamente 20.
19. El producto de papel tisú de laminados múltiples de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 16 a 18, que tiene un Índice de rigidez menor a aproximadamente 13.
20. El producto de papel tisú de laminados múltiples de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 16 a 19, que tiene un Volumen mayor a aproximadamente 10 centímetros cúbicos por gramo.



UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNDER SECRETARY OF COMMERCE FOR INTELLECTUAL PROPERTY AND
DIRECTOR OF THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

SEPTEMBER 26, 2011

PTAS

CINDY TRUDELL
2001 MARATHON AVENUE
NEENAH, WI 54956

501671676

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE
NOTICE OF RECORDATION OF ASSIGNMENT DOCUMENT

THE ENCLOSED DOCUMENT HAS BEEN RECORDED BY THE ASSIGNMENT RECORDATION BRANCH OF THE U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE. A COMPLETE COPY IS AVAILABLE AT THE ASSIGNMENT SEARCH ROOM ON THE REEL AND FRAME NUMBER REFERENCED BELOW.

PLEASE REVIEW ALL INFORMATION CONTAINED ON THIS NOTICE. THE INFORMATION CONTAINED ON THIS RECORDATION NOTICE REFLECTS THE DATA PRESENT IN THE PATENT AND TRADEMARK ASSIGNMENT SYSTEM. IF YOU SHOULD FIND ANY ERRORS OR HAVE QUESTIONS CONCERNING THIS NOTICE, YOU MAY CONTACT THE ASSIGNMENT RECORDATION BRANCH AT 571-272-3350. PLEASE SEND REQUEST FOR CORRECTION TO: U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE, MAIL STOP: ASSIGNMENT RECORDATION BRANCH, P.O. BOX 1450, ALEXANDRIA, VA 22313.

RECORDATION DATE: 09/26/2011

REEL/FRAME: 026968/0351
NUMBER OF PAGES: 2

BRIEF: ASSIGNMENT OF ASSIGNORS INTEREST (SEE DOCUMENT FOR DETAILS).

DOCKET NUMBER: 64765836US01

ASSIGNOR:
SHANNON, THOMAS GERARD

DOC DATE: 09/20/2011

ASSIGNEE:
KIMBERLY-CLARK WORLDWIDE, INC.
2300 WINCHESTER ROAD
NEENAH, WISCONSIN 54956

APPLICATION NUMBER: 13238826
PATENT NUMBER:
TITLE: TISSUE PRODUCT COMPRISING BAMBOO

FILING DATE:
ISSUE DATE:

ASSIGNMENT RECORDATION BRANCH
PUBLIC RECORDS DIVISION

PATENT ASSIGNMENT

Electronic Version v1.1
 Stylesheet Version v1.1

SUBMISSION TYPE:	NEW ASSIGNMENT	
NATURE OF CONVEYANCE:	ASSIGNMENT	
CONVEYING PARTY DATA		
Name		Execution Date
Thomas Gerard Shannon		09/20/2011
RECEIVING PARTY DATA		
Name:	Kimberly-Clark Worldwide, Inc.	
Street Address:	2300 Winchester Road	
City:	Neenah	
State/Country:	WISCONSIN	
Postal Code:	54956	
PROPERTY NUMBERS Total: 1		
Property Type	Number	
Application Number:	13238826	
CORRESPONDENCE DATA		
Fax Number:	(920)721-7339	
Phone:	(920) 721-2779	
Email:	cindy.m.trudell@kcc.com	
<i>Correspondence will be sent to the e-mail address first; if that is unsuccessful, it will be sent via US Mail.</i>		
Correspondent Name:	Cindy Trudell	
Address Line 1:	2001 Marathon Avenue	
Address Line 4:	Neenah, WISCONSIN 54956	
ATTORNEY DOCKET NUMBER:	64765836US01	
NAME OF SUBMITTER:	Michael J. Sullivan	
Total Attachments: 1 source=64765836US01Assignment#page1.tif		

CH \$40.00 13238826

In the United States Patent and Trademark Office

Applicant: Thomas Gerard Shannon Docket No.: 64765836US01
Application No.: 13/238,826
Confirmation No.: 4146
Filed: 09/21/2011
For: TISSUE PRODUCT COMPRISING BAMBOO

Assignment – Sole Inventor

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

WHEREAS Thomas Gerard Shannon residing at 1604 Meadowbreeze Circle, Neenah, Wisconsin 54956 (hereinafter referred to as Assignor), has made an invention and has each either (1) previously executed an application for Letters Patent of the United States of America therefor or (2) is contemporaneously executing an application for Letters Patent of the United States of America for the invention which is entitled:

TISSUE PRODUCT COMPRISING BAMBOO

AND WHEREAS Kimberly-Clark Worldwide, Inc., a corporation of the State of Delaware, having offices at 2300 Winchester Road, Neenah, Wisconsin 54956, United States of America, (hereinafter referred to as Assignee), is desirous of acquiring the entire right, title and interest in and to said invention and under said Letters Patent or similar legal protection to be obtained therefor in the United States and in any and all foreign countries.

NOW, THEREFORE, TO ALL WHOM IT MAY CONCERN: Be it known that for good and valuable consideration, the receipt and sufficiency of which is hereby acknowledged, the Assignor hereby sells, assigns and transfers to the Assignee the full and exclusive right, title and interest to said invention and in and to any and all Letters Patent or similar legal protection in the United States and its territorial possessions and in any and all foreign countries to be obtained for said invention by said application or any continuation, continuation-in-part, divisional, renewal, substitute, re-examination, conversion or reissue thereof, including all extensions thereof, or any legal equivalent thereof in any foreign country for the full term or terms for which the same may be granted, including any and all convention rights.

The Assignor hereby covenants that no assignment, sale, agreement or encumbrance has been or will be made or entered into which would conflict with this assignment and sale.

The Assignor further covenants that the Assignor will promptly provide, upon written request, Assignee with all pertinent facts and documents relating to said application, said invention and said Letters Patent and legal equivalents in foreign countries as may be known and accessible to the Assignor and that he/she will promptly execute and deliver to Assignee or its legal representatives any and all papers, instruments or affidavits required to apply for, obtain, maintain, issue, extend and enforce said application, said invention and said Letters Patent and said equivalents thereof in any foreign country which may be necessary or desirable to carry out the purposes thereof.

IN WITNESS WHEREOF, the Assignor has executed this document on the date indicated below:

/Thomas Gerard Shannon/

Date: 09/20/2011

Thomas Gerard Shannon

Traducción oficial hecha por Jimena Escobar Uribe, traductora e intérprete oficial según resolución No. 0369 de 1995 Ministerio de Justicia, del documento correspondiente a una notificación de inscripción de cesión de una patente a favor de Kimberly-Clark Worldwide, Inc., domiciliada en Neenah, Wisconsin, Estados Unidos de América.

OFICINA DE PATENTES Y MARCAS DE LOS ESTADOS UNIDOS

Subsecretario de Comercio para la Propiedad Intelectual y Director de la
Oficina de Patentes y Marcas de los Estados Unidos

Septiembre 26 de 2011

Cindy Trudell

2001 Marathon Avenue

Neenah, Wisconsin 54956

501671676

Oficina de Patentes y Marcas de los Estados Unidos

Notificación de Registro de Documento de Cesión

El documento anexo ha sido registrado por la División de Cesiones de la Oficina de Patentes y Marcas de los Estados Unidos. Una copia completa en microfilm está disponible en el cuarto de búsqueda de cesiones en el número de rollo y marco indicados abajo.

Por favor revise toda la información contenida en esta notificación. La información contenida en esta notificación de registro refleja los datos presentes en el sistema de cesiones de patentes y marcas. En caso de que usted encuentre algún error o tenga preguntas relacionadas con esta notificación, usted puede contactar al empleado cuyo nombre aparece en esta notificación al 571-272-3350. Por favor envíe la solicitud de corrección a: Oficina de Patentes y Marcas de los Estados Unidos,

Sucursal de Servicios de Cesiones, P. O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313.

Fecha de registro: 09/26/2011

Rollo/Marco: 026968/0351

Número de páginas: 2

Expediente: Cesión del interés del cedente (ver documento para detalles).

Número de archivo: 64765836US01

Cedente:

Shannon, Thomas Gerard

Fecha del documento: 09/20/2011

Cesionario:

Kimberly-Clark Worldwide, Inc.

2300 Winchester Road

Neenah, Wisconsin 54956

Número de serie: 13238826

Fecha de presentación:

Número de patente:

Fecha de expedición:

Título: PRODUCTO DE PAPEL TISÚ QUE COMPRENDE BAMBÚ

Sucursal de Registro de Cesiones

División de Registros Públicos

CESIÓN DE PATENTE

Versión electrónica v1.1

Versión de hoja de estilo v1.1

Tipo de Presentación: Nueva Cesión

Naturaleza de Consignación: Cesión

Datos de la Parte Consignataria

Nombre	Fecha de Ejecución
Thomas Gerard Shannon	09/20/2011

Datos de la Parte Receptora

Nombre:	Kimberly-Clark Worldwide, Inc.
Dirección:	2300 Winchester Road
Ciudad:	Neenah
Estado/País:	Wisconsin
Código Postal:	54956

Número de Propiedad total: 1

Tipo de Propiedad	Número
Solicitud número	13238826

Datos de correspondencia

No. Fax (920) 721-4808

Teléfono: (920) 721-2779

Email: cindy.M.Trudell@kcc.com

Correspondencia será enviada por correo electrónico primero; si esto no tiene éxito, será enviada por Correo de Estados Unidos

Nombre del corresponsal: Cindy Trudell

Línea 1 dirección: 2001 Marathon Avenue

Línea 4 dirección: Neenah, Wisconsin 54956

Número de archivo de abogado:	64765836US01
-------------------------------	--------------

Nombre del presentador:	Michael J. Sullivan
-------------------------	---------------------

Total de anexos: 1

Fuente= 64765836US01 Cesión No. Página 1. tif

En la Oficina de Patentes y Marcas de los Estados Unidos

Solicitantes: Thomas Gerard Shannon

Número de expediente: 64765836US01

Número de serie: 13/238.826

Número de confirmación: 4146

Presentada: 09/21/2011

Para: PRODUCTO DE PAPEL TISÚ QUE COMPRENDE BAMBÚ

Cesión – Inventor Único

Comisionado para Patentes

P.O. Box 1450

Alexandria, Virginia 22313-1450

Señor:

CONSIDERANDO que Thomas Gerard Shannon, residente en 1604 Meadowbreeze Circle, Neenah, Wisconsin 54956 (de ahora en adelante colectivamente denominado como los Cedente), he hecho un invento y he (1) ejecutado previamente una solicitud para Título de Patente de los Estados Unidos de América o (2) estoy contemporáneamente ejecutando una solicitud para Título de Patente de los Estados Unidos de América para la invención que se titula:

PRODUCTO DE PAPEL TISÚ QUE COMPRENDE BAMBÚ

Y, CONSIDERANDO, que Kimberly-Clark Worldwide, Inc., una sociedad del Estado de Delaware, con oficinas en 2300 Winchester Rd., Neenah, Wisconsin 54956, Estados Unidos de América (de ahora en adelante denominada el "Cesionario") desea adquirir la totalidad de derecho, título e interés en y sobre dicha invención y bajo dicho Título de Patente o protección legal similar a ser obtenida después en los Estados Unidos y en cualquiera y todos los países extranjeros.

AHORA, POR LO TANTO, A TODOS AQUELLOS A QUIEN PUEDA INTERESAR: Que sea conocido que por una contraprestación onerosa, el recibo de la cual se reconoce por medio del presente, el Cedente por medio del presente vende, cede y transfiere al Cesionario la totalidad del derecho, título e interés exclusivos sobre dicha invención y en y sobre cualquier Título de Patente o protección legal similar en los Estados Unidos y sus posesiones territoriales y en cualquiera y todos los países extranjeros a ser obtenidos para dicha invención por dicha solicitud o cualquier continuación, continuación en parte, divisional, renovación, reexamen sustituto, conversión o reexpedición de la misma, incluyendo todas las prórrogas o cualquier equivalente legal de la misma en cualquier país extranjero por el término o términos completo(s) para los cuales la misma pueda ser otorgada, incluyendo cualquiera y todos los derechos de convención.

El Cedente por medio del presente afirma que ninguna cesión, venta, acuerdo o gravamen ha sido o será hecho o suscrito que pueda entrar en conflicto con esa cesión y venta.

El Cedente además se compromete a que el Cedente prontamente suministrará, una vez le sea requerido por escrito, al Cesionario todos los hechos y documentos pertinentes relacionados con dicha solicitud, dicha invención y dicho Título de Patente o equivalentes legales en países extranjeros que sean conocidos y accesibles para el cedente y que él

ejecutará prontamente y entregará al Cesionario o sus representantes legales cualquiera y todos los documentos, instrumentos o declaraciones juramentadas requeridas para solicitar, obtener, mantener, expedir, prorrogar y ejecutar dicha solicitud, dicha invención y dicho Título de Patente y dichos equivalentes sobre los mismos en cualquier país extranjero que sean necesarios o deseables para llevar a cabo los propósitos de los mismos.

EN TESTIMONIO DE LO CUAL, los Cedentes han ejecutado este documento en la fecha indicada a continuación:

Thomas Gerard Shannon – Fecha: 20 de septiembre de 2011



- (51) **International Patent Classification:**
D21H 17/02 (2006.01) *D21H 21/18* (2006.01)
D21H 27/42 (2006.01)
- (21) **International Application Number:**
PCT/IB2012/054042
- (22) **International Filing Date:**
8 August 2012 (08.08.2012)
- (25) **Filing Language:** English
- (26) **Publication Language:** English
- (30) **Priority Data:**
13/238,826 21 September 2011 (21.09.2011) US
- (71) **Applicant (for all designated States except US):** KIM-BERLY-CLARK WORLDWIDE, INC. [US/US]; Neenah, WI 54956 (US).
- (72) **Inventor; and**
- (75) **Inventor/Applicant (for US only):** SHANNON, Thomas, Gerard [US/US]; 1604 Meadowbreeze Circle, Neenah, WI 54956 (US).
- (74) **Agents:** SULLIVAN, Michael, J. et al.; 2300 Winchester Road, Neenah, WI 54956 (US).

(81) **Designated States** (unless otherwise indicated, for every kind of national protection available): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) **Designated States** (unless otherwise indicated, for every kind of regional protection available): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), European (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Published:

— without international search report and to be republished upon receipt of that report (Rule 48.2(g))

(54) **Title:** TISSUE PRODUCT COMPRISING BAMBOO

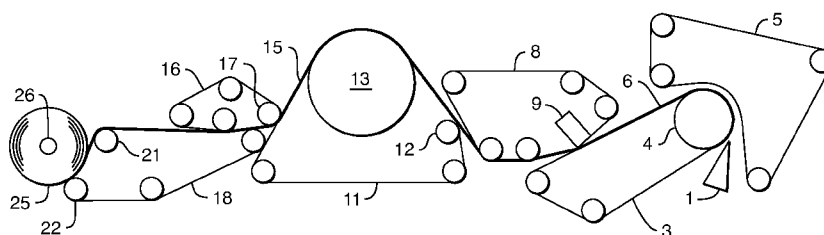


FIG. 1

(57) **Abstract:** The disclosure provides tissue webs, and products incorporating the same, where the webs comprise wood and bamboo fibers. More specifically the disclosure provides soft and durable through-air dried tissue webs comprising at least about 10 percent bamboo fiber by weight of the web. In the through-air dried tissue webs of the present disclosure, bamboo typically replaces high average fiber length wood fibers, which increases the bulk of the through-air dried web without negatively effecting softness or durability.

TISSUE PRODUCT COMPRISING BAMBOO

FIELD OF THE INVENTION

This disclosure relates to soft and durable through-air dried tissue webs, and tissue products comprising the same, wherein the tissue webs comprise wood and bamboo fibers.

- 5 It has been discovered that replacing high average fiber length wood fibers with bamboo fibers in a through-air dried web increases sheet bulk without negatively effecting durability or stiffness.

BACKGROUND

- 10 Tissue products, such as facial tissues, paper towels, bath tissues, napkins, and other similar products, are designed to include several important properties. For example, the products should have good bulk, a soft feel, and should have good strength and durability. Unfortunately, however, when steps are taken to increase one property of the product, other characteristics of the product are often adversely affected.

- 15 Tissue products are made via one of two primary tissue manufacturing processes: conventional wet press (CWP) and through-air drying (TAD). In CWP, the tissue is formed on a forming fabric from either a suction breast roll or twin wire former and the embryonic web is transferred to a papermaking felt and dewatered by pressing with one or two pressure roll nips against the surface of a large steam heated cylinder called a Yankee dryer. The pressing process also assists in transfer of the sheet to the Yankee dryer surface.
- 20 An adhesive solution is sprayed on the dryer surface prior to the sheet transfer in order to provide good bonding between the sheet and the dryer surface. The sheet is removed from the Yankee surface by a doctor blade in the creping process. In the TAD process, the sheet is formed on a forming fabric and transferred to one or more other fabrics as it is dewatered to a consistency of 25 percent or higher. After the initial dewatering the sheet is dried while
- 25 in contact with the fabric by blowing hot air through the fabric until the consistency is 40 percent or higher. In conventional through-air dried processes, the through-air dried web is adhered to a Yankee dryer and creped. A roll may be present at the point of transfer to assist in the transfer of the web from the drying fabric to the Yankee dryer but absent the presence of high pressure used to dewater the web in the CWP process. Alternatively TAD
- 30 tissue may be prepared without creping where foreshortening of the web occurs with a

differential velocity transfer of the wet laid web from the forming fabric to a substantially slower moving, open mesh transfer fabric. Thereafter the web is dried while preventing macroscopic rearrangement of the fibers in the plane of the web. The web is then dried on a fabric in the through-air dryer to a consistency of 90 percent or higher and wound. No
5 Yankee dryer is used in the uncreped through-air dried (UCTAD) process. Through-air dried tissue products are typically associated with higher quality tier tissue products than conventional wet pressed products due to their higher bulk and greater absorption capacity.

To achieve the optimum product properties, tissue products are typically formed, at least in part, from pulps containing wood fibers and often a blend of hardwood and
10 softwood fibers to achieve the desired properties. Typically when attempting to optimize surface softness, as is often the case with tissue products, the papermaker will select the fiber furnish based in part on the coarseness of pulp fibers. Pulps having fibers with low coarseness are desirable because tissue paper made from fibers having a low coarseness can be made softer than similar tissue paper made from fibers having a high coarseness. To
15 optimize surface softness even further, premium tissue products usually comprise layered structures where the low coarseness fibers are directed to the outside layer of the tissue sheet with the inner layer of the sheet comprising longer, coarser fibers.

Unfortunately, the need for softness is balanced by the need for durability. Durability in tissue products can be defined in terms of tensile strength, tensile energy
20 absorption (TEA), burst strength and tear strength. Typically tear, burst and TEA will show a positive correlation with tensile strength while tensile strength, and thus durability, and softness are inversely related. Thus the paper maker is continuously challenged with the need to balance the need for softness with a need for durability. Unfortunately, tissue paper durability generally decreases as the average fiber length is reduced. Therefore, simply
25 reducing the pulp average fiber length can result in an undesirable trade-off between product surface softness and product durability.

Besides durability long fibers also play an important role in overall tissue product softness. While surface softness in tissue products is an important attribute, a second element in the overall softness of a tissue sheet is stiffness. Stiffness can be measured from
30 the tensile slope of stress – strain tensile curve. The lower the slope the lower the stiffness and the better overall softness the product will display. Stiffness and tensile strength are positively correlated, however at a given tensile strength shorter fibers will display a

greater stiffness than long fibers. While not wishing to be bound by theory, it is believed that this behavior is due to the higher number of hydrogen bonds required to produce a product of a given tensile strength with short fibers than with long fibers. Thus, easily collapsible, low coarseness long fibers, such as those provided by Northern Softwood Kraft (NSWK) fibers typically supply the best combination of durability and softness in tissue products when those fibers are used in combination with hardwood Kraft fibers such as Eucalyptus hardwood Kraft fibers. While Northern Softwood Kraft Fibers have a higher coarseness than Eucalyptus fibers their small cell wall thickness relative to lumen diameter combined with their long length makes them the ideal candidate for optimizing durability and softness in tissue.

Unfortunately, supply of NSWK is under significant pressure both economically and environmentally. As such, prices of NSWK fibers have escalated significantly creating a need to find alternatives to optimize softness and strength in tissue products. Another type of softwood fiber is Southern Softwood Kraft (SSWK) widely used in fluff pulp containing absorbent products such as diapers, feminine care absorbent products and incontinence products. Unfortunately while not under the same supply and environmental pressures as NSWK, fibers from SSWK are too coarse for tissue products and are unsuitable for making soft tissue products. While having long fiber length, the SSWK fibers have too wide a cell wall width and too narrow a lumen diameter and thus create stiffer, harsher feeling products than NSWK.

The tissue papermaker who is able to obtain pulps having a desirable combination of fiber length and coarseness from fiber blends generally regarded as inferior with respect to average fiber properties may reap significant cost savings and/or product improvements. For example, the papermaker may wish to make a tissue paper of superior strength without incurring the usual degradation in softness which accompanies higher strength. Alternatively, the papermaker may wish a higher degree of paper surface bonding to reduce the release of free fibers without suffering the usual decrease in softness which accompanies greater bonding of surface fibers. As such, a need currently exists for a tissue product formed from a fiber that will improve durability without negatively affecting other important product properties, such as softness.

Outside of Northern and Southern softwood pulp fibers very few options exist for papermakers when selecting long fibers. Bamboo fibers have been used in paper for many

years primarily in India and China. Long and short fiber bamboo species are reported. Bamboo fibers have been used to replace wood fibers in blended, conventional wet pressed tissue products in India and China. Unfortunately commercially available bamboo pulps comprise a mixture of species of bamboos including long and short fibers. Length weighted
5 average fiber lengths are significantly shorter than northern and southern softwood pulp fibers. In addition, the bamboo pulps contain a high portion of primary fines in the form of parenchyma cells. It is well known that the presence of high levels of fines in tissue products create a decrease in surface softness and an increase in stiffness of tissue sheets. Thus, tissue sheets comprising high amounts of bamboo fibers tend to be less soft than
10 those comprising wood fibers. Moreover, given the relatively short fiber length and high level of primary fines, bamboo pulp fibers would not be predicted to provide good durability or softness properties to premium tissue products when specifically replacing wood pulp fibers. Generally, bamboo fibers have coarseness and fines that are too high to replace hardwood fibers and an average fiber length that is too short and cell walls that are
15 too thick to replace softwood fibers.

SUMMARY

It has now been unexpectedly discovered that bamboo fibers, despite having relatively short fiber length, thick cell walls and a narrow lumen may be incorporated into a through-air dried tissue web, and particularly the non-skin contacting layer of a multi
20 layered web, to yield a tissue web having improved bulk without a significant increase in stiffness or decrease in durability. These properties are particularly acute when bamboo fibers are substituted for high average fiber length wood fibers, such as softwood fibers and more specifically Northern Softwood Kraft (NSWK). Accordingly, in certain preferred embodiments, bamboo fibers may replace at least about 50 percent of the NSWK in the
25 web and more preferably at least about 75 percent of the NSWK, such that bamboo fiber comprises at least about 10 percent and more preferably at least about 20 percent by weight of the web. Moreover, it has been discovered that softness levels may be further improved by disposing the bamboo fibers within the fibrous tissue web such that the bamboo fibers are not brought into contact with a user's skin in-use, such as in the middle layer of a three
30 layered structure. Furthermore, it has been discovered that through-air dried webs comprising bamboo fibers have an unexpected increase in bulk. The improved durability

and bulk are observed for several species of bamboo, including both tropical and temperate timber bamboo.

Accordingly, the present disclosure provides, in one embodiment, a through-air dried tissue web comprising bamboo fiber, wherein the bamboo fiber comprises at least
5 about 10 percent by weight of the tissue web. If desired, the bamboo pulp fibers may have an average fiber length greater than about 1 mm, such as from about 1.1 to about 2.5 mm and more preferably from about 1.2 to about 2 mm.

In another embodiment, the present disclosure provides a through-air dried tissue web comprising bamboo fiber wherein the bamboo fiber has replaced a significant portion
10 of the long fiber, particularly NSWK fiber such that the amount of NSWK fiber in the web is less than about 20 percent of the total web such as from about 0 to about 15 percent and more preferably from about 0 to about 10 percent of the total weight of the web.

In other embodiments, the present disclosure provides a multi-layered through air dried tissue web comprising two or more layers including a first layer and a second layer,
15 wherein a greater weight percent of bamboo fiber is present in the second layer than in the first layer. In certain preferred embodiments the first layer comprises hardwood fibers and the second layer comprises bamboo and softwood fibers, wherein the weight ratio of bamboo fiber to softwood fiber is greater than 1:1.

In still other embodiments the disclosure provides a multi-layered tissue web
20 comprising a first fibrous layer and a second fibrous layer, wherein the first fibrous layer comprises wood fibers and the second fibrous layer comprises bamboo fiber, wherein bamboo fibers comprise from about 75 to about 100 percent by weight of the second layer.

In other embodiments the disclosure provides a through-air dried tissue product comprising bamboo fibers, wherein the bamboo fibers are selected from the group
25 consisting of temperate running bamboos including but not limited to *Phyllostachys heterocycla pubescens*, *Phyllostachys nigra* variant *Henon*, *Phyllostachys vivax* and *Phyllostachys Bambusoides*, and mixtures thereof.

DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

FIG. 1 is a schematic diagram of one embodiment of a process for forming an
30 uncreped through-air dried tissue web for use in the present disclosure.

DEFINITIONS

It should 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, and are not intended to preclude the presence or addition of one or more other features, elements, integers, steps, components, or groups thereof.

As used herein, the term “Tear Index” refers to the quotient of the geometric mean tear strength (typically expressed in grams) divided by the geometric mean tensile strength (typically expressed in grams per 3 inches) multiplied by 1,000 where the geometric mean tear index is defined as the square root of the product of the machine directional tear strength and the cross directional tear strength.

$$\text{Tear Index} = \frac{\sqrt{\text{MD Tear} \times \text{CD Tear}}}{\text{GMT}} \times 1,000$$

While tear index may vary depending on the composition of the tissue web, as well as the basis weight of the web, webs prepared according to the present disclosure generally have a Tear Index greater than about 5, more preferably greater than about 6 and still more preferably greater than about 7 such as from about 7 to about 20.

As used herein, the term “Burst Index” refers to the quotient of the dry burst peak load (also referred to as the dry burst strength and typically expressed gram feet) divided by the geometric mean tensile strength multiplied by 10.

$$\text{Burst Index} = \frac{\text{Dry Burst Strength}}{\text{GMT}} \times 10$$

While Burst Index may vary depending on the composition of the tissue web, as well as the basis weight of the web, webs prepared according to the present disclosure generally have a burst index greater than 3, more preferably greater than about 4 and still more preferably greater than about 5.

As used herein, the terms “geometric mean tensile” and “GMT” refer to the square root of the product of the machine direction tensile strength and the cross-machine direction tensile strength of the web. As used herein, tensile strength refers to geometric mean tensile strength as would be apparent to one skilled in the art unless otherwise stated.

As used herein, the terms “geometric mean tensile energy index” and “TEA Index” refer to the square root of the product of the MD and CD tensile energy absorption (“MD TEA” and “CD TEA,” typically expressed in g•cm/cm²) divided by the GMT strength multiplied by 1,000.

$$TEA\ Index = \frac{\sqrt{MD\ TEA \times CD\ TEA}}{GMT} \times 1,000$$

- 5 While the TEA Index may vary depending on the composition of the tissue web, as well as the basis weight of the web, webs prepared according to the present disclosure generally have a TEA Index greater than about 6, more preferably greater than about 7 and still more preferably greater than about 8, such as from about 8 to about 20.

As used herein, the term “Durability Index” refers to the sum of the tear index,
10 burst index and TEA Index and is an indication of the durability of the product at a given tensile strength.

$$Durability\ Index = Tear\ Index + Burst\ Index + TEA\ Index$$

While the Durability Index may vary depending on the composition of the tissue web, as well as the basis weight of the web, webs prepared according to the present disclosure generally have a Durability Index values of about 15 or greater, more preferably about 18
15 or greater and still more preferably about 20 or greater such as from about 20 to about 50.

As used herein, the term “Stiffness Index” refers to the quotient of the geometric mean tensile slope, defined as the square root of the product of the MD and CD tensile slopes, divided by the geometric mean tensile strength.

$$Stiffness\ Index = \frac{\sqrt{MD\ Tensile\ Slope \times CD\ Tensile\ Slope}}{GMT} \times 1,000$$

While the Stiffness Index may vary depending on the composition of the tissue web, as
20 well as the basis weight of the web, webs prepared according to the present disclosure generally have a Stiffness Index values of less than about 16, more preferably less than about 15 and still more preferably less than about 14 such as from about 5 to about 14.

As used herein, the term “average fiber length” refers to the length weighted average length of fibers determined utilizing a Kajaani fiber analyzer model No. FS-100
25 available from Kajaani Oy Electronics, Kajaani, Finland. According to the test procedure, a pulp sample is treated with a macerating liquid to ensure that no fiber bundles or shives are

present. Each pulp sample is disintegrated into hot water and diluted to an approximately 0.001 percent solution. Individual test samples are drawn in approximately 50 to 100 ml portions from the dilute solution when tested using the standard Kajaani fiber analysis test procedure. The weighted average fiber length may be expressed by the following equation:

5

$$\sum_{x_i=0}^k (x_i \times n_i) / n$$

where k = maximum fiber length

x_i = fiber length

n_i = number of fibers having length x_i

n = total number of fibers measured.

5 As used herein, a “tissue product” generally refers to various paper products, such as facial tissue, bath tissue, paper towels, napkins, and the like. Normally, the basis weight of a tissue product of the present invention is less than about 80 grams per square meter (gsm), in some embodiments less than about 60 gsm, and in some embodiments, between about 10 to about 60 gsm.

10 Tissue products are further differentiated from other paper products in terms of their bulk. The bulk of the tissue and towel products of the present invention is calculated as the quotient of the caliper (hereinafter defined), expressed in microns, divided by the basis weight, expressed in grams per square meter. The resulting bulk is expressed as cubic centimeters per gram. In certain embodiments tissue products may have a bulk greater than
15 about 5 cm³/g and still more preferably greater than about 7 cm³/g, such as from about 7 to about 15 cm³/g. Tissue webs prepared according to the present disclosure may have higher bulk than the tissue products incorporating the same webs. For example, tissue webs may have a bulk greater than about 7 cm³/g, such as greater than about 10 cm³/g, such as from about 12 to about 24 cm³/g.

20 As used herein, the term “layer” refers to a plurality of strata of fibers, chemical treatments, or the like within a ply.

 As used herein, the terms “layered tissue web,” “multi-layered tissue web,” “multi-layered web,” and “multi-layered paper sheet,” generally refer to sheets of paper prepared from two or more layers of aqueous papermaking furnish which are preferably comprised
25 of different fiber types. The layers are preferably formed from the deposition of separate streams of dilute fiber slurries, upon one or more endless foraminous screens. If the individual layers are initially formed on separate foraminous screens, the layers are subsequently combined (while wet) to form a layered composite web.

The term “ply” refers to a discrete product element. Individual plies may be arranged in juxtaposition to each other. The term may refer to a plurality of web-like components such as in a multi-ply facial tissue, bath tissue, paper towel, wipe, or napkin.

DETAILED DESCRIPTION

5 In general, the present disclosure relates to a through-air dried tissue product comprising a tissue web that has been formed from wood and bamboo fibers. It has been discovered that by replacing some of the wood fibers with bamboo fibers that a bulkier and more durable web may be produced without sacrificing softness.

10 Table 1 compares hardwood (Eucalyptus pulp fiber, Aracruz Cellulose, Brazil) softwood (NSWK pulp fiber, Northern Pulp, Canada) and kraft pulps prepared from three different bamboo species, *Phyllostachys edulis*, *Bambusa vulgaris* and *Phyllostachys nigra* variant Henon.

TABLE 1

Fiber Type	Average Fiber Length (mm)	Average Fiber Width (μm)	Fiber Length: Fiber Width	Coarseness (mg/100 m)
<i>Phyllostachys edulis</i>	1.23	8.4	146	10.53
<i>Bambusa vulgaris</i>	2.09	10.9	192	10.37
<i>Phyllostachys nigra</i> variant Henon	1.65	9.0	184	10.85
NSWK Pulp Fiber	2.18	27.6	79	14.83
Eucalyptus Pulp Fiber	0.76	19.1	40	8.95

15 For bamboo pulp fibers, the ratio of length to width (commonly referred to as the “aspect ratio”) generally varies between about 150 and about 200, although both length and width vary amongst species. Generally average fiber lengths for bamboo pulp fibers range from about 2 mm for *B. vulgaris* to about 1.2 mm for *Phyllostachys edulis*. As shown in Table 1, bamboo pulp fibers are generally greater in length than Eucalyptus fibers, but shorter than NSWK fibers. However, bamboo pulp fibers tend to have greater aspect ratios and higher
20 coarseness than Eucalyptus fibers. Additionally, bamboo pulp fibers tend to have relatively slender lumens and thick cell walls, yielding Runkel Ratios (ratio of twice the cell wall thickness to the diameter of the lumen) greater than 1. For example, the reported Runkel Ratios for *Phyllostachys nigra* variant Henon and *Bambusa vulgaris* are 2.17 and 3.20 respectively. Fibers having Runkel Ratios greater than 1 are commonly considered poor

candidates for use in tissue because the thick cell walls produce stiff webs having poor tensile strength and low bulk.

Despite the tendency of bamboo pulp fibers to have relatively thicker cell walls, higher Runkel Ratios, higher aspect ratios and shorter average fiber lengths compared to softwood fibers it has now been surprisingly discovered that they may replace softwood fibers in a through-air dried tissue web without decreasing durability and bulk or increasing stiffness. Even more surprising is that substitution of bamboo fibers for softwood fibers actually increases bulk without negatively affecting durability and stiffness.

Accordingly, in a preferred embodiment the disclosure provides a tissue web and more preferably a through-air dried tissue web and still more preferably a multi-layered through-air dried web comprising bamboo, wherein the bamboo fibers comprise at least about 10 percent of the total weight of the web. In a particularly preferred embodiment, the tissue web comprises a multi-layered through-air dried web wherein bamboo fiber is selectively disposed in only one of the layers such that the bamboo fiber is not brought into contact with the user's skin in-use. For example, in one embodiment the tissue web may comprise a two layered web wherein the first layer consists essentially of wood fibers and is substantially free of bamboo fibers and the second layer comprises bamboo fibers, wherein the bamboo fibers comprises at least about 50 percent by weight of the second layer, such as from about 50 to about 100 percent by weight of the second layer. It should be understood that, when referring to a layer that is substantially free of bamboo fibers, negligible amounts of the fibers may be present therein, however, such small amounts often arise from the bamboo fibers applied to an adjacent layer, and do not typically substantially affect the softness or other physical characteristics of the web.

The tissue webs may be incorporated into tissue products that may be either single or multi-ply, where one or more of the plies may be formed by a multi-layered tissue web having bamboo fibers selectively incorporated in one of its layers. A particularly preferred embodiment tissue product is constructed such that the bamboo fibers are not brought into contact with the user's skin in-use. For example, the tissue product may comprise two multi-layered through-air dried webs wherein each web comprises a first fibrous layer substantially free from bamboo and a second fibrous layer comprising bamboo. The webs are plied together such that the outer surface of the tissue product is formed from the first

fibrous layers of each web, such that the surface brought into contact with the user's skin in-use is substantially free of bamboo fibers.

Generally, the bamboo fibers incorporated in the webs of the present disclosure are fibrous materials derived from any bamboo species. The bamboo fiber species may be selected from the group consisting of *Acidosasa* sp., *Ampleocalamus* sp., *Arundinaria* sp., *Bambusa* sp., *Bashania* sp., *Borinda* sp., *Brachystachyum* sp., *Cephalostachyum* sp., *Chimonobambusa* sp., *Chusquea* sp., *Dendrocalamus* sp., *Dinochloa* sp., *Drepanostachyum* sp., *Eremitis* sp., *Fargesia* sp., *Gaoligongshania* sp., *Gelidocalamus* sp., *Gigantocloa* sp., *Guadua* sp., *Hibanobambusa* sp., *Himalayacalamus* sp., *Indocalamus* sp., *Indosasa* sp., *Lithachne* sp., *Melocanna* sp., *Menstruocalamus* sp., *Nastus* sp., *Neohouzeaua* sp., *Neomicrocalamus* sp., *Ochlandra* sp., *Oligostachyum* sp., *Olmecca* sp., *Otatea* sp., *Oxytenanthera* sp., *Phyllostachys* sp., *Pleioblastus* sp., *Pseudosasa* sp., *Raddia* sp., *Rhipidocladum* sp., *Sasa* sp., *Sasaella* sp., *Sasamorpha* sp., *Schizostachyum* sp., *Semiarundinaria* sp., *Shibatea* sp., *Sinobambusa* sp., *Thamnocalamus* sp., *Thyrsostachys* sp., *Yushania* sp. and mixtures thereof.

In some embodiments, the bamboo fiber is from temperate bamboos of the *Phyllostachys* species, for example *Phyllostachys heterocycla pubescens*, also known as Moso Bamboo. However, it is to be understood that the compositions disclosed herein are not limited to containing any one bamboo fiber and may comprise a plurality of fibers of different species. For example, the composition may comprise a bamboo from a *Phyllostachys heterocycla pubescens* and a bamboo from a different species such as, for example, *Phyllostachys bambusoides*.

Bamboo fiber for use in the webs and products of the present disclosure may be produced by any appropriate methods known in the art. Preferably the bamboo fibers are pulped bamboo fibers, produced by chemical processing of crushed bamboo stalk. The chemical processing may comprise treating the crushed bamboo stalk with an appropriate alkaline solution. The skilled artisan will be capable of selecting an appropriate alkaline solution. Bamboo fiber may also be produced by mechanical processing of crushed bamboo stalk, which may involve enzymatic digestion of the crushed bamboo stalk.

Although bamboo fiber may be produced by any appropriate methods known in the art, the preferred method for manufacturing the bamboo pulp is as a chemical pulping method such as, but not limited to, kraft, sulfite or soda/AQ pulping techniques.

Preferably the bamboo fibers are bamboo pulp fibers and have an average fiber length of at least about 1 mm. When blends of fibers from various bamboo species are employed, it is noted that blends may comprise two or more species of bamboo, preferably three or more, such that the average fiber length is at least about 1.2 mm and more
5 preferably at least about 1.5 mm, such as from about 1.2 to about 2 mm.

Regardless of the species or particular average fiber length, at least one layer of a multi-layered web comprises bamboo fiber. The multi-layered web may also contain wood fibers and may be layered such that one layer comprises wood fibers, which optionally is substantially free from bamboo fibers, while another layer comprises wood and bamboo
10 fibers. The wood fibers may include fibers formed by a variety of pulping processes, such as kraft pulp, sulfite pulp, thermomechanical pulp, and the like. Further, the wood fibers may be any high-average fiber length wood pulp, low-average fiber length wood pulp, or mixtures of the same. One example of suitable high-average length wood pulp fibers include softwood fibers such as, but not limited to, northern softwood, southern softwood,
15 redwood, red cedar, hemlock, pine (e.g., southern pines), spruce (e.g., black spruce), combinations thereof, and the like. One example of suitable low-average length wood pulp fibers include hardwood fibers, such as, but not limited to, eucalyptus, maple, birch, aspen, and the like. In certain instances, eucalyptus fibers may be particularly desired to increase the softness of the web. Eucalyptus fibers can also enhance the brightness, increase the
20 opacity, and change the pore structure of the web to increase its wicking ability. Moreover, if desired, secondary fibers obtained from recycled materials may be used, such as fiber pulp from sources such as, for example, newsprint, reclaimed paperboard, and office waste.

In a particularly preferred embodiment bamboo fibers are utilized in the tissue web as a replacement for high average fiber length wood fibers such as softwood fibers and
25 more specifically NSWK. In one particular embodiment, the bamboo fibers are derived from *Phyllostachys pubescens* and replace NSWK such that the total amount of NSWK, by weight of the web, is less than about 10 percent. In other embodiments it may be desirable to replace all of the wood fiber in a given layer such that the layer consists essentially of bamboo fiber.

30 In certain embodiments it may be desirable to have particular combinations of bamboo and wood pulp fibers within a given layer to provide desired characteristics. For

example, it may be desirable to combine bamboo and wood fibers having different average fiber lengths, coarseness, cell wall thickness, or other characteristics, in certain layers.

Just as the amount of bamboo within any given layer may be varied, the ratio of bamboo fibers to total fiber in the web may generally vary depending on the desired properties of the tissue product. For instance, the use of a thicker bamboo layer typically results in a tissue product with higher durability but lower softness. Additionally, the use of a large amount of bamboo fibers may negatively impact sheet formation and may increase the cost of manufacture. Likewise, the use of very low amounts of bamboo fibers, i.e., less than about 10 percent of the total weight of the web, typically results in a tissue product having little discernable difference compared to tissue products manufactured without bamboo. Thus, in certain embodiments, tissue webs prepared according to the present disclosure comprise bamboo fibers in an amount from about 10 to about 80 percent by weight of the web, preferably from about 15 to about 60 percent and more preferably from about 25 to about 50 percent.

As noted previously, in a preferred embodiment bamboo fibers are introduced to the web as a replacement for softwood fibers, accordingly in such preferred embodiments the amount of softwood fibers in the web may range from about 0 to about 20 percent by weight of the total web, more preferably from 0 to about 10 percent and most preferably less than about 5 percent by weight of the total web. In one preferred embodiment the amount of softwood fiber in the web is less than 1 percent by weight of the total web.

In addition to varying the amount of bamboo within the web, as well as the amount in any given layer, the physical properties of the web may be varied by specifically selecting particular layer(s) for incorporation of the bamboo fibers. It has now been discovered that the greatest increase in softness without adverse effects on tensile strength or other sheet properties is achieved by selectively incorporating the bamboo fibers in a multi-layered web such that the layer comprising bamboo is not brought into contact with the user's skin in-use. Further, if desired, the increase in cost often encountered with bamboo fibers can be reduced by restricting application of the bamboo fibers to only a single layer of the web. For instance, in one embodiment, a three-layered tissue web can be formed in which only the middle layer contains bamboo fibers, while the outer layers are substantially free of bamboo fibers.

Accordingly, in a preferred embodiment the tissue web is a multi-layered web comprising a first fibrous layer and a second fibrous layer, wherein the first fibrous layer comprises wood fibers and the second fibrous layer comprises bamboo fibers, wherein the amount of bamboo fibers is from about 50 to about 100 percent by weight of the second layer. In certain embodiments the second fibrous layer may comprise a blend of wood and bamboo fibers, and more preferably a blend of bamboo and softwood fibers wherein the amount of bamboo fibers is from about 50 to about 90 percent by weight of the second layer and still more preferably from about 80 to about 95 percent by weight of the second layer. In a particularly preferred embodiment the first fibrous layer comprises hardwood fiber.

In other embodiments the present disclosure provides a two-ply tissue product. In a particularly preferred embodiment, the tissue product contains an upper multi-layered tissue web and a lower multi-layered tissue web that are plied together using well-known techniques. The multi-layered webs comprise at least a first and a second layer, wherein bamboo fibers are selectively incorporated in only one of the layers, such that when the webs are plied together the layers containing the bamboo fibers are not brought into contact with the user's skin in-use. For example, the two-ply tissue product may comprise a first and second tissue web, wherein the tissue webs each comprise a first and second layer. The first layer of each tissue web comprises wood fibers and is substantially free of bamboo fibers, while the second layer of each tissue web comprises bamboo fibers. When the tissue webs are plied together to form the tissue product the second layers of each web are arranged in a facing relationship such that the bamboo fibers are not brought into contact with the user's skin in-use.

If desired, various chemical compositions may be applied to one or more layers of the multi-layered tissue web to further enhance softness and/or reduce the generation of lint or slough. For example, in some embodiments, a wet strength agent can be utilized, to further increase the strength of the tissue product. As used herein, a "wet strength agent" is any material that, when added to pulp fibers can provide a resulting web or sheet with a wet geometric tensile strength to dry geometric tensile strength ratio in excess of about 0.1. Typically these materials are termed either "permanent" wet strength agents or "temporary" wet strength agents. As is well known in the art, temporary and permanent wet

strength agents may also sometimes function as dry strength agents to enhance the strength of the tissue product when dry.

Wet strength agents may be applied in various amounts, depending on the desired characteristics of the web. For instance, in some embodiments, the total amount of wet strength agents added can be between about 1 to about 60 pound per ton (lb/T), in some
5 embodiments, between about 5 to about 30 lb/T, and in some embodiments, between about 7 to about 13 lb/T of the dry weight of fibrous material. The wet strength agents can be incorporated into any layer of the multi-layered tissue web.

A chemical debonder can also be applied to soften the web. Specifically, a chemical
10 debonder can reduce the amount of hydrogen bonds within one or more layers of the web, which results in a softer product. Depending on the desired characteristics of the resulting tissue product, the debonder can be utilized in varying amounts. For example, in some embodiments, the debonder can be applied in an amount between about 1 to about 30 lb/T, in some embodiments between about 3 to about 20 lb/T, and in some embodiments,
15 between about 6 to about 15 lb/T of the dry weight of fibrous material. The debonder can be incorporated into any layer of the multi-layered tissue web.

Any material capable of enhancing the soft feel of a web by disrupting hydrogen bonding can generally be used as a debonder in the present invention. In particular, as stated above, it is typically desired that the debonder possess a cationic charge for forming
20 an electrostatic bond with anionic groups present on the pulp. Some examples of suitable cationic debonders can include, but are not limited to, quaternary ammonium compounds, imidazolinium compounds, bis-imidazolinium compounds, diquaternary ammonium compounds, polyquaternary ammonium compounds, ester-functional quaternary ammonium compounds (e.g., quaternized fatty acid trialkanolamine ester salts),
25 phospholipid derivatives, polydimethylsiloxanes and related cationic and non-ionic silicone compounds, fatty and carboxylic acid derivatives, mono and polysaccharide derivatives, polyhydroxy hydrocarbons, etc. For instance, some suitable debonders are described in US Patent Nos. 5,716,498, 5,730,839, 6,211,139, 5,543,067, and WO/0021918, all which are incorporated herein in a manner consistent with the present disclosure.

30 Still other suitable debonders are disclosed in US Patent Nos. 5,529,665 and 5,558,873, both of which are incorporated herein in a manner consistent with the present

disclosure. In particular, US Patent No. 5,529,665 discloses the use of various cationic silicone compositions as softening agents.

Tissue webs of the present disclosure can generally be formed by any of a variety of papermaking processes known in the art. Preferably the tissue web is formed by through-air drying and be either creped or uncreped. For example, a papermaking process of the present disclosure can utilize adhesive creping, wet creping, double creping, embossing, wet-pressing, air pressing, through-air drying, creped through-air drying, uncreped through-air drying, as well as other steps in forming the paper web. Some examples of such techniques are disclosed in US Patent Nos. 5,048,589, 5,399,412, 5,129,988 and 5,494,554 all of which are incorporated herein in a manner consistent with the present disclosure. When forming multi-ply tissue products, the separate plies can be made from the same process or from different processes as desired.

For example, in one embodiment, tissue webs may be creped through-air dried webs formed using processes known in the art. To form such webs, an endless traveling forming fabric, suitably supported and driven by rolls, receives the layered papermaking stock issuing from headbox. A vacuum box is disposed beneath the forming fabric and is adapted to remove water from the fiber furnish to assist in forming a web. From the forming fabric, a formed web is transferred to a second fabric, which may be either a wire or a felt. The fabric is supported for movement around a continuous path by a plurality of guide rolls. A pick up roll designed to facilitate transfer of web from fabric to fabric may be included to transfer the web.

Preferably the formed web is dried by transfer to the surface of a rotatable heated dryer drum, such as a Yankee dryer. The web may be transferred to the Yankee directly from the throughdrying fabric, or preferably, transferred to an impression fabric which is then used to transfer the web to the Yankee dryer. In accordance with the present disclosure, the creping composition of the present disclosure may be applied topically to the tissue web while the web is traveling on the fabric or may be applied to the surface of the dryer drum for transfer onto one side of the tissue web. In this manner, the creping composition is used to adhere the tissue web to the dryer drum. In this embodiment, as the web is carried through a portion of the rotational path of the dryer surface, heat is imparted to the web causing most of the moisture contained within the web to be evaporated. The web is then removed from the dryer drum by a creping blade. The creping web as it is

formed further reduces internal bonding within the web and increases softness. Applying the creping composition to the web during creping, on the other hand, may increase the strength of the web.

In another embodiment the formed web is transferred to the surface of the rotatable heated dryer drum, which may be a Yankee dryer. The press roll may, in one embodiment, comprise a suction pressure roll. In order to adhere the web to the surface of the dryer drum, a creping adhesive may be applied to the surface of the dryer drum by a spraying device. The spraying device may emit a creping composition made in accordance with the present disclosure or may emit a conventional creping adhesive. The web is adhered to the surface of the dryer drum and then creped from the drum using the creping blade. If desired, the dryer drum may be associated with a hood. The hood may be used to force air against or through the web.

In other embodiments, once creped from the dryer drum, the web may be adhered to a second dryer drum. The second dryer drum may comprise, for instance, a heated drum surrounded by a hood. The drum may be heated from about 25 to about 200°C, such as from about 100 to about 150°C.

In order to adhere the web to the second dryer drum, a second spray device may emit an adhesive onto the surface of the dryer drum. In accordance with the present disclosure, for instance, the second spray device may emit a creping composition as described above. The creping composition not only assists in adhering the tissue web to the dryer drum, but also is transferred to the surface of the web as the web is creped from the dryer drum by the creping blade.

Once creped from the second dryer drum, the web may, optionally, be fed around a cooling reel drum and cooled prior to being wound on a reel.

For example, once a fibrous web is formed and dried, in one aspect, the creping composition may be applied to at least one side of the web and the at least one side of the web may then be creped. In general, the creping composition may be applied to only one side of the web and only one side of the web may be creped, the creping composition may be applied to both sides of the web and only one side of the web is creped, or the creping composition may be applied to each side of the web and each side of the web may be creped.

Once creped the tissue web may be pulled through a drying station. The drying station can include any form of a heating unit, such as an oven energized by infra-red heat, microwave energy, hot air or the like. A drying station may be necessary in some applications to dry the web and/or cure the creping composition. Depending upon the creping composition selected, however, in other applications a drying station may not be needed.

In other embodiments, the base web is formed by an uncreped through-air drying process. Referring to FIG. 1, a process of carrying out using the present disclosure will be described in greater detail. The process shown depicts an uncreped throughdried process, but it will be recognized that any known papermaking method or tissue making method can be used in conjunction with the nonwoven tissue making fabrics of the present disclosure. Related uncreped through-air dried tissue processes are described for example, in US Patent Nos. 5,656,132 and 6,017,417, both of which are hereby incorporated by reference herein in a manner consistent with the present disclosure.

In FIG. 1, a twin wire former having a papermaking headbox 10 injects or deposits a furnish of an aqueous suspension of papermaking fibers onto a plurality of forming fabrics, such as the outer forming fabric 5 and the inner forming fabric 3, thereby forming a wet tissue web 6. The forming process of the present disclosure may be any conventional forming process known in the papermaking industry. Such formation processes include, but are not limited to, Fourdriniers, roof formers such as suction breast roll formers, and gap formers such as twin wire formers and crescent formers.

The wet tissue web 6 forms on the inner forming fabric 3 as the inner forming fabric 3 revolves about a forming roll 4. The inner forming fabric 3 serves to support and carry the newly-formed wet tissue web 6 downstream in the process as the wet tissue web 6 is partially dewatered to a consistency of about 10 percent based on the dry weight of the fibers. Additional dewatering of the wet tissue web 6 may be carried out by known paper making techniques, such as vacuum suction boxes, while the inner forming fabric 3 supports the wet tissue web 6. The wet tissue web 6 may be additionally dewatered to a consistency of at least about 20 percent, more specifically between about 20 to about 40 percent, and more specifically about 20 to about 30 percent.

The forming fabric 3 can generally be made from any suitable porous material, such as metal wires or polymeric filaments. For instance, some suitable fabrics can include, but

are not limited to, Albany 84M and 94M available from Albany International (Albany, NY) Asten 856, 866, 867, 892, 934, 939, 959, or 937; Asten Synweave Design 274, all of which are available from Asten Forming Fabrics, Inc. (Appleton, WI); and Voith 2164 available from Voith Fabrics (Appleton, WI). Forming fabrics or felts comprising nonwoven base
5 layers may also be useful, including those of Scapa Corporation made with extruded polyurethane foam such as the Spectra Series.

The wet web 6 is then transferred from the forming fabric 3 to a transfer fabric 8 while at a solids consistency of between about 10 to about 35 percent, and particularly, between about 20 to about 30 percent. As used herein, a “transfer fabric” is a fabric that is
10 positioned between the forming section and the drying section of the web manufacturing process.

Transfer to the transfer fabric 8 may be carried out with the assistance of positive and/or negative pressure. For example, in one embodiment, a vacuum shoe 9 can apply negative pressure such that the forming fabric 3 and the transfer fabric 8 simultaneously
15 converge and diverge at the leading edge of the vacuum slot. Typically, the vacuum shoe 9 supplies pressure at levels between about 10 to about 25 inches of mercury. As stated above, the vacuum transfer shoe 9 (negative pressure) can be supplemented or replaced by the use of positive pressure from the opposite side of the web to blow the web onto the next fabric. In some embodiments, other vacuum shoes can also be used to assist in drawing the
20 fibrous web 6 onto the surface of the transfer fabric 8.

Typically, the transfer fabric 8 travels at a slower speed than the forming fabric 3 to enhance the MD and CD stretch of the web, which generally refers to the stretch of a web in its cross (CD) or machine direction (MD) (expressed as percent elongation at sample failure). For example, the relative speed difference between the two fabrics can be from
25 about 1 to about 30 percent, in some embodiments from about 5 to about 20 percent, and in some embodiments, from about 10 to about 15 percent. This is commonly referred to as “rush transfer”. During “rush transfer”, many of the bonds of the web are believed to be broken, thereby forcing the sheet to bend and fold into the depressions on the surface of the transfer fabric 8. Such molding to the contours of the surface of the transfer fabric 8 may
30 increase the MD and CD stretch of the web. Rush transfer from one fabric to another can follow the principles taught in any one of the following patents, US Patent Nos. 5,667,636,

5,830,321, 4,440,597, 4,551,199, 4,849,054, all of which are hereby incorporated by reference herein in a manner consistent with the present disclosure.

The wet tissue web 6 is then transferred from the transfer fabric 8 to a throughdrying fabric 11. Typically, the transfer fabric 8 travels at approximately the same speed as the throughdrying fabric 11. However, it has now been discovered that a second rush transfer may be performed as the web is transferred from the transfer fabric 8 to a throughdrying fabric 11. This rush transfer is referred to herein as occurring at the second position and is achieved by operating the throughdrying fabric 11 at a slower speed than the transfer fabric 8. By performing rush transfer at two distinct locations, i.e., the first and the second positions, a tissue product having increased CD stretch may be produced.

In addition to rush transferring the wet tissue web from the transfer fabric 8 to the throughdrying fabric 11, the wet tissue web 6 may be macroscopically rearranged to conform to the surface of the throughdrying fabric 11 with the aid of a vacuum transfer roll 12 or a vacuum transfer shoe like the vacuum shoe 9. If desired, the throughdrying fabric 11 can be run at a speed slower than the speed of the transfer fabric 8 to further enhance MD stretch of the resulting absorbent tissue product. The transfer may be carried out with vacuum assistance to ensure conformation of the wet tissue web 6 to the topography of the throughdrying fabric 11.

While supported by the throughdrying fabric 11, the wet tissue web 6 is dried to a final consistency of about 94 percent or greater by a throughdryer 13. The web then passes through the winding nip between the reel drum 22 and the reel 23 and is wound into a roll of tissue 25 for subsequent converting, such as slitting cutting, folding, and packaging.

The web is transferred to the throughdrying fabric for final drying preferably with the assistance of vacuum to ensure macroscopic rearrangement of the web to give the desired bulk and appearance. The use of separate transfer and throughdrying fabrics can offer various advantages since it allows the two fabrics to be designed specifically to address key product requirements independently. For example, the transfer fabrics are generally optimized to allow efficient conversion of high rush transfer levels to high MD stretch while throughdrying fabrics are designed to deliver bulk and CD stretch. It is therefore useful to have moderately coarse and moderately three-dimensional transfer fabrics and throughdrying fabrics which are quite coarse and three dimensional in the

optimized configuration. The result is that a relatively smooth sheet leaves the transfer section and then is macroscopically rearranged (with vacuum assist) to give the high bulk, high CD stretch surface topology of the throughdrying fabric. Sheet topology is completely changed from transfer to throughdrying fabric and fibers are macroscopically rearranged, including significant fiber-fiber movement.

The drying process can be any noncompressive drying method which tends to preserve the bulk or thickness of the wet web including, without limitation, throughdrying, infra-red radiation, microwave drying, etc. Because of its commercial availability and practicality, throughdrying is well known and is one commonly used means for noncompressively drying the web for purposes of this invention. Suitable throughdrying fabrics include, without limitation, fabrics with substantially continuous machine direction ridges whereby the ridges are made up of multiple warp strands grouped together, such as those disclosed in US Patent No. 6,998,024. Other suitable throughdrying fabrics include those disclosed in US Patent No. 7,611,607, which is incorporated herein in a manner consistent with the present disclosure, particularly the fabrics denoted as Fred (t1207-77), Jeston (t1207-6) and Jack (t1207-12). The web is preferably dried to final dryness on the throughdrying fabric, without being pressed against the surface of a Yankee dryer, and without subsequent creping.

Once the wet tissue web 6 has been non-compressively dried, thereby forming the dried tissue web 15, it is possible to crepe the dried tissue web 15 by transferring the dried tissue web 15 to a Yankee dryer prior to reeling, or using alternative foreshortening methods such as microcreping as disclosed in US Patent No. 4,919,877.

In the wound product, it is often advantageous to wind the product with the softest side facing the consumer, and hence the shearing process to increase the softness of this side is preferred. However, it is also possible to treat the air side of the web rather than the fabric side, and in these embodiments, it would be possible to increase the air-side softness to a level higher than that of the fabric side.

The process of the present disclosure is well suited to forming multi-ply tissue products. The multi-ply tissue products can contain two plies, three plies, or a greater number of plies. In one particular embodiment, a two-ply rolled tissue product is formed according to the present disclosure in which both plies are manufactured using the same papermaking process, such as, for example, uncreped through-air dried. However, in other

embodiments, the plies may be formed by two different processes. Generally, prior to being wound in a roll, the first ply and the second ply are attached together. Any suitable manner for laminating the webs together may be used. For example, the process includes a crimping device that causes the plies to mechanically attach together through fiber entanglement. In an alternative embodiment, however, an adhesive may be used in order to attach the plies together.

Additionally, webs prepared according to the present disclosure may be subjected to any suitable post processing including, but not limited to, printing, embossing, calendaring, slitting, folding, combining with other fibrous structures, and the like.

By combining bamboo fibers in a tissue web in this manner, the disclosure provides tissue webs having surprising characteristics. For example, through-air dried tissue webs comprising bamboo have improved bulk, without a loss of durability or softness. Table 2 below shows a comparison of through-air dried and conventional wet pressed control webs comprising hardwood and softwood fibers with comparable webs wherein the softwood fiber has been replaced with either bamboo or hardwood Eucalyptus fiber, respectively. As shown in Table 2, the addition of bamboo to the web results in an increase in sheet bulk without negatively effecting durability or softness. However, this effect is only observed for through-air dried tissue webs. When the web is manufactured using conventional wet pressed techniques the bulk actually decreases, while durability and softness are negatively affected. Similarly, replacement of the softwood fiber with hardwood fiber, while resulting in an increase in bulk, causes a decrease in both durability and softness.

TABLE 2

Control	Bamboo			Eucalyptus		
	Delta Bulk	Delta Durability Index	Delta Stiffness Index	Delta Bulk	Delta Durability Index	Delta Stiffness Index
TAD Web	7.7%	-0.8%	12.7%	7.9%	-14.8%	30.1%
CWP Web	-10.9%	-20.6%	31.4%	-7.0%	-30.5%	30.3%

TEST METHODS

Sheet Bulk

Sheet Bulk is calculated as the quotient of the dry sheet caliper expressed in microns, divided by the dry basis weight, expressed in grams per square meter. The resulting Sheet Bulk is expressed in cubic centimeters per gram. More specifically, the Sheet Bulk is the representative thickness of a single tissue sheet measured in accordance with TAPPI test methods T402 "Standard Conditioning and Testing Atmosphere For Paper, Board, Pulp Handsheets and Related Products" and T411 om-89 "Thickness (caliper) of Paper, Paperboard, and Combined Board." The micrometer used for carrying out T411 om-89 is an Emveco 200-A Tissue Caliper Tester (Emveco, Inc., Newberg, OR). The micrometer has a load of 2 kilo-Pascals, a pressure foot area of 2500 square millimeters, a pressure foot diameter of 56.42 millimeters, a dwell time of 3 seconds and a lowering rate of 0.8 millimeters per second.

Tear

Tear testing was carried out in accordance with TAPPI test method T-414 "Internal Tearing Resistance of Paper (Elmendorf-type method)" using a falling pendulum instrument such as Lorentzen & Wettre Model SE 009. Tear strength is directional and MD and CD tear are measured independently.

More particularly, a rectangular test specimen of the sample to be tested is cut out of the tissue product or tissue basesheet such that the test specimen measures $63 \text{ mm} \pm 0.15 \text{ mm}$ ($2.5 \text{ inches} \pm 0.006''$) in the direction to be tested (such as the MD or CD direction) and between 73 and 114 millimeters (2.9 and 4.6 inches) in the other direction. The specimen edges must be cut parallel and perpendicular to the testing direction (not skewed). Any suitable cutting device, capable of the proscribed precision and accuracy, can be used. The test specimen should be taken from areas of the sample that are free of folds, wrinkles, crimp lines, perforations or any other distortions that would make the test specimen abnormal from the rest of the material.

The number of plies or sheets to test is determined based on the number of plies or sheets required for the test results to fall between 20 to 80 percent on the linear range scale of the tear tester and more preferably between 20 to 60 percent of the linear range scale of the tear tester. The sample preferably should be cut no closer than 6 mm (0.25 inch) from

the edge of the material from which the specimens will be cut. When testing requires more than one sheet or ply the sheets are placed facing in the same direction.

The test specimen is then placed between the clamps of the falling pendulum apparatus with the edge of the specimen aligned with the front edge of the clamp. The clamps are closed and a 20-millimeter slit is cut into the leading edge of the specimen usually by a cutting knife attached to the instrument. For example, on the Lorentzen & Wettre Model SE 009 the slit is created by pushing down on the cutting knife lever until it reaches its stop. The slit should be clean with no tears or nicks as this slit will serve to start the tear during the subsequent test.

The pendulum is released and the tear value, which is the force required to completely tear the test specimen, is recorded. The test is repeated a total of ten times for each sample and the average of the ten readings reported as the tear strength. Tear strength is reported in units of grams of force (gf). The average tear value is the tear strength for the direction (MD or CD) tested. The “geometric mean tear strength” is the square root of the product of the average MD tear strength and the average CD tear strength. The Lorentzen & Wettre Model SE 009 has a setting for the number of plies tested. Some testers may need to have the reported tear strength multiplied by a factor to give a per ply tear strength. For basesheets intended to be multiple ply products, the tear results are reported as the tear of the multiple ply product and not the single ply basesheet. This is done by multiplying the single ply basesheet tear value by the number of plies in the finished product. Similarly, multiple ply finished product data for tear is presented as the tear strength for the finished product sheet and not the individual plies. A variety of means can be used to calculate but in general will be done by inputting the number of sheets to be tested rather than number of plies to be tested into the measuring device. For example, two sheets would be two 1-ply sheets for 1-ply product and two 2-ply sheets (4-ply) for 2-ply products.

Tensile

Tensile testing was done in accordance with TAPPI test method T-576 “Tensile properties of towel and tissue products (using constant rate of elongation)” wherein the testing is conducted on a tensile testing machine maintaining a constant rate of elongation and the width of each specimen tested is 3 inches. More specifically, samples for dry tensile strength testing were prepared by cutting a 3 inches $\pm$ 0.05” (76.2 mm $\pm$ 1.3 mm)

wide strip in either the machine direction (MD) or cross-machine direction (CD) orientation using a JDC Precision Sample Cutter (Thwing-Albert Instrument Company, Philadelphia, PA, Model No. JDC 3-10, Serial No. 37333) or equivalent. The instrument used for measuring tensile strengths was an MTS Systems Sintech 11S, Serial No. 6233.

5 The data acquisition software was an MTS TestWorks® for Windows Ver. 3.10 (MTS Systems Corp., Research Triangle Park, NC). The load cell was selected from either a 50 Newton or 100 Newton maximum, depending on the strength of the sample being tested, such that the majority of peak load values fall between 10 to 90 percent of the load cell's full scale value. The gauge length between jaws was 4 ± 0.04 inches (101.6 ± 1 mm) for
10 facial tissue and towels and 2 ± 0.02 inches (50.8 ± 0.5 mm) for bath tissue. The crosshead speed was 10 ± 0.4 inches/min (254 ± 1 mm/min), and the break sensitivity was set at 65 percent. The sample was placed in the jaws of the instrument, centered both vertically and horizontally. The test was then started and ended when the specimen broke. The peak load was recorded as either the "MD tensile strength" or the "CD tensile strength" of the
15 specimen depending on direction of the sample being tested. Ten representative specimens were tested for each product or sheet and the arithmetic average of all individual specimen tests was recorded as the appropriate MD or CD tensile strength the product or sheet in units of grams of force per 3 inches of sample. The geometric mean tensile (GMT) strength was calculated and is expressed as grams-force per 3 inches of sample width. Tensile
20 energy absorbed (TEA) and slope are also calculated by the tensile tester. TEA is reported in units of gm cm/cm². Slope is recorded in units of kg. Both TEA and Slope are directional dependent and thus MD and CD directions are measured independently. Geometric mean TEA and geometric mean slope are defined as the square root of the product of the representative MD and CD values for the given property.

25 Multi-ply products were tested as multi-ply products and results represent the tensile strength of the total product. For example, a 2-ply product was tested as a 2-ply product and recorded as such. A basesheet intended to be used for a two ply product was tested as two plies and the tensile recorded as such. Alternatively, a single ply may be tested and the result multiplied by the number of plies in the final product to get the tensile
30 strength.

Burst Strength

Burst strength herein is a measure of the ability of a fibrous structure to absorb energy, when subjected to deformation normal to the plane of the fibrous structure. Burst strength may be measured in general accordance with ASTM D-6548 with the exception that the testing is done on a Constant-Rate-of-Extension (MTS Systems Corporation, Eden Prairie, MN) tensile tester with a computer-based data acquisition and frame control system, where the load cell is positioned above the specimen clamp such that the penetration member is lowered into the test specimen causing it to rupture. The arrangement of the load cell and the specimen is opposite that illustrated in FIG. 1 of ASTM D-6548. The penetration assembly consists of a semi spherical anodized aluminum penetration member having a diameter of 1.588 ± 0.005 cm affixed to an adjustable rod having a ball end socket. The test specimen is secured in a specimen clamp consisting of upper and lower concentric rings of aluminum between which the sample is held firmly by mechanical clamping during testing. The specimen clamping rings has an internal diameter of 8.89 ± 0.03 cm.

The tensile tester is set up such that the crosshead speed is 15.2 cm/min, the probe separation is 104 mm, the break sensitivity is 60 percent and the slack compensation is 10 gf and the instrument is calibrated according to the manufacturer's instructions.

Samples are conditioned under TAPPI conditions and cut into 127×127 mm $\pm$ 5 mm squares. For each test a total of 3 sheets of product are combined. The sheets are stacked on top of one another in a manner such that the machine direction of the sheets is aligned. Where samples comprise multiple plies, the plies are not separated for testing. In each instance the test sample comprises 3 sheets of product. For example, if the product is a 2-ply tissue product, 3 sheets of product, totaling 6 plies are tested. If the product is a single ply tissue product, then 3 sheets of product totaling 3 plies are tested.

Prior to testing the height of the probe is adjusted as necessary by inserting the burst fixture into the bottom of the tensile tester and lowering the probe until it was positioned approximately 12.7 mm above the alignment plate. The length of the probe is then adjusted until it rests in the recessed area of the alignment plate when lowered.

It is recommended to use a load cell in which the majority of the peak load results fall between 10 and 90% of the capacity of the load cell. To determine the most appropriate

load cell for testing, samples are initially tested to determine peak load. If peak load is < 450 gf a 10 Newton load cell is used, if peak load is > 450 gf a 50 Newton load cell is used.

Once the apparatus is set-up and a load cell selected, samples are tested by inserting the sample into the specimen clamp and clamping the test sample in place. The test sequence is then activated, causing the penetration assembly to be lowered at the rate and distance specified above. Upon rupture of the test specimen by the penetration assembly the measured resistance to penetration force is displayed and recorded. The specimen clamp is then released to remove the sample and ready the apparatus for the next test.

The peak load (gf) and energy to peak (g-cm) are recorded and the process repeated for all remaining specimens. A minimum of five specimens are tested per sample and the peak load average of five tests is reported as the Dry Burst Strength.

EXAMPLES

Example 1: Conventional Wet Pressed Tissue Comprising Bamboo

Sample codes were made using a wet pressed process utilizing a Crescent Former. Accordingly, single ply bath and two ply facial tissue products were produced and tested according to the same tests described in the Test Methods section. The following tissue manufacturing process was used to produce the sample codes.

Initially, northern softwood kraft ("NSWK") pulp was dispersed in a pulper for 30 minutes at 3 percent consistency at about 100° F. In certain instances, as indicated in the tables below, NSWK pulp was refined at 1.5 to 5.0 hp-days/metric ton. The NSWK pulp was then transferred to a dump chest and subsequently diluted to approximately 0.75 percent consistency. Once diluted, in certain instances Kymene® 920A and/or Hercobond® 1366 (both available from Ashland, Covington, KY) was added to the NSWK. When utilized in a multi-layered tissue web, NSWK fibers were added to the middle layer of the 3-layered tissue web.

Aracruz ECF, a eucalyptus hardwood kraft ("EHWK") pulp (Aracruz, Rio de Janeiro, RJ, Brazil) was dispersed in a pulper for 30 minutes at about 3 percent consistency at about 100° F. The EHWK pulp was then transferred to a dump chest and subsequently diluted to about 0.75 percent consistency. The EHWK pulp fibers were used in the two outer layers of the 3-layered tissue structure.

Commercial bleached bamboo pulps were obtained from Guizhou Chitianhua Paper Co., Ltd., Guizhou, China (herein after “Chinese Bamboo”) and Phoenix Pulp and Paper PCL, Khon - Kaen, Thailand (hereinafter “Thai Bamboo”). The Chinese Bamboo was a mixture of 3 species of tropical bamboo *Neosinocalamus affinis*, *Bambusa rigida*, and
5 *Bambusa pervariabilis* × *Dendrocalamopsis Daii*. The Chinese Bamboo was pulped by a TCF sulfate process. The Thai Bamboo was an ECF Bleached Kraft pulp consisting of a mixture of four tropical bamboo species: *Bambusa Bluemeana*, *Bambusa Tulda*, *Bambusa Nana* and *Dendrocalmus Asper*.

Moso Bamboo pulp fibers were prepared from chipped green Moso bamboo poles
10 by a Kraft pulp process using Na₂S and NaOH for digestion followed by oxygen delignification and bleaching with chlorine dioxide. After bleaching the pulp was dried to 30 to 50 percent consistency on a belt press to form a never dried crumb pulp. Never dried pulp was converted to dry lap pulp having a basis weight of around 250 g/m² by slurrying 350 oven dried basis pounds of bamboo crumb pulp in 1400 gallons of water in a
15 hydropulper at about 125°F. The slurry was pulped for about 20 minutes to give 3 percent consistency bamboo pulp slurry. The slurry was passed to a headbox and deposited on a Fourdiner forming belt moving at about 90 feet per minute and dewatered. Minimal pressing was done in the water removal process using only the roll weights in the wet press section of the machine. The dewatered pulp sheet was then passed over three stacks of
20 calendar dryers, dried and rolled on 4-inch cores. Steam pressures in the calendar stacks were controlled to provide a dry lap pulp having between 6 and 8 percent moisture.

Bamboo or NSWK pulp fibers were dispersed in a pulper for 25 minutes at 3 percent consistency at about 100° F. In certain instances, as indicated in the tables below, the bamboo pulp was refined at 1.5 to 5.0 hp-days/metric ton. The bamboo or NSWK pulp
25 was then transferred to a dump chest and subsequently diluted to approximately 0.75 percent consistency. Once diluted, in certain instances Kymene® 920A and/or Hercobond® 1366 were added to the NSWK. When utilized in a multi-layered tissue web, bamboo and NSWK fibers were added to the middle layer of the 3-layered tissue web.

Similarly Bleached Eucalyptus Hardwood Kraft pulp fibers obtained from Fibria,
30 S.A., were dispersed in a pulper for 25 minutes at 3 percent consistency at 100°F. The Eucalyptus pulp slurry was then transferred to a dump chest and subsequently diluted to approximately 0.75 percent consistency. Once diluted, in certain instances Kymene®

920A, Hercobond® 1366, were added to the NSWK. When utilized in a multi-layered tissue web, bamboo and NSWK fibers were added to the middle layer of the 3-layered tissue web.

In certain instances the pulp fibers from the machine chests were pumped to the headbox at a consistency of about 0.1 percent. Pulp fibers from each machine chest were sent through separate manifolds in the headbox to create a 3-layered tissue structure. The flow rates of the stock pulp fiber slurries into the flow spreader were adjusted to give a target web basis. In those instances where a layer structure was produced, flow of stock pulp fiber slurries was controlled to provide a layer split of about 30 to about 35 percent by total weight of the tissue web EHWK fibers on both outer layers and 30 to about 40 percent NSWK or bamboo pulp fibers in the center layer. The fibers were deposited onto a felt in using a Crescent Former.

In other instances a blended web was produced by weighing out the appropriate amount of the first pulp fiber into the pulper and dispersing for 30 minutes at 3 percent consistency at about 100° F. In some instances the pulp was refined at 1.5 to 5.0 hp-days/metric ton. The first pulp slurry was then transferred equally to three dump chests. The amount of the second pulp fiber was then weighed into the pulper and dispersed and refined in similar fashion if so required. The second pulp slurry was then transferred equally to the three dump chests. The three dump chests now contained a blended mix of the fibers. The dump chests were subsequently diluted to approximately 0.75 percent consistency. Once diluted, in certain instances Kymene® 920A and/or Hercobond® 1366 were added to the blended furnishes in the dump chests. The blended slurries were then diluted to approximately 0.1 percent consistency before being pumped to a 3-layer headbox such that all 3-layer splits were evenly distributed. Alternatively, when no refining was required, the pulps could be blended together in the pulper per the procedure proscribed and then the blended slurry transferred from the pulper to the machine chests.

The wet sheet, about 10 to 20 percent consistency, was adhered to a Yankee dryer, traveling at about 80 to 120 fpm through a nip via a pressure roll.

The consistency of the wet sheet after the pressure roll nip (post-pressure roll consistency or PPRC) was approximately 40 percent. A spray boom situated underneath the Yankee dryer sprayed a creping composition at a pressure of 60 psi at a rate of approximately 0.25 g solids / m² of product. The creping composition comprised 0.16

percent by weight of polyvinyl alcohol (PVOH), (Celvol™ 523 available from Celanese Chemicals, Calvert City, KY), 0.013 percent by weight PAE resin (Kymene™ 6500 available from Ashland, Covington, KY) and 0.0013 percent by weight of Resozol™ 2008 (Ashland, Covington, KY).

- 5 The sheet was dried to about 98 to 99 percent consistency as it traveled on the Yankee dryer and to the creping blade. The creping blade subsequently scraped the tissue sheet and a portion of the creping composition off the Yankee dryer. The creped tissue basesheet was then wound onto a core traveling at about 50 to about 100 fpm into soft rolls for converting.
- 10 To produce the 2-ply facial tissue products (Sample Nos. 1-4), two soft rolls of the creped tissue were then rewound, calendared, and plied together so that both creped sides were on the outside of the 2-ply structure. Mechanical crimping on the edges of the structure held the plies together. The plied sheet was then slit on the edges to a standard width of approximately 8.5 inches and folded, and cut to facial tissue length. Tissue
- 15 samples were conditioned and tested.

Samples produced according to the present example are summarized in Table 3, below.

TABLE 3

Sample	Single Ply Basis Weight (gsm)	Web Structure	Plies	NSWK (wt %)	EHWK (wt %)	Bamboo (wt %)
1	15.1	Layered	2	30	70	0
2	15.1	Layered	2	40	60	0
3	15.1	Layered	2	0	70	30
4	15.1	Layered	2	0	60	40
5	16.7	Blended	1	40	60	0
6	16.7	Blended	1	40	60	0
7	16.7	Blended	1	0	100	0
8	16.7	Blended	1	0	100	0
9	16.7	Blended	1	0	60	40
10	16.7	Blended	1	0	60	40

Example 2: Uncreped Through-air Dried Tissue Comprising Bamboo

- 20 A single ply through-air dried tissue web was made generally in accordance with US Patent No. 5,607,551, which is herein incorporated by reference in a manner consistent with the present disclosure.

More specifically, from about 60 to about 100 pounds (oven dry basis) of Aracruz ECF, a eucalyptus hardwood kraft ("EHWK") pulp (Aracruz, Rio de Janeiro, RJ, Brazil) was dispersed in a pulper at 100°F for 25 minutes at a consistency of 3 percent before being transferred in equal parts to two machine chests and diluted to a consistency of 1 percent. When used, Hercobond 1366 was weighed out and diluted to a 1 percent actives solution with water prior to being added to the machine chest. The fiber slurry and chemical was allowed to mix for five minutes prior to the stock solution being sent to the headbox.

Forty pounds (oven dry basis) of northern softwood kraft fiber ("NSWK") (or bamboo pulp when used) were dispersed in a pulper at 100°F for 25 minutes at a consistency of 3 percent before being transferred to a second machine chest and diluted to 1 percent consistency. The softwood fibers may be refined after pulping and prior to transfer to the machine chest as noted in examples.

To produce a layered tissue web, prior to forming each stock was further diluted to approximately 0.1 percent consistency and transferred to a 3-layer headbox in such a manner as to provide a layered sheet. The fiber composition of the layered sheets are described in the table below. Generally, the outer layers comprised EHWK and the inner layer comprised NSWK, bamboo fibers or a mixture of both.

Blended tissue webs were produced as described above.

The formed web was non-compressively dewatered and then transferred to a transfer fabric traveling at a speed about 25 percent slower than the forming fabric. The web was then transferred to a throughdrying fabric and dried. Samples 11-15 were converted into rolled products to produce single ply bath tissue products. Samples were produced as described in Table 4, below.

TABLE 4

Sample	Basis Weight (gsm)	Web Structure	Basesheet or Finished Product	Plies	NSWK (wt%)	EHWK (wt%)	Bamboo (wt %)
11	27.1	Layered	Finished	1	35	65	0
12	27.1	Layered	Finished	1	25	65	10
13	27.1	Layered	Finished	1	10	65	25
14	27.1	Layered	Finished	1	0	65	35
15	27.1	NA	Finished	1	0	0	100
16	27.1	NA	Finished	1	0	100	0
17	36.5	NA	Basesheet	1	0	100	0
18	36.5	Layered	Basesheet	1	0	60	40
19	36.5	Layered	Basesheet	1	40	60	0
20	36.5	NA	Basesheet	1	0	100	0
21	36.5	Layered	Basesheet	1	0	50	50
22	36.5	Layered	Basesheet	1	0	60	40
23	36.5	Layered	Basesheet	1	40	60	0
24	36.5	Layered	Basesheet	1	40	60	0
25	36.5	Layered	Basesheet	1	0	60	40

Example 3: Uncreped Through-air Dried Towels Comprising Bamboo

A single ply uncreped through-air dried (UCTAD) tissue web was made generally in accordance with US Patent No. 5,607,551.

- 5 More specifically, from about 50 to about 90 pounds (oven dry basis) of Aracruz ECF, a EHWK pulp (Aracruz, Rio de Janeiro, RJ, Brazil) was dispersed in a pulper for 25 minutes with from about 10 to about 50 pounds of bleached chemi-thermo mechanical pulp ("BCTMP") at a consistency of 3 percent before being transferred in equal parts to three machine chests and diluted to a consistency of 1 percent.
- 10 Forty pounds (oven dry basis) of NSWK pulp (or bamboo pulp when used) was dispersed in a pulper for 25 minutes at a consistency of 3 percent and refined at between 1 and 5 horsepower tons/day before being transferred in equal parts to the three machine chests containing the EHWK and BCTMP fibers. The machine chests were then diluted to a consistency of 1 percent. Kymene 920A was added to each machine chest at the rate of 1
- 15 percent dry actives to oven dried basis of total pulp. The stock solutions were then passed in equal amounts to a 3-layer headbox after dilution to 0.75 percent consistency to form a blended sheet.

The formed web was non-compressively dewatered and rush transferred to a transfer fabric traveling at a speed about 25 percent slower than the forming fabric. The

web was then transferred to a throughdrying fabric, dried and calendared. Samples were produced as described in Table 5, below.

TABLE 5

Sample	Single Ply Basis Weight (gsm)	Web Structure	Plies	Bamboo (wt%)	NSWK (wt%)	EHWK (wt %)	BCTMP (wt%)
26	39.0	Blended	1	0	50	25	25
27	39.0	Blended	1	70	0	5	25

Web Strength and Bulk

- 5 The effect of bamboo on various tissue strength and durability properties was explored by preparing samples using several levels of bamboo. Table 6 summarizes the physical properties of basesheets prepared as described above. Table 7 summarizes the physical properties of finished produce prepared as described above.

TABLE 6

Sample	Single Ply Basis Weight (gsm)	Plies	Bamboo Total Web (wt%)	Bulk (cm ³ /g)	GMT (g/3")	TEA Index	CD TEA (g•cm/cm ²)
1	15.1	2	0	9.5	924	10.3	3.6
2	15.1	2	0	11.3	1235	10.2	4.9
3	15.1	2	30	9.0	1158	9.3	3.9
4	15.1	2	40	8.9	1116	10.1	4.8
5	16.7	1	0	9.7	1061	15.0	6.6
6	16.7	1	0	10.4	656	15.8	4.3
7	16.7	1	0	9.3	728	12.7	3.8
8	16.7	1	0	9.3	1024	12.4	5.2
9	16.7	1	40	9.1	1158	11.2	5.5
10	16.7	1	40	9.2	758	12.6	4.3
11	27.1	1	0	9.4	625	8.5	3.3
12	27.1	1	10	9.8	769	8.9	4.2
13	27.1	1	25	10.9	557	8.5	3.2
14	27.1	1	35	10.1	662	9.3	4.2
15	27.1	1	100	10.3	954	10.1	6.5
16	27.1	1	0	9.8	857	8.1	5.0
17	36.5	1	0	21.2	1160	11.2	8.8
18	36.5	1	40	21.9	1089	13.3	10.1
19	36.5	1	0	20.4	1051	12.0	8.9
20	36.5	1	0	22.1	1056	12.0	8.7
21	36.5	1	50	21.5	968	13.3	10.5
22	36.5	1	40	21.0	1167	13.6	13.7
23	36.5	1	0	19.8	1160	13.4	9.6
24	36.5	1	0	20.5	1248	14.7	11.3

Sample	Single Ply Basis Weight (gsm)	Plies	Bamboo Total Web (wt%)	Bulk (cm ³ /g)	GMT (g/3")	TEA Index	CD TEA (g•cm/cm ²)
25	36.5	1	40	22.0	1136	13.0	10.2
26	39.0	1	0	20.8	2738	10.9	17.7
27	39.0	1	70	22.6	1616	10.1	12.5

The relative change in bulk (Delta Bulk %), compared to a control to an identical control containing NBSK in place of bamboo, is summarized in the table below.

TABLE 7

Sample	Basis Weight (gsm)	Web Structure	Plies	Method of Manufacture	Bamboo Total Web (wt%)	Bulk (cm ³ /g)	Delta Bulk (%)
3	15.1	Layered	2	CWP	30	9.0	-4.5%
4	15.1	Layered	2	CWP	40	8.9	-21.4%
9	16.7	Blended	1	CWP	40	9.1	-6.2%
10	16.7	Blended	1	CWP	40	9.2	-11.7%
12	27.1	Layered	1	UCTAD	10	9.8	3.5%
13	27.1	Layered	1	UCTAD	25	10.9	15.1%
14	27.1	Layered	1	UCTAD	35	10.1	7.1%
15	27.1	Blended	1	UCTAD	100	10.3	9.4%
18	36.5	Layered	1	UCTAD	40	21.9	7.6%
21	36.5	Layered	1	UCTAD	50	21.5	8.6%
22	36.5	Layered	1	UCTAD	40	21.0	5.9%
25	36.5	Layered	1	UCTAD	40	22.0	7.3%
27	39.0	Blended	1	UCTAD	70	22.6	8.7%

Web Softness and Durability

- 5 The effect of bamboo on the durability (Durability Index) and softness (Stiffness Index) of the tissue web was explored by preparing samples using several levels of bamboo, the results of which are summarized below.

TABLE 8

Sample	Basis Weight (gsm)	Web Structure	Plies	Bamboo Total Web (wt%)	Tear Index	Stiffness Index	Durability Index
1	15.1	Layered	2	0	10.3	9.4	24.3
2	15.1	Layered	2	0	10.2	10.0	23.2
3	15.1	Layered	2	30	9.3	12.7	19.8
4	15.1	Layered	2	40	10.1	13.0	21.2
5	16.7	Blended	1	0	15.0	9.1	30.2
6	16.7	Blended	1	0	15.8	8.4	33.1

Sample	Basis Weight (gsm)	Web Structure	Plies	Bamboo Total Web (wt%)	Tear Index	Stiffness Index	Durability Index
7	16.7	Blended	1	0	12.7	8.6	23.5
8	16.7	Blended	1	0	12.4	9.3	20.5
9	16.7	Blended	1	40	11.2	10.2	20.6
10	16.7	Blended	1	40	12.6	13.3	27.3
11	27.1	Layered	1	0	8.49	10.9	25.6
12	27.1	Layered	1	10	8.92	10.1	25.8
13	27.1	Layered	1	25	8.46	11.4	23.9
14	27.1	Layered	1	35	9.34	11.3	23.9
15	27.1	Blended	1	100	10.08	11.6	28
16	27.1	Blended	1	0	8.1	11.6	20.5
17	36.5	NA	1	0	11.2	6.0	27.1
18	36.5	Layered	1	40	13.3	5.3	33.5
19	36.5	Layered	1	0	12.0	4.9	31.9
20	36.5	NA	1	0	12.0	6.6	29.2
21	36.5	Layered	1	50	13.3	5.3	34.9
22	36.5	Layered	1	40	13.6	5.8	33.6
23	36.5	Layered	1	0	13.4	4.8	34.2
24	36.5	Layered	1	0	14.7	4.9	37.4
25	36.5	Layered	1	40	13.0	5.5	33.9
26	39.0	Blended	1	0	10.9	4.7	31.8
27	39.0	Blended	1	70	10.1	7.5	31.6

The relative change in the Durability Index and Stiffness Index, compared to an identical control containing NBSK in place of bamboo, is summarized in the table below.

TABLE 9

Sample	Single Ply Basis Weight (gsm)	Web Structure	Plies	Method of Manufacture	Bamboo Total Web (wt%)	Delta Durability Index (%)	Delta Stiffness Index (%)
3	15.1	Layered	2	CWP	30	-20.1%	32.6%
4	15.1	Layered	2	CWP	40	-12.9%	30.2%
9	16.7	Blended	1	CWP	40	-31.7%	31.6%
10	16.7	Blended	1	CWP	40	-17.6%	43.0%
12	27.1	Layered	1	UCTAD	10	0.6%	0.4%
13	27.1	Layered	1	UCTAD	25	-6.5%	-2.2%
14	27.1	Layered	1	UCTAD	35	-6.7%	10.4%
15	27.1	Blended	1	UCTAD	100	9.2%	9.9%
18	36.5	Layered	1	UCTAD	40	5.1%	7.1%

21	36.5	Layered	1	UCTAD	50	2.0%	11.1%
22	36.5	Layered	1	UCTAD	40	-1.6%	20.4%
25	36.5	Layered	1	UCTAD	40	-9.3%	12.2%
27	39.0	Blended	1	UCTAD	70	-0.4%	61.4%

While tissue webs and products comprising the same have been described in detail with respect to the specific embodiments thereof, it will be appreciated that those skilled in the art, upon attaining an understanding of the foregoing, may readily conceive of alterations to, variations of, and equivalents to these embodiments. Accordingly, the scope of the present invention should be assessed as that of the appended claims and any equivalents thereto.

We claim:

1. A through-air dried tissue web comprising bamboo fibers, wherein the bamboo fibers comprise from about 10 to about 75 percent by weight of the through-air dried tissue web.
2. The through-air dried tissue web of claim 1 wherein the bamboo fibers have an average fiber length from about 1 to about 2 mm.
3. The through-air dried tissue web of claim 1 wherein the bamboo fiber is derived from a bamboo species selected from the group consisting of *Phyllostachys heterocycla pubescens*, *Phyllostachys nigra variant Heno*, *Phyllostachys vivax* and *Phyllostachys bambusoides*.
4. The through-air dried tissue web of claim 1 wherein the through-air dried web comprises less than about 10 percent softwood fibers by weight of the through-air dried web.
5. The through-air dried tissue web of claim 1 having a Durability Index greater than about 20.
6. The through-air dried tissue web of claim 1 having a Stiffness Index less than about 7.
7. The through-air dried tissue web of claim 1 having a Bulk greater than about 10 cubic centimeters per gram.
8. The through-air dried tissue web of claim 1 wherein the through-air dried web is uncreped.
9. A layered through-air dried tissue web, the web comprising a first fibrous layer and a second fibrous layer, the first fibrous layer comprising wood fibers and the second layer comprising bamboo fibers, wherein the first fibrous layer is substantially free of bamboo fibers and wherein the bamboo fibers comprise at least about 10 percent of the total weight of the through-air dried web.

10. The layered through-air dried tissue web of claim 9 wherein the first fibrous layer consists essentially of hardwood fibers and the second fibrous layer comprises bamboo and softwood fibers, wherein the amount of softwood fiber in the second fibrous layer is less than about 10 percent by weight of the layer.
11. The layered through-air dried tissue web of claim 9 wherein the first fibrous layer comprises at least about 75 percent hardwood fibers by weight of the first fibrous layer and the second layer comprises at least about 50 percent bamboo fibers by weight of the second fibrous layer.
12. The layered through-air dried tissue web of claim 9 wherein the through-air dried web comprises less than about 10 percent softwood fibers by weight of the through-air dried web.
13. The layered through-air dried tissue web of claim 9 having a Durability Index greater than about 20.
14. The layered through-air dried tissue web of claim 9 having a Stiffness Index less than about 7.
15. The layered through-air dried tissue web of claim 9 having a Bulk greater than about 10 cubic centimeters per gram.
16. A tissue product comprising a first through-air dried tissue web having from about 10 percent to about 75 percent bamboo fibers by weight of the through-air dried tissue web.
17. The tissue product of claim 16 further comprising a second tissue web plied to the first through-air dried tissue web.
18. The product of claim 16 having a Durability Index greater than about 20.
19. The multi-ply tissue product of claim 16 having a Stiffness Index less than about 13.
20. The multi-ply tissue product of claim 16 having a Bulk greater than about 10 cubic centimeters per gram.

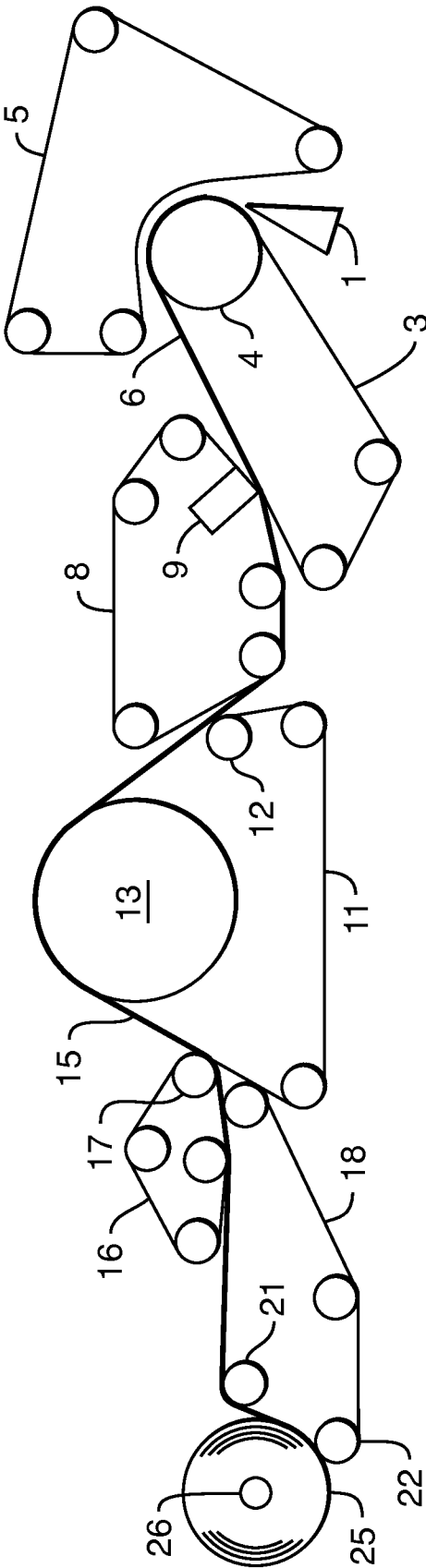


FIG. 1

PATENT COOPERATION TREATY

From the INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY

To:

SULLIVAN, Michael, J.

2300 Winchester Road Neenah Wisconsin 54956 USA

PCT**NOTIFICATION OF TRANSMITTAL OF
THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT AND
THE WRITTEN OPINION OF THE INTERNATIONAL
SEARCHING AUTHORITY, OR THE DECLARATION**

(PCT Rule 44.1)

Date of mailing
(day/month/year) 12 MARCH 2013 (12.03.2013)

Applicant's or agent's file reference

64765836PC02

FOR FURTHER ACTION See paragraphs 1 and 4 below

International application No.

PCT/IB2012/054042International filing date
(day/month/year)**08 AUGUST 2012 (08.08.2012)**

Applicant

KIMBERLY-CLARK WORLDWIDE, INC. et al

1. ☒ The applicant is hereby notified that the international search report and the written opinion of the International Searching Authority have been established and are transmitted herewith.

Filing of amendments and statement under Article 19:

The applicant is entitled, if he so wishes, to amend the claims of the international application (see Rule 46):

When? The time limit for filing such amendments is normally two months from the date of transmittal of the international search report.**Where?** Directly to the International Bureau of WIPO, 34 chemin des Colombettes
1211 Geneva 20, Switzerland, Facsimile No.: +41 22 338 82 70**For more detailed instructions,** see *PCT Applicant's Guide*, International Phase, paragraphs 9.004 . 9.011.

2. ☐ The applicant is hereby notified that no international search report will be established and that the declaration under Article 17(2)(a) to that effect and the written opinion of the International Searching Authority are transmitted herewith.
3. ☐ **With regard to any protest** against payment of (an) additional fee(s) under Rule 40.2, the applicant is notified that:
☐ the protest together with the decision thereon has been transmitted to the International Bureau together with any request to forward the texts of both the protest and the decision thereon to the designated Offices.
☐ no decision has been made yet on the protest; the applicant will be notified as soon as a decision is made.

4. Reminders

The applicant may submit comments on an informal basis on the written opinion of the International Searching Authority to the International Bureau. The International Bureau will send a copy of such comments to all designated Offices unless an international preliminary examination report has been or is to be established. Following the expiration of 30 months from the priority date, these comments will also be made available to the public.

Shortly after the expiration of **18 months** from the priority date, the international application will be published by the International Bureau. If the applicant wishes to avoid or postpone publication, a notice of withdrawal of the international application, or of the priority claim, must reach the International Bureau before the completion of the technical preparations for international publication (Rules 90bis.1 and 90bis.3).

Within **19 months** from the priority date, but only in respect of some designated Offices, a demand for international preliminary examination must be filed if the applicant wishes to postpone the entry into the national phase **until 30 months** from the priority date (in some Offices even later); otherwise, the applicant must, **within 20 months** from the priority date, perform the prescribed acts for entry into the national phase before those designated Offices. In respect of other designated Offices, the time limit of **30 months** (or later) will apply even if no demand is filed within 19 months.

For details about the applicable time limits, Office by Office, see www.wipo.int/pct/en/texts/time_limits.html and the PCT Applicant's Guide, National Chapters.

Name and mailing address of the ISA/KR



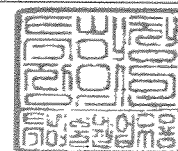
Korean Intellectual Property Office
189 Cheongsu-ro, Seo-gu, Daejeon Metropolitan
City, 302-701, Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

COMMISSIONER

Telephone No. 82-42-481-8755



* Attention

Copies of the documents cited in the international search report can be searched in the following Korean Intellectual Property Office English website for three months from the date of mailing of the international search report.

<http://www.kipo.go.kr/en/> => PCT Services => PCT Services

ID : PCT international application number

PW : **CYQ67E83**

PATENT COOPERATION TREATY

From the
INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY

To:

SULLIVAN, Michael, J.

2300 Winchester Road Neenah Wisconsin 54956 USA

PCT

**WRITTEN OPINION OF THE
INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY**

(PCT Rule 43bis.1)

Date of mailing
(day/month/year) **12 MARCH 2013 (12.03.2013)**

Applicant's or agent's file reference

64765836PC02

FOR FURTHER ACTION

See paragraph 2 below

International application No.

PCT/IB2012/054042

International filing date (day/month/year)

08 AUGUST 2012 (08.08.2012)

Priority date(day/month/year)

21 SEPTEMBER 2011 (21.09.2011)

International Patent Classification (IPC) or both national classification and IPC

D21H 17/02(2006.01)i, D21H 27/42(2006.01)i, D21H 21/18(2006.01)i

Applicant

KIMBERLY-CLARK WORLDWIDE, INC. et al

1. This opinion contains indications relating to the following items:



Box No. I Basis of the opinion



Box No. II Priority



Box No. III Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability



Box No. IV Lack of unity of invention



Box No. V Reasoned statement under Rule 43bis.1(a)(i) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement



Box No. VI Certain documents cited



Box No. VII Certain defects in the international application



Box No. VIII Certain observations on the international application

2. **FURTHER ACTION**

If a demand for international preliminary examination is made, this opinion will be considered to be a written opinion of the International Preliminary Examining Authority ("IPEA") except that this does not apply where the applicant chooses an Authority other than this one to be the IPEA and the chosen IPEA has notified the International Bureau under Rule 66.1bis(b) that written opinions of this International Searching Authority will not be so considered.

If this opinion is, as provided above, considered to be a written opinion of the IPEA, the applicant is invited to submit to the IPEA a written reply together, where appropriate, with amendments, before the expiration of 3 months from the date of mailing of Form PCT/ISA/220 or before the expiration of 22 months from the priority date, whichever expires later.
For further options, see Form PCT/ISA/220.

Name and mailing address of the ISA/KR
Korean Intellectual Property Office
189 Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon
Metropolitan City, 302-701,
Republic of Korea
Facsimile No. 82-42-472-7140

Date of completion of this opinion

12 MARCH 2013 (12.03.2013)

Authorized officer

KIM, Ji Soo

Telephone No.82-42-481-5574



**WRITTEN OPINION OF THE
INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY**

International application No.

PCT/IB2012/054042

Box No. I Basis of this opinion

1. With regard to the **language**, this opinion has been established on the basis of :
 - ☒ the international application in the language in which it was filed
 - ☐ a translation of the international application into _____, which is the language of a translation furnished for the purposes of international search (Rules 12.3(a) and 23.1(b))
2. ☐ This opinion has been established taking into account the **rectification of an obvious mistake** authorized by or notified to this Authority under Rule 91 (Rule 43*bis*.1(a))
3. With regard to any **nucleotide and/or amino acid sequence** disclosed in the international application, this opinion has been established on the basis of:
 - a. a sequence listing filed or furnished
 - ☐ on paper
 - ☐ in electronic form
 - b. time of filing or furnishing
 - ☐ contained in the international application as filed.
 - ☐ filed together with the international application in electronic form.
 - ☐ furnished subsequently to this Authority for the purposes of search.
4. ☐ In addition, in the case that more than one version or copy of a sequence listing has been filed or furnished, the required statements that the information in the subsequent or additional copies is identical to that in the application as filed or does not go beyond the application as filed, as appropriate, were furnished.
5. Additional comments:

**WRITTEN OPINION OF THE
INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY**

International application No.

PCT/IB2012/054042

Box No. V Reasoned statement under Rule 43bis.1(a)(i) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1. Statement

Novelty (N)	Claims	3-15, 17-20	YES
	Claims	1-2, 16	NO
Inventive step (IS)	Claims	5-7, 10-11, 13-15, 18-20	YES
	Claims	1-4, 8-9, 12, 16-17	NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-20	YES
	Claims	NONE	NO

2. Citations and explanations :

Reference is made to the following documents:

D1: JP 07-197400 A (KURESHIA:KK) 01 August 1995
D2: US 2003-0111197 A1 (SHENG-HSIN HU) 19 June 2003
D3: KR 10-2009-0036284 A (LEE KWON HYOK) 14 April 2009
D4: KR 10-0547492 B1 (LEE KWON HYOK) 31 January 2006
D5: KR 10-2011-0060510 A (AMOREPACIFIC CORPORATION) 08 June 2011

1. Novelty and Inventive Step

1.1 Claim 1

D1, which is considered to be the closest prior art to the subject matter of claim 1, discloses a dried tissue paper by a Yankee dryer, the dried tissue paper comprising nonwoody pulp obtained from a bamboo, wherein the nonwoody pulp comprises at least 5 percent, preferably 5-80 percent, and especially 10-50 percent by weight of the dried tissue paper (see paragraphs [0032], [0034]-[0036], claims 1, 7-9 in D1). As all of the features of claim 1 are disclosed in D1, this claim is anticipated by D1. Therefore, claim 1 lacks novelty under PCT Article 33(2).

1.2 Claims 2-8

Claims 2-8 are dependent on claim 1.

The additional feature of claim 2 is identical to the feature of D1 in the bamboo having 1.5 to 1.7 mm average fiber length (see paragraph [0017] in D1). Accordingly, claim 2 is substantially the same as D1. Therefore, claim 2 lacks novelty under PCT Article 33(2).

Claim 3 further comprises a bamboo species of the bamboo fiber. However, the additional feature of claim 3 is merely a matter of design option when the general knowledge in relevant field of the art is used. Accordingly, claim 3 would have been obvious over D1. Therefore, claim 3 lacks an inventive step under PCT Article 33(3).

(Continued on Supplemental Box)

**WRITTEN OPINION OF THE
INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY**

International application No.

PCT/IB2012/054042

Box No. VIII Certain observations on the international application

The following observations on the clarity of the claims, description, and drawings or on the question whether the claims are fully supported by the description, are made:

The term 'about' used in claims 1-2, 4-7, 9-16, and 18-20 is vague and unclear and leaves the reader in doubt as to the meaning of the technical feature to which it refers, thereby rendering the definition of the subject matter of the said claims 1-2, 4-7, 9-16, and 18-20 unclear (PCT Article 6).

Supplemental Box

In case the space in any of the preceding boxes is not sufficient.

Continuation of :

Box No. V

Claim 4 is different from D1 in that claim 4 is a through-air dried web comprising less than about 10 percent softwood fibers by weight of the through-air dried web but D1 discloses the tissue paper comprising softwood fibers (see paragraph [0018] in D1). However, it is well known to a skilled person in the art that the number of softwood fibers in the tissue paper can be easily controlled according to the general knowledge in the relevant field of the art. Accordingly, claim 4 would have been obvious over D1. Therefore, claim 4 lacks an inventive step under PCT Article 33(3).

Claim 8 further specifies the through-air dried web which is uncreped. However, the additional feature of claim 8 is merely a matter of design option when the general knowledge in the relevant field of the art is used. Accordingly, claim 8 would have been obvious over D1. Therefore, claim 8 lacks an inventive step under PCT Article 33(3).

The additional features of claims 5-7 are not disclosed in any of the prior art documents, nor are they obvious to a person skilled by the documents. Accordingly, claims 5-7 meet the requirements of PCT Article 33(2) and (3) with respect to novelty and inventive step.

1.3 Claim 9

D2, which is considered to be the closest prior art to the subject matter of claim 9, discloses a through-air dried tissue product comprising a first web layer and a second web layer, the first web layer comprising hardwood fibers and the second web layer comprising softwood fibers (see paragraph [0025], claim 1 in D2). Claim 9 differs from D2 in a layered through-air dried tissue web comprising a second layer comprising bamboo fibers, wherein the bamboo fibers comprise at least about 10 percent of the total weight of the through-air dried web. However, D1 discloses a tissue paper comprising nonwoody pulp obtained from a bamboo, wherein the nonwoody pulp comprises at least 5 percent, preferably 5-80 percent and especially 10-50 percent by weight of the tissue paper (see paragraphs [0032], [0034]-[0036], claims 1, 7-9 in D1). Accordingly, claim 9 would have been obvious over D1 and D2. Therefore, claim 9 lacks an inventive step under PCT Article 33(3).

(Continued on Supplemental Box)

**WRITTEN OPINION OF THE
INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY**

International application No.

PCT/IB2012/054042

Supplemental Box

In case the space in any of the preceding boxes is not sufficient.

Continuation of :

Box No. V

1.4 Claims 10-15

Claims 10-15 are dependent on claim 9.

Claim 12 is different from D1 in that claim 12 is a through-air dried web comprising less than about 10 percent softwood fibers by weight of the through-air dried web but D1 discloses the tissue paper comprising softwood fibers (see paragraph [0018] in D1). However, it is well known to a skilled person in the art that the number of softwood fibers in the tissue paper can be easily controlled according to the general knowledge in the relevant field of the art. Accordingly, claim 12 would have been obvious over D1 and D2. Therefore, claim 12 lacks an inventive step under PCT Article 33(3).

The additional features of claims 10-11 and 13-15 are not disclosed in any of the prior art documents, nor are they obvious to a person skilled by the documents. Accordingly, claims 10-11 and 13-15 meet the requirements of PCT Article 33(2) and (3) with respect to novelty and inventive step.

1.5 Claim 16

D1, which is considered to be the closest prior art to the subject matter of claim 16, discloses a dried tissue paper by a Yankee dryer, the dried tissue paper comprising nonwoody pulp obtained from a bamboo, wherein the nonwoody pulp comprises at least 5 percent, preferably 5-80 percent and especially 10-50 percent by weight of the dried tissue paper (see paragraphs [0032], [0034]-[0036], claims 1, 7-9 in D1). As all of the features of claim 16 are disclosed in D1, this claim is anticipated by D1. Therefore, claim 16 lacks novelty under PCT Article 33(2).

1.6 Claims 17-20

Claims 17-20 are dependent on claim 16.

Claim 17 further specifies a second tissue web plied to the first through-air dried tissue web. However, the additional feature of claim 17 is considered to be a minor difference over the disclosure of D1 that falls under the general knowledge of a person skilled in the art. Accordingly, claim 17 would have been obvious over D1. Therefore, claim 17 lacks an inventive step under PCT Article 33(3).

The additional features of claims 18-20 are not disclosed in any of the prior art documents, nor are they obvious to a person skilled by the documents. Accordingly, claims 18-20 meet the requirements of PCT Article 33(2) and (3) with respect to novelty and inventive step.

2. Industrial Applicability

Claims 1-20 are industrially applicable under PCT Article 33(4).

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

(PCT Article 18 and Rules 43 and 44)

Applicant's or agent's file reference 64765836PC02	FOR FURTHER ACTION see Form PCT/ISA/220 as well as, where applicable, item 5 below.	
International application No. PCT/IB2012/054042	International filing date (<i>day/month/year</i>) 08 AUGUST 2012 (08.08.2012)	(Earliest) Priority Date (<i>day/month/year</i>) 21 SEPTEMBER 2011 (21.09.2011)
Applicant KIMBERLY-CLARK WORLDWIDE, INC. et al		

This International search report has been prepared by this International Searching Authority and is transmitted to the applicant according to Article 18. A copy is being transmitted to the International Bureau.

This international search report consists of a total of 3 sheets.

☒ It is also accompanied by a copy of each prior art document cited in this report.

1. **Basis of the report**

a. With regard to the **language**, the international search was carried out on the basis of:

- ☒ the international application in the language in which it was filed
☐ a translation of the international application into _____, which is the language of a translation furnished for the purposes of international search (Rules 12.3(a) and 23.1(b))

b. ☐ This international search report has been established taking into account the **rectification of an obvious mistake** authorized by or notified to this Authority under Rule 91 (Rule 43.6bis(a)).

c. ☐ With regard to any **nucleotide and/or amino acid sequence** disclosed in the international application, see Box No. I.

2. ☐ **Certain claims were found unsearchable** (See Box No. II)

3. ☐ **Unity of invention is lacking** (See Box No. III)

4. With regard to the **title**,

- ☒ the text is approved as submitted by the applicant.
☐ the text has been established by this Authority to read as follows:

5. With regard to the **abstract**,

- ☒ the text is approved as submitted by the applicant.
☐ the text has been established, according to Rule 38.2, by this Authority as it appears in Box No. IV. The applicant may, within one month from the date of mailing of this international search report, submit comments to this Authority.

6. With regard to the drawings,

a. the figure of the **drawings** to be published with the abstract is Figure No. 1

- ☒ as suggested by the applicant.
☐ as selected by this Authority, because the applicant failed to suggest a figure.
☐ as selected by this Authority, because this figure better characterizes the invention.

b. ☐ none of the figure is to be published with the abstract.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/IB2012/054042**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER***D21H 17/02(2006.01)i, D21H 27/42(2006.01)i, D21H 21/18(2006.01)i*

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

D21H 17/02; D21H 27/40; D04H 1/425; D21H 11/12; B41F 1/12; D04H 1/435; D21C 3/00; B31F 1/12; D21H 27/30

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean utility models and applications for utility models

Japanese utility models and applications for utility models

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS(KIPO internal) & Keywords: tissue, bamboo, through-air dry

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 07-197400 A (KURESHIA:KK) 01 August 1995 See paragraphs [0016]-[0018], [0032]-[0036] and claims 1, 4, 7-9.	1-4, 8, 16-17 9, 12 5-7, 10-11, 13-15 , 18-20
Y	US 2003-0111197 A1 (SHENG-HSIN HU) 19 June 2003 See abstract, paragraphs [0018]-[0019], [0025]-[0027], [0030]-[0032], claim 1 and figure 1.	9, 12
A	KR 10-2009-0036284 A (LEE KWON HYOK) 14 April 2009 See abstract, paragraphs [0012]-[0018], claims 1, 7 and figure 1.	1-20
A	KR 10-0547492 B1 (LEE KWON HYOK) 31 January 2006 See abstract, page 13 and claim 14.	1-20
A	KR 10-2011-0060510 A (AMOREPACIFIC CORPORATION) 08 June 2011 See abstract, paragraph [0016] and claims 1-2.	1-20

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 MARCH 2013 (12.03.2013)

Date of mailing of the international search report

12 MARCH 2013 (12.03.2013)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
189 Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon Metropolitan
City, 302-701, Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

KIM, Ji Soo

Telephone No. 82-42-481-5574



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/IB2012/054042

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 07-197400 A	01.08.1995	JP 3454483 B2	06.10.2003
US 2003-0111197 A1	19.06.2003	MX PA02010927 A	26.06.2003
		US 2003-0111195 A1	19.06.2003
		US 6946058 B2	20.09.2005
— KR 10-2009-0036284 A	14.04.2009	None	
KR 10-0547492 B1	31.01.2006	WO 2007-004757 A1	11.01.2007
KR 10-2011-0060510 A	08.06.2011	None	



- (51) **International Patent Classification:**
D21H 17/02 (2006.01) *D21H 21/18* (2006.01)
D21H 27/42 (2006.01)
- (21) **International Application Number:**
PCT/IB2012/054042
- (22) **International Filing Date:**
8 August 2012 (08.08.2012)
- (25) **Filing Language:** English
- (26) **Publication Language:** English
- (30) **Priority Data:**
13/238,826 21 September 2011 (21.09.2011) US
- (71) **Applicant** (for all designated States except US): **KIMBERLY-CLARK WORLDWIDE, INC.** [US/US]; Neenah, WI 54956 (US).
- (72) **Inventor; and**
- (75) **Inventor/Applicant** (for US only): **SHANNON, Thomas, Gerard** [US/US]; 1604 Meadowbreeze Circle, Neenah, WI 54956 (US).
- (74) **Agents:** **SULLIVAN, Michael, J.** et al.; 2300 Winchester Road, Neenah, WI 54956 (US).
- (81) **Designated States** (unless otherwise indicated, for every kind of national protection available): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,

BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) **Designated States** (unless otherwise indicated, for every kind of regional protection available): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), European (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Published:

- with international search report (Art. 21(3))
- before the expiration of the time limit for amending the claims and to be republished in the event of receipt of amendments (Rule 48.2(h))

- (88) **Date of publication of the international search report:**
23 May 2013

(54) **Title:** TISSUE PRODUCT COMPRISING BAMBOO

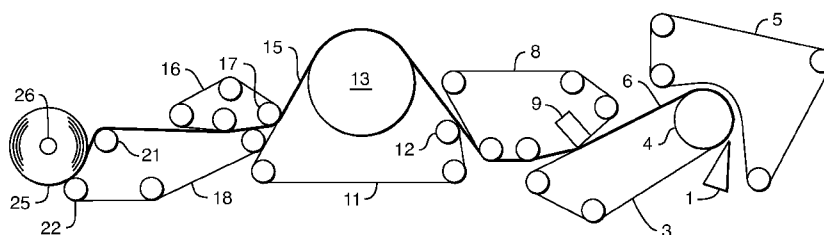


FIG. 1

(57) **Abstract:** The disclosure provides tissue webs, and products incorporating the same, where the webs comprise wood and bamboo fibers. More specifically the disclosure provides soft and durable through-air dried tissue webs comprising at least about 10 percent bamboo fiber by weight of the web. In the through-air dried tissue webs of the present disclosure, bamboo typically replaces high average fiber length wood fibers, which increases the bulk of the through-air dried web without negatively effecting softness or durability.



A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER***D21H 17/02(2006.01)i, D21H 27/42(2006.01)i, D21H 21/18(2006.01)i***

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

D21H 17/02; D21H 27/40; D04H 1/425; D21H 11/12; B41F 1/12; D04H 1/435; D21C 3/00; B31F 1/12; D21H 27/30

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean utility models and applications for utility models

Japanese utility models and applications for utility models

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS(KIPO internal) & Keywords: tissue, bamboo, through-air dry

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 07-197400 A (KURESHIA:KK) 01 August 1995 See paragraphs [0016]-[0018], [0032]-[0036] and claims 1, 4, 7-9.	1-4, 8, 16-17 9, 12 5-7, 10-11, 13-15 , 18-20
Y	US 2003-0111197 A1 (SHENG-HSIN HU) 19 June 2003 See abstract, paragraphs [0018]-[0019], [0025]-[0027], [0030]-[0032], claim 1 and figure 1.	9, 12
A	KR 10-2009-0036284 A (LEE KWON HYOK) 14 April 2009 See abstract, paragraphs [0012]-[0018], claims 1, 7 and figure 1.	1-20
A	KR 10-0547492 B1 (LEE KWON HYOK) 31 January 2006 See abstract, page 13 and claim 14.	1-20
A	KR 10-2011-0060510 A (AMOREPACIFIC CORPORATION) 08 June 2011 See abstract, paragraph [0016] and claims 1-2.	1-20



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 MARCH 2013 (12.03.2013)

Date of mailing of the international search report

12 MARCH 2013 (12.03.2013)

Name and mailing address of the ISA/KR

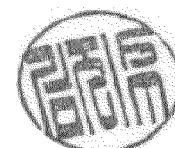
Korean Intellectual Property Office
189 Cheongsu-ro, Seo-gu, Daejeon Metropolitan
City, 302-701, Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

KIM, Ji Soo

Telephone No. 82-42-481-5574



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/IB2012/054042

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 07-197400 A	01.08.1995	JP 3454483 B2	06.10.2003
US 2003-0111197 A1	19.06.2003	MX PA02010927 A	26.06.2003
		US 2003-0111195 A1	19.06.2003
		US 6946058 B2	20.09.2005
KR 10-2009-0036284 A	14.04.2009	None	
KR 10-0547492 B1	31.01.2006	W0 2007-004757 A1	11.01.2007
KR 10-2011-0060510 A	08.06.2011	None	

Office of the
Secretary of State

APOSTILLE

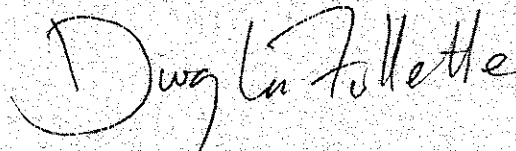
(Convention de La Haye du 5 Octobre 1961)

1. Country: United States of America
2. This public document has been signed by Vicky L. Keel
3. acting in the capacity of Notary Public, State of Wisconsin
4. bears the seal/stamp of Notary Public, State of Wisconsin.

CERTIFIED for Colombia

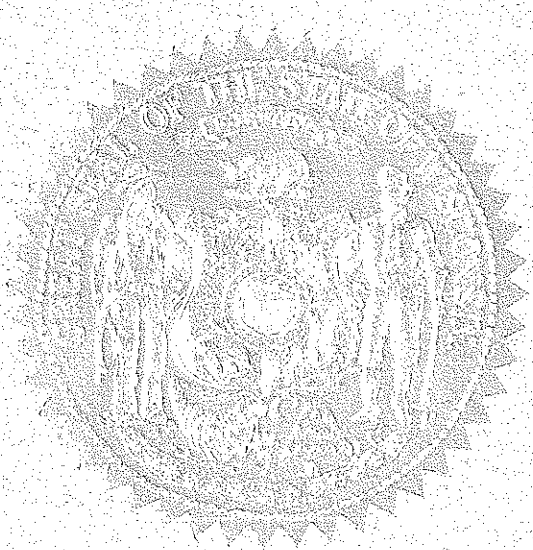
5. at Madison, Wisconsin
6. January 26, 2011
7. by the Secretary of State of Wisconsin
8. No. 201971
9. Seal/stamp:

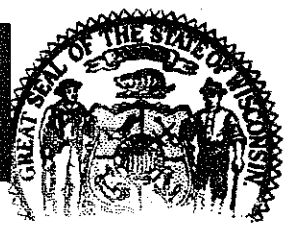
10. Signature



DOUGLAS LA FOLLETTE
Secretary of State

This Apostille only confirms the authority of the person named in Number 2. It does not mean that the contents of the attached document are correct, or that the Secretary of State approves of the contents.





Power of Attorney

Poder

The undersigned,

El suscrito,

domiciled in

KIMBERLY-CLARK WORLDWIDE, INC.

domiciliado en

State of Delaware, United States of America

by means of this document hereby grants to **J. Ian Raisbeck and/or Pedro Pablo Osman and/or Natalia Castro** full and sufficient Power of Attorney to file, prosecute, obtain, defend and enforce, where applicable, any and all of the company's **Patents for Inventions, Patents for Utility Models, Layout-Designs (topographies) of Integrated Circuits, Industrial Designs, Trademarks, Slogans, Trade Names, Commercial Emblems, Geographical Indications, Obtainer's Certificates, Copyrights, Domain Names, Trade Secrets, Health Registrations, or any other intellectual property right, as well as to represent the company in Unfair Competition Actions based on any applicable cause, in the Republic of Colombia, to which end it empowers them to take all steps necessary before any administrative or judicial authority of any class for the objects stated, to file petitions, recourses, replies and oppositions, pay taxes and annuities, request testimonies, receive documents and securities, abandon applications, collect refunds, desist, settle, conciliate or negotiate. Sufficient power is hereby granted to receive notifications on behalf of the Company, to confer powers on those who are to represent the company judicially and extrajudicially, to answer in court in the matter of all claims and demands that may be presented in connection with the objects stated, giving them likewise power to substitute this power and revoke such substitutions.**

por medio del presente otorga a **J. Ian Raisbeck y/o Pedro Pablo Osman y/o Natalia Castro** poder amplio y suficiente para presentar, tramitar, obtener, defender y hacer respetar, en lo aplicable, todas y cualquiera de las **Patentes de Invención, Patentes de Modelo de Utilidad, Esquemas de Trazados de Circuitos Integrados, Diseños Industriales, Marcas, Lemas Comerciales, Nombres Comerciales, Enseñas Comerciales, Denominaciones de Origen, Certificados de Obtentor, Derechos de Autor, Nombres de Dominio, Secretos Empresariales, Registros Sanitarios, o cualquier otro bien de propiedad intelectual de la compañía, así como representar a la misma en Acciones de Competencia Desleal basadas en cualquier causal, en la República de Colombia, a cuyo efecto los faculta para dar todos los pasos necesarios ante cualquier autoridad administrativa o judicial de cualquier jerarquía para cumplir con lo encomendado, elevar solicitudes, recursos, respuestas y oposiciones, pagar impuestos y anualidades, solicitar testimonios, recibir documentos y valores, desistir, transigir, y percibir. Se concede poder bastante para recibir notificaciones a nombre de la compañía, otorgar poderes a quienes vayan a representar a la compañía judicial y extrajudicialmente, responder en juicio a todas las reclamaciones o demandas que por motivo de lo encomendado se presentaren, dándoles asimismo facultad para sustituir el presente y revocar dichas sustituciones.**

Name/Nombre: Alyssa A. Dudkowski, Assistant Secretary

Signature/Firma: Alyssa A. Dudkowski

Date/Fecha: 21 January 2011

City/Country/Ciudad,País: Neenah, Wisconsin, United States of America

Vicky L. Keel
Vicky L. Keel Notary Public
Winnebago County State of Wisconsin
My Commission Expires: March 4, 2012

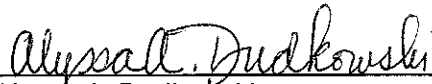
**CERTIFICATE OF
ASSISTANT SECRETARY
OF
KIMBERLY-CLARK WORLDWIDE, INC.**

I, ALYSSA A. DUDKOWSKI, HEREBY CERTIFY that I am a duly elected, qualified and acting Assistant Secretary of Kimberly-Clark Worldwide, Inc., a Delaware corporation (the "Corporation"), and I HEREBY FURTHER CERTIFY as follows:

Attached hereto is a true and correct copy of a current Certificate of Good Standing, as provided by the State of Delaware on January 7, 2011.;

IN WITNESS WHEREOF, I have hereunto set my hand as Assistant Secretary and have affixed the seal of the Corporation on this 7th day of January, 2011.

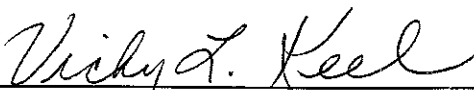
KIMBERLY-CLARK WORLDWIDE, INC.


Alyssa A. Dudkowski
Assistant Secretary

STATE OF WISCONSIN §§

COUNTY OF WINNEBAGO §§

Before me, Vicky L. Keel, a duly authorized Notary Public, on this 7th day of January 2011, personally appeared Alyssa A. Dudkowski, being personally known to me, certify that Alyssa A. Dudkowski appeared in her capacity as an Assistant Secretary of Kimberly-Clark Worldwide, Inc., a Delaware corporation, to be the person whose name is subscribed to the foregoing instrument and acknowledged to me that he executed the same for the purposes and consideration therein expressed.


Vicky L. Keel
Notary Public in and for the State of Wisconsin

My Commission Expires:
March 4, 2012

Delaware

PAGE 1

The First State

I, JEFFREY W. BULLOCK, SECRETARY OF STATE OF THE STATE OF DELAWARE, DO HEREBY CERTIFY "KIMBERLY-CLARK WORLDWIDE, INC." IS DULY INCORPORATED UNDER THE LAWS OF THE STATE OF DELAWARE AND IS IN GOOD STANDING AND HAS A LEGAL CORPORATE EXISTENCE SO FAR AS THE RECORDS OF THIS OFFICE SHOW, AS OF THE SEVENTH DAY OF JANUARY, A.D. 2011.

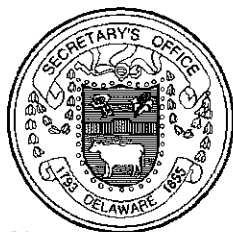
AND I DO HEREBY FURTHER CERTIFY THAT THE ANNUAL REPORTS HAVE BEEN FILED TO DATE.

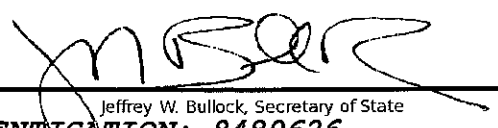
AND I DO HEREBY FURTHER CERTIFY THAT THE FRANCHISE TAXES HAVE BEEN PAID TO DATE.

2660161 8300

110024335

You may verify this certificate online
at corp.delaware.gov/authver.shtml




Jeffrey W. Bullock, Secretary of State
AUTHENTICATION: 8480626

DATE: 01-07-11

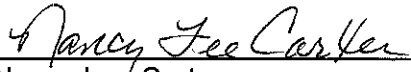
**CERTIFICATE OF
ASSISTANT SECRETARY
OF
KIMBERLY-CLARK WORLDWIDE, INC.**

I, Nancy Lee Carter, HEREBY CERTIFY that I am a duly elected, qualified and acting Assistant Secretary of Kimberly-Clark Worldwide, Inc., a Delaware corporation (the "Corporation"), and I HEREBY FURTHER CERTIFY as follows:

1. Alyssa A. Dudkowski is a duly elected, qualified and acting Assistant Secretary of the Corporation.

IN WITNESS WHEREOF, I have hereunto set my hand as Assistant Secretary of the Corporation on this 7th day of January, 2011.

KIMBERLY-CLARK WORLDWIDE, INC.



Nancy Lee Carter
Assistant Secretary

[Sello CERTIFICADO]

El Estado de Wisconsin

Oficina del
Secretario de Estado

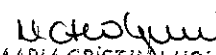
APOSTILLA
(Convención de La Haya del 5 de octubre de 1961)

1. País: Estados Unidos de América
2. Este documento público ha sido firmado por Vicky L. Keel
3. actuando en calidad de Notario Público, Estado de Wisconsin
4. está marcado con la estampilla/sello del Notario Público, Estado de Wisconsin

Certificado para Colombia

5. en Madison, Wisconsin
6. 26 de enero de 2011
7. por el Secretario de Estado de Wisconsin
8. Número 201971
9. Sellado
10. Firmado por Douglas La Follette
Secretario de Estado

Esta Apostilla solo confirma la autoridad de la persona nombrada en el Número 2. Esto no significa que el contenido del documento adjunto es correcto, o que el Secretario de Estado aprueba el contenido.


MARIA CRISTINA HOLGUIN
TRADUCCIONES
TRADUCTORA OFICIAL
Certificado de idoneidad N° 0274 de 2006

MINISTERIO DE
RELACIONES EXTERIORES

2011. FEB 11 AM 8:13

Jefe de Legaciones
BOGOTÁ, D.C.

NO SE ASUME
RESPONSABILIDAD
DEL TEXTO

049463

Mano C. Holguin

CUYA FIRMA APARECE EN EL
DOCUMENTO DESEMPENA
LAS FUNCIONES INDICADAS

[Poder en idioma inglés y español, concedido por KIMBERLY-CLARK WORLDWIDE, INC. a J. Ian Raisbeck y/o Pedro Pablo Osman y/o Natalia Castro, firmado por Alyssa A. Dudkowski, Subsecretario, el 21 de enero de 2011. Igualmente lleva la firma de Vicky L. Keel, Notario Público, Condado de Winnebago, Estado de Wisconsin, Mi Comisión Vence: 4 de marzo de 2012. Sellado con el Gran Sello del Estado de Wisconsin]

[El poder mencionado se acompaña por lo siguiente]

**CERTIFICADO DEL
SUBSECRETARIO
DE
KIMBERLY-CLARK WORLDWIDE, INC.**

Yo, ALYSSA A. DUDKOWSKI, POR EL PRESENTE CERTIFICO que estoy debidamente elegido, calificado y actuando como Subsecretario de Kimberly-Clark Worldwide, Inc., una sociedad de Delaware (la "Sociedad"), y POR EL PRESENTE ADEMÁS CERTIFICO lo siguiente:

Adjunto al presente se encuentra una copia fiel y correcta del Certificado de Existencia actual, expedido por el Estado de Delaware el 7 de enero de 2011;

PARA CONSTANCIA, he fijado mi firma como Subsecretario y he fijado el sello de la Sociedad este día 7 de enero de 2011.

KIMBERLY-CLARK WORLDWIDE, INC.

[Firma]

Alyssa A. Dudkowski
Subsecretario

ESTADO DE WISCONSIN
CONDADO DE WINNEBAGO

Ante mí, Vicky L. Keel, Notario Público debidamente autorizado, en este día 7 de enero de 2011, compareció personalmente Alyssa A. Dudkowski, conocida personalmente por mí, certifico que Alyssa A. Dudkoswki compareció en su calidad de Subsecretaria de Kimberly-Clark Worldwide Inc., una sociedad de Delaware, como la persona cuyo nombre se encuentra suscrito al anterior instrumento y reconoció ante mí que firmó el mismo para los efectos allí expresados.

[Firma]

Vicky L. Keel
Notario Público en y para el Estado de Wisconsin
Mi Comisión Vence:
4 de marzo de 2012


MARIA CRISTINA HOLGUIN
TRADUCCIONES
TRADUCTORA OFICIAL
Certificada de idoneidad N° 0274 de 2009

DELAWARE
El Primer Estado

Yo, Jeffrey W. Bullock, Secretario de Estado del Estado de Delaware, por el presente certifico que "KIMBERLY-CLARK WORLDWIDE, INC." se encuentra debidamente constituida bajo las leyes del Estado de Delaware y se encuentra vigente y tiene existencia corporativa legal según muestran los registros de esta oficina, al día siete de enero de 2011.

Además por el presente certifico que los informes anuales se han radicado a la fecha.

Además por el presente certifico que los impuestos de franquicia se encuentran pagados a la fecha.

2660161 8300

110024335

SELLO REDONDO DE LA OFICINA DEL SECRETARIO, 1793 DELAWARE 1855

[Firma]

Jeffrey W. Bullock, Secretario de Estado

AUTENTICACIÓN: 8480626

FECHA: 07-01-11

Puede verificar este certificado en línea en corp.delaware.gov/authver.html


MARIA CRISTINA HOIGUIN
TRADUCCIONES
TRADUCTORA OFICIAL
Estado de Delaware N.º 0274 de 2008

**CERTIFICADO DEL
SUBSECRETARIO
DE
KIMBERLY-CLARK WORLDWIDE, INC.**

Yo, Nancy Lee Carter, POR EL PRESENTE CERTIFICO que estoy debidamente elegido, calificado y actuando como Subsecretario de Kimberly-Clark Worldwide, Inc., una sociedad de Delaware (la "Sociedad"), y POR EL PRESENTE ADEMÁS CERTIFICO lo siguiente:

1. Alyssa A. Dudkowski se encuentra debidamente elegido, calificado y actuando como Subsecretario de la Sociedad.

PARA CONSTANCIA, he fijado mi firma como Subsecretario de la Sociedad este día 7 de enero de 2011.

KIMBERLY-CLARK WORLDWIDE, INC.

[Firma]
Nancy Lee Carter
Subsecretario

ESTA ES UNA TRADUCCIÓN FIEL Y VERAZ AL IDIOMA ESPAÑOL DE UN DOCUMENTO ESCRITO EN EL IDIOMA INGLÉS.
MARIA CRISTINA HOLGUIN
TRADUCTOR E INTÉRPRETE OFICIAL
CERTIFICADO DE IDONEIDAD PROFESIONAL No. 0274
UNIVERSIDAD NACIONAL - 19 de febrero de 2009
Cédula No 52 862 623 de Bogotá


MARIA CRISTINA HOLGUIN
TRADUCCIONES
TRADUCTORA OFICIAL
Certificado de idoneidad N° 0274 de 2009

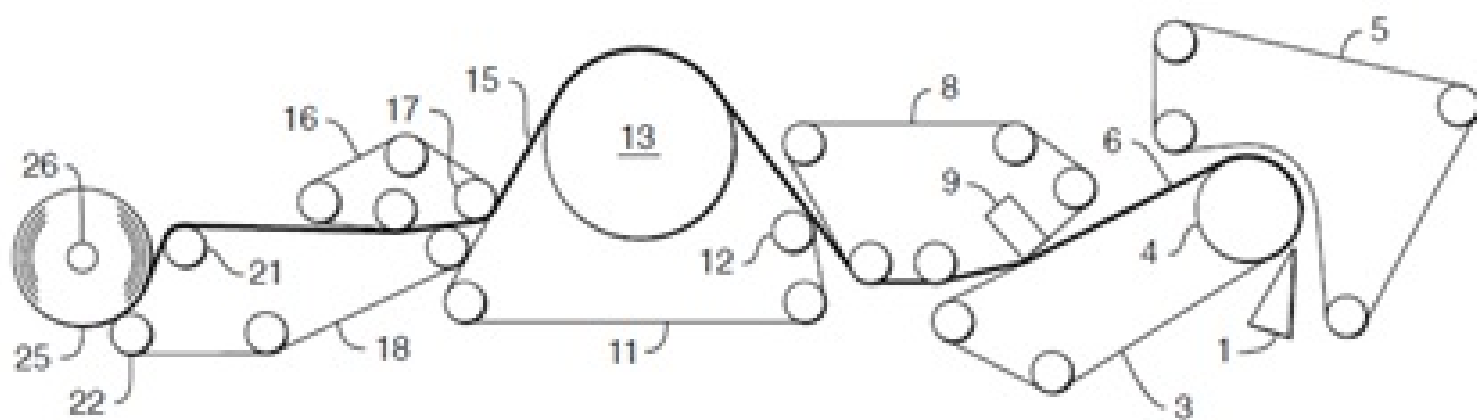


FIG. 1

RESUMEN

La descripción proporciona elementos laminares continuos de papel tisú, y productos que incorporan los mismos, donde los elementos laminares continuos comprenden fibras de madera y de bambú. Más específicamente, la descripción proporciona elementos laminares continuos de papel tisú secados por aire suaves y durables que comprenden por lo menos aproximadamente 10 por ciento de fibra de bambú en peso del elemento laminar continuo. En los elementos laminares continuos de papel tisú secados por aire de la presente descripción, el bambú típicamente reemplaza las fibras de madera de elevada longitud de fibra promedio, lo cual incrementa el volumen del elemento laminar continuo secado por aire sin afectar negativamente la suavidad o durabilidad.

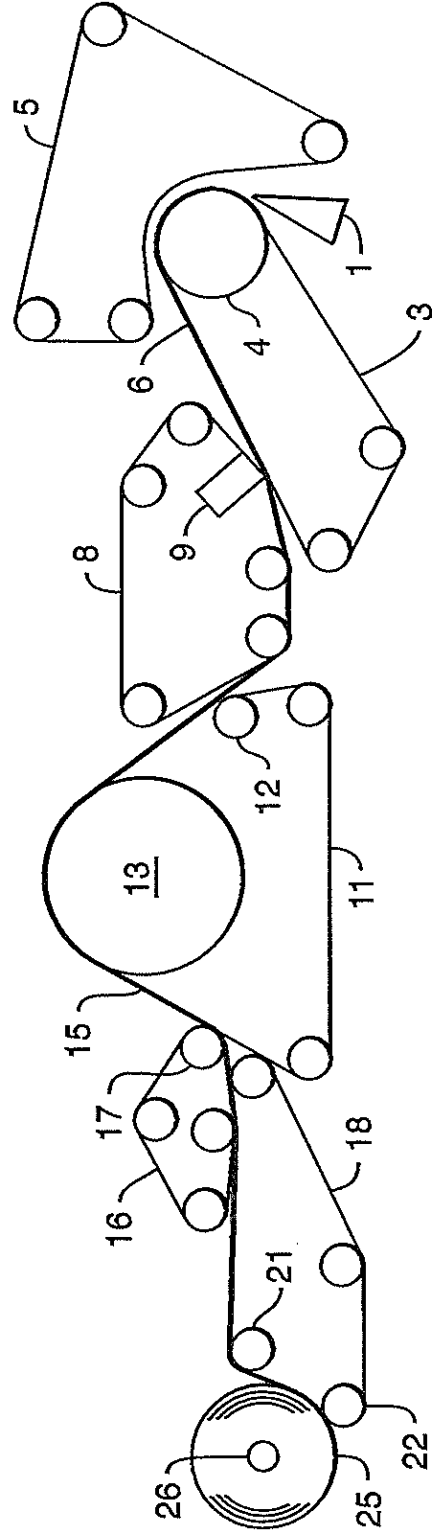


FIG. 1

PRODUCTO DE PAPEL TISÚ QUE COMPRENDE BAMBÚ

CAMPO DE LA INVENCION

Esta descripción se relaciona con elementos laminares continuos de papel tisú suaves y durables secados por aire, y productos de papel tisú que comprenden los mismos, en donde los elementos laminares continuos de papel tisú comprenden fibras de madera y bambú. Se ha descubierto que el reemplazo de fibras de madera de elevada longitud de fibra promedio con fibras de bambú en un elemento laminar continuo secado por aire incrementa el volumen de hoja sin afectar negativamente la durabilidad o rigidez.

ANTECEDENTES

Los productos de papel tisú, tales como pañuelos faciales, toallas de papel, papel higiénico, servilletas, y otros productos similares, se diseñan para incluir varias propiedades importantes. Por ejemplo, los productos deben tener buen volumen, una sensación suave, y deben tener buena resistencia y durabilidad. Infortunadamente, sin embargo, cuando se toman medidas para incrementar una propiedad del producto, otras características del producto a menudo se afectan en forma adversa.

Los productos de papel tisú se elaboran mediante uno de dos procesos principales de elaboración de papel tisú: prensa húmeda convencional (CWP) y secado por aire (TAD). En CWP, el papel tisú se forma en un tejido de conformación a partir de un formador de rollo cabecero o de tela metálica doble y el elemento laminar continuo en desarrollo se transfiere a un fieltro de confección de papel y se deseca al presionar con uno o dos contactos entre rodillos de presión contra la superficie de un gran cilindro calentado por vapor denominado secador Yankee. El proceso de presión también ayuda a la transferencia de la hoja a la superficie del secador Yankee. Una solución adhesiva se rocía en la superficie de secador antes de la transferencia de hoja con el fin de proporcionar un buen enlace entre la hoja y la superficie de secador. La hoja se remueve de la superficie de Yankee por una cuchilla dosificadora en el proceso de encrespado. En el proceso TAD, la hoja se forma en un tejido de conformación y se transfiere a uno o más tejidos diferentes a medida que se deseca a una consistencia de 25 por ciento o superior. Después del desecado inicial la hoja se seca en tanto que se encuentra en contacto con el tejido al soplar aire caliente a través del tejido hasta que la consistencia es de 40 por ciento o superior. En los procesos convencionales de secado por aire, el elemento laminar continuo secado por aire se adhiere a un secador Yankee y se encrespa. Un rollo puede presentarse en el punto de transferencia para ayudar a la transferencia del elemento laminar continuo del tejido de secado al secador Yankee pero falta la presencia de alta presión utilizada para desecar el elemento laminar continuo en el proceso CWP. Alternativamente puede prepararse papel tisú TAD sin encrespar, donde el acortamiento del

elemento laminar continuo se presenta con una transferencia de velocidad diferencial del elemento laminar continuo extendido en húmedo del tejido de conformación a un tejido de transferencia de malla abierta que se mueve sustancialmente más lento. Después de ello el elemento laminar continuo se seca mientras se previene el reordenamiento macroscópico de las fibras en el plano del elemento laminar continuo. El elemento laminar continuo entonces se seca en un tejido en el secador por aire a una consistencia de 90 por ciento o superior y se enrolla. Un secador no Yankee se utiliza en el proceso de secado por aire sin encrespar (UCTAD). Los productos de papel tisú secados por aire típicamente se asocian con productos de papel tisú de nivel de calidad superior a los productos presionados en húmedo convencionales debido a su volumen superior y mayor capacidad de absorción.

Para lograr las propiedades óptimas de producto, los productos de papel tisú típicamente se forman, por lo menos en parte, a partir de pulpas que contienen fibras de madera y a menudo una combinación de fibras de madera dura y madera blanda para lograr las propiedades deseadas. Típicamente cuando se intenta optimizar la suavidad de superficie, como a menudo es el caso con los productos de papel tisú, el fabricante de papel seleccionará la pasta de papel de fibra con base en la aspereza impartida de las fibras de pulpa de celulosa. Las pulpas que tienen fibras con baja aspereza son deseables dado que el papel tisú elaborado a partir de fibras que tienen una baja aspereza puede hacerse más suave que el papel tisú similar elaborado a partir de fibras que tienen una alta aspereza. Para optimizar la suavidad de superficie aún más, los productos de papel tisú de primera calidad usualmente comprenden estructuras estratificadas donde las fibras de baja aspereza se dirigen a la capa exterior de la hoja de papel tisú con la capa interna de la hoja que comprende fibras más ásperas y largas.

Infortunadamente, la necesidad de suavidad se equilibra por la necesidad de durabilidad. La durabilidad en los productos de papel tisú puede definirse desde el punto de vista de la resistencia a la tracción, absorción de energía de tracción (TEA), resistencia a la ruptura y resistencia al desgarre. Típicamente el desgarre, ruptura y TEA mostrarán una correlación positiva con la resistencia a la tracción, en tanto que la resistencia a la tracción y, de esta manera, la durabilidad y suavidad, se relacionan inversamente. De esta manera, el fabricante de papel se desafía de manera continua con la necesidad de equilibrar la necesidad de suavidad con una necesidad de durabilidad. Infortunadamente, la durabilidad del papel tisú generalmente disminuye a medida que se reduce la longitud de fibra promedio. Por lo tanto, al reducir simplemente la longitud de fibra promedio de pulpa puede resultar en un intercambio indeseable entre suavidad de superficie de producto y durabilidad de producto.

Además de la durabilidad, las fibras largas también cumplen con una importante función en la suavidad global de producto de papel tisú. Aunque la suavidad de superficie en los productos de papel tisú es un atributo importante, un segundo elemento en la suavidad global de una hoja de papel tisú es la rigidez. La rigidez puede medirse a partir de la pendiente de tracción de esfuerzo – curva de tracción elástica. A menor pendiente menor rigidez y mejor

suavidad global mostrará el producto. La rigidez y resistencia a la tracción se correlacionan positivamente, sin embargo a una resistencia a la tracción determinada las fibras más cortas mostrarán una mayor rigidez que las fibras largas. Aunque no se desea limitarse por la teoría, se considera que este comportamiento se debe al número de enlaces de hidrógeno, requerido para producir un producto de una resistencia a la tracción determinada, mayor con fibras cortas que con fibras largas. De esta manera, fibras largas de baja aspereza, que pueden colapsarse fácilmente, tales como las proporcionadas por las fibras Kraft de madera blanda nortea (NSWK), típicamente suministran la mejor combinación de durabilidad y suavidad en los productos de papel tisú cuando esas fibras se utilizan en combinación con fibras Kraft de madera dura, tales como fibras Kraft de madera dura de eucalipto. Aunque las fibras Kraft de madera blanda nortea tienen una aspereza mayor a la de las fibras de eucalipto, su pequeño espesor de pared celular en relación con el diámetro de espacio interior, combinado con su longitud larga, las hace el candidato ideal para optimizar la durabilidad y suavidad en el papel tisú.

Infortunadamente, el suministro de NSWK se encuentra bajo presión significativa tanto económica como ambientalmente. Como tales, los precios de las fibras NSWK tienen escalado significativamente, lo que crea una necesidad de encontrar alternativas para optimizar la suavidad y resistencia in los productos de papel tisú. Otro tipo de fibra de madera blanda es Kraft de madera blanda sureña (SSWK) ampliamente utilizadas en productos absorbentes que contienen pulpa celulósica tales como pañales, productos absorbentes para el cuidado femenino y productos para incontinencia. Infortunadamente, aunque no se encuentra bajo las mismas presiones de suministro y ambiental que las NSWK, las fibras de SSWK son demasiado ásperas para productos de papel tisú y son inadecuadas para elaborar productos suaves de papel tisú. En tanto que se tiene longitud de fibra larga, las fibras SSWK tienen una anchura de pared celular demasiado amplia y un diámetro de espacio interior demasiado estrecho y, de esta manera, crean productos más rígidos de sensación más áspera que con NSWK.

El fabricante de papel tisú que es capaz de obtener pulpas que tienen una combinación deseable de longitud de fibra y aspereza de combinaciones de fibras generalmente consideradas como inferiores con respecto a propiedades de fibra promedio puede obtener ahorros en costos significativos y/o mejoras de producto. Por ejemplo, el fabricante de papel puede desear elaborar un papel tisú de resistencia superior sin incurrir en la degradación usual en la suavidad que acompaña a la resistencia superior. Alternativamente, el fabricante de papel puede desear un grado superior de enlace de superficie de papel para reducir la liberación de fibras libres sin adolecer de la usual disminución en suavidad que acompaña al mayor enlazamiento de las fibras superficiales. Como tal, actualmente existe una necesidad de un producto de papel tisú formado a partir de una fibra que mejorará la durabilidad sin afectar negativamente otras propiedades de producto importantes, tal como la suavidad.

Además de las fibras de pulpa de celulosa de madera blanda norteañas y sureñañas existen muy pocas opciones para los fabricantes de papel cuando se seleccionan fibras largas. Las fibras de bambú se han utilizado en el papel por muchos años principalmente en India y China. Se reportan especies de bambú de fibras largas y cortas. Las fibras de bambú se han utilizado para reemplazar las fibras de madera en los productos de papel tisú presionados en húmedo combinados convencionales en India y China. Infortunadamente, las pulpas de bambú comercialmente disponibles comprenden una mezcla de especies de bambús que incluyen fibras largas y cortas. Las longitudes de fibra en promedio ponderado son significativamente más cortas que en las fibras de pulpa de celulosa de madera blanda norteañas y sureñañas. Además, las pulpas de bambú contienen una alta porción de partículas finas principales en forma de células parenquimatosas. Se sabe bien que la presencia de altos niveles de partículas finas en los productos de papel tisú crean una disminución en la suavidad de superficie y un incremento en la rigidez de las hojas de papel tisú. De esta manera, las hojas de papel tisú que comprenden altas cantidades de fibras de bambú tienden a ser menos blandas que aquellas que comprenden fibras de madera. Más aún, dada la longitud de fibra relativamente corta y alto nivel de partículas finas principales, no podría predecirse que las fibras de pulpa de bambú proporcionan buenas propiedades de durabilidad o suavidad a los productos de papel tisú de primera calidad cuando reemplazan específicamente las fibras de pulpa de madera. Generalmente, las fibras de bambú tienen aspereza y partículas finas que son demasiadas para reemplazar las fibras de madera dura y una longitud de fibra promedio que es demasiado corta y paredes celulares que son demasiado gruesas para reemplazar las fibras de madera blanda.

SUMARIO

Ahora se ha descubierto inesperadamente que las fibras de bambú, a pesar de tener longitud de fibra relativamente corta, paredes celulares gruesas y un estrecho espacio interior pueden incorporarse en un elemento laminar continuo de papel tisú secado por aire, y particularmente la capa sin contacto con piel de un elemento laminar continuo de capas múltiples, para producir un elemento laminar continuo de papel tisú que tiene volumen mejorado sin un incremento significativo en la rigidez o disminución en durabilidad. Estas propiedades son particularmente agudas cuando las fibras de bambú se sustituyen por fibras de madera de alta longitud de fibra promedio, tales como fibras de madera blanda y más específicamente Kraft de madera blanda norteaña (NSWK). Por consiguiente, en ciertas modalidades preferidas, las fibras de bambú pueden reemplazar por lo menos aproximadamente 50 por ciento de las NSWK en el elemento laminar continuo y más preferiblemente por lo menos aproximadamente 75 por ciento de las NSWK, de tal modo que las fibras de bambú comprendan por lo menos aproximadamente 10 por ciento y más preferiblemente por lo menos aproximadamente 20 por ciento en peso del elemento laminar continuo. Más aún, se ha descubierto que los niveles de suavidad pueden mejorarse además al

disponer las fibras de bambú dentro del elemento laminar continuo de papel tisú fibroso de tal modo que las fibras de bambú no se pongan en contacto con la piel de un usuario al utilizarse, tales como en la capa media de una estructura de tres capas. Adicionalmente, se ha descubierto que los elementos laminares continuos secados por aire que comprende fibras de bambú tienen un incremento inesperado en el volumen. La durabilidad y volumen mejorados se observan para varias especies de bambú, incluyendo bambú de madera tanto tropical como templado.

Por consiguiente, la presente descripción proporciona, en una modalidad, un elemento laminar continuo de papel tisú secado por aire que comprende fibra de bambú, en donde la fibra de bambú comprende por lo menos aproximadamente 10 por ciento en peso del elemento laminar continuo de papel tisú. Si se desea, las fibras de pulpa de bambú pueden tener una longitud de fibra promedio mayor a aproximadamente 1 mm, tal como de aproximadamente 1.1 a aproximadamente 2.5 mm y más preferiblemente de aproximadamente 1.2 a aproximadamente 2 mm.

En otra modalidad, la presente descripción proporciona un elemento laminar continuo de papel tisú secado por aire que comprende fibra de bambú en donde la fibra de bambú ha reemplazado una porción significativa de la fibra larga, particularmente fibra NSWK de tal modo que la cantidad de fibra NSWK en el elemento laminar continuo sea menor a aproximadamente 20 por ciento del elemento laminar continuo total, tal como de aproximadamente 0 a aproximadamente 15 por ciento y más preferiblemente de aproximadamente 0 a aproximadamente 10 por ciento del peso total del elemento laminar continuo.

En otras modalidades, la presente descripción proporciona un elemento laminar continuo de papel tisú secado por aire de capas múltiples que comprende dos o más capas que incluyen una primera capa y una segunda capa, en donde un mayor porcentaje en peso de fibra de bambú se presenta en la segunda capa en relación con la primera capa. En ciertas modalidades preferidas, la primera capa comprende fibras de madera dura y la segunda capa comprende fibras de bambú y madera blanda, en donde la relación de pesos de fibra de bambú a fibra de madera blanda es mayor a 1:1.

Aún en otras modalidades la descripción proporciona un elemento laminar continuo de papel tisú de capas múltiples que comprende una primera capa fibrosa y una segunda capa fibrosa, en donde la primera capa fibrosa comprende fibras de madera y la segunda capa fibrosa comprende fibra de bambú, en donde las fibras de bambú comprenden de aproximadamente 75 a aproximadamente 100 por ciento en peso de la segunda capa.

En otras modalidades la descripción proporciona un producto de papel tisú secado por aire que comprende fibras de bambú, en donde las fibras de bambú se seleccionan del grupo que consiste en bambús corrientes templados que incluyen pero no se limitan a *Phyllostachys*

heterocycla pubescens, *Phyllostachys nigra* variante *Henon*, *Phyllostachys vivax* y *Phyllostachys Bambusoides*, y mezclas de los mismos.

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La Figura 1 es un diagrama esquemático de una modalidad de un proceso para formar un elemento laminar continuo de papel tisú secado por aire sin encrespar para su uso en la presente descripción.

DEFINICIONES

Debe advertirse que, cuando se emplean en la presente descripción, se pretende que los términos “comprende”, “que comprende” y otros derivados del término raíz “comprender” sean términos indefinidos que especifican la presencia de cualquier atributo, elemento, número entero, etapa o componente indicado, y no se pretende que impidan la presencia o adición de uno o más atributos, elementos, números enteros, etapas, componentes diferentes o grupos de los mismos.

Como se utiliza en este documento, el término “Índice de desgarre” se refiere al cociente de la resistencia al desgarre media geométrica (típicamente expresada en gramos) dividida entre la resistencia a la tracción media geométrica (típicamente expresada en gramos por 7.62 cm (3 pulgadas)) multiplicada por 1000, donde el índice de desgarre medio geométrico se define como la raíz cuadrada del producto de la resistencia al desgarre en dirección de la máquina y la resistencia al desgarre en dirección transversal.

$$\text{Índice de desgarre} = \frac{\sqrt{\text{Desgarre MD} \times \text{Desgarre CD}}}{\text{GMT}} \times 1,000$$

En tanto que el índice de desgarre puede variar, lo que depende de la composición del elemento laminar continuo de papel tisú, así como el gramaje del elemento laminar continuo, los elementos laminares continuos preparados de acuerdo con la presente descripción generalmente tienen un Índice de desgarre mayor a aproximadamente 5, más preferiblemente mayor a aproximadamente 6 y aún más preferiblemente mayor a aproximadamente 7, tal como de aproximadamente 7 a aproximadamente 20.

Como se utiliza en este documento, el término “Índice de ruptura” se refiere al cociente de la carga máxima de ruptura en seco (también referida como la resistencia a la ruptura en seco y típicamente expresada en gramos cm (pie)) dividida entre la resistencia a la tracción media geométrica multiplicada por 10.

$$\text{Índice de ruptura} = \frac{\text{Resistencia a la ruptura en seco}}{\text{GMT}} \times 10$$

En tanto que el índice de ruptura puede variar, lo que depende de la composición del elemento laminar continuo de papel tisú, así como el gramaje del elemento laminar continuo, los elementos laminares continuos preparados de acuerdo con la presente descripción generalmente tienen un índice de ruptura mayor a 3, más preferiblemente mayor a aproximadamente 4 y aún más preferiblemente mayor a aproximadamente 5.

Como se utilizan en este documento, los términos “tracción media geométrica” y “GMT” se refieren a la raíz cuadrada del producto de la resistencia a la tracción en dirección de la máquina y la resistencia a la tracción en dirección transversal a la máquina del elemento laminar continuo. Como se utiliza en este documento, resistencia a la tracción se refiere a la resistencia a la tracción media geométrica que sería aparente para un experto en la técnica, a menos que se indique de otra manera.

Como se utilizan en este documento, los términos “índice de energía de tracción medio geométrico” e “Índice TEA” se refieren a la raíz cuadrada del producto de la absorción de energía de tracción en MD y CD (“MD TEA” y “CD TEA”, típicamente expresadas en g•cm/cm²) dividida entre la resistencia GMT multiplicada por 1000.

$$\text{Índice de TEA} = \frac{\sqrt{\text{MD TEA} \times \text{CD TEA}}}{\text{GMT}} \times 1,000$$

En tanto que el Índice TEA puede variar, lo que depende de la composición del elemento laminar continuo de papel tisú, así como el gramaje del elemento laminar continuo, los elementos laminares continuos preparados de acuerdo con la presente descripción generalmente tienen un Índice TEA mayor a aproximadamente 6, más preferiblemente mayor a aproximadamente 7 y aún más preferiblemente mayor a aproximadamente 8, tal como de aproximadamente 7 a aproximadamente 20.

Como se utiliza en este documento, el término “Índice de durabilidad” se refiere a la suma del índice de desgarre, índice de ruptura e Índice TEA y es una indicación de la durabilidad del producto a una resistencia a la tracción determinada.

$$\text{Índice de durabilidad} = \text{Índice de desgarre} + \text{Índice de ruptura} + \text{Índice TEA}$$

En tanto que el Índice de durabilidad puede variar, lo que depende de la composición del elemento laminar continuo de papel tisú, así como el gramaje del elemento laminar continuo, los elementos laminares continuos preparados de acuerdo con la presente descripción generalmente tienen valores de Índice de durabilidad de aproximadamente 15 o mayores, más preferiblemente alrededor de 18 o mayores, y aún más preferiblemente alrededor de 20 o mayores, tal como de aproximadamente 20 a aproximadamente 50.

Como se utiliza en este documento, el término “Índice de rigidez” se refiere al cociente de la pendiente de tracción media geométrica, definida como la raíz cuadrada del producto de

las pendientes de tracción en MD y CD, dividida entre la resistencia a la tracción media geométrica.

$$\text{Índice de rigidez} = \frac{\overline{\text{Pendiente de tracción MD} \times \text{Pendiente de tracción CD}}}{\text{GMT}} \times 1,000$$

En tanto que el Índice de rigidez puede variar, lo que depende de la composición del elemento laminar continuo de papel tisú, así como el gramaje del elemento laminar continuo, los elementos laminares continuos preparados de acuerdo con la presente descripción generalmente tienen valores de Índice de rigidez de menos de aproximadamente 16, más preferiblemente menos de aproximadamente 15 y aún más preferiblemente menos de aproximadamente 14, tal como de aproximadamente 5 a aproximadamente 14.

Como se utiliza en este documento, el término “longitud de fibra promedio” se refiere a la longitud en promedio ponderado de las fibras, determinada al utilizar un analizador de fibras Kajaani modelo No. FS-100 disponible de Kajaani Oy Electronics, Kajaani, Finlandia. De acuerdo con el procedimiento de prueba, una muestra de pulpa se trata con un líquido de macerado para asegurar que no se presenten haces o agramizas de fibras. Cada muestra de pulpa se desintegra en agua caliente y se diluye a una solución aproximadamente al 0.001 por ciento. Muestras de prueba individuales se extraen en porciones de aproximadamente 50 a 100 ml a partir de la solución diluida cuando se prueba al utilizar el procedimiento de prueba de análisis de fibras Kajaani estándar. La longitud de fibra en promedio ponderado puede expresarse por la siguiente ecuación:

$$\sum_{x_i=0}^k (x_i \times n_i) / n$$

donde k = longitud de fibra máxima

x_i = longitud de fibra

n_i = número de fibras que tienen longitud x_i

n = número total de fibras medidas.

Como se utiliza en este documento, un “producto de papel tisú” generalmente se refiere a diversos productos de papel, tales como pañuelos faciales, papel higiénico, toallas de papel, servilletas y similares. Normalmente, el gramaje de un producto de papel tisú de la presente invención es menor a aproximadamente 80 gramos por metro cuadrado (gmc), en algunas modalidades menor a aproximadamente 60 gmc y, en algunas modalidades, entre aproximadamente 10 a aproximadamente 60 gmc.

Los productos de papel de celulosa además se diferencian de otros productos de papel desde el punto de vista de su volumen. El volumen de los productos de papel tisú y toallas de la presente invención se calcula como el cociente del calibre (definido a continuación),

expresado en micrones, dividido entre el gramaje, expresado en gramos por metro cuadrado. El volumen resultante se expresa como centímetros cúbicos por gramo. En ciertas modalidades los productos de papel tisú pueden tener un volumen mayor a aproximadamente $5 \text{ cm}^3/\text{g}$ y aún más preferiblemente mayor a aproximadamente $7 \text{ cm}^3/\text{g}$, tal como de aproximadamente 7 a aproximadamente $15 \text{ cm}^3/\text{g}$. Los elementos laminares continuos de papel tisú preparados de acuerdo con la presente descripción pueden tener un volumen superior al de los productos de papel tisú que incorporan los mismos elementos laminares continuos. Por ejemplo, los elementos laminares continuos de papel tisú pueden tener un volumen mayor a aproximadamente $7 \text{ cm}^3/\text{g}$, tal como mayor a aproximadamente $10 \text{ cm}^3/\text{g}$, tal como de aproximadamente 12 a aproximadamente $24 \text{ cm}^3/\text{g}$.

Como se utiliza en este documento, el término “capa” se refiere a una pluralidad de estratos de fibras, tratamientos químicos, o similares dentro de un laminado.

Como se utilizan en este documento, los términos “elemento laminar continuo de papel tisú estratificado”, “elemento laminar continuo de papel tisú de capas múltiples”, “elemento laminar continuo de capas múltiples” y “hoja de papel de capas múltiples” generalmente se refieren a hojas de papel preparadas a partir de dos o más capas de pasta para fabricación de papel acuosa, que preferiblemente se comprenden de diferentes tipos de fibras. Las capas preferiblemente se forman a partir de la deposición de corrientes separadas de suspensiones de fibras diluidas, sobre uno o más tamices con forámenes interminables. Si las capas individuales se forman inicialmente en tamices con forámenes separados, las capas se combinan de manera subsecuente (mientras están húmedas) para formar un elemento laminar continuo compuesto estratificado.

El término “laminado” se refiere a un elemento producido discreto. Los laminados individuales pueden disponerse en yuxtaposición entre sí. El término puede referirse a una pluralidad de componentes similares a elemento laminar continuo, tal como en un pañuelo facial, papel higiénico, toalla de papel, toalla húmeda o servilleta de laminados múltiples.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

En general, la presente descripción se relaciona con un producto de papel tisú secado por aire que comprende un elemento laminar continuo de papel tisú que se ha formado a partir de fibras de madera y de bambú. Se ha descubierto que, al reemplazar algunas de las fibras de madera con fibras de bambú, un elemento laminar continuo de mayor volumen y más durable puede producirse sin sacrificar la suavidad.

La Tabla 1 compara pulpas de madera dura (fibra de pulpa de celulosa de Eucalipto, Celulosa Aracruz, Brasil), madera blanda (fibra de pulpa de celulosa NSWK, Pulpa Norteña, Canadá) y kraft, preparadas a partir de tres diferentes especies de bambú, *Phyllostachys edulis*, *Bambusa vulgaris* y *Phyllostachys nigra variante Henon*.

TABLA 1

Tipo de fibra	Longitud de fibra promedio (mm)	Anchura de fibra promedio (µm)	Longitud de fibra:Anchura de fibra	Aspereza (mg/100 m)
<i>Phyllostachys edulis</i>	1.23	8.4	146	10.53
<i>Bambusa vulgaris</i>	2.09	10.9	192	10.37
<i>Phyllostachys nigra</i> variante <i>Henon</i>	1.65	9.0	184	10.85
Fibra de pulpa de celulosa NSWK	2.18	27.6	79	14.83
Fibra de pulpa de celulosa de Eucalipto	0.76	19.1	40	8.95

Para fibras de pulpa de celulosa de bambú, la relación de longitud a anchura (comúnmente referida como la “relación de proporción dimensional”) generalmente varía entre aproximadamente 150 y aproximadamente 200, aunque tanto longitud como anchura varían entre especies. Generalmente las longitudes de fibra promedio para fibras de pulpa de celulosa de bambú varían de aproximadamente 2 mm para *B. vulgaris* a aproximadamente 1.2 mm para *Phyllostachys edulis*. Como se muestra en la Tabla 1, las fibras de pulpa de celulosa de bambú generalmente son mayores en longitud que las fibras de Eucalipto, pero más cortas que las fibras NSWK. Sin embargo, las fibras de pulpa de celulosa de bambú tienden a tener mayores relaciones de proporción dimensional y aspereza superior que las fibras de Eucalipto. Adicionalmente, las fibras de pulpa de celulosa de bambú tienden a tener espacios interiores relativamente delgados y paredes celulares gruesas, lo que produce relaciones de Runkel (relación de dos veces el espesor de pared celular al diámetro del espacio interior) mayores a 1. Por ejemplo, las relaciones de Runkel reportadas para *Phyllostachys nigra* variante *Henon* y *Bambusa vulgaris* son 2.17 y 3.20 respectivamente. Las fibras que tienen relaciones de Runkel mayores a 1 comúnmente se consideran pobres candidatos para su uso en el papel tisú dado que las paredes celulares gruesas producen elementos laminares continuos rígidos que tienen pobre resistencia a la tracción y bajo volumen.

A pesar de la tendencia de las fibras de pulpa de celulosa de bambú a tener paredes celulares relativamente más gruesas, relaciones de Runkel superiores, relaciones de proporción dimensional superiores y longitudes de fibra promedio más cortas en comparación con fibras de madera blanda, se ha descubierto ahora de manera sorprendente que pueden reemplazar las fibras de madera blanda en un elemento laminar continuo de papel tisú secado por aire sin disminuir la durabilidad y volumen o incrementar la rigidez. Incluso más sorprendente es que la sustitución de fibras de bambú por fibras de madera blanda en realidad incrementa el volumen sin afectar negativamente la durabilidad y rigidez.

Por consiguiente, in a modalidad preferida la descripción proporciona un elemento laminar continuo de papel tisú y más preferiblemente un elemento laminar continuo de papel tisú secado por aire y aún más preferiblemente un elemento laminar continuo secado por aire

de capas múltiples que comprende bambú, en donde las fibras de bambú comprenden por lo menos aproximadamente 10 por ciento del peso total del elemento laminar continuo. En una modalidad particularmente preferida, el elemento laminar continuo de papel tisú comprende un elemento laminar continuo secado por aire de capas múltiples en donde la fibra de bambú se dispone de manera selectiva sólo en una de las capas, de tal modo que la fibra de bambú no se ponga en contacto con la piel del usuario al utilizarse. Por ejemplo, en una modalidad el elemento laminar continuo de papel tisú puede comprender un elemento laminar continuo de dos capas en donde la primera capa consiste esencialmente en fibras de madera y se encuentra sustancialmente libre de fibras de bambú, y la segunda capa comprende fibras de bambú, en donde las fibras de bambú comprenden por lo menos aproximadamente 50 por ciento en peso de la segunda capa, tal como de aproximadamente 50 a aproximadamente 100 por ciento en peso de la segunda capa. Debe entenderse que, cuando se hace referencia a una capa que se encuentra sustancialmente libre de fibras de bambú, cantidades insignificantes de las fibras pueden presentarse en la misma, sin embargo, tales pequeñas cantidades a menudo surgen de las fibras de bambú aplicadas a una capa adyacente, y típicamente no afectan sustancialmente la suavidad u otras características físicas del elemento laminar continuo.

Los elementos laminares continuos de papel tisú pueden incorporarse en productos de papel tisú que pueden ser ya sea de uno solo o múltiples laminados, donde uno o más de los laminados puede formarse por un elemento laminar continuo de papel tisú de capas múltiples que tiene fibras de bambú incorporadas de manera selectiva en una de sus capas. Una modalidad preferida particularmente de producto de papel tisú se construye de tal modo que las fibras de bambú no se pongan en contacto con la piel del usuario al utilizarse. Por ejemplo, el producto de papel tisú puede comprender dos elementos laminares continuos secados por aire de capas múltiples en donde cada elemento laminar continuo comprende una primera capa fibrosa sustancialmente libre de bambú y una segunda capa fibrosa que comprende bambú. Los elementos laminares continuos se laminan en conjunto de tal modo que la superficie externa del producto de papel tisú se forme a partir de las primeras capas fibrosas de cada elemento laminar continuo, de tal modo que la superficie puesta en contacto con la piel del usuario al utilizarse esté sustancialmente libre de fibras de bambú.

Generalmente, las fibras de bambú incorporadas en los elementos laminares continuos de la presente descripción son materiales fibrosos derivados de cualquier especie de bambú. Las especies de fibras de bambú pueden seleccionarse del grupo que consiste en *Acidosasa* sp., *Ampleocalamus* sp., *Arundinaria* sp., *Bambusa* sp., *Bashania* sp., *Borinda* sp., *Brachystachyum* sp., *Cephalostachyum* sp., *Chimonobambusa* sp., *Chusquea* sp., *Dendrocalamus* sp., *Dinochloa* sp., *Drepanostachyum* sp., *Eremitis* sp., *Fargesia* sp., *Gaoligongshania* sp., *Gelidocalamus* sp., *Gigantocloa* sp., *Guadua* sp., *Hibanobambusa* sp., *Himalayacalamus* sp., *Indocalamus* sp., *Indosasa* sp., *Lithachne* sp., *Melocanna* sp., *Menstruocalamus* sp., *Nastus* sp., *Neohouzeaua* sp., *Neomicrocalamus* sp., *Ochlandra* sp.,

Oligostachyum sp., *Olmea* sp., *Otatea* sp., *Oxytenanthera* sp., *Phyllostachys* sp., *Pleiblastus* sp., *Pseudosasa* sp., *Raddia* sp., *Rhipidocladum* sp., *Sasa* sp., *Sasaella* sp., *Sasamorphia* sp., *Schizostachyum* sp., *Semiarundinaria* sp., *Shibatea* sp., *Sinobambusa* sp., *Thamnocalamus* sp., *Thyrsostachys* sp., *Yushania* sp. y mezclas de las mismas.

En algunas modalidades, la fibra de bambú es de bambús templados de la especie *Phyllostachys*, por ejemplo, *Phyllostachys heterocycla pubescens*, también conocida como Bambú Moso. Sin embargo, se entenderá que las composiciones dadas a conocer en este documento no se limitan a contener cualquier fibra de bambú y pueden comprender una pluralidad de fibras de diferentes especies. Por ejemplo, la composición puede comprender un bambú de *Phyllostachys heterocycla pubescens* y un bambú de una especie diferente tal como, por ejemplo, *Phyllostachys bambusoides*.

La fibra de bambú para su uso en los elementos laminares continuos y productos de la presente descripción puede producirse por cualquier método apropiado conocido en la técnica. Preferiblemente las fibras de bambú son fibras de bambú reducidas a pulpa, producidas por el procesamiento de tallo de bambú comprimido. El procesamiento químico puede comprender tratar el tallo de bambú comprimido con una solución alcalina apropiada. El experto será capaz de seleccionar una solución alcalina apropiada. La fibra de bambú también puede producirse por procesamiento mecánico de tallo de bambú comprimido, lo cual puede implicar la digestión enzimática del tallo de bambú comprimido.

Aunque la fibra de bambú puede producirse por cualquier método apropiado conocido en la técnica, el método preferido para elaborar la pulpa de bambú es un método de despulpado químico, tales como, pero sin limitarse a, técnicas de despulpado kraft, al sulfito o sosa/AQ.

Preferiblemente las fibras de bambú son fibras de pulpa de celulosa de bambú y tienen una longitud de fibra promedio de por lo menos aproximadamente 1 mm. Cuando se emplean combinaciones de fibras de diversas especies de bambú, se advierte que las combinaciones pueden comprender dos o más especies de bambú, preferiblemente tres o más, de tal modo que la longitud de fibra promedio sea de por lo menos aproximadamente 1.2 mm y más preferiblemente por lo menos aproximadamente 1.5 mm, tal como de aproximadamente 1.2 a aproximadamente 2 mm.

Independientemente de la especie o longitud de fibra promedio particular, por lo menos una capa de un elemento laminar continuo de capas múltiples comprende fibra de bambú. El elemento laminar continuo de capas múltiples también puede contener fibras de madera y puede estratificarse de tal modo que una capa comprenda fibras de madera, la cual opcionalmente se encuentra sustancialmente libre de fibras de bambú, en tanto que otra capa comprenda fibras de madera y de bambú. Las fibras de madera pueden incluir fibras formadas por una diversidad de procesos de despulpado, tales como pulpa kraft, pulpa al sulfito, pulpa termomecánica, y similares. Además, las fibras de madera pueden ser de cualquier pulpa de

madera de alta longitud de fibra promedio, pulpa de madera de baja longitud de fibra promedio, o mezclas de las mismas. Un ejemplo de fibras de pulpa de madera de alta longitud promedio adecuadas incluyen fibras de madera blanda tales como, pero sin limitarse a, madera blanda nortea, madera blanda surea, secoya, cedro rojo, abeto, pino (por ejemplo, pinos sureos), picea (por ejemplo, picea negra), combinaciones de los mismos, y similares. Un ejemplo de fibras de pulpa de madera de baja longitud promedio adecuadas incluyen fibras de madera dura, tales como, pero sin limitarse a, eucalipto, arce, abedul, álamo y similares. En ciertos casos, pueden desearse fibras de eucalipto particularmente para incrementar la suavidad del elemento laminar continuo. Las fibras de eucalipto también puede potenciar el brillo, incrementar la opacidad, y cambiar la estructura de poro del elemento laminar continuo para incrementar su capacidad de acción capilar. Más aún, si se desea, las fibras secundarias obtenidas de materiales reciclados pueden utilizarse, tales como la pulpa de fibra de fuentes tales como, por ejemplo, papel para periódico, cartón recuperado, y desperdicios de oficina.

En una modalidad particularmente preferida, las fibras de bambú se utilizan en el elemento laminar continuo de papel tisú como reemplazo de fibras de madera de alta longitud de fibra promedio, tales como fibras de madera blanda y, más específicamente, NSWK. En una modalidad particular, las fibras de bambú se derivan de *Phyllostachys pubescens* y reemplazan NSWK, de tal modo que la cantidad total de NSWK, en peso del elemento laminar continuo, sea menor a aproximadamente 10 por ciento. En otras modalidades, puede ser deseable reemplazar toda la fibra de madera en una capa determinada de tal modo que la capa consista esencialmente en fibra de bambú.

En ciertas modalidades puede ser deseable tener combinaciones particulares de bambú y fibras de pulpa de madera dentro de una capa determinada para proporcionar características deseadas. Por ejemplo, puede ser deseable combinar fibras de bambú y de madera que tienen diferentes longitudes de fibra promedio, aspereza, espesor de pared celular, u otras características, en ciertas capas.

Al igual que la cantidad de bambú dentro de cualquier capa determinada puede variarse, la relación de fibras de bambú a fibra total en el elemento laminar continuo generalmente puede variar, lo que depende de las propiedades deseadas del producto de papel tisú. Por ejemplo, el uso de una capa de bambú más gruesa típicamente resulta en un producto de papel tisú con durabilidad superior pero menor suavidad. Adicionalmente, el uso de una gran cantidad de fibras de bambú puede impactar negativamente en la formación de hojas y puede incrementar el costo de elaboración. Asimismo, el uso de cantidades muy bajas de fibras de bambú, es decir, menos de aproximadamente 10 por ciento del peso total del elemento laminar continuo, típicamente resulta en un producto de papel tisú que tiene poca diferencia discernible en comparación con productos de papel tisú fabricados sin bambú. De esta manera, en ciertas modalidades, los elementos laminares continuos de papel tisú preparados de acuerdo con la presente descripción comprenden fibras de bambú en una cantidad de aproximadamente

10 a aproximadamente 80 por ciento en peso del elemento laminar continuo, preferiblemente de aproximadamente 15 a aproximadamente 60 por ciento y más preferiblemente de aproximadamente 25 a aproximadamente 50 por ciento.

Como se indica previamente, en una modalidad preferida, se introducen fibras de bambú al elemento laminar continuo como reemplazo de las fibras de madera blanda, por consiguiente, en tales modalidades preferidas, la cantidad de fibras de madera blanda en el elemento laminar continuo puede variar de aproximadamente 0 a aproximadamente 20 por ciento en peso del elemento laminar continuo total, más preferiblemente de 0 a aproximadamente 10 por ciento y muy preferiblemente menos de aproximadamente 5 por ciento en peso del elemento laminar continuo total. En una modalidad preferida, la cantidad de fibra de madera blanda en el elemento laminar continuo es menor a 1 por ciento en peso del elemento laminar continuo total.

Además de variar la cantidad de bambú dentro del elemento laminar continuo, así como la cantidad en cualquier capa determinada, las propiedades físicas del elemento laminar continuo pueden variarse al seleccionar específicamente una capa o capas particulares para la incorporación de las fibras de bambú. Se ha descubierto ahora que el mayor incremento en suavidad sin efectos adversos sobre la resistencia a la tracción u otras propiedades de hoja se logra al incorporar de manera selectiva las fibras de bambú en un elemento laminar continuo de capas múltiples, de tal modo que la capa que comprende bambú no se ponga en contacto con la piel del usuario al utilizarse. Además, si se desea, el incremento en el costo encontrado a menudo con las fibras de bambú puede reducirse al restringir la aplicación de las fibras de bambú solamente a una sola capa del elemento laminar continuo. Por ejemplo, en una modalidad, puede formarse un elemento laminar continuo de papel tisú de tres capas en el cual sólo la capa media contiene fibras de bambú, en tanto que las capas externas se encuentran sustancialmente libres de fibras de bambú.

Por consiguiente, en una modalidad preferida, el elemento laminar continuo de papel tisú es un elemento laminar continuo de capas múltiples que comprende una primera capa fibrosa y una segunda capa fibrosa, en donde la primera capa fibrosa comprende fibras de madera y la segunda capa fibrosa comprende fibras de bambú, en donde la cantidad de fibras de bambú es de aproximadamente 50 a aproximadamente 100 por ciento en peso de la segunda capa. En ciertas modalidades, la segunda capa fibrosa puede comprender una combinación de fibras de madera y de bambú, y más preferiblemente una combinación de fibras de bambú y de madera blanda, en donde la cantidad de fibras de bambú es de aproximadamente 50 a aproximadamente 90 por ciento en peso de la segunda capa y aún más preferiblemente de aproximadamente 80 a aproximadamente 95 por ciento en peso de la segunda capa. En una modalidad particularmente preferida, la primera capa fibrosa comprende fibra de madera dura.

En otras modalidades, la presente descripción proporciona un producto de papel tisú de dos laminados. En una modalidad particularmente preferida, el producto de papel tisú contiene un elemento laminar continuo de papel tisú de capas múltiples superior y un elemento laminar continuo de papel tisú de capas múltiples inferior que se laminan en conjunto al utilizar técnicas reconocidas. Los elementos laminares continuos de capas múltiples comprenden por lo menos una primera y una segunda capa, en donde las fibras de bambú se incorporan de manera selectiva sólo en una de las capas, de tal modo que, cuando los elementos laminares continuos se laminan en conjunto, las capas que contienen las fibras de bambú no se ponen en contacto con la piel del usuario al utilizarse. Por ejemplo, el producto de papel tisú de dos laminados puede comprender un primer y segundo elemento laminar continuo de papel tisú, en donde los elementos laminares continuos de papel tisú comprenden, cada uno, una primera y segunda capa. La primera capa de cada elemento laminar continuo de papel tisú comprende fibras de madera y se encuentra sustancialmente libre de fibras de bambú, en tanto que la segunda capa de cada elemento laminar continuo de papel tisú comprende fibras de bambú. Cuando los elementos laminares continuos de papel tisú se laminan en conjunto para formar el producto de papel tisú las segundas capas de cada elemento laminar continuo se disponen en una relación confrontada de tal modo que las fibras de bambú no se pongan en contacto con la piel del usuario al utilizarse.

Si se desea, diversas composiciones químicas pueden aplicarse a una o más capas del elemento laminar continuo de papel tisú de capas múltiples para potenciar además la suavidad y/o reducir la generación de pelusa o restos. Por ejemplo, en algunas modalidades, puede utilizarse un agente de resistencia en húmedo, para incrementar además la resistencia del producto de papel tisú. Como se utiliza en este documento, un “agente de resistencia en húmedo” es cualquier material que, cuando se agrega a fibras de pulpa de celulosa, puede proporcionar un elemento laminar continuo u hoja resultante con una relación de resistencia a la tracción geométrica en húmedo a resistencia a la tracción geométrica en seco por arriba de aproximadamente 0.1. Típicamente estos materiales se denominan agentes de resistencia en húmedo “permanentes” o agentes de resistencia en húmedo “temporales”. Como se reconoce en la técnica, los agentes de resistencia en húmedo temporales y permanentes también pueden funcionar algunas veces como agentes de resistencia en seco para potenciar la resistencia del producto de papel tisú cuando se seca.

Los agentes de resistencia en húmedo pueden aplicarse en diversas cantidades, lo que depende de las características deseadas del elemento laminar continuo. Por ejemplo, en algunas modalidades, la cantidad total de agentes de resistencia en húmedo agregada puede ser de entre aproximadamente 0.454 a aproximadamente 27.216 kg por tonelada (kg/ton) (1 a aproximadamente 60 libras por tonelada (lb/ton)), en algunas modalidades, entre aproximadamente 2.268 a aproximadamente 13.608 kg/ton (5 a aproximadamente 30 lb/ton) y, en algunas modalidades, entre aproximadamente 3.175 a aproximadamente 5.897 kg/ton (7 a

aproximadamente 13 lb/ton) del peso seco de material fibroso. Los agentes de resistencia en húmedo pueden incorporarse en cualquier capa del elemento laminar continuo de papel tisú de capas múltiples.

Un agente de desunión química también puede aplicarse para ablandar el elemento laminar continuo. Específicamente, un agente de desunión química puede reducir la cantidad de enlaces de hidrógeno dentro de una o más capas del elemento laminar continuo, lo cual resulta en un producto más suave. Dependiendo de las características deseadas del producto de papel tisú resultante, el agente de desunión puede utilizarse en cantidades variables. Por ejemplo, en algunas modalidades, el agente de desunión puede aplicarse en una cantidad entre aproximadamente 0.454 a aproximadamente 13.608 kg/ton (1 a aproximadamente 30 lb/ton), en algunas modalidades entre aproximadamente 1.361 a aproximadamente 9.072 kg/ton (3 a aproximadamente 20 lb/ton) y, en algunas modalidades, entre aproximadamente 2.722 a aproximadamente 6.804 kg/ton (6 a aproximadamente 15 lb/ton) del peso seco del material fibroso. El agente de desunión pueden incorporarse en cualquier capa del elemento laminar continuo de papel tisú de capas múltiples.

Cualquier material capaz de potenciar la sensación de suavidad de un elemento laminar continuo al desestabilizar los enlaces de hidrógeno, generalmente puede utilizarse como agente de desunión en la presente invención. En particular, como se afirma antes, típicamente se desea que el agente de desunión posea una carga catiónica para formar un enlace electrostático con grupos aniónicos presentes en la pulpa. Algunos ejemplos de agentes de desunión catiónicos adecuados pueden incluir, pero no se limitan a, compuestos de amonio cuaternario, compuestos de imidazolinio, compuestos de bis-imidazolinio, compuestos de amonio dicuaternario, compuestos de amonio policuaternario, compuestos de amonio cuaternario de éster funcional (por ejemplo, sales de ésteres de trietanolamina de ácidos grasos cuaternizados), derivados de fosfolípidos, polidimetilsiloxanos y compuestos de silicona catiónica y no iónica relacionados, derivados de ácidos grasos y carboxílicos, derivados de mono y polisacáridos, polihidroxi hidrocarburos, etc. Por ejemplo, algunos agentes de desunión adecuados se describen en las Patentes de E.U. Nos. 5,716,498, 5,730,839, 6,211,139, 5,543,067, y WO/0021918, las cuales se incorporan en este documento en una forma consistente con la presente descripción.

Aún otros agentes de desunión adecuados se dan a conocer en las Patentes de E.U. Nos. 5,529,665 y 5,558,873, las cuales se incorporan en este documento en una forma consistente con la presente descripción. En particular, la Patente de E.U. No. 5,529,665 da a conocer el uso de diversas composiciones de silicona catiónica como agentes ablandadores.

Los elementos laminares continuos de papel tisú de la presente descripción generalmente pueden formarse por cualquiera de una diversidad de procesos de fabricación de papel conocidos en la técnica. Preferiblemente el elemento laminar continuo de papel tisú se

forma por secado por aire y puede encrespase o no encrespase. Por ejemplo, un proceso de fabricación de papel de la presente descripción puede utilizar encrespado adhesivo, encrespado en húmedo, doble encrespado, estampado, prensado en húmedo, prensado al aire, secado por aire, secado por aire encrespado, secado por aire sin encrespar, así como otras etapas en la formación del elemento laminar continuo de papel. Algunos ejemplos de tales técnicas se dan a conocer en las Patentes de E.U. Nos. 5,048,589, 5,399,412, 5,129,988 y 5,494,554, las cuales se incorporan en este documento en una forma consistente con la presente descripción. Cuando se forman productos de papel tisú de laminados múltiples, los laminados separados pueden elaborarse a partir del mismo proceso o de diferentes procesos según se desee.

Por ejemplo, en una modalidad, pueden encrespase elementos laminares continuos de papel tisú y elementos laminares continuos secados por aire formarse al utilizar procesos conocidos en la técnica. Para formar tales elementos laminares continuos, un tejido de conformación de desplazamiento interminable, soportado y conducido adecuadamente por rollos, recibe la provisión para elaboración de papel estratificada que surge de la caja de entrada. Una caja de vacío se dispone por debajo del tejido de conformación y se adapta para remover el agua de la pasta de papel de fibra para ayudar a la formación de un elemento laminar continuo. A partir del tejido de conformación, un elemento laminar continuo formado se transfiere a un segundo tejido, el cual puede ser un tela metálica o un fieltro. El tejido se soporta para el movimiento alrededor de una trayectoria continua por una pluralidad de rollos guía. Un rollo de recolección, diseñado para facilitar la transferencia del elemento laminar continuo de tejido a tejido, puede incluirse para transferir el elemento laminar continuo.

Preferiblemente el elemento laminar continuo formado se seca por transferencia a la superficie de un tambor secador calentado que puede girar, tal como un secador Yankee. El elemento laminar continuo puede transferirse al Yankee directamente del tejido de secado directo o, preferiblemente, transferirse a un tejido de impresión el cual entonces se utiliza para transferir el elemento laminar continuo al secador Yankee. De acuerdo con la presente descripción, la composición de encrespado de la presente descripción puede aplicarse tópicamente al elemento laminar continuo de papel tisú en tanto que el elemento laminar continuo se desplaza en el tejido o puede aplicarse a la superficie del tambor secador para transferencia sobre un lado del elemento laminar continuo de papel tisú. En esta forma, la composición de encrespado se utiliza para adherir el elemento laminar continuo de papel tisú al tambor secador. En esta modalidad, a medida que el elemento laminar continuo se lleva a través de una porción de la trayectoria rotacional de la superficie de secador, se imparte calor al elemento laminar continuo, lo que ocasiona que la mayor parte de la humedad contenida dentro del elemento laminar continuo se evapore. El elemento laminar continuo entonces se remueve del tambor secador por una cuchilla de encrespado. El elemento laminar continuo de encrespado, a medida que se forma, además reduce los enlaces internos dentro del elemento laminar continuo e incrementa la suavidad. La aplicación de la composición de encrespado al

elemento laminar continuo durante el encrespado, por otro lado, puede incrementar la resistencia del elemento laminar continuo.

En otra modalidad, el elemento laminar continuo formado se transfiere a la superficie del tambor secador calentado que puede girar, el cual puede ser un secador Yankee. El rollo de presión, en una modalidad, puede comprender un rollo de presión por succión. Con el fin de adherir el elemento laminar continuo a la superficie del tambor secador, un adhesivo de encrespado puede aplicarse a la superficie del tambor secador por un dispositivo de aspersión. El dispositivo de aspersión puede emitir una composición de encrespado elaborada de acuerdo con la presente descripción, o puede emitir un adhesivo de encrespado convencional. El elemento laminar continuo se adhiere a la superficie del tambor secador y luego se encrespa a partir del tambor al utilizar la cuchilla de encrespado. Si se desea, el tambor secador puede asociarse con una cabina. La cabina puede utilizarse para forzar aire contra o a través del elemento laminar continuo.

En otras modalidades, una vez encrespado del tambor secador, el elemento laminar continuo puede adherirse a un segundo tambor secador. El segundo tambor secador puede comprender, por ejemplo, un tambor calentado rodeado por una cabina. El tambor puede calentarse de aproximadamente 25 a aproximadamente 200 °C, tal como de aproximadamente 100 a aproximadamente 150 °C.

Con el fin de adherir el elemento laminar continuo al segundo tambor secador, un segundo dispositivo de aspersión puede emitir un adhesivo sobre la superficie del tambor secador. De acuerdo con la presente descripción, por ejemplo, el segundo dispositivo de aspersión puede emitir una composición de encrespado como se describe anteriormente. La composición de encrespado no sólo ayuda a adherir el elemento laminar continuo de papel tisú al tambor secador, sino también se transfiere a la superficie del elemento laminar continuo a medida que el elemento laminar continuo se encrespa a partir del tambor secador por la cuchilla de encrespado.

Una vez encrespado a partir del segundo tambor secador, el elemento laminar continuo, opcionalmente, puede alimentarse alrededor de un tambor de carrete de enfriamiento y se enfría antes de enrollarse en un carrete.

Por ejemplo, una vez que un elemento laminar continuo fibroso se forma y seca, en un aspecto, la composición de encrespado puede aplicarse a por lo menos un lado del elemento laminar continuo, y el o los lados del elemento laminar continuo entonces pueden encresparse. En general, la composición de encrespado puede aplicarse a sólo un lado del elemento laminar continuo y sólo un lado del elemento laminar continuo puede encresparse, la composición de encrespado puede aplicarse a ambos lados del elemento laminar continuo y sólo un lado del elemento laminar continuo se encrespa, o la composición de encrespado puede aplicarse a cada

lado del elemento laminar continuo y cada lado del elemento laminar continuo puede encrespase.

Una vez encrespado, el elemento laminar continuo de papel tisú puede jalarsse a través de una estación de secado. La estación de secado puede incluir cualquier forma de una unidad de calentamiento, tal como un horno energizado por calor infrarrojo, energía de microondas, aire caliente o similares. Una estación de secado puede ser necesaria en algunas aplicaciones para secar el elemento laminar continuo y/o curar la composición de encrespado. Dependiendo de la composición de encrespado seleccionada, sin embargo, en otras aplicaciones una estación de secado puede no necesitarse.

En otras modalidades, el elemento laminar continuo base se forma por un proceso de secado por aire sin encrespar. En referencia a la Figura 1, un proceso de ejecución al utilizar la presente descripción se describirá con mayor detalle. El proceso mostrado representa un proceso de secado completo sin encrespar, pero se reconocerá que cualquier método de elaboración de papel o método de elaboración de papel tisú conocido puede utilizarse en conjunto con las estructuras para elaboración de papel tisú no tejidas de la presente descripción. Procesos para papel tisú secado por aire sin encrespar relacionados se describen, por ejemplo, en las Patentes de E.U. Nos. 5,656,132 y 6,017,417, las cuales se incorporan por la presente para referencia en este documento en una forma consistente con la presente descripción.

En la Figura 1, un formador de tela metálica doble que tiene una caja de entrada de fabricación de papel 10 inyecta o deposita una pasta de papel de una suspensión acuosa de fibras para fabricación de papel sobre una pluralidad de tejidos de conformación, tal como el tejido de conformación externo 5 y el tejido de conformación interno 3, lo que en consecuencia forma un elemento laminar continuo de papel tisú húmedo 6. El proceso de conformación de la presente descripción puede ser cualquier proceso de conformación convencional conocido en la industria de la fabricación de papel. Tales procesos de formación incluyen, pero no se limitan a, Fourdriniers, formadores de techumbres tales como formadores de rollo cabecero, y formadores de hueco tales como formadores de tela metálica doble y formadores tipo media luna.

El elemento laminar continuo de papel tisú húmedo 6 se forma en el tejido de conformación interno 3 a medida que el tejido de conformación interno 3 gira alrededor de un rollo de conformación 4. El tejido de conformación interno 3 sirve para soportar y transportar el elemento laminar continuo de papel tisú húmedo recién formado 6 corriente abajo en el proceso a medida que el elemento laminar continuo de papel tisú húmedo 6 se deseca parcialmente a una consistencia de aproximadamente 10 por ciento con base en el peso seco de las fibras. Una desecación adicional del elemento laminar continuo de papel tisú húmedo 6 puede llevarse a cabo por técnicas conocidas de fabricación de papel, tales como cajas de

succión de vacío, en tanto que el tejido de conformación interno 3 soporta el elemento laminar continuo de papel tisú húmedo 6. El elemento laminar continuo de papel tisú húmedo 6 puede desecarse adicionalmente a una consistencia de por lo menos aproximadamente 20 por ciento, más específicamente entre aproximadamente 20 a aproximadamente 40 por ciento, y más específicamente alrededor de 20 a aproximadamente 30 por ciento.

El tejido de conformación 3 generalmente puede elaborarse a partir de cualquier material poroso adecuado, tales como telas metálicas o filamentos poliméricos. Por ejemplo, algunos tejidos adecuados pueden incluir, pero no se limitan a, Albany 84M y 94M disponibles de Albany International (Albany, NY) Asten 856, 866, 867, 892, 934, 939, 959, o 937; Asten Synweave Design 274, los cuales se encuentran disponibles de Asten Forming Fabrics, Inc. (Appleton, WI); y Voith 2164 disponible de Voith Fabrics (Appleton, WI). Los tejidos de conformación o fieltros que comprenden capas base no tejidas también pueden ser útiles, incluyendo los de Scapa Corporation elaborados con espuma de poliuretano extrudido tal como Spectra Series.

El elemento laminar continuo húmedo 6 entonces se transfiere del tejido de conformación 3 a un tejido de transferencia 8 en tanto que está a una consistencia de sólidos de entre aproximadamente 10 a aproximadamente 35 por ciento, y particularmente, entre aproximadamente 20 a aproximadamente 30 por ciento. Como se utiliza en este documento, un “tejido de transferencia” es un tejido que se coloca entre la sección de conformación y la sección de secado del proceso de fabricación de elemento laminar continuo.

La transferencia al tejido de transferencia 8 puede llevarse a cabo con la ayuda de una presión positiva y/o negativa. Por ejemplo, en una modalidad, una zapata de vacío 9 puede aplicar presión negativa de tal modo que el tejido de conformación 3 y el tejido de transferencia 8 converjan y diverjan de manera simultánea en el borde de avance de la boca aspiradora. Típicamente, la zapata de vacío 9 suministra presión a niveles entre aproximadamente 33,768.5 Pa a aproximadamente 84,421.25 Pa (10 a aproximadamente 25 pulgadas de mercurio). Como se indica anteriormente, la zapata de transferencia de vacío 9 (presión negativa) puede complementarse o reemplazarse por el uso de presión positiva del lado opuesto del elemento laminar continuo para soplar el elemento laminar continuo sobre el siguiente tejido. En algunas modalidades, otras zapatas de vacío pueden también utilizarse para ayudar a extraer el elemento laminar continuo fibroso 6 sobre la superficie del tejido de transferencia 8.

Típicamente, el tejido de transferencia 8 se desplaza a una velocidad inferior a la del tejido de conformación 3 para potenciar el estiramiento MD y CD del elemento laminar continuo, lo cual generalmente se refiere al estiramiento de un elemento laminar continuo en su dirección transversal (CD) o de la máquina (MD) (expresado como alargamiento porcentual a la falla de la muestra). Por ejemplo, la diferencia de velocidad relativa entre los dos tejidos

puede ser de aproximadamente 1 a aproximadamente 30 por ciento, en algunas modalidades de aproximadamente 5 a aproximadamente 20 por ciento, y en algunas modalidades, de aproximadamente 10 a aproximadamente 15 por ciento. Esto se refiere comúnmente como “transferencia rápida”. Durante la “transferencia rápida”, se considera que muchos de los enlaces del elemento laminar continuo se rompen, lo que en consecuencia fuerza a la hoja a doblarse y plegarse hacia las depresiones en la superficie del tejido de transferencia 8. Tal moldeo a los contornos de la superficie del tejido de transferencia 8 puede incrementar el estiramiento en MD y CD del elemento laminar continuo. La transferencia rápida de un tejido a otro puede seguir los principios enseñados en cualquiera de las siguientes patentes, Patentes de E.U. Nos. 5,667,636, 5,830,321, 4,440,597, 4,551,199, 4,849,054, las cuales se incorporan por la presente para referencia en este documento en una forma consistente con la presente descripción.

El elemento laminar continuo de papel tisú húmedo 6 entonces se transfiere del tejido de transferencia 8 a un tejido de secado directo 11. Típicamente, el tejido de transferencia 8 se desplaza a aproximadamente la misma velocidad que el tejido de secado directo 11. Sin embargo, se ha descubierto ahora que una segunda transferencia rápida puede realizarse a medida que el elemento laminar continuo se transfiere del tejido de transferencia 8 a un tejido de secado directo 11. Esta transferencia rápida se refiere en este documento como presente en la segunda posición y se logra al operar el tejido de secado directo 11 a una velocidad inferior a la del tejido de transferencia 8. Al realizar la transferencia rápida en dos ubicaciones distintas, es decir, la primera y la segunda posiciones, un producto de papel tisú que tiene estiramiento CD incrementado puede producirse.

Además de la transferencia rápida del elemento laminar continuo de papel tisú húmedo del tejido de transferencia 8 al tejido de secado directo 11, el elemento laminar continuo de papel tisú húmedo 6 puede reordenarse macroscópicamente para conformarse a la superficie del tejido de secado directo 11 con la ayuda de un rollo de transferencia de vacío 12 o una zapata de transferencia de vacío como la zapata de vacío 9. Si se desea, el tejido de secado directo 11 puede correrse a una velocidad inferior a la velocidad del tejido de transferencia 8 para potenciar además el estiramiento MD del producto de papel tisú absorbente resultante. La transferencia puede llevarse a cabo con ayuda de vacío para asegurar la conformación del elemento laminar continuo de papel tisú húmedo 6 a la topografía del tejido de secado directo 11.

Mientras se soporta por el tejido de secado directo 11, el elemento laminar continuo de papel tisú húmedo 6 se seca a una consistencia final de aproximadamente 94 por ciento o superior por un secador directo 13. El elemento laminar continuo 15 entonces pasa a través del contacto entre rodillos de enrollamiento entre el tambor de carrete 22 y el carrete 23 y se enrolla a un rollo de papel tisú 25 para convertirse subsecuente, tales como corte en tiras, plegado y envasado.

El elemento laminar continuo se transfiere al tejido de secado directo para secado final preferiblemente con la ayuda de vacío para asegurar el reordenamiento macroscópico del elemento laminar continuo para dar el volumen y apariencia deseados. El uso de tejidos de transferencia y de secado directo separados puede ofrecer diversas ventajas dado que permite que los dos tejidos se diseñen específicamente para abordar requerimientos clave de producto independientemente. Por ejemplo, los tejidos de transferencia generalmente se optimizan para permitir una conversión eficiente de altos niveles de transferencia rápida a alto estiramiento MD en tanto que los tejidos de secado directo se diseñan para suministrar volumen y estiramiento CD. Por lo tanto es útil tener tejidos de transferencia moderadamente ásperos y moderadamente tridimensionales, y tejidos de secado directo que son bastante ásperos y tridimensionales en la configuración optimizada. El resultado es que una hoja relativamente lisa deja la sección de transferencia y luego se reordena macroscópicamente (con ayuda de vacío) para dar el alto volumen, alta topología superficial de estiramiento CD del tejido de secado directo. La topología de hoja se cambia completamente del tejido de transferencia al de secado directo y las fibras se reordenan macroscópicamente, incluyendo movimiento significativo fibra-fibra.

El proceso de secado puede ser cualquier método de secado no compresivo que tiende a conservar el volumen o espesor del elemento laminar continuo húmedo incluyendo, sin limitación, secado directo, radiación infrarroja, secado por microondas, etc. A causa de su disponibilidad comercial y factibilidad práctica, el secado directo se reconoce y es un medio comúnmente utilizado para secar de manera no compresiva el elemento laminar continuo para propósitos de esta invención. Tejidos de secado directo adecuados incluyen, sin limitación, tejidos con surcos en dirección de la máquina sustancialmente continuos con lo cual los surcos se constituyen de múltiples hebras de deformación agrupadas en conjunto, tales como los dados a conocer en la Patente de E.U. No. 6,998,024. Otros tejidos de secado directo adecuados incluyen los dados a conocer en la Patente de E.U. No. 7,611,607, que se incorpora en este documento en una forma consistente con la presente descripción, particularmente los tejidos denotados como Fred (t1207-77), Jeston (t1207-6) y Jack (t1207-12). El elemento laminar continuo preferiblemente se seca a una sequedad final en el tejido de secado directo, sin presionarse contra la superficie de un secador Yankee, y sin subsecuente encrespado.

Una vez que el elemento laminar continuo de papel tisú húmedo 6 se ha secado de manera no compresiva, lo que en consecuencia forma el elemento laminar continuo de papel tisú secado 15, es posible encrespar el elemento laminar continuo de papel tisú secado 15 al transferir el elemento laminar continuo de papel tisú secado 15 a un secador Yankee antes de enrollar, o al utilizar métodos de acortamiento alternativos tales como el microencrespado como se da a conocer en la Patente de E.U. No. 4,919,877.

En el producto enrollado, a menudo es favorable enrollar el producto con el lado más suave orientado hacia el consumidor, y por tanto se prefiere el proceso de corte para

incrementar la suavidad de este lado. Sin embargo, también es posible tratar el lado al aire del elemento laminar continuo en lugar del lado del tejido y, en estas modalidades, sería posible incrementar la suavidad del lado al aire a un nivel superior al del lado del tejido.

El proceso de la presente descripción es idóneo para formar productos de papel tisú de laminados múltiples. Los productos de papel tisú de laminados múltiples pueden contener dos laminados, tres laminados, o un número superior de laminados. En una modalidad particular, un producto de papel tisú enrollado de dos laminados se forma de acuerdo con la presente descripción, en el cual ambos laminados se fabrican al utilizar el mismo proceso de fabricación de papel, tal como, por ejemplo, secado por aire sin encrespar. Sin embargo, en otras modalidades, los laminados pueden formarse por dos diferentes procesos. Generalmente, antes de enrollarse en un rollo, el primer laminado y el segundo laminado se unen en conjunto. Cualquier manera adecuada para laminar los elementos laminares continuos en conjunto puede utilizarse. Por ejemplo, el proceso incluye un dispositivo de encrespado que da lugar a que los laminados se unan mecánicamente en conjunto a través de enredo de fibras. En una modalidad alternativa, sin embargo, un adhesivo puede utilizarse con el fin de unir los laminados en conjunto.

Adicionalmente, los elementos laminares continuos preparados de acuerdo con la presente descripción pueden someterse a cualquier posprocesamiento adecuado incluyendo, pero sin limitarse a, impresión, estampado, calandrado, corte en tiras, plegado, combinación con otras estructuras fibrosas, y similares.

Al combinar fibras de bambú en un elemento laminar continuo de papel tisú en esta forma, la descripción proporciona elementos laminares continuos de papel tisú que tienen características sorprendentes. Por ejemplo, elementos laminares continuos de papel tisú secados por aire que comprenden bambú tienen un volumen mejorado, sin pérdida de durabilidad o suavidad. La Tabla 2 a continuación muestra una comparación de elementos laminares continuos de control secados por aire y presionados en húmedo convencionales que comprenden fibras de madera dura y madera blanda con elementos laminares continuos comparables, en donde la fibra de madera blanda se ha reemplazado con bambú o fibra de Eucalipto de madera dura, respectivamente. Como se muestra en la Tabla 2, la adición de bambú al elemento laminar continuo resulta en un incremento en el volumen de hoja sin afectar negativamente la durabilidad o suavidad. Sin embargo, este efecto sólo se observa para elementos laminares continuos de papel tisú secados por aire. Cuando el elemento laminar continuo se fabrica al utilizar técnicas convencionales de presionado en húmedo el volumen en realidad disminuye, en tanto que la durabilidad y suavidad se afectan negativamente. De manera similar, el reemplazo de la fibra de madera blanda con fibra de madera dura, aunque resulta en un incremento en el volumen, da lugar a una disminución en durabilidad y suavidad.

TABLA 2

Control	Bambú			Eucalipto		
	Volumen Delta	Índice de durabilidad Delta	Índice de rigidez Delta	Volumen Delta	Índice de durabilidad Delta	Índice de rigidez Delta
Elemento laminar continuo TAD	7.7%	-0.8%	12.7%	7.9%	-14.8%	30.1%
Elemento laminar continuo CWP	-10.9%	-20.6%	31.4%	-7.0%	-30.5%	30.3%

MÉTODOS DE PRUEBA

Volumen de hoja

El Volumen de hoja se calcula como el cociente del calibre de hoja seca, expresado en micrones, dividido entre el gramaje seco, expresado en gramos por metro cuadrado. El Volumen de hoja resultante se expresa en centímetros cúbicos por gramo. Más específicamente, el Volumen de hoja es el espesor representativo de una sola hoja de papel tisú medido de acuerdo con los métodos de prueba TAPPI, T402 "Standard Conditioning and Testing Atmosphere For Paper, Board, Pulp Handsheets and Related Products" y T411 om-89 "Thickness (caliper) of Paper, Paperboard, and Combined Board". El micrómetro utilizado para llevar a cabo T411 om-89 es un Emveco 200-A Tissue Caliper Tester (Emveco, Inc., Newberg, OR). El micrómetro tiene una carga de 2 kilopascales, un área base de presión de 2500 milímetros cuadrados, un diámetro base de presión de 56.42 milímetros, un tiempo de permanencia de 3 segundos y una tasa de disminución de 0.8 milímetros por segundo.

Desgarre

[La prueba de desgarre se llevó a cabo de acuerdo con el método de prueba TAPPI T-414 "Internal Tearing Resistance of Paper (Elmendorf-type method)" al utilizar un instrumento de péndulo descendente tal como el Lorentzen & Wettre Modelo SE 009. La resistencia al desgarre es direccional y los desgarres MD y CD se miden independientemente.

De manera más particular, un espécimen de prueba rectangular de la muestra a probarse se corta del producto de papel tisú o lámina base de papel tisú, de tal modo que el espécimen de prueba mida 63 mm ± 0.15 mm (2.5 pulgadas ± 0.006") en la dirección a probarse (tal como la dirección MD o CD) y entre 73 y 114 milímetros (2.9 y 4.6 pulgadas) en la otra dirección. Los bordes del espécimen deben cortarse paralelos y perpendiculares a la dirección de prueba (sin sesgos). Cualquier dispositivo de corte adecuado, capaz de la precisión y exactitud proscrita, puede utilizarse. El espécimen de prueba debe tomarse de áreas

de la muestra que se encuentran libres de pliegues, arrugas, líneas de arrugas, perforaciones o cualquier otra distorsión que pudiera hacer al espécimen de prueba anormal del resto del material.

El número de laminados u hojas para probar se determina con base en el número de laminados o hojas requeridos para que los resultados de prueba caigan entre 20 a 80 por ciento en la escala de intervalo lineal del probador de desgarre y más preferiblemente entre 20 a 60 por ciento de la escala de intervalo lineal del probador de desgarre. La muestra preferiblemente debe cortarse no más cerca de 6 mm (0.25 pulgadas) del borde del material del cual se cortarán los especímenes. Cuando la prueba requiere más de una hoja o laminado, las hojas se colocan orientadas hacia la misma dirección.

El espécimen de prueba entonces se coloca entre las abrazaderas del aparato de péndulo descendente con el borde del espécimen alineado con el borde frontal de la abrazadera. Las abrazaderas are cerrado y una hendidura de 20 milímetros se corta en el borde de avance del espécimen, usualmente por una navaja cortante unida al instrumento. Por ejemplo, en el Lorentzen & Wettre Modelo SE 009 la hendidura se crea al empujar hacia abajo la palanca de navaja cortante hasta que alcance su detención. La hendidura debe ser limpia sin desgarres o mellas dado que esta hendidura servirá para iniciar el desgarre durante la prueba subsecuente.

El péndulo se libera y el valor de desgarre, el cual es la fuerza requerida para desgarrar completamente el espécimen de prueba, se registra. La prueba se repite un total de diez veces para cada muestra y el promedio de las diez lecturas se reporta como la resistencia al desgarre. La resistencia al desgarre se reporta en unidades de gramos de fuerza (gf). El valor de desgarre promedio es la resistencia al desgarre para la dirección (MD o CD) probada. La “resistencia al desgarre media geométrica” es la raíz cuadrada del producto de la resistencia al desgarre MD promedio y la resistencia al desgarre CD promedio. El Lorentzen & Wettre Modelo SE 009 tiene una configuración para el número de laminados probados. Algunos probadores pueden necesitar tener la resistencia al desgarre reportada multiplicada por un factor para dar una resistencia al desgarre por laminado. Para láminas base destinadas a ser productos de laminados múltiples, los resultados de desgarre se reportan como el desgarre del producto de laminados múltiples y no la lámina base de un solo laminado. Esto se hace al multiplicar el valor de desgarre de lámina base de un solo laminado por el número de laminados en el producto terminado. De manera similar, se presentan datos de producto terminado de laminados múltiples para desgarre como la resistencia al desgarre para la hoja de producto terminado y no los laminados individuales. Una diversidad de medios puede utilizarse para calcular, pero en general se hará al ingresar el número de hojas a probarse en lugar del número de laminados a probarse en el dispositivo medidor. Por ejemplo, dos hojas serían dos hojas de 1 laminado para el producto de 1 laminado, y dos hojas de 2 laminados (4 laminados) para productos de 2 laminados.

Tracción

La prueba de tracción se hizo de acuerdo con el método de prueba TAPPI T-576 “Tensile properties of towel and tissue products (using constant rate of elongation)” en donde la prueba se conduce en una máquina de prueba de tracción que mantiene una tasa constante de alargamiento y la anchura de cada espécimen probado es de 7.62 cm (3 pulgadas). Más específicamente, muestras para pruebas de resistencia a la tracción en seco se prepararon al cortar una tira de $76.2 \text{ mm} \pm 1.3 \text{ mm}$ (3 pulgadas ± 0.05 ”) de ancho en orientación ya sea en dirección de la máquina (MD) o en dirección transversal a la máquina (CD) al utilizar un JDC Precision Sample Cutter (Thwing-Albert Instrument Company, Philadelphia, PA, Modelo No. JDC 3-10, No. de Serie 37333) o equivalente. El instrumento utilizado para medir las resistencias a la tracción fue un MTS Systems Sintech 11S No. de Serie 6233. El software de adquisición de datos fue MTS TestWorks® para Windows Ver. 3.10 (MTS Systems Corp., Research Triangle Park, NC). La celda de carga se seleccionó de un máximo de 50 Newton o 100 Newton, lo que depende de la resistencia de la muestra que se prueba, de tal modo que la mayor parte de los valores de carga pico caigan entre 10 a 90 por ciento del valor de escala completa de la celda de carga. La longitud de gauge entre mordazas fue de $101.6 \pm 1 \text{ mm}$ (4 ± 0.04 pulgadas) para pañuelo facial y toallas y $50.8 \pm 0.5 \text{ mm}$ (2 ± 0.02 pulgadas) para papel higiénico. La velocidad de cruceta fue $254 \pm 1 \text{ mm/min}$ (10 ± 0.4 pulgadas/min), y la sensibilidad de fractura se ajustó a 65 por ciento. La muestra se colocó en las mordazas del instrumento, centrada verticalmente y de manera horizontal. La prueba entonces se inició y finalizó cuando el espécimen se rompió. La carga pico se registró como la "resistencia a la tracción MD" o la "resistencia a la tracción CD" del espécimen, lo que depende de la dirección de la muestra que se prueba. Diez especímenes representativos se probaron para cada producto u hoja y el promedio aritmético de todas las pruebas de especímenes individuales se registró como la resistencia a la tracción apropiada MD o CD del producto u hoja en unidades de gramos de fuerza por 7.62 cm (3 pulgadas) de muestra. La resistencia a la tracción media geométrica (GMT) se calculó y se expresa como gramos fuerza por 7.62 cm (3 pulgadas) de anchura de muestra. La energía de tracción absorbida (TEA) y pendiente también se calculan por el analizador de tracción. La TEA se reporta en unidades de g cm/cm^2 . La pendiente se registra en unidades de kg. La TEA y Pendiente son dependientes de la dirección y, de esta manera, las direcciones MD y CD se miden independientemente. La TEA media geométrica y pendiente media geométrica se definen como la raíz cuadrada del producto de los valores representativos de MD y CD para la propiedad determinada.

Los productos de láminas múltiples se probaron como productos de láminas múltiples y los resultados representan la resistencia a la tracción del producto total. Por ejemplo, un producto de 2 laminados se probó como producto de 2 laminados y se registró como tal. Una lámina base destinada para utilizarse para un producto de dos laminados se probó como dos laminados y la tracción se registró como tal. Alternativamente, un solo laminado puede

probarse y el resultado multiplicarse por el número de laminados en el producto final para obtener la resistencia a la tracción.

Resistencia a la ruptura

La resistencia a la ruptura en este documento es una medida de la capacidad de una estructura fibrosa para absorber energía, cuando se somete a la deformación normal al plano de la estructura fibrosa. La resistencia a la ruptura puede medirse en general de acuerdo con ASTM D-6548 con la excepción de que la prueba se hace en un analizador de tracción Constant-Rate-of-Extension (MTS Systems Corporation, Eden Prairie, MN) con un sistema de control de adquisición de datos y de trama basado en computadora, donde la celda de carga se coloca por arriba de la abrazadera de espécimen de tal modo que el miembro de penetración se hace descender hacia el espécimen de prueba, lo que ocasiona que se rompa. La disposición de la celda de carga y el espécimen es opuesta a la ilustrada en la Figura 1 de ASTM D-6548. El ensamble de penetración consiste en un miembro de penetración de aluminio anodizado semiesférico que tiene un diámetro de 1.588 ± 0.005 cm fijo a una varilla ajustable que tiene una rótula esférica. El espécimen de prueba se asegura en una abrazadera de espécimen que consiste en anillos concéntricos superior e inferior de aluminio entre los cuales la muestra se sostiene firmemente por sujeción mecánica durante la prueba. Los anillos de abrazadera de espécimen tienen un diámetro interno de 8.89 ± 0.03 cm.

El analizador de tracción se configura de tal modo que la velocidad de cruceta sea 15.2 cm/min, la separación de sonda sea 104 mm, la sensibilidad a la fractura sea 60 por ciento y la compensación de holgura sea 10 gf y el instrumento se calibra de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Las muestras se acondicionan bajo condiciones TAPPI y se cortan a cuadrados de 127×127 mm ± 5 mm. Para cada prueba un total de 3 hojas de producto se combinan. Las hojas se apilan una encima de otra en una forma tal que la dirección de la máquina de las hojas se alinee. En casos donde las muestras comprenden múltiples laminados, los laminados no se separan para probarse. En cada caso, la muestra de prueba comprende 3 hojas de producto. Por ejemplo, si el producto es un producto de papel tisú de 2 laminados, 3 hojas de producto, que totalizan 6 laminados, se prueban. Si el producto es un producto de papel tisú de un solo laminado, entonces 3 hojas de producto, que totalizan 3 laminados, se prueban.

Antes de probar, la altura de la sonda se ajusta según se requiera al insertar el aditamento de ruptura en la parte inferior del analizador de tracción y hacer descender la sonda hasta que se coloca aproximadamente 12.7 mm por arriba de la placa de alineamiento. La longitud de la sonda entonces se ajusta hasta que se apoya en el área rebajada de la placa de alineamiento cuando se hace descender.

Se recomienda utilizar una celda de carga en un cual la mayor parte de los resultados de carga máxima caigan entre 10 y 90% de la capacidad de la celda de carga. Para determinar la celda de carga más apropiada para probar, las muestras inicialmente se prueban para determinar la carga máxima. Si la carga máxima es < 450 gf se utiliza una celda de carga de 10 Newton, si la carga máxima es > 450 gf se utiliza una celda de carga de 50 Newton.

Una vez que el aparato se ajusta y se selecciona una celda de carga, las muestras se prueban al insertar la muestra en la abrazadera de espécimen y sujetar la muestra de prueba en su lugar. La secuencia de prueba entonces se activa, lo que ocasiona que el ensamble de penetración se haga descender a la velocidad y distancia especificadas anteriormente. Con la ruptura del espécimen de prueba por el ensamble de penetración la resistencia a la fuerza de penetración medida se muestra y registra. La abrazadera de espécimen entonces se libera para remover la muestra y alistar el aparato para la siguiente prueba.

La carga máxima (gf) y energía al pico (g-cm) se registran y el proceso se repite para todos los especímenes restantes. Un mínimo de cinco especímenes se prueban por muestra y el promedio de carga máxima de cinco pruebas se reporta como la Resistencia a la ruptura en seco.

EJEMPLOS

Ejemplo 1: Papel tisú presionado en húmedo convencional que comprende bambú

Los códigos de muestra se hicieron al utilizar un proceso de presionado en húmedo que utiliza un Formador tipo Crescent. Por consiguiente, productos de papel tisú de papel higiénico de un solo laminado y pañuelo facial de dos laminados se produjeron y probaron de acuerdo con las mismas pruebas descritas en la sección de Métodos de prueba. El siguiente proceso de fabricación de papel tisú se utilizó para producir los códigos de muestra.

Inicialmente, pulpa kraft de madera blanda nortea ("NSWK") se dispersó en un despulpador por 30 minutos a 3 por ciento de consistencia a aproximadamente 37.778 °C (100 °F). En ciertos casos, como se indica en las tablas a continuación, la pulpa NSWK se refinó a 1.5 a 5.0 cf-días/tonelada métrica. La pulpa NSWK entonces se transfirió a un tanque de carga y de manera subsecuente se diluyó a aproximadamente 0.75 por ciento de consistencia. Una vez diluida, en ciertos casos, Kymene® 920A y/o Hercobond® 1366 (ambos disponibles de Ashland, Covington, KY) se agregaron a la NSWK. Cuando se utilizó en un elemento laminar continuo de papel tisú de capas múltiples, se agregaron fibras NSWK a la capa media del elemento laminar continuo de papel tisú de 3 capas.

Aracruz ECF, una pulpa kraft de madera dura de eucalipto ("EHWK") (Aracruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) se dispersó en un despulpador por 30 minutos a aproximadamente 3 por ciento de consistencia a aproximadamente 37.778 °C (100 °F). La pulpa EHWK entonces se transfirió a un tanque de carga y de manera subsecuente se diluyó a aproximadamente 0.75 por

ciento de consistencia. Las fibras de pulpa EHWK se utilizaron en las dos capas externas de la estructura de papel tisú de 3 capas.

Pulpas de bambú blanqueado comercial se obtuvieron de Guizhou Chitianhua Paper Co., Ltd., Guizhou, China (a continuación “Bambú chino”) y Phoenix Pulp and Paper PCL, Khon - Kaen, Tailandia (a continuación “Bambú thai”). El Bambú chino fue una mezcla de 3 especies de bambú tropical *Neosinocalamus affinis*, *Bambusa rigida*, y *Bambusa pervariabilis* × *Dendrocalamopsis Daii*. El Bambú chino se despulpó por un proceso al sulfate TCF. El Bambú thai fue una pulpa Kraft ECF Bleached consistente en una mezcla de cuatro especies de bambú tropical: *Bambusa Bluemeana*, *Bambusa Tulda*, *Bambusa Nana* y *Dendrocalmus Asper*.

Fibras de pulpa de Bambú Moso se prepararon a partir de varas troceadas de bambú Moso verde por un proceso de pulpa Kraft al utilizar Na₂S y NaOH para digestión seguido por deslignificación con oxígeno y blanqueamiento con dióxido de cloro. Después de blanquear la pulpa se secó a 30 a 50 por ciento de consistencia en una prensa de banda para formar una pulpa troceada nunca seca. La pulpa nunca seca se convirtió a pulpa doblada seca que tiene un gramaje de alrededor de 250 g/m² al suspender 158.757 kg (350 libras) de base seca en horno de pulpa troceada de bambú en 5,299.577 litros (1400 galones) de agua en un hidropulpa a aproximadamente 51.667 °C (125 °F). La suspensión se despulpó por aproximadamente 20 minutos para dar suspensión de pulpa de bambú al 3 por ciento de consistencia. La suspensión se hizo pasar a una caja de entrada y se depositó en una banda de conformación Fourdiner que se mueve a aproximadamente 27.432 m (90 pies) por minuto y se desecó. Una opresión mínima se hizo en el proceso de remoción de agua al utilizar sólo los pesos de rollo en la sección de prensado en húmedo de la máquina. La hoja de pulpa desecada entonces se hizo pasar sobre tres pilas de secadores de calandrado, se secó y enrolló en centros de 10.16 cm (4 pulgadas). Las presiones de vapor en las pilas de calandrado se controlaron para proporcionar una pulpa doblada seca que tenía entre 6 y 8 por ciento de humedad.

Fibras de pulpa de bambú o NSWK se dispersaron en un despulpador por 25 minutos a 3 por ciento de consistencia a aproximadamente 37.778 °C (100 °F). En ciertos casos, como se indica en las tablas a continuación, la pulpa de bambú se refinó a 1.5 a 5.0 cf-días/tonelada métrica. La pulpa de bambú o NSWK entonces se transfirió a un tanque de carga y de manera subsecuente se diluyó a aproximadamente 0.75 por ciento de consistencia. Una vez diluida, en ciertos casos, Kymene® 920A y/o Hercobond® 1366 se agregaron a la NSWK. Cuando se utilizó en un elemento laminar continuo de papel tisú de capas múltiples, se agregaron fibras de bambú y NSWK a la capa media del elemento laminar continuo de papel tisú de 3 capas.

Fibras de pulpa Kraft de madera dura de eucalipto blanqueadas de manera similar obtenidas de Fibria, S.A., se dispersaron en un despulpador por 25 minutos a 3 por ciento de consistencia a 37.778 °C (100 °F). La suspensión de pulpas de eucalipto entonces se transfirió

a un tanque de carga y de manera subsecuente se diluyó a aproximadamente 0.75 por ciento de consistencia. Una vez diluida, en ciertos casos, Kymene® 920A, Hercobond® 1366, se agregaron a la NSWK. Cuando se utilizó en un elemento laminar continuo de papel tisú de capas múltiples, se agregaron fibras de bambú y NSWK a la capa media del elemento laminar continuo de papel tisú de 3 capas.

En ciertos casos las fibras de pulpa de los tinas de alimentación se bombearon a la caja de entrada a una consistencia de aproximadamente 0.1 por ciento. Las fibras de pulpa de cada tina de alimentación se enviaron a través de colectores separados en la caja de entrada para crear una estructura de papel tisú de 3 capas. Los caudales de flujo de las suspensiones de fibra de pulpa de reserva hacia el dispersor de flujo se ajustaron para dar una base de elemento laminar continuo objetivo. En los casos donde una estructura de capa se produjo, el flujo de suspensiones de fibra de pulpa de reserva se controló para proporcionar una división de capa de aproximadamente 30 a aproximadamente 35 por ciento en peso total de las fibras EHWK de elemento laminar continuo de papel tisú en ambas capas externas y 30 a aproximadamente 40 por ciento de fibras de pulpa NSWK o bambú en la capa central. Las fibras se depositaron sobre un fieltro al utilizar un formador Crescent.

En otros casos un elemento laminar continuo combinado se produjo al pesar la cantidad apropiada de la primera fibra de pulpa al despulpador y dispersar por 30 minutos a 3 por ciento de consistencia a aproximadamente 37.778 °C (100 °F). En algunos casos, la pulpa se refinó a 1.5 a 5.0 cf-días/tonelada métrica. La primera suspensión de pulpa entonces se transfirió de igual modo a tres tanques de carga. La cantidad de la segunda fibra de pulpa entonces se pesó al despulpador y se dispersó y refinó de manera similar si así se requería. La segunda suspensión de pulpa entonces se transfirió de igual modo a los tres tanques de carga. Los tres tanques de carga contenían ahora una mezcla combinada de las fibras. Los tanques de carga se diluyeron de manera subsecuente a aproximadamente 0.75 por ciento de consistencia. Una vez diluida, en ciertos casos, Kymene® 920A y/o Hercobond® 1366 se agregaron a las pastas de papel combinadas en los tanques de mezcla. Las suspensiones combinadas entonces se diluyeron a aproximadamente 0.1 por ciento de consistencia antes de bombearse a una caja de entrada de 3 capas de tal modo que todas las divisiones de 3 capas se distribuyeran en forma uniforme. Alternativamente, cuando no se requirió refinación, las pulpas podían combinarse en conjunto en el despulpador por el procedimiento proscrito y luego la suspensión combinada se transfirió del despulpador a las tinas de alimentación.

La hoja húmeda, aproximadamente 10 a 20 por ciento de consistencia, se adhirió a un secador Yankee, en desplazamiento a aproximadamente 24.384 a 36.576 m/min (80 a 120 pies/min) a través de un contacto entre rodillos mediante un rollo de presión.

La consistencia de la hoja húmeda después del contacto entre rodillos del rollo de presión (consistencia postrollo de presión o PPRC) fue de aproximadamente 40 por ciento. Un

puntal de pulverización situado debajo del secador Yankee roció una composición de encrespado a una presión de 413,685.6 Pa (60 psi) a una tasa de aproximadamente 0.25 g de sólidos / m² de producto. La composición de encrespado comprendió 0.16 por ciento en peso de alcohol polivinílico (PVOH), (Celvol™ 523 disponible de Celanese Chemicals, Calvert City, KY), 0.013 por ciento en peso de resina PAE (Kymene™ 6500 disponible de Ashland, Covington, KY) y 0.0013 por ciento en peso de Resozol™ 2008 (Ashland, Covington, KY).

La hoja se secó a aproximadamente 98 a 99 por ciento de consistencia a medida que se desplazaba en el secador Yankee y hacia la cuchilla de encrespado. La cuchilla de encrespado de manera subsecuente raspó la hoja de papel tisú y una porción de la composición de encrespado se separó del secador Yankee. La lámina base de papel tisú encrespado entonces se enrolló sobre un núcleo que se desplazaba a aproximadamente 15.24 a aproximadamente 30.48 m/min (50 a aproximadamente 100 pies/min) hacia rollos blandos para conversión.

Para producir los productos de papel tisú de pañuelo facial de 2 laminados (Nos. de muestra 1-4), dos rollos blandos del papel tisú encrespado entonces se enrollaron de nuevo, se calandraron, y laminaron en conjunto a fin de que ambos lados encrespados estuvieran en la parte exterior de la estructura de 2 laminados. El encrespado mecánico en los bordes de la estructura mantuvo los laminados juntos. La hoja laminada entonces se hendió en los bordes a una anchura estándar de aproximadamente 21.59 cm (8.5 pulgadas) y se plegó, y se cortó a un longitud de pañuelo facial. Las muestras de papel tisú se acondicionaron y probaron.

Las muestras producidas de acuerdo con el presente ejemplo se resumen en la Tabla 3, a continuación.

TABLA 3

Muestra	Gramaje de un solo laminado (gmc)	Estructura de elemento laminar continuo	Laminados	NSWK (% en peso)	EHWK (% en peso)	Bambú (% en peso)
1	15.1	Estratificado	2	30	70	0
2	15.1	Estratificado	2	40	60	0
3	15.1	Estratificado	2	0	70	30
4	15.1	Estratificado	2	0	60	40
5	16.7	Combinado	1	40	60	0
6	16.7	Combinado	1	40	60	0
7	16.7	Combinado	1	0	100	0
8	16.7	Combinado	1	0	100	0
9	16.7	Combinado	1	0	60	40
10	16.7	Combinado	1	0	60	40

Ejemplo 2: Papel tisú secado por aire sin encrespar que comprende bambú

Un elemento laminar continuo de papel tisú secado por aire de un solo laminado se elaboró generalmente de acuerdo con la Patente de E.U. No. 5,607,551, la cual se incorpora en este documento para referencia en una forma consistente con la presente descripción.

Más específicamente, de aproximadamente 27.216 a aproximadamente 45.359 kg (60 a aproximadamente 100 libras) (base seca en horno) de Aracruz ECF, una pulpa kraft de madera dura de eucalipto (“EHWK”) (Aracruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) se dispersó en un despulpador a 37.778 °C (100 °F) por 25 minutos a una consistencia de 3 por ciento antes de transferirse en partes iguales a dos tinas de alimentación y diluirse a una consistencia de 1 por ciento. Cuando se utilizó, Hercobond 1366 se pesó y diluyó a una solución activa al 1 por ciento con agua antes de agregarse a la tina de alimentación. La lechada de fibras y químico se dejó mezclar durante cinco minutos antes de que la solución de reserva se enviara a un la caja de entrada.

18.144 kg (cuarenta libras) (base seca en horno) de fibra Kraft de madera blanda nortea (“NSWK”) (o pulpa de bambú cuando se utilizó) se dispersaron en un despulpador a 37.778 °C (100 °F) durante 25 minutos a una consistencia de 3 por ciento antes de transferirse a una segunda tina de alimentación y diluirse a una consistencia de 1 por ciento. Las fibras de madera blanda pueden refinarse después de extraer la pulpa y antes de transferirse a la tina de alimentación como se indica en los ejemplos.

Para producir un elemento laminar continuo de papel tisú estratificado, antes de formarse, cada reserva se diluyó además a aproximadamente 0.1 por ciento de consistencia y se transfirió a una caja de entrada de 3 capas de tal manera que se proporcionara una hoja estratificada. La composición de fibras de las hojas estratificadas se describe en la tabla a continuación. Generalmente, las capas externas comprendieron EHWK y la capa interna comprendió NSWK, fibras de bambú o una mezcla de ambas.

Los elementos laminares continuos de papel tisú combinados se produjeron como se describe anteriormente.

El elemento laminar continuo formado se desecó de manera no compresiva y se transfirió de manera rápida a un tejido de transferencia que se desplazaba a una velocidad de alrededor de 25 por ciento más lenta que el tejido de conformación. El elemento laminar continuo entonces se transfirió a un tejido de secado directo y se secó. Las muestras 11-15 se convirtieron a productos enrollados para producir productos de papel higiénico de un solo laminado. Las muestras se produjeron como se describe en la Tabla 4, a continuación.

TABLA 4

Muestra	Gramaje (gmc)	Estructura de elemento laminar continuo	Lámina base o Producto terminado	Laminados	NSWK (% en peso)	EHWK (% en peso)	Bambú (% en peso)
11	27.1	Estratificado	Terminado	1	35	65	0
12	27.1	Estratificado	Terminado	1	25	65	10
13	27.1	Estratificado	Terminado	1	10	65	25
14	27.1	Estratificado	Terminado	1	0	65	35
15	27.1	NA	Terminado	1	0	0	100
16	27.1	NA	Terminado	1	0	100	0
17	36.5	NA	Lámina base	1	0	100	0
18	36.5	Estratificado	Lámina base	1	0	60	40
19	36.5	Estratificado	Lámina base	1	40	60	0
20	36.5	NA	Lámina base	1	0	100	0
21	36.5	Estratificado	Lámina base	1	0	50	50
22	36.5	Estratificado	Lámina base	1	0	60	40
23	36.5	Estratificado	Lámina base	1	40	60	0
24	36.5	Estratificado	Lámina base	1	40	60	0
25	36.5	Estratificado	Lámina base	1	0	60	40

Ejemplo 3: Toallas secadas por aire sin encrespar que comprenden bambú

Un elemento laminar continuo de papel tisú secado por aire sin encrespar de un solo laminado (UCTAD) se elaboró generalmente de acuerdo con la Patente de E.U. No. 5,607,551.

Más específicamente, de aproximadamente 22.68 a aproximadamente 45.359 kg (60 a aproximadamente 90 libras) (base seca en horno) de Aracruz ECF, una pulpa EHWK (Aracruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) se dispersó en un despulpador a 37.778 °C (100 °F) por 25 minutos con de aproximadamente 4.536 a aproximadamente 22.68 kg (aproximadamente 10 a aproximadamente 50 libras) de pulpa quimiotermino mecánica blanqueada (“BCTMP”) a una consistencia de 3 por ciento antes de transferirse en partes iguales a tres tinas de alimentación y diluirse a una consistencia de 1 por ciento.

18.144 kg (cuarenta libras) (base seca en horno) de pulpa NSWK (o pulpa de bambú cuando se utilizó) se dispersaron en un despulpador durante 25 minutos a una consistencia de 3 por ciento y se refinó a entre 1 y 5 caballos de fuerza ton/día antes de transferirse en partes iguales a las tres tinas de alimentación que contenían las fibras EHWK y BCTMP. Las tinas de

alimentación entonces se diluyeron a una consistencia de 1 por ciento. Kymene 920A se agregó a cada tina de alimentación a la tasa de 1 por ciento de agentes activos secos a base seca en horno de pulpa total. Las soluciones de reserva entonces se hicieron pasar en cantidades iguales a una caja de entrada de 3 capas después de la dilución a 0.75 por ciento de consistencia para formar una hoja combinada.

El elemento laminar continuo formado se desecó de manera no compresiva y se transfirió de manera rápida a un tejido de transferencia que se desplazaba a una velocidad de alrededor de 25 por ciento más lenta que el tejido de conformación. El papel continuo entonces se transfirió a una tela de secado por completo, se secó y calandró. Las muestras se produjeron como se describe en la Tabla 5, a continuación.

TABLA 5

Muestra	Gramaje de un solo laminado (gmc)	Estructura de elemento laminar continuo	Laminados	Bambú (% en peso)	NSWK (% en peso)	EHWK (% en peso)	BCTMP (% en peso)
26	39.0	Combinado	1	0	50	25	25
27	39.0	Combinado	1	70	0	5	25

Resistencia y volumen de elemento laminar continuo

El efecto del bambú sobre diversas propiedades de resistencia y durabilidad del papel tisú se exploró al preparar muestras al utilizar varios niveles de bambú. La Tabla 6 resume las propiedades físicas de láminas base preparadas como se describe anteriormente. La Tabla 7 resume las propiedades físicas de productos terminados preparados como se describe anteriormente.

TABLA 6

Muestra	Gramaje de un solo laminado (gmc)	Laminados	Elemento laminar continuo total de bambú (% en peso)	Volumen (cm ³ /g)	GMT (g/3'')	Índice TEA	CD TEA (g•cm/cm ²)
1	15.1	2	0	9.5	924	10.3	3.6
2	15.1	2	0	11.3	1235	10.2	4.9
3	15.1	2	30	9.0	1158	9.3	3.9
4	15.1	2	40	8.9	1116	10.1	4.8
5	16.7	1	0	9.7	1061	15.0	6.6
6	16.7	1	0	10.4	656	15.8	4.3
7	16.7	1	0	9.3	728	12.7	3.8
8	16.7	1	0	9.3	1024	12.4	5.2
9	16.7	1	40	9.1	1158	11.2	5.5
10	16.7	1	40	9.2	758	12.6	4.3
11	27.1	1	0	9.4	625	8.5	3.3
12	27.1	1	10	9.8	769	8.9	4.2
13	27.1	1	25	10.9	557	8.5	3.2
14	27.1	1	35	10.1	662	9.3	4.2
15	27.1	1	100	10.3	954	10.1	6.5
16	27.1	1	0	9.8	857	8.1	5.0
17	36.5	1	0	21.2	1160	11.2	8.8
18	36.5	1	40	21.9	1089	13.3	10.1
19	36.5	1	0	20.4	1051	12.0	8.9
20	36.5	1	0	22.1	1056	12.0	8.7
21	36.5	1	50	21.5	968	13.3	10.5
22	36.5	1	40	21.0	1167	13.6	13.7
23	36.5	1	0	19.8	1160	13.4	9.6
24	36.5	1	0	20.5	1248	14.7	11.3
25	36.5	1	40	22.0	1136	13.0	10.2
26	39.0	1	0	20.8	2738	10.9	17.7
27	39.0	1	70	22.6	1616	10.1	12.5

El cambio relativo en volumen (% de Volumen Delta), en comparación con un control, con un control idéntico que contiene NBSK en lugar de bambú, se resume en la tabla a continuación.

TABLA 7

Muestra	Gramaje (gmc)	Estructura de elemento laminar continuo	Laminados	Método de elaboración	Elemento laminar continuo total de bambú (% en peso)	Volumen (cm ³ /g)	Volumen Delta (%)
3	15.1	Estratificado	2	CWP	30	9.0	-4.5%
4	15.1	Estratificado	2	CWP	40	8.9	-21.4%
9	16.7	Combinado	1	CWP	40	9.1	-6.2%
10	16.7	Combinado	1	CWP	40	9.2	-11.7%
12	27.1	Estratificado	1	UCTAD	10	9.8	3.5%
13	27.1	Estratificado	1	UCTAD	25	10.9	15.1%
14	27.1	Estratificado	1	UCTAD	35	10.1	7.1%
15	27.1	Combinado	1	UCTAD	100	10.3	9.4%
18	36.5	Estratificado	1	UCTAD	40	21.9	7.6%
21	36.5	Estratificado	1	UCTAD	50	21.5	8.6%
22	36.5	Estratificado	1	UCTAD	40	21.0	5.9%
25	36.5	Estratificado	1	UCTAD	40	22.0	7.3%
27	39.0	Combinado	1	UCTAD	70	22.6	8.7%

Suavidad y durabilidad de elemento laminar continuo

El efecto del bambú sobre la durabilidad (Índice de durabilidad) y suavidad (Índice de rigidez) del elemento laminar continuo de papel tisú se exploró al preparar muestras al utilizar varios niveles de bambú, los resultados de lo cual se resumen a continuación.

TABLA 8

Muestra	Gramaje (gmc)	Estructura de elemento laminar continuo	Laminados	Elemento laminar continuo total de bambú (% en peso)	Índice de desgarr e	Índice de rigidez	Índice de durabilidad
1	15.1	Estratificado	2	0	10.3	9.4	24.3
2	15.1	Estratificado	2	0	10.2	10.0	23.2
3	15.1	Estratificado	2	30	9.3	12.7	19.8
4	15.1	Estratificado	2	40	10.1	13.0	21.2
5	16.7	Combinado	1	0	15.0	9.1	30.2
6	16.7	Combinado	1	0	15.8	8.4	33.1
7	16.7	Combinado	1	0	12.7	8.6	23.5
8	16.7	Combinado	1	0	12.4	9.3	20.5
9	16.7	Combinado	1	40	11.2	10.2	20.6
10	16.7	Combinado	1	40	12.6	13.3	27.3
11	27.1	Estratificado	1	0	8.49	10.9	25.6
12	27.1	Estratificado	1	10	8.92	10.1	25.8

Muestra	Gramaje (gmc)	Estructura de elemento laminar continuo	Laminados	Elemento laminar continuo total de bambú (% en peso)	Índice de desgarr e	Índice de rigidez	Índice de durabilidad
13	27.1	Estratificado	1	25	8.46	11.4	23.9
14	27.1	Estratificado	1	35	9.34	11.3	23.9
15	27.1	Combinado	1	100	10.08	11.6	28
16	27.1	Combinado	1	0	8.1	11.6	20.5
17	36.5	NA	1	0	11.2	6.0	27.1
18	36.5	Estratificado	1	40	13.3	5.3	33.5
19	36.5	Estratificado	1	0	12.0	4.9	31.9
20	36.5	NA	1	0	12.0	6.6	29.2
21	36.5	Estratificado	1	50	13.3	5.3	34.9
22	36.5	Estratificado	1	40	13.6	5.8	33.6
23	36.5	Estratificado	1	0	13.4	4.8	34.2
24	36.5	Estratificado	1	0	14.7	4.9	37.4
25	36.5	Estratificado	1	40	13.0	5.5	33.9
26	39.0	Combinado	1	0	10.9	4.7	31.8
27	39.0	Combinado	1	70	10.1	7.5	31.6

El cambio relativo en el Índice de durabilidad e Índice de rigidez, en comparación con un control idéntico que contiene NBSK en lugar de bambú, se resume en la tabla a continuación.

TABLA 9

Muestra	Gramaje de un solo laminado (gmc)	Estructura de elemento laminar continuo	Laminados	Método de elaboración	Elemento laminar continuo total de bambú (% en peso)	Índice de durabilidad Delta (%)	Índice de rigidez Delta (%)
3	15.1	Estratificado	2	CWP	30	-20.1%	32.6%
4	15.1	Estratificado	2	CWP	40	-12.9%	30.2%
9	16.7	Combinado	1	CWP	40	-31.7%	31.6%
10	16.7	Combinado	1	CWP	40	-17.6%	43.0%
12	27.1	Estratificado	1	UCTAD	10	0.6%	0.4%
13	27.1	Estratificado	1	UCTAD	25	-6.5%	-2.2%
14	27.1	Estratificado	1	UCTAD	35	-6.7%	10.4%
15	27.1	Combinado	1	UCTAD	100	9.2%	9.9%
18	36.5	Estratificado	1	UCTAD	40	5.1%	7.1%
21	36.5	Estratificado	1	UCTAD	50	2.0%	11.1%
22	36.5	Estratificado	1	UCTAD	40	-1.6%	20.4%
25	36.5	Estratificado	1	UCTAD	40	-9.3%	12.2%
27	39.0	Combinado	1	UCTAD	70	-0.4%	61.4%

Aunque elementos laminares continuos de papel tisú y productos que comprenden los mismos se han descrito con detalle con respecto a las modalidades específicas de los mismos, se apreciará que los expertos en la técnica, al alcanzar una comprensión de lo precedente, pueden percatarse fácilmente de alteraciones a, variaciones de, y equivalentes a estas modalidades. Por consiguiente, el alcance de la presente invención debe valorarse como aquel de las reivindicaciones adjuntas y cualquier equivalente a las mismas.