

RAISBECK, LARA, RODRIGUEZ & RUEDA
MIEMBROS DE LA FIRMA

BAKER & McKENZIE

CALLE 35 No. 7-25, Piso 4
TELÉFONO: (57-1) 285-1400 / 570-0010
SANTA FE DE BOGOTÁ, D.C.
COLOMBIA

73

40
38

Señores

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

DIVISION DE NUEVAS CREACIONES

E. _____ S. _____

SUPERINDUSTRIA Y COMERCIO
Radicacion : 00025844 00000001 Folios: 73
Fecha (AMD): 2000-07-18 17:16:51
Tramite : 002 PATENTES D 1 REGISTRO/ 444 REPUESTA
Dependencia: 2020 DIVISION DE NUEVAS CREACIONES

Re: **Expediente No. 00 025.844.**

Solicitud de Patente de Invención titulada :

“MÉTODO DE JUNTAR Y EXPANDIR
CONFIGURACIONES AMORFAS”.

Solicitante : THE PROCTER & GAMBLE
COMPANY.

**RESPUESTA AL AUTO NOTIFICADO POR ESTADO No. 077 DE FECHA
1 DE JUNIO DE 2000, CONCEPTO TECNICO No. 757**

CARLOS R. OLARTE, mayor de edad y vecino de Santa fe de Bogotá,
identificado tal como aparece al pie de mi firma en mi carácter de apoderado de la
sociedad solicitante, respetuosamente me permito manifestar lo siguiente ante el auto
emanado por ese Despacho, dentro del término legal:

BAKER & McKENZIE

CALLE 35 No. 7-25, Piso 4
TELÉFONO: (57-1) 285-1400
SANTA FE DE BOGOTÁ, D.C.
COLOMBIA

- 2 -

1. En atención a la primera observación del Examinador Técnico, dirigida al tamaño de las hojas en las cuales se presentó la solicitud me permito adjuntar un Capítulo Descriptivo y un Capítulo Reivindicatorio en hojas tamaño oficio.

2. En atención a la segunda observación del Examinador Técnico, dirigida al título, el extracto y las tarjetas de la invención, aclaro que por un error de transcripción, el título de la invención no aparecía correctamente y por consiguiente el extracto y las tarjetas contenían el mismo error. Por lo tanto, me permito adjuntar un nuevo Extracto para la Publicación y nuevas Tarjetas para el Archivo Temático y de Propietarios en las cuales el título de la invención se ha corregido de forma que ahora lee: "MÉTODO DE JUNTAR Y EXPANDIR CONFIGURACIONES AMORFAS".

3. En atención a la tercera observación del Examinador Técnico, adjunto un Capítulo Descriptivo en el cual las unidades han sido convertidas al Sistema Internacional. En el evento que se haya omitido accidentalmente alguna conversión, me permito suministrar el siguiente equivalente de conversión:

- a- Pulgada = 2,54 cm.
- b- Pulgada² = 6,4516 cm²

4. En atención a la cuarta observación del Examinador Técnico, adjunto los dibujos solicitados.

5. En atención a la quinta observación del Examinador Técnico, adjunto el arte final en tamaños 12 x 12 cm (duplicado) y 6 x 6 cm en papel mantequilla.

RAISBECK, LARA, RODRIGUEZ & RUEDA

MIEMBROS DE LA FIRMA

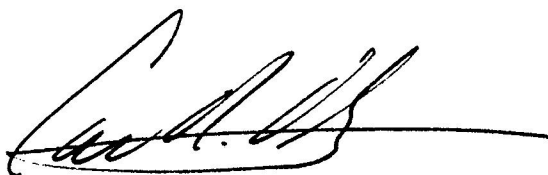
BAKER & McKENZIE

CALLE 35 No. 7-25, Piso 4
TELÉFONO: (57-1) 285-1400
SANTA FE DE BOGOTÁ, D.C.
COLOMBIA

- 3 -

6. Atendiendo las únicas observaciones del Examinador Jurídico, adjunto copia Certificada del Documento de Prioridad junto con la traducción de su Capítulo Reivindicatorio.

Atentamente,



CARLOS R. OLARTE
C.C. No. 79.782.747 de Bogotá
T.P. 74.295

Anexos: Capítulo Descriptivo.
 Capítulo Reivindicatorio.
 Documento de Prioridad junto con la Traducción de su Capítulo
 Reivindicatorio.
 Nuevo Extracto para la Publicación.
 Nuevas Tarjetas para el Archivo Temático y de Propietarios..
 Dibujos.
 Arte Final.

43
41

P

MÉTODO DE JUNTAR Y EXPANDIR CONFIGURACIONES AMORFAS

CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a configuraciones amorfas útiles en la fabricación de materiales en hoja tridimensionales que resisten el anidado de capas superpuestas una dentro de otra. La presente invención se refiere adicionalmente a un método para crear tales configuraciones que permiten que las configuraciones sean juntadas borde con borde con ellas mismas u otras configuraciones idénticas sin interrupciones en la forma de junturas visibles en la configuración.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

El uso de configuraciones amorfas para la prevención del anidado en rollos enrollados de productos en hoja tridimensionales ha sido revelado en la asignada en común, copendiente (admitida) Solicitud de Patente de los Estados Unidos Serial No. 08/745,339, registrada el 8 de noviembre de 1996, a nombre de McGuire, Tweddell, y Hamilton, titulada "Materiales en Hoja Tridimensionales Resistentes al Anidado y Método y Aparato Para Fabricar los Mismos", cuya revelación se incorpora en la presente invención como referencia. En esta solicitud, es esboza un método de generar configuraciones amorfas con propiedades extraordinariamente uniformes basadas en una teselación Voronoi constreñida de doble espacio. Utilizando este método, se crean utilizando una computadora configuraciones amorfas que consisten de una red entrelazada de polígonos irregulares.

Las configuraciones que se crean utilizando el método que se



describe en la solicitud antes mencionada funcionan muy bien para materiales pequeños planos. Sin embargo, cuando se intenta utilizar estas configuraciones en la creación de herramientas de producción (tal como cilindros de grabar en relieve), existe una junta obvia donde la configuración se "encuentra" a medida que se envuelve alrededor del cilindro debido a los bordes diversos de la configuración. Adicionalmente, para cilindros muy grandes, el tiempo de computar que se requiere para generar la configuración para cubrir estos cilindros se hace abrumador. Lo que se requiere entonces, es un método de crear estas configuraciones amorfas que permitan el "enlozado". Como se utiliza en la presente invención, los términos "loza", "enlozamiento", y "enlozado" hacen referencia a una configuración o un elemento de una configuración que comprende una región limitada llena de un diseño de configuración que se puede unir de canto a otras configuraciones o elementos de configuraciones idénticos que tienen geometrías de borde complementarias pero no idénticos para formar una configuración más grande que no tiene una junta visualmente aparente. En caso de que una configuración "enlozada" de este tipo se utiliza en la creación de un cilindro de grabar en relieve no existiría apariencia de una junta donde la configuración plana se "encuentra" a medida que se envuelve alrededor del cilindro. Adicionalmente, una configuración muy grande (tal como la superficie de un cilindro grande de grabar en relieve) se puede elaborar mediante el "enlozado" de una configuración pequeña, y no existiría ninguna apariencia de una junta en los bordes de las lozas de configuración pequeña.

45
43
x6

Por consiguiente, sería deseable proveer un método de crear configuraciones amorfas en base a una teselación Voronoi de doble espacio que se puede "enlozar" sin la apariencia de una juntura en los bordes de la loza.

5

RESUMEN DE LA INVENCION

La presente invención provee un método para crear configuraciones amorfas basadas en una teselación Voronoi de doble espacio que se puede enlozar. Existen tres pasos básicos que se requieren para generar una teselación Voronoi constreñida de doble espacio: 1) colocación del punto de nucleación; 2) triangulación Delauney de los puntos de nucleación; y 3) extracción del polígono del espacio triangulado Delauney. El atributo de enlozado se logra modificando solamente la porción de punto de nucleación del algoritmo.

El método de la presente invención, para crear una configuración bidimensional amorfa de formas geométricas bidimensionales que tienen dos bordes opuestos que se pueden enlozar entre sí, comprende los pasos de: (a) especificar la anchura $x_{\max}$ de la configuración medida en la dirección x entre los bordes opuestos; (b) añadir una región de borde de cálculo de anchura B a la configuración a lo largo de uno de los bordes localizados a la x distancia $x_{\max}$; (c) generar en forma de cálculo las coordenadas (x,y) de un punto de nucleación que tiene x coordenadas entre 0 y $x_{\max}$; (d) seleccionar puntos de nucleación que tienen x coordenadas entre 0 y B y copiarlas en la región de borde de cálculo añadiendo $x_{\max}$ a su valor de x coordenada; (e) comparar tanto el punto de nucleación generado en forma de cálculo como el punto de nucleación,

46
44
/

copiado correspondiente en el borde de cálculo contra todos los puntos de nucleación generados previamente; y (f) repetir los pasos (c) hasta (e) hasta que han sido generados un número deseado de puntos de nucleación.

- 5 Para completar el proceso de formación de la configuración, se incluyen los pasos adicionales de: (g) realizar una triangulación Delaunay sobre los puntos de nucleación; y (h) realizar una teselación Voronoi sobre los puntos de nucleación para formar formas geométrica bidimensionales. Las configuraciones que tienen dos pares de bordes opuestos que pueden estar enlazados entre sí se pueden generar proporcionando bordes de
- 10 cálculo en dos direcciones coordenadas mutuamente ortogonales.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

- Aun cuando la especificación concluye con reivindicaciones que señalan particularmente y reivindican claramente la presente invención, se cree que la presente invención será mejor comprendida de la siguiente descripción de las realizaciones preferidas, tomada junto con los dibujos anexos, en que números de referencia iguales identifican elementos idénticos y en donde:
- 15

- La Figura 1 es una vista de plano de cuatro "lozas" idénticas de una configuración amorfa de la técnica anterior.
- 20

La Figura 2 es una vista de plano de las cuatro "lozas" de la técnica anterior de la Figura 1 desplazada en proximidad más estrecha para ilustrar el desajuste de los bordes de la configuración.

- La Figura 3 es una vista de plano similar a la Figura 1 de cuatro "lozas" idénticas de una realización representativa de una configuración
- 25

amorfa según la presente invención;

La Figura 4 es una vista de plano similar a la Figura 2 de las cuatro "lozas" de la Figura 3 desplazadas en proximidad más estrecha para ilustrar el desajuste de los bordes de la configuración;

5 La Figura 5 es una ilustración esquemática de las dimensiones que se mencionan en las ecuaciones de generación de configuración de la presente invención; y

La Figura 6 es una ilustración esquemática de las dimensiones que se mencionan en las ecuaciones de generación de configuración del a
10 presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La Figura 1 es un ejemplo de una configuración 10 creada utilizando el algoritmo que se describe en la previamente mencionada solicitud de McGuire et al. Se incluye en la Figura 1 cuatro "lozas" idénticas de la
15 configuración 10 que tienen dimensiones idénticas y están orientadas de manera idénticas. En caso de que se haga un intento de "enlozar" esta configuración, como se muestra en la Figura 2, atrayendo las "lozas" 10 en proximidad más estrecha para formar una configuración más grande, juntas obvias aparecen en el borde de lozas o elementos de
20 configuración adyacentes. Tales juntas causan distracción visual de la naturaleza amorfa de la configuración y, en el caso de un material tridimensional fabricado de una estructura de formación que utiliza una configuración de este tipo, las juntas crean trastornos en las propiedades físicas del material en los lugares de las juntas. En vista de que las lozas
25 10 son idénticas, las juntas creadas juntando los bordes opuestos de

45
46

lozas idénticas también ilustran las juntas que serían formadas en caso de que los bordes opuestos del mismo elemento de configuración se juntaran, tal como mediante envolviendo la configuración alrededor de una correa o cilindro.

- 5 Por contraste, las Figuras 3 y 4 muestran vistas similares de una configuración 20 creada utilizando un algoritmo de la presente invención, como se describe más adelante. Es obvio de las Figuras 3 y 4 que no hay apariencia de una junta en los bordes de las lozas 20 cuando se juntan en proximidad estrecha. Igualmente, en caso de que bordes opuestos de una configuración o loza individual se juntan, tal como envolviendo la configuración alrededor de una correa o cilindro las juntas igualmente no serán fácilmente discernibles visualmente.

15 Como se utiliza en la presente invención, el término "amorfo" hace referencia a una configuración que no exhibe una organización, regularidad, u orientación de elementos constituyentes perceptible aparente. Esta definición del término "amorfo" generalmente es según el significado común del término como se evidencia por la correspondiente definición en Webster's Ninth New Collegiate Dictionary. En una configuración de este tipo, la orientación y disposición de un elemento con relación a un elemento cercano no lleva ninguna relación fácil de predecir a la del(los) próximo(s) elemento(s) sucesivo(s) siguiente(s)

20 Por vía de contraste, el término "serie" se utiliza en la presente invención para hacer referencia a elementos constituyentes que exhiben agrupamientos o disposiciones regulares, ordenadas. Esta definición del término "serie" igualmente es generalmente según el significado común del

44
47
7

término como se evidencia por la correspondiente definición en Webster's Ninth New Collegiate Dictionary. En una configuración de serie de este tipo, la orientación y disposición de un elemento con relación a un elemento cercano lleva una relación fácil de predecir al del(los) próximo(s) elemento(s) sucesivo(s) siguiente(s).

El grado en que el orden está presente en una configuración de una serie de salientes tridimensionales lleva una relación directa al grado de capacidad de anidado que exhibe la tela. Por ejemplo, en una configuración de serie muy ordenada de salientes huecos de tamaño y forma uniformes en una serie hexagonal dispuestos apretadamente, cada saliente es literalmente otra repetición de cualquier otro saliente. El anidado de regiones de una tela de este tipo, si no de hecho la totalidad de la tela, se puede lograr con un desplazamiento de la alineación de la tela entre telas o porciones de tela superpuestas de no más de un espacio de saliente en cualquier dirección determinada. Grados menores de orden pueden demostrar menos tendencia al anidado, aunque se cree que cualquier grado de orden provee algún grado de anidado. Por consiguiente, una configuración amorfa, no ordenada de salientes por lo tanto exhibiría el mayor grado posible de resistencia al anidado.

Materiales en hoja tridimensionales que tienen una configuración bidimensional de salientes tridimensionales que es de naturaleza substancialmente amorfa también se cree que exhiben "isomorfismo". Como se utiliza en la presente invención, los términos "isomorfismo" y su raíz "isomórfico" se utilizan para hacer referencia a uniformidad substancial en propiedades geométricas y estructurales para un área circunscrita

50
48
F

determinada donde sea que tal área se delimite dentro de una configuración. Esta definición del término "isomórfico" generalmente es según el significado común del término como se evidencia por la correspondiente definición en Webster's Ninth New Collegiate Dictionary.

- 5 Como ejemplo, un área prescrita que comprende un número estadísticamente significativo de salientes con relación a la totalidad de la configuración amorfa produciría valores estadísticamente substancialmente equivalentes para tales propiedades de tela como área de salientes, densidad numérica de salientes, longitud de pared total de los
- 10 salientes, etc. Una correlación de este tipo se cree que es deseable con relación a propiedades físicas y estructurales de la tela cuando se desea uniformidad al través de la superficie de la tela, y particularmente con relación a las propiedades de la tela medida normal al plano de la tela tal como resistencia al aplastamiento de los salientes, etc.

- 15 La utilización de una configuración amorfa de salientes tridimensionales tiene también otras ventajas. Por ejemplo, se ha observado que los materiales en hoja tridimensionales formados de un material que inicialmente es isotrópico dentro del plano del material permanece generalmente isotrópico con relación a las propiedades físicas
- 20 de la tela en direcciones dentro del plano del material. Como se utiliza en la presente invención, el término "isotrópico" se utiliza para hacer referencia a propiedades de la tela que se exhiben a grados substancialmente iguales en todas las direcciones dentro del plano del material. Esta definición del término "isotrópico" igualmente es según el
- 25 significado común como se evidencia por la definición correspondiente

51
49
72

definición en Webster's Ninth New Collegiate Dictionary. Sin el deseo de estar limitados por la teoría, actualmente se cree que esto se debe a la disposición no ordenada, no orientada de los salientes tridimensionales dentro de la configuración amorfa. A la inversa, materiales continuos
5 direccionales que exhiben propiedades de tela que varían por la dirección de la tela típicamente exhibirán tales propiedades de manera similar después de la introducción de una configuración amorfa sobre el material. Como ejemplo, un material en hoja de este tipo puede exhibir propiedades de tracción substancialmente uniformes en cualquier dirección dentro del
10 plano del material en caso de que el material de inicio fuese isotrópico en propiedades de tracción.

Una configuración amorfa de este tipo en el sentido físico se traduce en un número estadísticamente equivalente de salientes por medida de longitud unitaria que se encuentra por una línea trazada en cualquier
15 dirección determinada hacia afuera como un rayo desde cualquier punto determinado dentro de la configuración. Otros parámetros estadísticamente equivalentes pueden incluir número de paredes de salientes, área promedio de salientes, espacio total promedio entre salientes, etc. La equivalencia estadística en términos de elementos
20 geométricos estructurales con relación a las direcciones en el plano de la tela se cree que se traduce en equivalencia estadística en términos de las propiedades direccionales de la tela.

Visitando nuevamente el concepto de serie para destacar la diferencia entre series y configuraciones amorfas, en vista de que una
25 serie es por definición "ordenada" en el sentido físico, la serie exhibiría

52
50

12

cierta regularidad en tamaño, forma, espaciado, y/u orientación de salientes. Por consiguiente, una línea o rayo trazado desde un punto determinado en la configuración produciría valores estadísticamente diferentes dependiendo de la dirección en que el rayo se extiende para tales parámetros tales como números de paredes de salientes, área promedio de salientes, espacio total promedio entre salientes, etc. con una variación correspondiente en las propiedades direccionales de la tela.

Dentro de la configuración amorfa preferida, los salientes preferiblemente serán no uniformes con relación a su tamaño, forma, orientación con relación a la tela, y espaciado entre centros de salientes adyacentes. Sin tener el deseo de estar limitados por la teoría, las diferencias en el espaciado centro a centro de salientes adyacentes se cree que juegan un rol importante en reducir la probabilidad de ocurrencia de anidado en el escenario de anidado de cara a reverso. Las diferencias en el espaciado centro a centro de los salientes en la configuración resultan en el sentido físico en que los espacios entre salientes están localizados en diferentes localidades espaciales con relación a la tela total. Por consiguiente, la probabilidad de que ocurra un "apareamiento" entre porciones superpuestas de una o más telas en términos de localización de salientes/espacio es bastante baja. Adicionalmente, la probabilidad de que ocurra un "apareamiento" entre una pluralidad de salientes/espacios adyacentes sobre telas superpuestas o porciones de tela superpuestas es aún más baja debido a la naturaleza amorfa de la configuración de salientes.

En una configuración totalmente amorfa, como se preferiría

53
51

#

actualmente, el espaciado centro a centro es aleatorio, por lo menos dentro de una escala limpiada especificada por el diseño, de modo que existe una probabilidad igual de que el vecino más próximo de un saliente determinado ocurra en cualquier posición angular determinada dentro del plano de la tela. Otras características geométricas físicas de la tela también preferiblemente son aleatorias, o por lo menos no uniformes, dentro de las condiciones de los límites de la configuración tales como el numero de lados de los salientes, los ángulos incluidos dentro de cada saliente, el tamaño de los salientes, etc. Sin embargo, aun cuando es posible y en algunas circunstancias deseable que el espaciado entre salientes adyacentes sea no uniforme y/o aleatorio, la selección de las formas poligonales que son capaces de acoplarse entre sí hacen posible un espaciado uniforme entre salientes adyacentes. Esto es particularmente útil para algunas aplicaciones de los materiales de hoja tridimensionales resistentes al anidado de la presente invención, como se discute más adelante.

Como se utiliza en la presente invención, el término "polígono" (y la forma de adjetivo "poligonal") se utiliza para hacer referencia a una figura geométrica bidimensional con tres o más lados, en vista de que un polígono con uno o dos lados definirían una línea. Por consiguiente, triángulos, cuadriláteros, pentágonos, hexágonos, etc. se incluyen dentro del término "polígono", como se incluyen formas curvilíneas tales como círculos, elipses, etc. que tendrían un número infinito de lados.

Cuando se describen las propiedades de estructuras bidimensionales de formas no uniformes, particularmente no circulares, y

SA
52
L

espaciado no uniforme, frecuentemente es útil utilizar cantidades "promedio" y/o cantidades "equivalentes". Por ejemplo, en términos de caracterizar relaciones de distancia lineales entre objetos en una configuración bidimensional, donde el espaciado en base centro a centro o en base a espaciado individual, un término de espaciado "promedio" puede ser útil para caracterizar la estructura resultante. Otras cantidades que se pueden describir en términos de promedios incluirían la proporción del área superficial ocupado por objetos, área del objeto, circunferencia del objeto, diámetro del objeto, etc. Para otras dimensiones tal como circunferencia del objeto y diámetro del objeto, se puede hacer una aproximación para objetos que son no circulares mediante la construcción de un diámetro equivalente hipotético como se hace frecuentemente en contextos de líquidos.

Una configuración totalmente aleatoria de salientes huecos tridimensionales en una tela, en teoría, nunca exhibe anidado frente a reverso en vista de que la forma y alineación de cada tronco sería singular. Sin embargo, el diseño de una configuración total aleatoria de este tipo consumiría mucho tiempo y sería una proposición muy compleja, como sería el método de fabricar una estructura de formación adecuada. Según la presente invención, los atributos de no anidado se pueden obtener diseñando configuraciones o estructuras donde se especifica la relación de las celdas o estructuras adyacentes una a otra, pero en donde el tamaño, forma, y orientación precisa de las celdas o estructuras no es uniforme y no se repiten. El término "no se repite", como se utiliza en la presente invención, tiene el propósito de hacer referencia a configuraciones o

estructuras donde una estructura o forma idéntica no está presente en ninguna de dos localidades dentro de un área de interés definida. Aun cuando pueden existir más de un saliente de un tamaño y forma determinados dentro de la configuración o área de interés, la presencia de otros salientes alrededor de ellos de tamaño y forma no uniforme virtualmente elimina la posibilidad de que un agrupamiento idéntico de salientes esté presente en múltiples localidades. Expresado de manera diferente, la configuración de salientes no es uniforme por todo el área de interés de modo que ningún agrupamiento de salientes dentro de la configuración total será igual que cualquier otro agrupamiento similar de salientes. La resistencia de brazo del material en hoja tridimensional evitará anidado significativo de cualquier región de material que rodea un saliente particular aun en el caso de que el saliente se encuentra a sí mismo superpuesto sobre una depresión apareada individual en vista de que los salientes que rodean un saliente de interés individual diferirán en tamaño, forma, y espaciado centro a centro resultante de aquellos que rodean otros salientes/depresiones.

El profesor Davies de la Universidad de Manchester ha estado estudiando membranas de cerámica celulares porosas y, más particularmente, ha estado generando modelos analíticos de tales membranas para permitir que el modelo matemático simule el funcionamiento en el mundo real. Esta trabajo se describe en más detalle en la publicación titulada: "Membranas de cerámica porosas celulares: un modelo estocástico para describir la estructura de una membrana de óxido anódico", autores Broughton y G. A. Davies, que fue publicado en Journal

of Membrane Science, Volumen 106 (1995), en las páginas 89-101, cuya
revelación se incorpora en la presente invención como referencia. Otras
técnicas de modelado matemático se describen en más detalle en
"Computación del teselado Dalaunay n -dimensional con aplicación a
5 politopos Voronoi", autores D. F. Watson, que aparece en The Computer
Journal, Volumen 24, No. 2 (1981), en las páginas 167-172, y "Modelos
Estadísticos para Describir la Estructura de Membranas de Cerámica
Porosas", autores J.F.F. Lim, X. Jia, R. Jafferli, y G.A. Davies, que fueron
publicadas en Separation Science and Technology, 28(1-3) (1993), en las
10 páginas 821-854, cuyas revelaciones se incorporan en la presente
invención como referencia.

Como parte de este trabajo, el profesor Davies desarrolló una
configuración poligonal bidimensional basado en una teselación Voronoi
de doble espacio. En un método de este tipo, nuevamente haciendo
15 referencia a la publicación antes mencionada, los puntos de nucleación se
colocan en posiciones aleatorias en un plano limitado (predeterminado)
que son igual en número al número de polígonos que se desean en la
configuración terminada. Un programa de computadora "crece" cada punto
como un círculo simultánea y radialmente de cada punto de nucleación a
20 velocidades iguales. A medida que se encuentran los frentes de
crecimiento de puntos de nucleación vecinos, se detiene el crecimiento y
se forma una línea límite. Estas líneas límite cada una forma el borde de
un polígono, con vértices formadas por intersecciones de las líneas límite.

Aun cuando este antecedente teórico es útil para comprender cómo
25 tales configuraciones se pueden generar y las propiedades de tales

57
55

7

configuraciones, persiste la cuestión de realizar las repeticiones numéricas antes mencionadas por pasos para propagar los puntos de nucleación hacia afuera a través del campo de interés deseado hasta terminar. Por consiguiente, para realizar de manera expedita este proceso

5 preferiblemente se escribe un programa de computadora para realizar estos cálculos dadas las condiciones límite y parámetros de entrada apropiados y suministrar el producto deseado.

El primer paso para generar una configuración útil según la presente invención es establecer las dimensiones de la configuración deseada. Por

10 ejemplo, en caso de que se desee fabricar una configuración 25,4 cm de ancho y 25,4 cm de longitud, para ser formada opcionalmente en un tambor o correa así como también una plancha, entonces un sistema de coordenadas X-Y se establece con la dimensión X máxima ($x_{\max}$) siendo 25,4 cm y la dimensión Y máxima ($y_{\max}$) siendo 25,4 cm (o

15 viceversa).

Después de especificar el sistema de coordenadas y las dimensiones máximas, el próximo paso es determinar el número de "puntos de nucleación" que se convertirán en polígonos deseados dentro de los límites definidos de la configuración. Este número es un número

20 entero entre 0 e infinito, y se debe seccionar con relación al tamaño promedio y espaciado de los polígonos que se desean en la configuración terminada. Números más grandes corresponden a polígonos más pequeños, y viceversa. Un método útil para determinar el número apropiado de puntos de nucleación o polígonos es completar el número de

25 polígonos de un tamaño y forma uniforme artificial, hipotética que se

58
56

19

requeriría para llenar la estructura de formación deseada. En caso de que esta configuración artificial es una serie de hexágonos regulares 30 (ver la Figura 5), con D siendo la dimensión borde a borde y M siendo el espacio entre los hexágonos, entonces la densidad numérica de hexágonos, N, es:

5
$$N = \frac{2\sqrt{3}}{3(D + M)^2}$$

Se ha descubierto que utilizando esta ecuación para calcular una densidad de nucleación para las configuraciones amorfas generadas como se describe en la presente invención proporcionará polígonos con tamaño promedio que se aproxima estrechamente al tamaño de los hexágonos hipotéticos (D). Tan pronto se conoce la densidad de nucleación, el número total de puntos de nucleación a ser utilizados en la configuración se puede calcular multiplicando por el área de la configuración (516,128 cm² en el caso de este ejemplo).

Se requiere un generados de números aleatorios para el próximo paso. Se puede utilizar cualquier generador de números aleatorios adecuados conocidos por aquellas personas con experiencia en la técnica, incluyendo aquellos que requieren un "número germen" o utilizando un valor de inicio determinado objetivamente tal como tiempo cronológico. Muchos generadores de números aleatorios funcionan para proveer un número entre cero y uno (0 - 1), y la discusión de aquí en adelante asume el uso de un generador de este tipo. Un generador con una salida de diferenciación también se puede utilizar en caso de que el resultado se convierta a algún número entre cero y uno o en caso de utilizar factores de conversión apropiados.

50
57
22

Un programa de computadora se escribe para ejecutar el generador de números aleatorios el número deseado de iteraciones por general tanto números aleatorios como se requiere para igualar dos veces el número deseado de "puntos de nucleación" que se calcula anteriormente. A medida que se generan los números, números alternos se multiplican por o la dimensión X máxima o la dimensión Y máxima para generar pares aleatorios de coordenadas X e Y todas teniendo valores X entre cero y la dimensión X máxima y valores Y entre cero y la dimensión Y máxima. Estos valores luego se almacenan como pares de coordenadas (X,Y) iguales en número al número de "puntos de nucleación".

Es en este punto, que la invención que se describe en la presente invención difiere del algoritmo de generación de configuración que se describe en la solicitud de McGuire et al. antes mencionada. Asumiendo que se desea que el borde izquierdo y el borde derecho de la configuración "que engrana", i.e., sean capaces de "enlozar" uno con otro, se añade un borde de anchura B al lado derecho del cuadrado de 10 pulgadas (ver la Figura 6). El tamaño del borde requerido depende de la densidad de nucleación; mientras mayor es la densidad de nucleación, más pequeño es el tamaño de borde que se requiere. Un método conveniente de computar la anchura del borde, B, es hacer referencia nuevamente a la serie de hexágonos regulares hipotéticos que se describe anteriormente y se muestra en la Figura 5. En general, por lo menos tres columnas de hexágonos hipotéticos se deben incorporar en el borde, de modo que la anchura del borde se puede calcular como:

25

$$B = 3(D + H)$$

60
58
7

Ahora, cualquier punto de nucleación P con coordenadas (x,y) donde $x < B$ será copiado a dentro del borde como otro punto de nucleación, P' , con una nueva coordenada $(X_{\max} + x, y)$.

- 5 En caso de que el método que se describe en los párrafos anteriores se utiliza para generar una configuración resultante, la configuración será realmente aleatoria. Esta configuración realmente aleatoria tendrá, por su propia naturaleza) una gran distribución de tamaños y formas de polígonos que pueden ser no deseables en algunos casos. Con el propósito de proveer algún grado de control sobre el grado de aleatoriedad asociado
- 10 con la generación de lugares de "puntos de nucleación", un factor de control o "constreñimiento" se selecciona y se menciona más adelante como β (beta). El constreñimiento limita la proximidad de lugares de punto de nucleación vecinos a través de la introducción de una distancia de exclusión, E , que representa la distancia mínima entre cualquier dos
- 15 puntos de nucleación adyacentes. La distancia de exclusión E se computa de la siguiente manera:

$$E = \frac{2\beta}{\sqrt{\lambda\pi}}$$

donde λ (lambda) es la densidad numérica de puntos (puntos por área unitaria) y β varía de 0 a 1.

- 20 Para implementar el control del "grado de aleatoriedad", el primer punto de nucleación se coloca como se describe anteriormente. Luego se selecciona β , y luego E se calcula de la ecuación anterior. Observe que β , y de ese modo E , permanecerán constantes a través de toda la colocación de puntos de nucleación. Por cada coordenada de punto de nucleación

64
59
22

(x,y) subsiguiente que se genera, se computa la distancia desde este punto a cada otro punto de nucleación que ya ha sido colocado. En caso de que esta distancia es inferior a E para cualquier punto, las coordenadas (x,y) recién generadas se suprimen y se genera un nuevo conjunto. Este
5 proceso se repite hasta que todos los N puntos han sido colocados exitosamente. Observe que en el algoritmo de enlozado útil según la presente invención, para todos los puntos (x,y) donde $x < B$, tanto el punto P original como el punto P' copiado se debe verificar contra todos los otros puntos. En caso de que P o P' está más cerca a cualquier otro punto que
10 E, entonces tanto P como P' se suprimen, y se genera un nuevo conjunto de coordenadas (x,y) aleatoria.

En caso de que $\beta=0$, entonces la distancia de exclusión es cero, y la configuración será realmente aleatoria. En caso de que $\beta=1$, la distancia de exclusión es igual a la distancia vecina más próxima para una serie
15 empaquetada estrechamente de manera hexagonal. Seleccionar β entre 0 y 1 permite control sobre el "grado de aleatoriedad" entre estos dos extremos.

Con el propósito de hacer la configuración de enlozado en que tanto el borde izquierdo como el borde derecho se enlozan apropiadamente y
20 los bordes superior e inferior se enlozan apropiadamente, los bordes tendrán que ser utilizados tanto en la dirección X como Y.

Tan pronto se computa y se almacena el conjunto completo de puntos de nucleación, se realiza una triangulación Delauney como el paso precursor en generar la configuración poligonal terminada. El uso de una
25 triangulación Delaunay en este proceso constituye una alternativa

67
60

2

matemáticamente equivalente más sencilla a "crecer" iterativamente los polígonos de los puntos de nucleación simultáneamente como círculos, como se describe en el modelo teórico antes mencionado. El tema detrás de realizar la triangulación es generar conjuntos de tres puntos de nucleación que forman triángulos, de modo que un círculo que se construye para pasar a través de esos tres puntos no incluirá ningún otros puntos de nucleación dentro del círculo. Para realizar la triangulación Delaunay, se escribe un programa de computadora para ensamblar toda combinación posible de tres puntos de nucleación, siendo asignado cada punto de nucleación un número singular (entero) solamente para propósitos de identificación. Las coordenadas del radio y punto central luego se calculan para un círculo que pasa a través de cada conjunto de tres puntos dispuestos de manera triangular. Los lugares de las coordenadas de cada punto de nucleación que no se utilizan para definir el triángulo particular luego se comparan con las coordenadas del círculo (radio y punto central) para determinar si cualquiera de los otros puntos de nucleación caen dentro del círculo de los tres puntos de interés. En caso de que el círculo construido por aquellos tres puntos pasa la prueba (ningún otros puntos de nucleación caen dentro del círculo), entonces se almacenan los números de tres puntos, sus coordenadas X e Y, el radio del círculo, y las coordenadas X e Y del centro del círculo. En caso de que el círculo construido para aquellos tres puntos falla la prueba, no se guarda ningún resultado y el cálculo procede al siguiente conjunto de tres puntos.

Tan pronto la triangulación Delaunay ha sido completada, luego se realiza una teselación Voronoi de doble espacio para generar los

63
61

7

polígonos terminados. Para lograr la teselación, cada punto de nucleación guardado que es un vértice de un triángulo Delaunay forma el centro de un polígono. Luego se construye el trazado del polígono conectando en secuencia los puntos centrales de los círculos circunscritos de cada uno de los triángulos Delaunay, que incluyen ese vértice, en secuencia de manera en dirección al reloj. Guardar estos puntos centrales del círculo en un orden repetitivo tal como en dirección del reloj permite que las coordenadas de los vértices de cada polígono sea almacenado en secuencia por todo el campo de puntos de nucleación. Al generar los polígonos, se realiza una comparación de modo que cualquiera de los vértices de los triángulos en sus límites de la configuración se omiten del cálculo en vista de que no definen un polígono completo.

En caso de que se deseen para facilitar el enlozado múltiples copias de la misma configuración juntas para formar una configuración más grande, los polígonos que se generan como resultado de puntos de nucleación copiados en el borde de cálculo se pueden retener como parte de la configuración y superponer con polígonos idénticos en una configuración adyacente para ayudar a aparear espaciado y registro de los polígonos. Alternativamente, como se muestra en las Figuras 3 y 4. Los polígonos que se generan como resultado de puntos de nucleación copiados en el borde de cálculo se pueden suprimir después de realizar la triangulación y teselación de modo que configuraciones adyacentes se pueden colindar con espaciado poligonal adecuado.

Tan pronto se genera una configuración terminada de formas bidimensionales poligonales que engranan, según la presente invención tal

- red de formas que engranan utilizan como el diseño para una superficie de tela de una tela de material con la configuración que define las formas de las bases de los salientes huecos tridimensionales formados de la tela inicialmente plana de material de inicio. Con el propósito de lograr esta
- 5 formación de salientes de una tela inicialmente plana de material de inicio, se crea una estructura de formación adecuada que comprende un negativo de la estructura tridimensional terminada deseada que el material de inicio se obliga a amoldarse para ejercer fuerzas adecuadas suficientes para deformar permanentemente el material de inicio.
- 10 Del archivo de datos terminados de las coordenadas de los vértices poligonales, se puede hacer una producción física tal como un trazado lineal de la configuración terminada de polígonos. Esta configuración se puede utilizar de manera convencional como la configuración de entrada para un proceso de grabado en relieve de tamiz metálico para formar una
- 15 estructura de formación tridimensional. En caso de desear un espacio mayor entre los polígonos, se puede escribir un programa de computadora para añadir una o más líneas paralelas a cada lado del polígono para aumentar su anchura (y por lo tanto reducir el tamaño de los polígonos una cantidad correspondiente).
- 20 Aun cuando realizaciones particulares de la presente invención han sido ilustradas y descritas, será obvio para aquellas personas con experiencia en la técnica que distintos otros cambios y modificaciones se pueden hacer sin alejarse del espíritu y alcance de la invención, y es el propósito cubrir en las reivindicaciones anexas todas aquellas
- 25 modificaciones que están dentro del alcance de la invención.

65
63
f

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método de crear una configuración bidimensional amorfa de formas geométricas bidimensionales que engranan entre sí que tiene por lo menos dos bordes opuestos que se pueden enlazar entre sí, el método antes mencionado comprende los pasos de:
- 10 (a) especificar la anchura $x_{\max}$ de la configuración antes mencionada medida en la dirección x entre los bordes opuestos antes mencionados;
- (b) añadir una región de borde de cálculo de anchura B a la configuración antes mencionada a lo largo de uno de los bordes antes mencionados localizado en la x distancia $x_{\max}$;
- 15 (c) generar en forma de cálculo las coordenadas (x,y) de un punto de nucleación que tiene x coordenadas entre 0 y $x_{\max}$;
- (d) seleccionar puntos de nucleación que tienen x coordenadas entre 0 y B y copiarlos a la región de borde de cálculo antes mencionado añadiendo $x_{\max}$ a su valor de x coordenada;
- 20 (e) comparar tanto la nucleación generada en forma de cálculo y el correspondiente punto de nucleación copiado en el borde de cálculo antes mencionado contra todos los otros puntos de nucleación generados anteriormente; y
- 25 (f) repetir los pasos (c) hasta (e) hasta que el número de puntos de nucleación deseados ha sido generado.

66
64

27

2. El método de la Reivindicación 1, en donde la configuración antes mencionada incluye por lo menos dos pares de bordes opuestos, cada par de bordes opuestos es capaz de ser enlazados entre sí.
3. El método de la Reivindicación 1, que comprende adicionalmente los
5 pasos de:
 - (g) realizar una triangulación Delaunay sobre los puntos de nucleación antes mencionados; y
 - (h) realizar una teselación, Voronoi sobre los puntos de nucleación
antes mencionados para formar las formas geométrica
10 bidimensionales antes mencionadas,
4. El método de la Reivindicación 1, en donde la configuración antes mencionada incluye dos direcciones de coordenadas x y mutuamente ortogonales, y en donde los puntos de nucleación se copian a un borde de cálculo en cada dirección de coordenadas.
- 15 5. El método de la Reivindicación 1, en donde el paso de comparar los puntos de nucleación antes mencionados incluye un factor para controlar el grado de aleatoriedad de la configuración antes mencionada.
6. El método de la Reivindicación 1, en donde la anchura B del borde de
20 cálculo antes mencionado es por lo menos igual a la anchura de tres columnas de hexágonos hipotéticos.
7. El método de la Reivindicación 1, en donde el método antes mencionado incluye el paso de generar formas geométricas bidimensionales de los puntos de nucleación antes mencionados.
- 25 8. El método de la Reivindicación 7, en donde el método antes

67
65

70

mencionado incluye el paso de suprimir dos formas geométricas bidimensionales que resultan de puntos de nucleación copiados.

5 9. El método de la Reivindicación 7, en donde el método antes mencionado incluye el paso de guardar dos formas geométricas bidimensionales que resultan de puntos de nucleación copiados.

10. El método de la Reivindicación 7, en donde el método antes mencionado incluye el paso de generar una producción física de la configuración terminada de formas geométricas bidimensionales.

10

15

MÉTODO DE JUNTAR Y EXPANDIR CONFIGURACIONES AMORFAS

20

RESUMEN DE LA INVENCION

La presente invención provee un método para crear configuraciones amorfas basadas en una teselación Voronoi de doble espacio que se puede enlazar. Existen tres pasos básicos que se requieren para generar una teselación Voronoi constreñida de doble espacio: 1) colocación del
25 punto de nucleación; 2) triangulación Delauney de los puntos de

68
66
79

nucleación; y 3) extracción del polígono del espacio triangulado Delauney. El atributo de enlozado se logra modificando solamente la porción de punto de nucleación del algoritmo. El atributo de enlozar se logra modificando solamente la porción del punto de nucleación del algoritmo. El

5 método de la presente invención, para crear una configuración bidimensional amorfa de formas geométricas bidimensionales que tienen dos bordes opuestos que se pueden enlozar entre sí, comprende los pasos de: (a) especificar la anchura $x_{\max}$ de la configuración medida en la

10 dirección x entre los bordes opuestos; (b) añadir una región de borde de cálculo de anchura B a la configuración a lo largo de uno de los bordes localizados a la x distancia $x_{\max}$; (c) generar en forma de cálculo las

15 coordenadas (x,y) de un punto de nucleación que tiene x coordenadas entre 0 y $x_{\max}$; (d) seleccionar puntos de nucleación que tienen x coordenadas entre 0 y B y copiarlas en la región de borde de cálculo añadiendo $x_{\max}$ a su valor de x coordenada; (e) comparar tanto el punto de

20 nucleación generado en forma de cálculo como el punto de nucleación, copiado correspondiente en el borde de cálculo contra todos los puntos de nucleación generados previamente; y (f) repetir los pasos (c) hasta (e) hasta que han sido generados un número deseado de puntos de

25 nucleación. Para completar el proceso de formación de la configuración, se incluyen los pasos adicionales de: (g) realizar una triangulación Delaunay sobre los puntos de nucleación; y (h) realizar una teselación Voronoi sobre los puntos de nucleación para formar formas geométrica bidimensionales. Las configuraciones que tienen dos pares de bordes opuestos que pueden

25 estar enlozados entre sí se pueden generar proporcionando bordes de

~~69~~
67

~~25~~

cálculo en dos direcciones coordenadas mutuamente ortogonales.

5

10

15

20

25

70
68
F

Esta es una traducción parcial al idioma español de un documento escrito originalmente en el idioma inglés.

5

LOS ESTADOS UNIDOS DE AMERICA

A TODOS AQUELLOS A QUIEN ESTE DOCUMENTO SE LES PRESENTE:

DEPARTAMENTO DE COMERCIO DE LOS ESTADOS UNIDOS

10

Oficina de Patentes y Marcas de los Estados Unidos

Abril 10, 2000

15

ESTO ES PARA CERTIFICAR QUE LO ANEXADO A LA PRESENTE ES UNA FIEL COPIA DE LOS EXPEDIENTES DE LA OFICINA DE PATENTES Y MARCAS DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AQUELLOS DOCUMENTOS DE LA SOLICITUD DE PATENTE IDENTIFICADA A CONTINUACION QUE REUNIERON LOS REQUERIMIENTOS PARA QUE SE LE CONCEDA UNA FECHA DE PRESENTACION BAJO 35 USC (Código de los Estados Unidos)

20

NO. DE SOLICITUD: 09/288,736

FECHA DE PRESENTACION: 9 de Abril de 1999

25

SELLO DE LA
OFICINA DE MARCAS Y PATENTES
DE LOS ESTADOS UNIDOS DE

Por la Autoridad del
COMISIONADO DE PATENTES Y MARCAS

[firma ilegible]

30

P. SWAIN
Oficial de Certificación

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método de crear una configuración bidimensional amorfa de formas geométricas bidimensionales que engranan entre sí que tiene por lo menos dos bordes opuestos que se pueden enlazar entre sí, el método antes mencionado comprende los pasos de:
- 10 (a) especificar la anchura $x_{\max}$ de la configuración antes mencionada medida en la dirección x entre los bordes opuestos antes mencionados;
- (b) añadir una región de borde de cálculo de anchura B a la configuración antes mencionada a lo largo de uno de los bordes antes mencionados localizado en la x distancia $x_{\max}$;
- 15 (c) generar en forma de cálculo las coordenadas (x,y) de un punto de nucleación que tiene x coordenadas entre 0 y $x_{\max}$;
- (d) seleccionar puntos de nucleación que tienen x coordenadas entre 0 y B y copiarlos a la región de borde de cálculo antes mencionado añadiendo $x_{\max}$ a su valor de x coordenada;
- 20 (e) comparar tanto la nucleación generada en forma de cálculo y el correspondiente punto de nucleación copiado en el borde de cálculo antes mencionado contra todos los otros puntos de nucleación generados anteriormente; y
- (f) repetir los pasos (c) hasta (e) hasta que el número de puntos de nucleación deseados ha sido generado.
- 25

2. El método de la Reivindicación 1, en donde la configuración antes mencionada incluye por lo menos dos pares de bordes opuestos, cada par de bordes opuestos es capaz de ser enlazados entre sí.
3. El método de la Reivindicación 1, que comprende adicionalmente los pasos de:
- 5 (g) realizar una triangulación Delaunay sobre los puntos de nucleación antes mencionados; y
- (h) realizar una teselación, Voronoi sobre los puntos de nucleación antes mencionados para formar las formas geométrica
- 10 bidimensionales antes mencionadas,
4. El método de la Reivindicación 1, en donde la configuración antes mencionada incluye dos direcciones de coordenadas x y mutuamente ortogonales, y en donde los puntos de nucleación se copian a un borde de cálculo en cada dirección de coordenadas.
- 15 5. El método de la Reivindicación 1, en donde el paso de comparar los puntos de nucleación antes mencionados incluye un factor para controlar el grado de aleatoriedad de la configuración antes mencionada.
6. El método de la Reivindicación 1, en donde la anchura B del borde de
- 20 cálculo antes mencionado es por lo menos igual a la anchura de tres columnas de hexágonos hipotéticos.
7. El método de la Reivindicación 1, en donde el método antes mencionado incluye el paso de generar formas geométricas bidimensionales de los puntos de nucleación antes mencionados.
- 25 8. El método de la Reivindicación 7, en donde el método antes

73
71
H

mencionado incluye el paso de suprimir dos formas geométricas bidimensionales que resultan de puntos de nucleación copiados.

9. El método de la Reivindicación 7, en donde el método antes mencionado incluye el paso de guardar dos formas geométricas bidimensionales que resultan de puntos de nucleación copiados.

10. El método de la Reivindicación 7, en donde el método antes mencionado incluye el paso de generar una producción física de la configuración terminada de formas geométricas bidimensionales.

10

15



THE UNITED STATES OF AMERICA

TO ALL TO WHOM THESE PRESENTS SHALL COME:

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE

United States Patent and Trademark Office

April 10, 2000

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

APPLICATION NUMBER: 09/288,736

FILING DATE: April 09, 1999



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

**P. SWAIN
Certifying Officer**

Please type a plus sign (+) inside this box → [+]

PTO/SB/05 (12/97)

Approved for use through 09/30/00 OMB 0651-0032

Patent and Trademark Office U S DEPARTMENT OF COMMERCE

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number

UTILITY PATENT APPLICATION TRANSMITTAL

Attorney Docket No. 7492

Total Pages

First name inventor or Application Identifier

KENNETH S. MCGUIRE

Express Mail Label No. EL251623481US

APPLICATION ELEMENTS

See MPEP Chapter 600 concerning utility patent application contents

ADDRESS TO: Assistant Commissioner for Patents
Box Patent Application
Washington, D.C. 20231

1. ☒ Fee Transmittal Form
(Submit an original, and a duplicate for fee processing)

2. ☒ Specification Total Pages [15]
(preferred arrangement set forth below)

- Descriptive Title of the Invention
- Cross References to Related Applications
- Statement Regarding Fed sponsored R&D
- Reference to Microfiche Appendix
- Background of the Invention
- Brief summary of the Invention
- Brief Description of the Drawings (if filed)
- Detailed Description
- Claim(s)
- Abstract of the Disclosure

3. ☒ Drawing(s) (35 USC 113) Total Sheets [6]

4. Oath or Declaration

- a. ☒ Newly executed (original or copy)
b. ☐ Copy from a prior application (37 CFR 1.63(d))
(for continuation/divisional with Box 17 completed)
[Note Box 5 below]

i. ☐ DELETION OF INVENTORS

Signed statement attached deleting inventor(s) named in the prior application, see 37 CFR 1.63(d)(2) and 1.33(b).

5. ☐ Incorporation By Reference (useable if Box 4b is checked)

The entire disclosure of the prior application, from which a copy of the oath or declaration is supplied under Box 4b, is considered as being part of the disclosure of the accompanying application and is hereby incorporated by reference therein.

17. If a CONTINUING APPLICATION, check appropriate box and supply the requisite information:

☐ Continuation ☐ Divisional ☐ Continuation-in-part (CIP) of prior application No. /

18. CORRESPONDENCE ADDRESS

☐ Customer Number or Bar Code Label

(Insert Customer No. or Attach bar code label here)

or ☐ New correspondence address below

NAME	WILLIAM SCOTT ANDES				
	The Procter & Gamble Company				
ADDRESS	8611 Beckett Rd.				
CITY	West Chester	STATE	Ohio	ZIP CODE	45069
COUNTRY	U.S.	TELEPHONE	(513) 634-2644	FAX	(513) 634-6108

Burden Hour Statement: This form is estimated to take 0.2 hours to complete. Time will vary depending upon the needs of the individual case. Any comments on the amount of time you are required to complete this form should be sent to the Chief Information Officer, Patent and Trademark Office, Washington, D C 20231. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. SEND TO: Assistant Commissioner for Patents, Box Patent Application, Washington, D.C. 20231.

76
24
25

"Express Mail" mailing label number EL251623481US

Date of Deposit April 9, 1999

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

William Scott Andes

Name

Signature

P&G Case 7492

METHOD OF SEAMING AND EXPANDING
AMORPHOUS PATTERNS

5

KENNETH S. McGUIRE

FIELD OF THE INVENTION

10 The present invention relates to amorphous patterns useful in manufacturing three-dimensional sheet materials that resist nesting of superimposed layers into one another. The present invention further relates to a method of creating such patterns which permits the patterns to be seamed edge-to-edge with themselves or other identical patterns without interruptions in the form of visible seams in the pattern.

15

BACKGROUND OF THE INVENTION

20 The use of amorphous patterns for the prevention of nesting in wound rolls of three dimensional sheet products has been disclosed in commonly-assigned, co-pending (allowed) U.S. Patent Application Serial No. 08/745,339, filed November 8, 1996 in the names of McGuire, Tweddell, and Hamilton, entitled "Three-Dimensional, Nesting-Resistant Sheet Materials and Method and Apparatus for Making Same", the disclosure of which is hereby incorporated herein by reference. In this application, a method of generating amorphous patterns with remarkably uniform properties based on a constrained Voronoi tessellation of 2-space was outlined. Using this method, amorphous patterns consisting of an interlocking networks of irregular polygons are created using a computer.

25

30 The patterns created using the method described in the above mentioned application work quite well for flat, small materials. However, when one tries to use these patterns in the creation of production tooling (such as embossing rolls), there is an obvious seam where the pattern "meets" as it is wrapped around the roll due to the diverse edges of the pattern. Further, for very large rolls, the computing time required to generate the pattern to cover these rolls becomes overwhelming. What is needed then, is a method of

creating these amorphous patterns that allows "tiling." As utilized herein, the terms "tile", "tiling", and "tiled" refer to a pattern or pattern element comprising a bounded region filled with a pattern design which can be joined edge-wise to other identical patterns or pattern elements having complementary but non-identical edge geometries to form a larger pattern having no visually-apparent seam. If such a "tiled" pattern were used in the creation of an embossing roll, there would be no appearance of a seam where flat the pattern "meets" as it is wrapped around the roll. Further, a very large pattern (such as the surface of a large embossing roll) could be made by "tiling" a small pattern, and there would be no appearance of a seam at the edges of the small pattern tiles.

Accordingly, it would be desirable to provide a method of creating amorphous patterns based on a constrained Voronoi tessellation of 2-space that can be "tiled" with no appearance of a seam at the tile edges.

SUMMARY OF THE INVENTION

The present invention provides a method for creating amorphous patterns based on a constrained Voronoi tessellation of 2-space that can be tiled. There are three basic steps required to generate a constrained Voronoi tessellation of 2-space: 1) nucleation point placement; 2) Delaunay triangulation of the nucleation points; and 3) polygon extraction from the Delaunay triangulated space. The tiling feature is accomplished by modifying only the nucleation point portion of the algorithm.

The method of the present invention, for creating an amorphous two-dimensional pattern of interlocking two-dimensional geometrical shapes having at least two opposing edges which can be tiled together, comprises the steps of: (a) specifying the width x_{max} of the pattern measured in direction x between the opposing edges; (b) adding a computational border region of width B to the pattern along one of the edges located at the x distance x_{max} ; (c) computationally generating (x,y) coordinates of a nucleation point having x coordinates between 0 and x_{max} ; (d) selecting nucleation points having x coordinates between 0 and B and copying them into the computational border region by adding x_{max} to their x coordinate value; (e) comparing both the computationally generated nucleation point and the corresponding copied nucleation point in the computational border against all previously generated nucleation points; and (f) repeating steps (c) through (e) until the desired number of nucleation points has been generated.

To complete the pattern formation process, the additional steps of: (g) performing a Delaunay triangulation on the nucleation points; and (h) performing a Voronoi tessellation on the nucleation points to form two-dimensional geometrical shapes are included. Patterns having two pairs of opposing edges which may be tiled together may be generated by providing computational borders in two mutually orthogonal coordinate directions.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

While the specification concludes with claims which particularly point out and distinctly claim the present invention, it is believed that the present invention will be better understood from the following description of preferred embodiments, taken in conjunction with the accompanying drawings, in which like reference numerals identify identical elements and wherein:

Figure 1 is a plan view of four identical "tiles" of a representative prior art amorphous pattern;

Figure 2 is a plan view of the four prior art "tiles" of Figure 1 moved into closer proximity to illustrate the mismatch of the pattern edges;

Figure 3 is a plan view similar to Figure 1 of four identical "tiles" of a representative embodiment of an amorphous pattern in accordance with the present invention;

Figure 4 is a plan view similar to Figure 2 of the four "tiles" of Figure 3 moved into closer proximity to illustrate the matching of the pattern edges;

Figure 5 is a schematic illustration of dimensions referenced in the pattern generation equations of the present invention; and

Figure 6 is a schematic illustration of dimensions referenced in the pattern generation equations of the present invention.

DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION

Figure 1 is an example of a pattern 10 created using the algorithm described in the previously referenced McGuire et al. application. Included in Figure 1 are four identical "tiles" of the pattern 10 which have identical dimensions and are oriented in an identical fashion. If an attempt is made to "tile" this pattern, as shown in Figure 2, by bringing the "tiles" 10 into closer proximity to form a larger pattern, obvious seams appear at the border of adjacent tiles or pattern elements. Such seams are visually distracting from the amorphous nature of the pattern and, in the case of a three-dimensional material made from a forming structure using such a pattern, the seams create disturbances in the physical properties of the material at the seam locations. Since the tiles 10 are identical, the seams created by bringing opposing edges of identical tiles together also illustrates the seams which would be formed if opposite edges of the same pattern element were brought together, such as by wrapping the pattern around a belt or roll.

In contrast, Figures 3 and 4 show similar views of a pattern 20 created using the algorithm of the present invention, as described below. It is obvious from Figures 3 and 4 that there is no appearance of a seam at the borders of the tiles 20 when they are brought

into close proximity. Likewise, if opposite edges of a single pattern or tile were brought together, such as by wrapping the pattern around a belt or roll, the seam would likewise not be readily visually discernible.

As utilized herein, the term "amorphous" refers to a pattern which exhibits no readily perceptible organization, regularity, or orientation of constituent elements. This definition of the term "amorphous" is generally in accordance with the ordinary meaning of the term as evidenced by the corresponding definition in *Webster's Ninth New Collegiate Dictionary*. In such a pattern, the orientation and arrangement of one element with regard to a neighboring element bear no predictable relationship to that of the next succeeding element(s) beyond.

By way of contrast, the term "array" is utilized herein to refer to patterns of constituent elements which exhibit a regular, ordered grouping or arrangement. This definition of the term "array" is likewise generally in accordance with the ordinary meaning of the term as evidenced by the corresponding definition in *Webster's Ninth New Collegiate Dictionary*. In such an array pattern, the orientation and arrangement of one element with regard to a neighboring element bear a predictable relationship to that of the next succeeding element(s) beyond.

The degree to which order is present in an array pattern of three-dimensional protrusions bears a direct relationship to the degree of nestability exhibited by the web. For example, in a highly-ordered array pattern of uniformly-sized and shaped hollow protrusions in a close-packed hexagonal array, each protrusion is literally a repeat of any other protrusion. Nesting of regions of such a web, if not in fact the entire web, can be achieved with a web alignment shift between superimposed webs or web portions of no more than one protrusion-spacing in any given direction. Lesser degrees of order may demonstrate less nesting tendency, although any degree of order is believed to provide some degree of nestability. Accordingly, an amorphous, non-ordered pattern of protrusions would therefore exhibit the greatest possible degree of nesting-resistance.

Three-dimensional sheet materials having a two-dimensional pattern of three-dimensional protrusions which is substantially amorphous in nature are also believed to exhibit "isomorphism". As utilized herein, the terms "isomorphism" and its root "isomorphic" are utilized to refer to substantial uniformity in geometrical and structural properties for a given circumscribed area wherever such an area is delineated within the pattern. This definition of the term "isomorphic" is generally in accordance with the ordinary meaning of the term as evidenced by the corresponding definition in *Webster's Ninth New Collegiate Dictionary*. By way of example, a prescribed area comprising a statistically-significant number of protrusions with regard to the entire amorphous pattern would yield statistically substantially equivalent values for such web properties as

protrusion area, number density of protrusions, total protrusion wall length, etc. Such a correlation is believed desirable with respect to physical, structural web properties when uniformity is desired across the web surface, and particularly so with regard to web properties measured normal to the plane of the web such as crush-resistance of protrusions, etc.

Utilization of an amorphous pattern of three-dimensional protrusions has other advantages as well. For example, it has been observed that three-dimensional sheet materials formed from a material which is initially isotropic within the plane of the material remain generally isotropic with respect to physical web properties in directions within the plane of the material. As utilized herein, the term "isotropic" is utilized to refer to web properties which are exhibited to substantially equal degrees in all directions within the plane of the material. This definition of the term "isotropic" is likewise generally in accordance with the ordinary meaning of the term as evidenced by the corresponding definition in *Webster's Ninth New Collegiate Dictionary*. Without wishing to be bound by theory, this is presently believed to be due to the non-ordered, non-oriented arrangement of the three-dimensional protrusions within the amorphous pattern. Conversely, directional web materials exhibiting web properties which vary by web direction will typically exhibit such properties in similar fashion following the introduction of the amorphous pattern upon the material. By way of example, such a sheet of material could exhibit substantially uniform tensile properties in any direction within the plane of the material if the starting material was isotropic in tensile properties.

Such an amorphous pattern in the physical sense translates into a statistically equivalent number of protrusions per unit length measure encountered by a line drawn in any given direction outwardly as a ray from any given point within the pattern. Other statistically equivalent parameters could include number of protrusion walls, average protrusion area, average total space between protrusions, etc. Statistical equivalence in terms of structural geometrical features with regard to directions in the plane of the web is believed to translate into statistical equivalence in terms of directional web properties.

Revisiting the array concept to highlight the distinction between arrays and amorphous patterns, since an array is by definition "ordered" in the physical sense it would exhibit some regularity in the size, shape, spacing, and/or orientation of protrusions. Accordingly, a line or ray drawn from a given point in the pattern would yield statistically different values depending upon the direction in which the ray extends for such parameters as number of protrusion walls, average protrusion area, average total space between protrusions, etc. with a corresponding variation in directional web properties.

Within the preferred amorphous pattern, protrusions will preferably be non-uniform with regard to their size, shape, orientation with respect to the web, and spacing between

adjacent protrusion centers. Without wishing to be bound by theory, differences in center-to-center spacing of adjacent protrusions are believed to play an important role in reducing the likelihood of nesting occurring in the face-to-back nesting scenario. Differences in center-to-center spacing of protrusions in the pattern result in the physical sense in the spaces between protrusions being located in different spatial locations with respect to the overall web. Accordingly, the likelihood of a "match" occurring between superimposed portions of one or more webs in terms of protrusions/space locations is quite low. Further, the likelihood of a "match" occurring between a plurality of adjacent protrusions/spaces on superimposed webs or web portions is even lower due to the amorphous nature of the protrusion pattern.

In a completely amorphous pattern, as would be presently preferred, the center-to-center spacing is random, at least within a designer-specified bounded range, such that there is an equal likelihood of the nearest neighbor to a given protrusion occurring at any given angular position within the plane of the web. Other physical geometrical characteristics of the web are also preferably random, or at least non-uniform, within the boundary conditions of the pattern, such as the number of sides of the protrusions, angles included within each protrusion, size of the protrusions, etc. However, while it is possible and in some circumstances desirable to have the spacing between adjacent protrusions be non-uniform and/or random, the selection of polygon shapes which are capable of interlocking together makes a uniform spacing between adjacent protrusions possible. This is particularly useful for some applications of the three-dimensional, nesting-resistant sheet materials of the present invention, as will be discussed hereafter.

As used herein, the term "polygon" (and the adjective form "polygonal") is utilized to refer to a two-dimensional geometrical figure with three or more sides, since a polygon with one or two sides would define a line. Accordingly, triangles, quadrilaterals, pentagons, hexagons, etc. are included within the term "polygon", as would curvilinear shapes such as circles, ellipses, etc. which would have an infinite number of sides.

When describing properties of two-dimensional structures of non-uniform, particularly non-circular, shapes and non-uniform spacing, it is often useful to utilize "average" quantities and/or "equivalent" quantities. For example, in terms of characterizing linear distance relationships between objects in a two-dimensional pattern, where spacings on a center-to-center basis or on an individual spacing basis, an "average" spacing term may be useful to characterize the resulting structure. Other quantities that could be described in terms of averages would include the proportion of surface area occupied by objects, object area, object circumference, object diameter, etc. For other dimensions such as object circumference and object diameter, an approximation can be made for objects

87
20

#

which are non-circular by constructing a hypothetical equivalent diameter as is often done in hydraulic contexts.

5 A totally random pattern of three-dimensional hollow protrusions in a web would, in theory, never exhibit face-to-back nesting since the shape and alignment of each frustum would be unique. However, the design of such a totally random pattern would be very time-consuming and complex proposition, as would be the method of manufacturing a suitable forming structure. In accordance with the present invention, the non-nesting attributes may be obtained by designing patterns or structures where the relationship of adjacent cells or structures to one another is specified, as is the overall geometrical character of the cells or structures, but wherein the precise size, shape, and orientation of the cells or structures is non-uniform and non-repeating. The term "non-repeating", as utilized herein, is intended to refer to patterns or structures where an identical structure or shape is not present at any two locations within a defined area of interest. While there may be more than one protrusion of a given size and shape within the pattern or area of interest, 15 the presence of other protrusions around them of non-uniform size and shape virtually eliminates the possibility of an identical grouping of protrusions being present at multiple locations. Said differently, the pattern of protrusions is non-uniform throughout the area of interest such that no grouping of protrusions within the overall pattern will be the same as any other like grouping of protrusions. The beam strength of the three-dimensional sheet material will prevent significant nesting of any region of material surrounding a given protrusion even in the event that that protrusion finds itself superimposed over a single matching depression since the protrusions surrounding the single protrusion of interest will differ in size, shape, and resultant center-to-center spacing from those surrounding the other protrusion/depression. 20

25 Professor Davies of the University of Manchester has been studying porous cellular ceramic membranes and, more particularly, has been generating analytical models of such membranes to permit mathematical modeling to simulate real-world performance. This work was described in greater detail in a publication entitled "Porous cellular ceramic membranes: a stochastic model to describe the structure of an anodic oxide membrane", 30 authored by J. Broughton and G. A. Davies, which appeared in the Journal of Membrane Science, Vol. 106 (1995), at pp. 89-101, the disclosure of which is hereby incorporated herein by reference. Other related mathematical modeling techniques are described in greater detail in "Computing the n -dimensional Delaunay tessellation with application to Voronoi polytopes", authored by D. F. Watson, which appeared in The Computer Journal, 35 Vol. 24, No. 2 (1981), at pp. 167-172, and "Statistical Models to Describe the Structure of Porous Ceramic Membranes", authored by J. F. F. Lim, X. Jia, R. Jafferli, and G. A.

82
81

Davies, which appeared in Separation Science and Technology, 28(1-3) (1993) at pp. 821-854, the disclosures of both of which are hereby incorporated herein by reference.

As part of this work, Professor Davies developed a two-dimensional polygonal pattern based upon a constrained Voronoi tessellation of 2-space. In such a method, again
5 with reference to the above-identified publication, nucleation points are placed in random positions in a bounded (pre-determined) plane which are equal in number to the number of polygons desired in the finished pattern. A computer program "grows" each point as a circle simultaneously and radially from each nucleation point at equal rates. As growth fronts from neighboring nucleation points meet, growth stops and a boundary line is
10 formed. These boundary lines each form the edge of a polygon, with vertices formed by intersections of boundary lines.

While this theoretical background is useful in understanding how such patterns may be generated and the properties of such patterns, there remains the issue of performing the above numerical repetitions step-wise to propagate the nucleation points outwardly
15 throughout the desired field of interest to completion. Accordingly, to expeditiously carry out this process a computer program is preferably written to perform these calculations given the appropriate boundary conditions and input parameters and deliver the desired output.

The first step in generating a pattern in accordance with the present invention is to
20 establish the dimensions of the desired pattern. For example, if it is desired to construct a pattern 10 inches wide and 10 inches long, for optionally forming into a drum or belt as well as a plate, then an X-Y coordinate system is established with the maximum X dimension ($x_{\max}$) being 10 inches and the maximum Y dimension ($y_{\max}$) being 10 inches (or vice-versa).

After the coordinate system and maximum dimensions are specified, the next step
25 is to determine the number of "nucleation points" which will become polygons desired within the defined boundaries of the pattern. This number is an integer between 0 and infinity, and should be selected with regard to the average size and spacing of the polygons desired in the finished pattern. Larger numbers correspond to smaller polygons, and vice-versa.
30 A useful approach to determining the appropriate number of nucleation points or polygons is to compute the number of polygons of an artificial, hypothetical, uniform size and shape that would be required to fill the desired forming structure. If this artificial pattern is an array of regular hexagons 30 (see Figure 5), with D being the edge-to-edge dimension and M being the spacing between the hexagons, then the number density of
35 hexagons, N, is:

84
32

40

$$N = \frac{2\sqrt{3}}{3(D + M)^2}$$

It has been found that using this equation to calculate a nucleation density for the amorphous patterns generated as described herein will give polygons with average size
 5 closely approximating the size of the hypothetical hexagons (D). Once the nucleation density is known, the total number of nucleation points to be used in the pattern can be calculated by multiplying by the area of the pattern (80 in² in the case of this example).

A random number generator is required for the next step. Any suitable random number generator known to those skilled in the art may be utilized, including those
 10 requiring a "seed number" or utilizing an objectively determined starting value such as chronological time. Many random number generators operate to provide a number between zero and one (0 - 1), and the discussion hereafter assumes the use of such a generator. A generator with differing output may also be utilized if the result is converted to some number between zero and one or if appropriate conversion factors are utilized.

15 A computer program is written to run the random number generator the desired number of iterations to generate as many random numbers as is required to equal twice the desired number of "nucleation points" calculated above. As the numbers are generated, alternate numbers are multiplied by either the maximum X dimension or the maximum Y dimension to generate random pairs of X and Y coordinates all having X values between
 20 zero and the maximum X dimension and Y values between zero and the maximum Y dimension. These values are then stored as pairs of (X,Y) coordinates equal in number to the number of "nucleation points".

It is at this point, that the invention described herein differs from the pattern generation algorithm described in the previous McGuire et al. application. Assuming that it
 25 is desired to have the left and right edge of the pattern "mesh", i.e., be capable of being "tiled" together, a border of width B is added to the right side of the 10" square (see Figure 6). The size of the required border is dependent upon the nucleation density; the higher the nucleation density, the smaller is the required border size. A convenient method of computing the border width, B, is to refer again to the hypothetical regular hexagon array
 30 described above and shown in Figure 5. In general, at least three columns of hypothetical hexagons should be incorporated into the border, so the border width can be calculated as:

$$B = 3(D + H)$$

35 Now, any nucleation point P with coordinates (x,y) where $x < B$ will be copied into the border as another nucleation point, P', with a new coordinate ($x_{max} + x, y$).

If the method described in the preceding paragraphs is utilized to generate a resulting pattern, the pattern will be truly random. This truly random pattern will, by its nature, have a large distribution of polygon sizes and shapes which may be undesirable in some instances. In order to provide some degree of control over the degree of randomness associated with the generation of "nucleation point" locations, a control factor or "constraint" is chosen and referred to hereafter as β (beta). The constraint limits the proximity of neighboring nucleation point locations through the introduction of an exclusion distance, E , which represents the minimum distance between any two adjacent nucleation points. The exclusion distance E is computed as follows:

$$E = \frac{2\beta}{\sqrt{\lambda\pi}}$$

where λ (lambda) is the number density of points (points per unit area) and β ranges from 0 to 1.

To implement the control of the "degree of randomness", the first nucleation point is placed as described above. β is then selected, and E is calculated from the above equation. Note that β , and thus E , will remain constant throughout the placement of nucleation points. For every subsequent nucleation point (x,y) coordinate that is generated, the distance from this point is computed to every other nucleation point that has already been placed. If this distance is less than E for any point, the newly-generated (x,y) coordinates are deleted and a new set is generated. This process is repeated until all N points have been successfully placed. Note that in the tiling algorithm of the present invention, for all points (x,y) where $x < B$, both the original point P and the copied point P' must be checked against all other points. If either P or P' is closer to any other point than E , then both P and P' are deleted, and a new set of random (x,y) coordinates is generated.

If $\beta=0$, then the exclusion distance is zero, and the pattern will be truly random. If $\beta=1$, the exclusion distance is equal to the nearest neighbor distance for a hexagonally close-packed array. Selecting β between 0 and 1 allows control over the "degree of randomness" between these two extremes.

In order to make the pattern a tile in which both the left and right edges tile properly and the top and bottom edges tile properly, borders will have to be used in both the X and Y directions.

Once the complete set of nucleation points are computed and stored, a Delaunay triangulation is performed as the precursor step to generating the finished polygonal pattern. The use of a Delaunay triangulation in this process constitutes a simpler but mathematically equivalent alternative to iteratively "growing" the polygons from the

#

nucleation points simultaneously as circles, as described in the theoretical model above. The theme behind performing the triangulation is to generate sets of three nucleation points forming triangles, such that a circle constructed to pass through those three points will not include any other nucleation points within the circle. To perform the Delaunay triangulation, a computer program is written to assemble every possible combination of three nucleation points, with each nucleation point being assigned a unique number (integer) merely for identification purposes. The radius and center point coordinates are then calculated for a circle passing through each set of three triangularly-arranged points. The coordinate locations of each nucleation point not used to define the particular triangle are then compared with the coordinates of the circle (radius and center point) to determine whether any of the other nucleation points fall within the circle of the three points of interest. If the constructed circle for those three points passes the test (no other nucleation points falling within the circle), then the three point numbers, their X and Y coordinates, the radius of the circle, and the X and Y coordinates of the circle center are stored. If the constructed circle for those three points fails the test, no results are saved and the calculation progresses to the next set of three points.

Once the Delaunay triangulation has been completed, a Voronoi tessellation of 2-space is then performed to generate the finished polygons. To accomplish the tessellation, each nucleation point saved as being a vertex of a Delaunay triangle forms the center of a polygon. The outline of the polygon is then constructed by sequentially connecting the center points of the circumscribed circles of each of the Delaunay triangles, which include that vertex, sequentially in clockwise fashion. Saving these circle center points in a repetitive order such as clockwise enables the coordinates of the vertices of each polygon to be stored sequentially throughout the field of nucleation points. In generating the polygons, a comparison is made such that any triangle vertices at the boundaries of the pattern are omitted from the calculation since they will not define a complete polygon.

If it is desired for ease of tiling multiple copies of the same pattern together to form a larger pattern, the polygons generated as a result of nucleation points copied into the computational border may be retained as part of the pattern and overlapped with identical polygons in an adjacent pattern to aid in matching polygon spacing and registry. Alternatively, as shown in Figures 3 and 4, the polygons generated as a result of nucleation points copied into the computational border may be deleted after the triangulation and tessellation are performed such that adjacent patterns may be abutted with suitable polygon spacing.

Once a finished pattern of interlocking polygonal two-dimensional shapes is generated, in accordance with the present invention such a network of interlocking shapes is utilized as the design for one web surface of a web of material with the pattern defining

the shapes of the bases of the three-dimensional, hollow protrusions formed from the initially planar web of starting material. In order to accomplish this formation of protrusions from an initially planar web of starting material, a suitable forming structure comprising a negative of the desired finished three-dimensional structure is created which the starting material is caused to conform to by exerting suitable forces sufficient to permanently deform the starting material.

From the completed data file of polygon vertex coordinates, a physical output such as a line drawing may be made of the finished pattern of polygons. This pattern may be utilized in conventional fashion as the input pattern for a metal screen etching process to form a three-dimensional forming structure. If a greater spacing between the polygons is desired, a computer program can be written to add one or more parallel lines to each polygon side to increase their width (and hence decrease the size of the polygons a corresponding amount).

While particular embodiments of the present invention have been illustrated and described, it will be obvious to those skilled in the art that various changes and modifications may be made without departing from the spirit and scope of the invention, and it is intended to cover in the appended claims all such modifications that are within the scope of the invention.

WHAT IS CLAIMED IS:

85
86

H

1. A method of creating an amorphous two-dimensional pattern of interlocking two-dimensional geometrical shapes having at least two opposing edges which can be tiled together, said method comprising the steps of:
 - 5 (a) specifying the width $x_{\max}$ of said pattern measured in direction x between said opposing edges;
 - (b) adding a computational border region of width B to said pattern along one of said edges located at the x distance $x_{\max}$;
 - (c) computationally generating (x,y) coordinates of a nucleation point having x coordinates between 0 and $x_{\max}$;
 - 10 (d) selecting nucleation points having x coordinates between 0 and B and copying them into said computational border region by adding $x_{\max}$ to their x coordinate value;
 - (e) comparing both the computationally generated nucleation point and the corresponding copied nucleation point in said computational border against
15 all previously generated nucleation points; and
 - (f) repeating steps (c) through (e) until the desired number of nucleation points has been generated.
2. The method of Claim 1, wherein said pattern includes at least two pairs of opposing edges, each pair of opposing edges being capable of being tiled together.
3. The method of Claim 1, further comprising the steps of:
 - (g) performing a Delaunay triangulation on said nucleation points; and
 - (h) performing a Voronoi tessellation on said nucleation points to form said two-dimensional geometrical shapes.
4. The method of Claim 1, wherein said pattern includes two mutually orthogonal coordinate directions x and y , and wherein nucleation points are copied into a computational border in each coordinate direction.
5. The method of Claim 1, wherein said step of comparing said nucleation points includes a control factor to control the degree of randomness of said pattern.
6. The method of Claim 1, wherein the width B of said computational border is at least equal to the width of three columns of hypothetical hexagons.

- 89
37
- H
7. The method of Claim 1, wherein said method includes the step of generating two-dimensional geometrical shapes from said nucleation points.
 8. The method of Claim 7, wherein said method includes the step of deleting two-dimensional geometrical shapes resulting from copied nucleation points.
 9. The method of Claim 7, wherein said method includes the step of saving two-dimensional geometrical shapes resulting from copied nucleation points.
 10. The method of Claim 7, wherein said method includes the step of generating a physical output of the finished pattern of two-dimensional geometrical shapes.

METHOD OF SEAMING AND EXPANDING
AMORPHOUS PATTERNS

ABSTRACT OF THE DISCLOSURE

The present invention provides a method for creating amorphous patterns based on a constrained Voronoi tessellation of 2-space that can be tiled. There are three basic steps required to generate a constrained Voronoi tessellation of 2-space: 1) nucleation point placement; 2) Delauney triangulation of the nucleation points; and 3) polygon extraction from the Delauney triangulated space. The tiling feature is accomplished by modifying only the nucleation point portion of the algorithm. The method of the present invention, for creating an amorphous two-dimensional pattern of interlocking two-dimensional geometrical shapes having at least two opposing edges which can be tiled together, comprises the steps of: (a) specifying the width $x_{\max}$ of the pattern measured in direction x between the opposing edges; (b) adding a computational border region of width B to the pattern along one of the edges located at the x distance $x_{\max}$; (c) computationally generating (x,y) coordinates of a nucleation point having x coordinates between 0 and $x_{\max}$; (d) selecting nucleation points having x coordinates between 0 and B and copying them into the computational border region by adding $x_{\max}$ to their x coordinate value; (e) comparing both the computationally generated nucleation point and the corresponding copied nucleation point in the computational border against all previously generated nucleation points; and (f) repeating steps (c) through (e) until the desired number of nucleation points has been generated. To complete the pattern formation process, the additional steps of: (g) performing a Delaunay triangulation on the nucleation points; and (h) performing a Voronoi tessellation on the nucleation points to form two-dimensional geometrical shapes are included. Patterns having two pairs of opposing edges which may be tiled together may be generated by providing computational borders in two mutually orthogonal coordinate directions.

As a below named inventor, I hereby declare that:

My residence, post office address and citizenship are as stated below next to my name.

I believe I am the original, first and sole inventor (if only one name is listed below) or an original, first and joint inventor (if plural names are listed below) of the subject matter which is claimed and for which a patent is sought on the invention entitled

METHOD OF SEAMING AND EXPANDING AMORPHOUS PATTERNS

the specification of which

(check one) ☒ is attached hereto.
☐ was filed on _____ as
Application Serial No. _____
and was amended on _____
(if applicable)

I hereby state that I have reviewed and understand the contents of the above identified specification, including the claims, as amended by any amendment referred to above.

I acknowledge the duty to disclose information which is material to patentability as defined in Title 37 Code of Federal Regulations §1.56.

I hereby claim foreign priority benefits under Title 35 United States Code §119(a)-(d) or §365(b) of any foreign application(s) for patent or inventor's certificate, or §365(a) of any PCT International application which designated at least one country other than the United States of America, listed below and have also identified below any foreign application for patent or inventor's certificate, or any PCT International application having a filing date before that of the application on which priority is claimed:

Prior Foreign Application(s) Priority Claimed

(Number)	(Country)	(Day/Month/Year Filed)	☐ Yes	☐ No
_____	_____	_____	☐	☐
(Number)	(Country)	(Day/Month/Year Filed)	Yes	No

I hereby claim the benefit under Title 35, United States Code §119(e) of any United States provisional application(s) listed below.

Application Serial No.	Filing Date	Application Serial No.	Filing Date
------------------------	-------------	------------------------	-------------

I hereby claim the benefit under Title 35 United States Code §120 of any United States application(s), or §365(c) of any PCT International application designating the United States of America, listed below and, insofar as the subject matter of each of the claims of this application is not disclosed in the prior United States or PCT International application in the manner provided by the first paragraph of Title 35 United States Code §112, I acknowledge the duty to disclose information which is material to patentability as defined in Title 37 Code of Federal Regulations §1.56 which became available between the filing date of the prior application and the national or PCT international filing date of this application:

(Application Serial No.)	(Filing Date)	(Status) (patented, pending, abandoned)
--------------------------	---------------	---

I hereby appoint the following as my attorney(s) or agent(s) with full power of substitution to prosecute this application and transact all business in the Patent and Trademark Office connected therewith:

Atty Name	Atty Reg Number	Associate Power of Attorney Attached
Jack L. Oney, Jr.	42,964	☐ Yes ☒ No
William Scott Andes	33,582	☐ Yes ☒ No
James C. Vago	40,855	☐ Yes ☒ No
Elizabeth M. Koch	35,224	☐ Yes ☒ No
Leonard W. Lewis	30,769	☐ Yes ☒ No
E. Kelly Linman	26,759	☐ Yes ☒ No
Jacobus C. Rasser	37,043	☐ Yes ☒ No
T. David Reed	32,931	☐ Yes ☒ No
Timothy B. Guffey	41,048	☐ Yes ☒ No

SEND CORRESPONDENCE TO: William Scott Andes
The Procter & Gamble Company -(513) 634-2644
Becket Ridge Technical Center, 8611 Beckett Road, West Chester, OH 45069

92
90
#

I hereby declare that all statements made herein of my own knowledge are true and that all statements made on information and belief are believed to be true; and further that these statements were made with the knowledge that willful false statements and the like so made are punishable by fine or imprisonment, or both, under Section 1001 of Title 18 of the United States Code and that such willful false statements may jeopardize the validity of the application or any patent issued thereon.

Full name of sole or first joint inventor Kenneth S. McGuire
Inventor's signature Kenneth S. McGuire April 9, 1999
Date

Residence 15 Linden Drive, Wyoming, Ohio 45215
Citizenship USA
Post Office Address Same as above

Full name of second joint inventor, if any _____
Inventor's signature _____
Date

Residence _____
Citizenship _____
Post Office Address Same as above

Full name of third joint inventor, if any _____
Inventor's signature _____
Date

Residence _____
Citizenship _____
Post Office Address Same as above

Full name of fourth joint inventor, if any _____
Inventor's signature _____
Date

Residence _____
Citizenship _____
Post Office Address Same as above

1/6

93
91

1/6

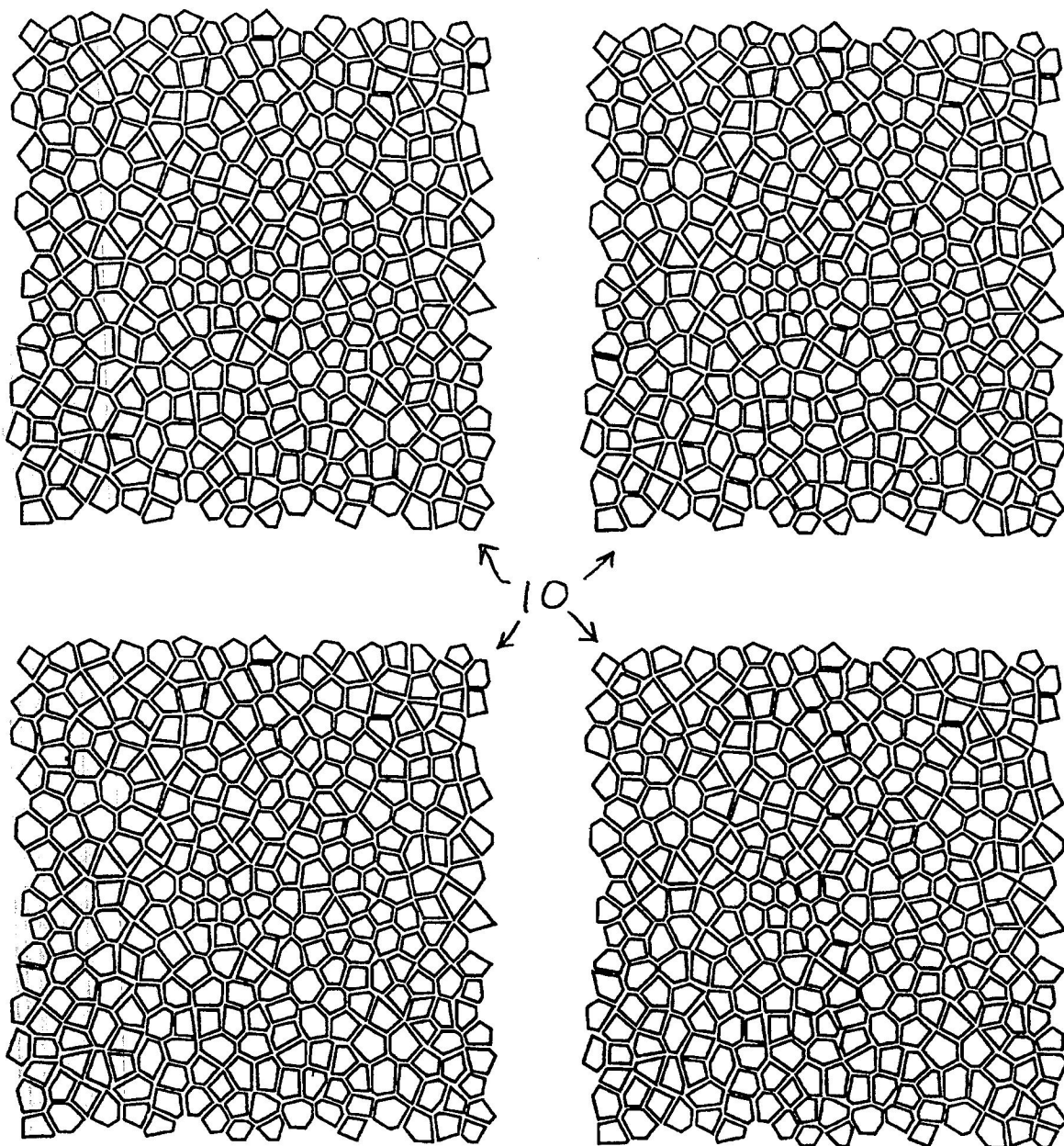


FIG. 1
PRIOR ART

2/6

94
92

4

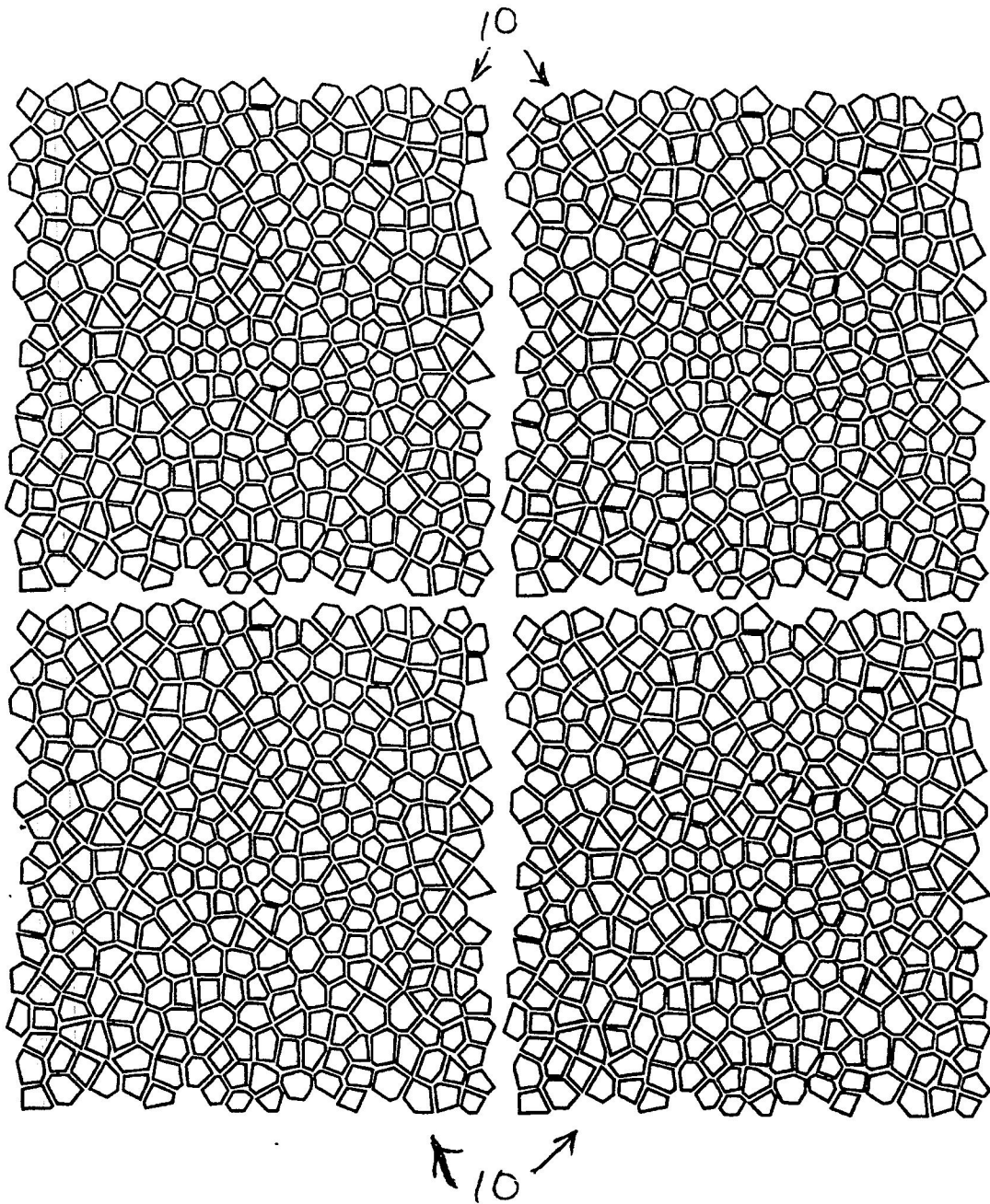


FIG. 2

PRIOR ART

3/6

4

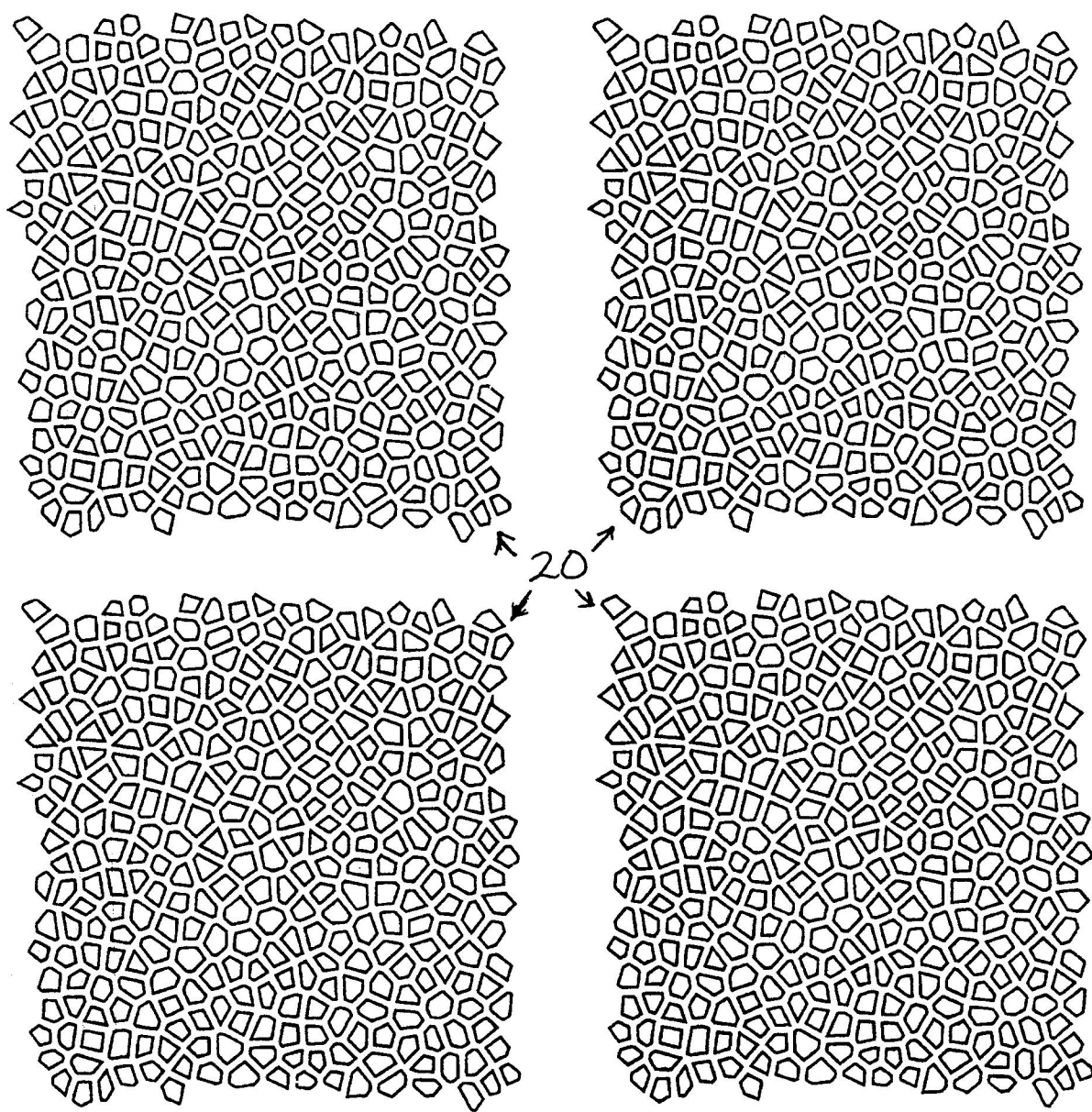


FIG. 3

4/6

9/6
94

4/6

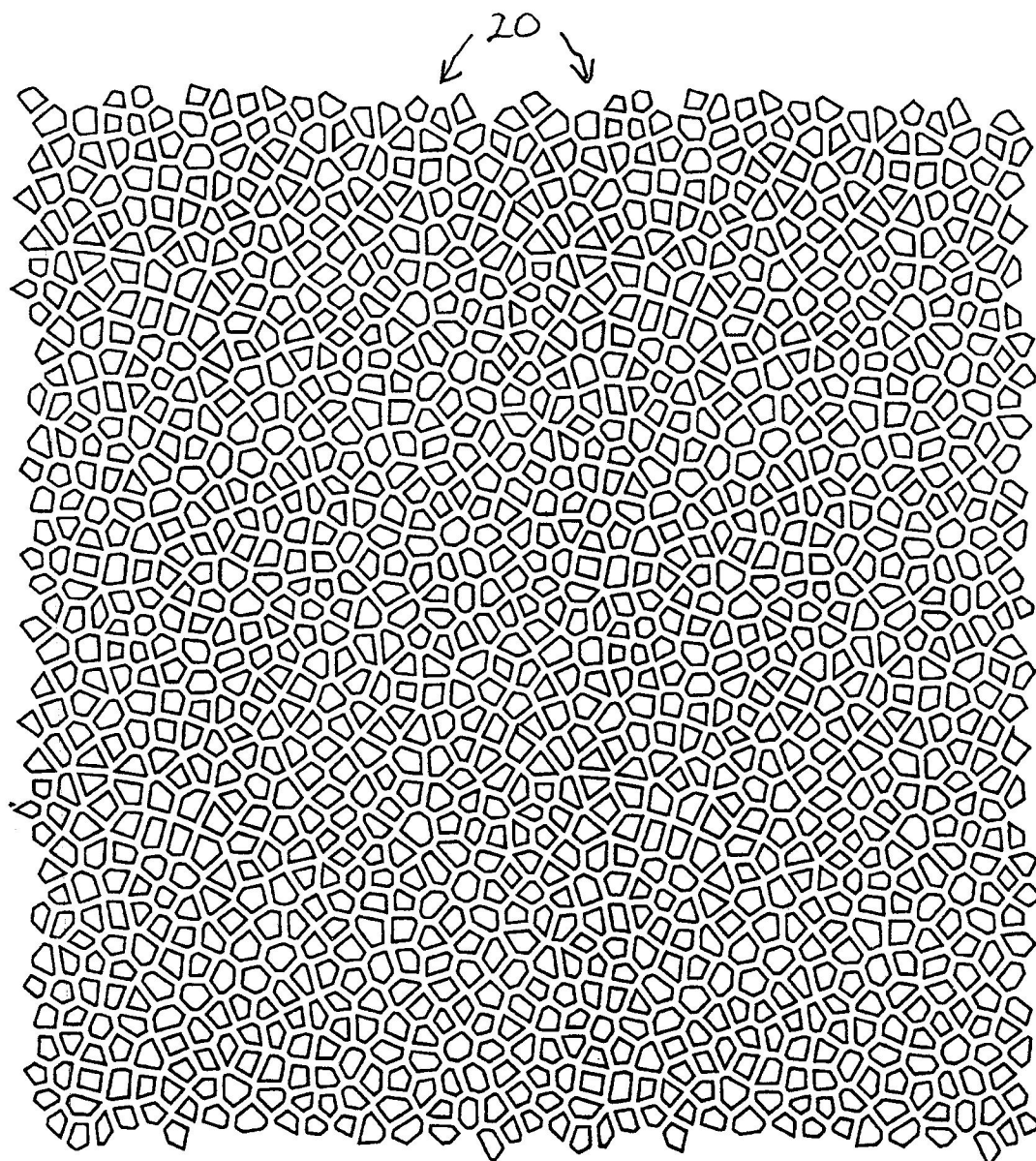


FIG. 4

97
95

4

5/6

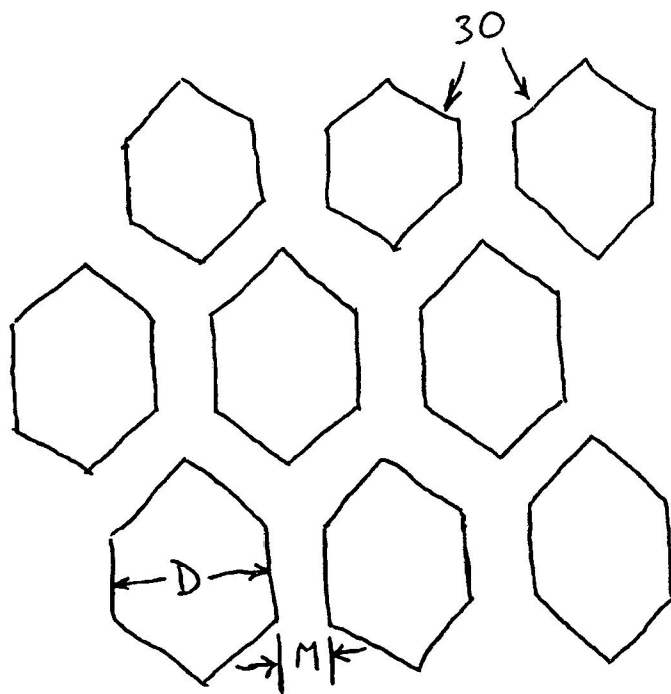


FIG. 5

6/6

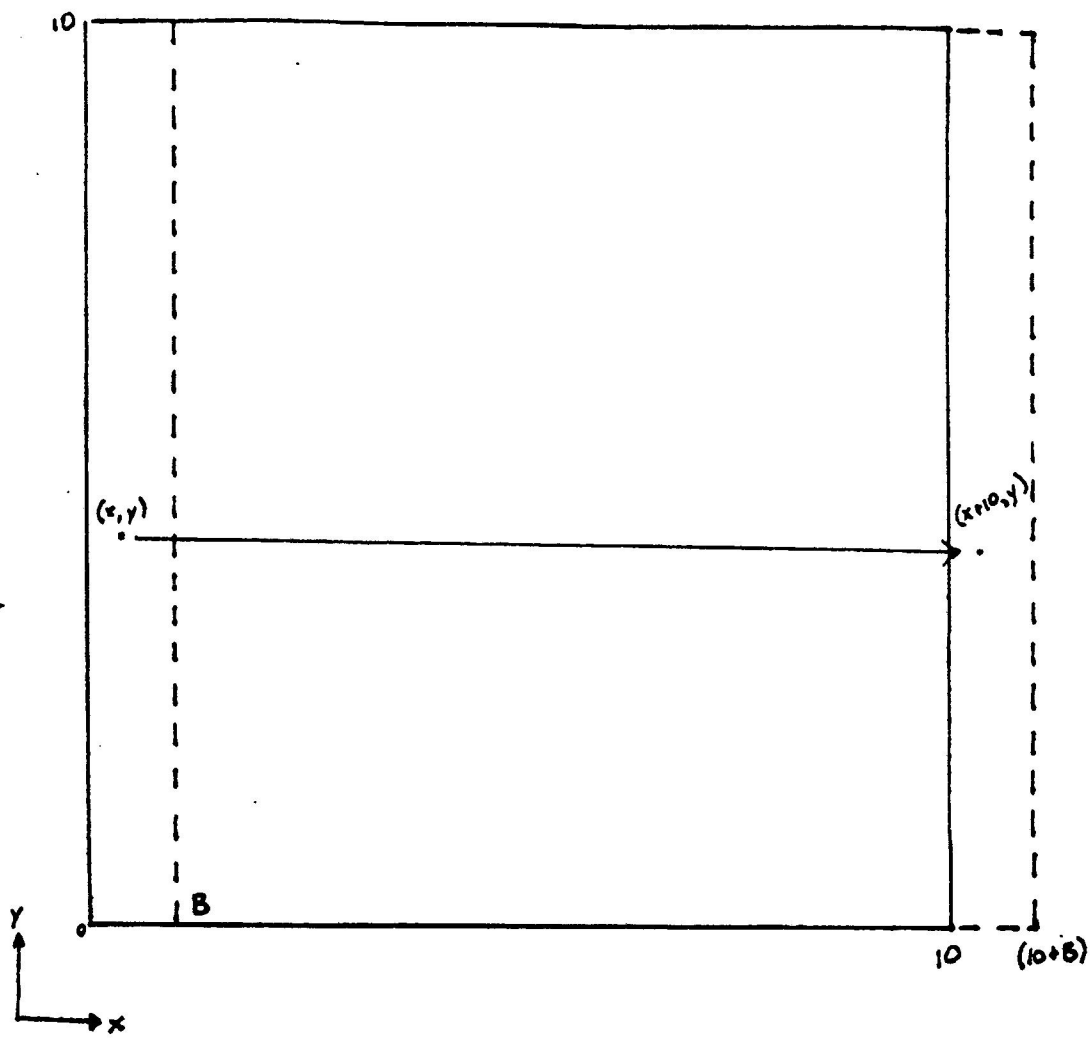


FIG. 6

100
97
#

1/6

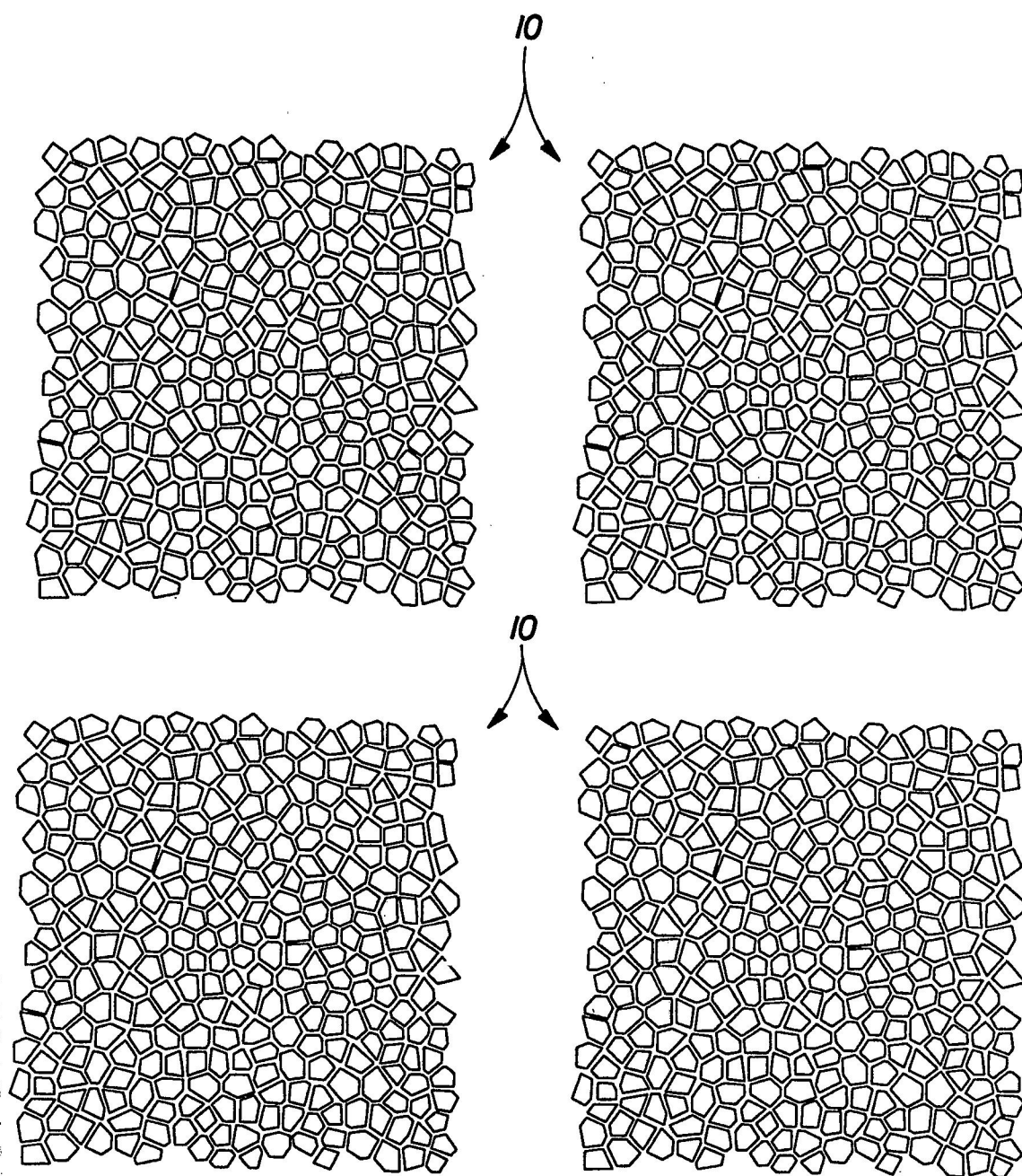


FIG. 1

10/98
98
16

2/6

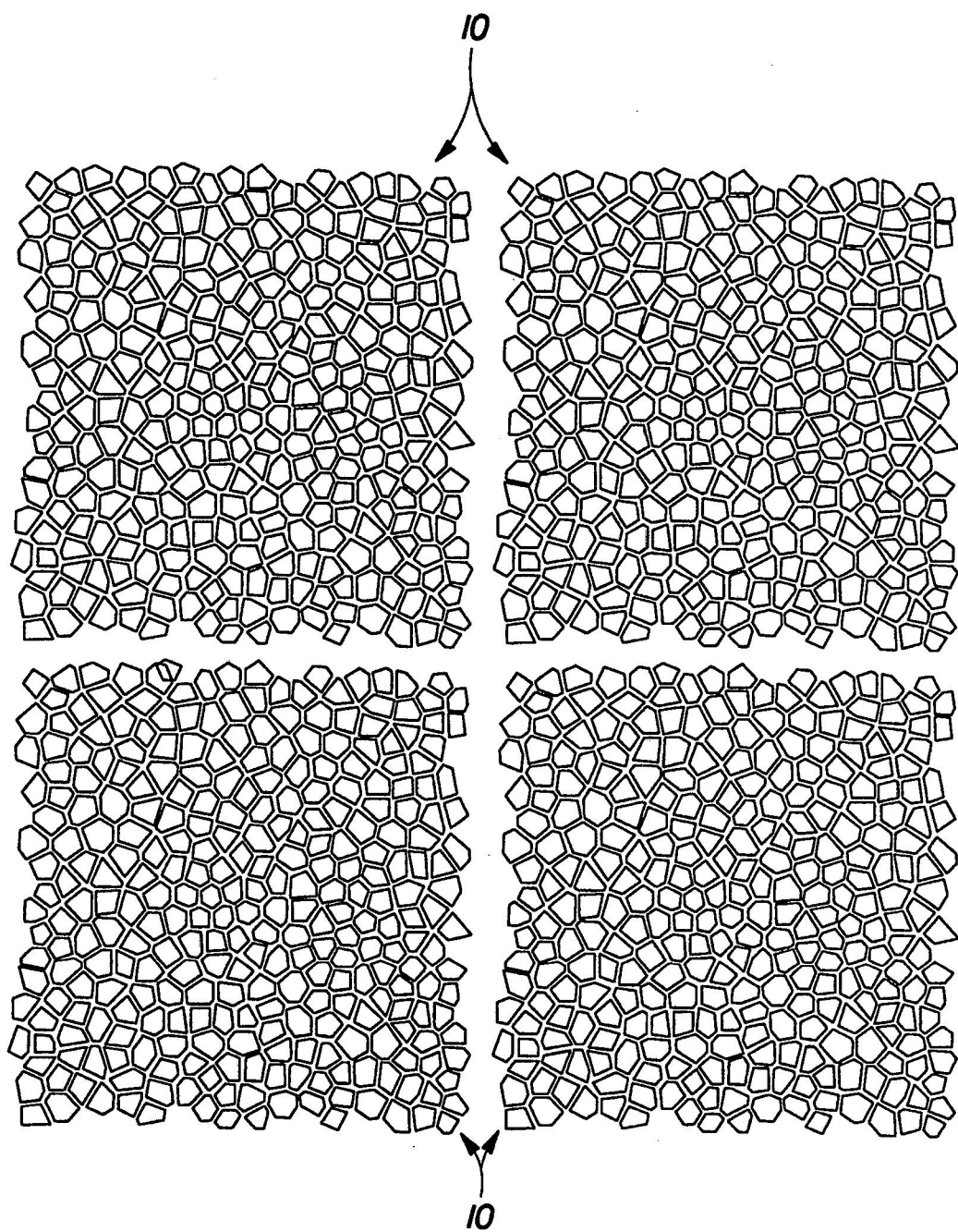


FIG. 2

102
99
#

3/6

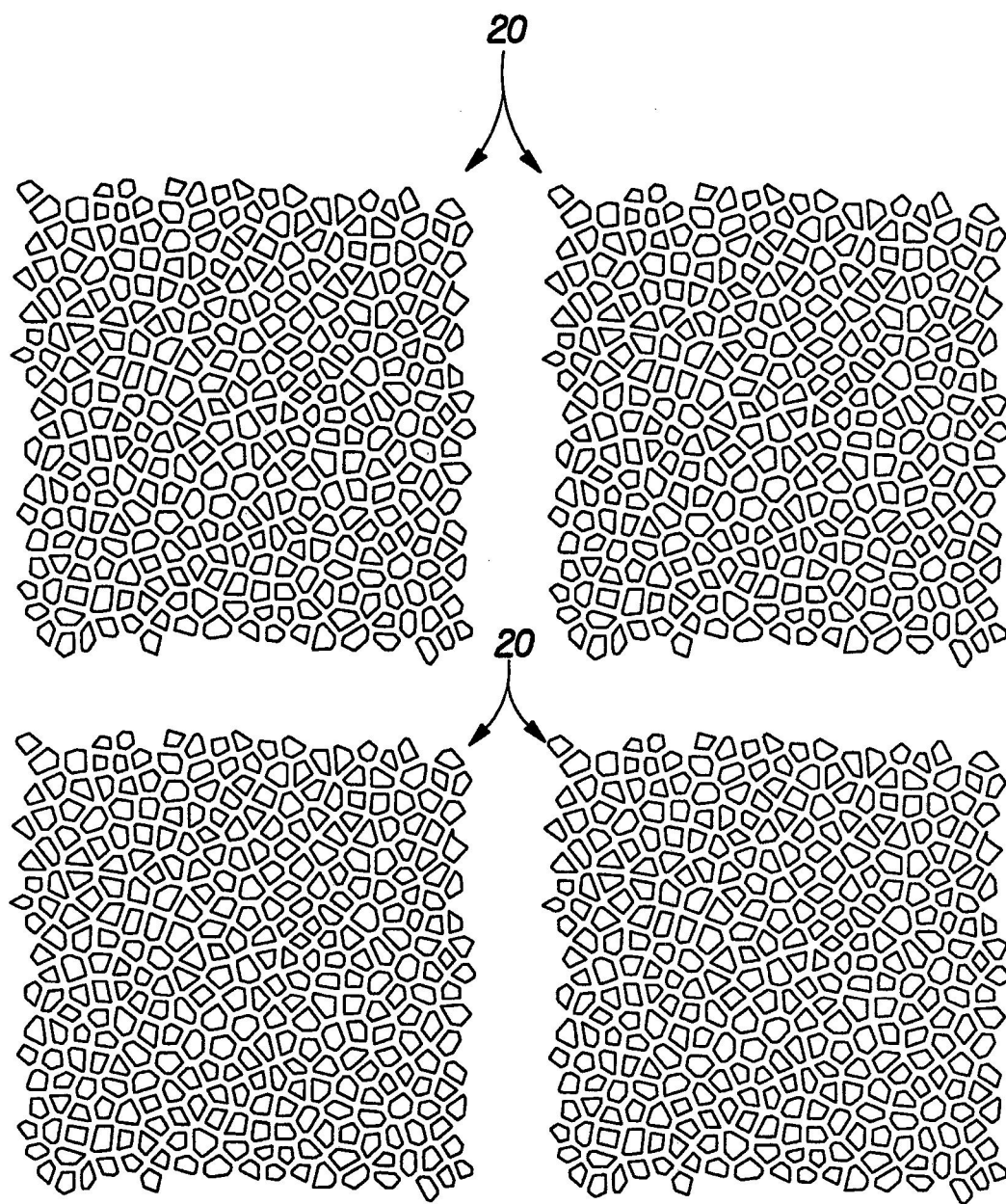


FIG. 3

103
160
H

4/6

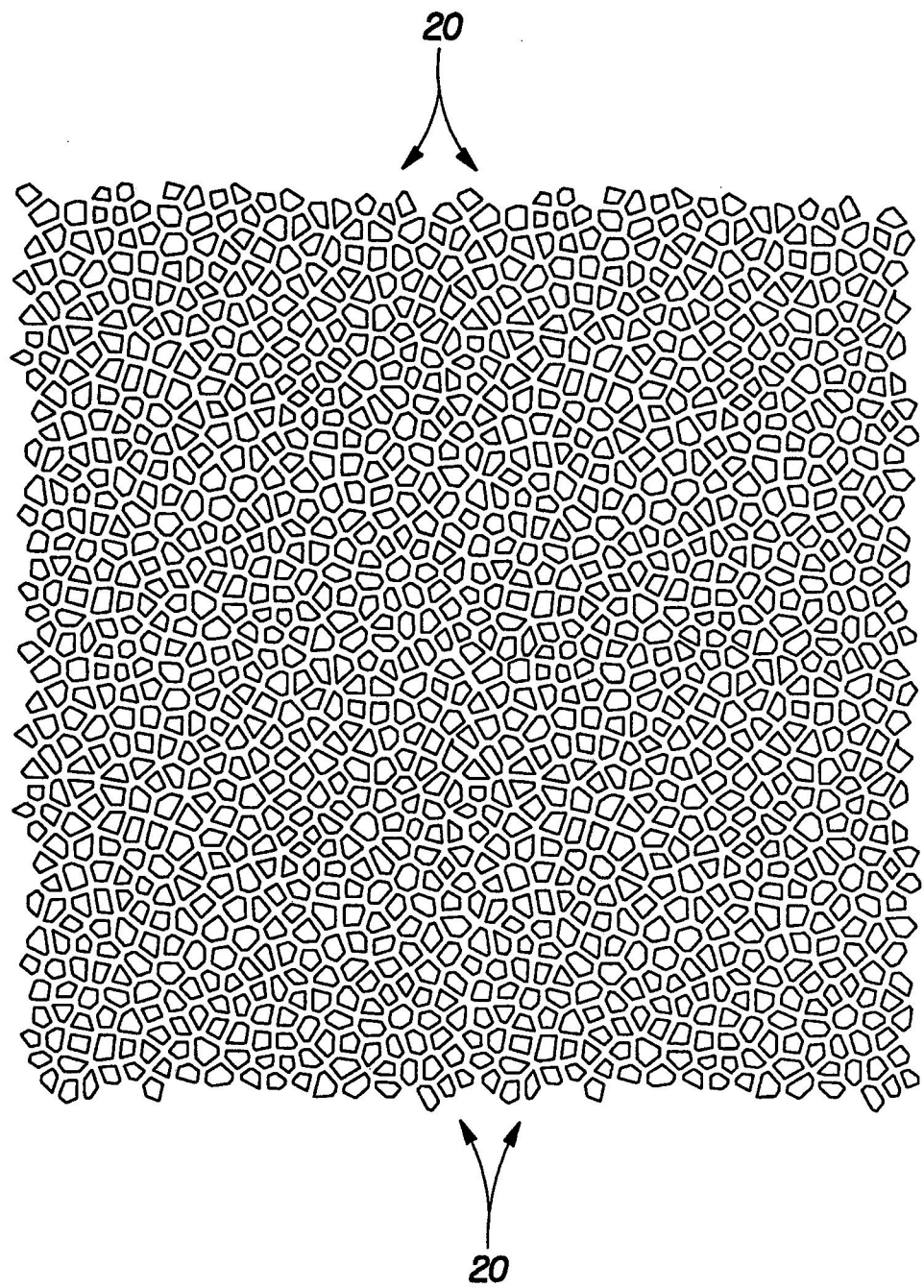


FIG. 4

104
101
#6

5/6

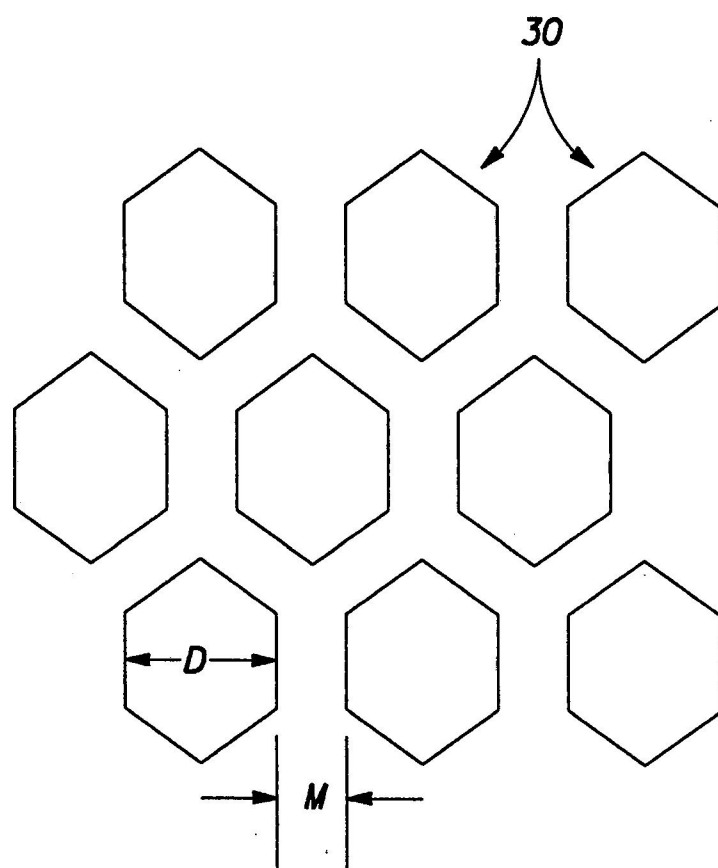


FIG. 5

105
102
~~101~~
6

6/6

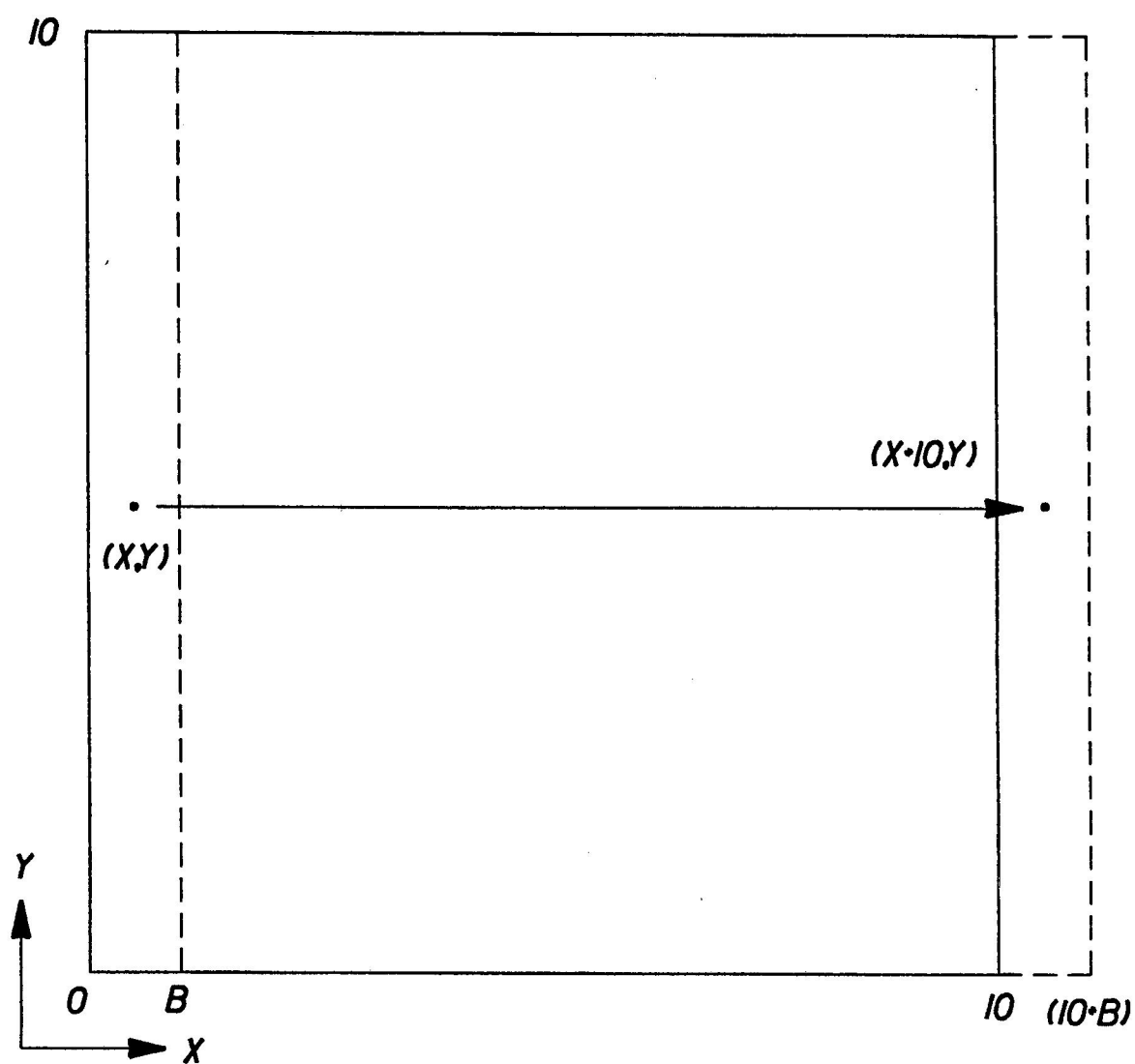


FIG. 6

~~107~~

103

~~10~~

ReAno 1 Ejemplar
Arto 12 cm x 12 cm

2do. EXAMEN DE FORMA PATENTE DE INVENCION

Folio 112

Radicación no 00-25844

Concepto Técnico no 1381

Clasificación Internacional de Patentes G06F 17/50

Practicado el examen de acuerdo a lo establecido en el Art. 38 de la Decisión 486 se determinó que esta solicitud de **Patente de Invención**:

- SI [☒] NO [☐] Contiene un resumen de la invención (Art.26-e).
- SI [☒] NO [☐] Contiene el título o nombre de la invención (Art.27-d).
- SI [☒] NO [☐] Contiene la descripción de la invención (Art.26-b).
- SI [☒] NO [☐] NO ES APLICABLE [☐] Contiene los dibujos necesarios para comprender la invención (Art.26-d)
- SI [☒] NO [☐] Contiene una o más reivindicaciones. (Art.26-c).
- SI [☐] NO [☐] NO ES APLICABLE [☒] Han sido desarrollados los productos y/o procedimientos a partir de recursos genéticos o de sus productos derivados de los que cualquiera de los Países Miembros es país de origen. (Art. 26- h).
- SI [☐] NO [☐] NO ES APLICABLE [☒] Los productos y/o procedimientos han sido obtenidos o desarrollados a partir de los conocimientos tradicionales de las comunidades indígenas, afroamericanas, o locales de los países miembros, de acuerdo a lo establecido en la Decisión 391 y sus modificaciones y reglamentaciones vigentes.(Art.26-i).
- SI [☐] NO [☒] La invención se refiere a un producto relativo a un material biológico. (Art.26-J).
- SI [☒] NO [☐] La prioridad coincide con la materia reivindicada.
- SI [☒] NO [☐] **CUMPLE LOS REQUISITOS TÉCNICOS**

OBSERVACIONES Y OTROS: SI [☐] NO [☒] ver hoja(s) anexa(s)

Nuevo título, folio 41

Nuevo capítulo descriptivo, folio 43 a 64

Nuevo capítulo reivindicatorio, folios 65 a 67

Nuevas figuras y Artes finales 12 cm x 12 cm, folios 100 a 108

EXAMINADOR TÉCNICO
202030

Bogotá D. C., 11-09-2002



2020
Bogotá DC

Doctor(a)
CARLOS R. OLARTE
Apoderado(a)

REFERENCIA:	Radicación No.	00-25844
	Trámite	002
	Evento	001
	Actuación	416
	Oficio No.	1914
	Folios	001

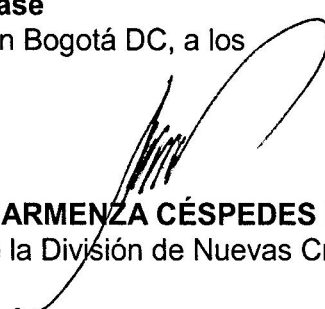
Teniendo en cuenta que la solicitud de privilegio de patente que se tramita bajo el expediente indicado en la referencia, reúne los requisitos de forma establecidos en los artículos 26 y 27 de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina, y en las demás disposiciones vigentes sobre la materia, se envía el extracto de la solicitud a la Oficina de Comunicaciones para efecto de su publicación en la Gaceta de Propiedad Industrial, conforme lo establece el artículo 40 de la misma Decisión.

No obstante no se tendrá en cuenta la prioridad por no dar cumplimiento a los términos solicitados en el concepto jurídico, folio 36.

Cúmplase

Dado en Bogotá DC, a los

30 SET. 2002


ALIX CARMENZA CÉSPEDES DE VERGEL
Jefe de la División de Nuevas Creaciones

Bogotá, DC, 29/1/2003 El extracto de esta solicitud fue publicado en el número de 524.
la Gaceta de Propiedad Industrial, de fecha 31-01-2003. El término hábil señalado por la
ley expiró el 30-04-2003 y SI ☐ NO ☒ se presentaron oposiciones por parte de
terceros.

