

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 554 827**

51 Int. Cl.:

B02C 18/14 (2006.01)
B02C 18/00 (2006.01)
D21C 9/00 (2006.01)
B02C 13/284 (2006.01)
C10L 5/44 (2006.01)
B29B 7/92 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.03.2006 E 12171871 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.11.2015 EP 2508263**

54 Título: **Método para densificar material fibroso**

30 Prioridad:

24.03.2005 US 664832 P
07.06.2005 US 688002 P
24.08.2005 US 711057 P
09.09.2005 US 715822 P
12.10.2005 US 725674 P
12.10.2005 US 726102 P
13.12.2005 US 750205 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.12.2015

73 Titular/es:

XYLECO, INC. (100.0%)
360 Audubon Road
Wakefield, MA 01880-6248, US

72 Inventor/es:

MEDOFF, MARSHALL

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 554 827 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método para densificar material fibroso

Campo técnico

Esta invención se refiere a materiales fibrosos y materiales compuestos, y a métodos para preparar los mismos.

5 Antecedentes

Los materiales fibrosos, p.ej., materiales celulósicos y lignocelulósicos, se producen, procesan y usan en grandes cantidades en varias aplicaciones. A menudo tales materiales fibrosos se usan una vez, y después se descartan como desecho.

10 El documento EP 1457184 A1 describe láminas de pulpa de celulosa tratadas con un sacárido que da menos que 20% en peso de nudos cuando es fibrizada bajo condiciones Kamas estándar.

15 El documento EP 1457184 A1 describe un método para densificar una lámina de pulpa, que comprende: añadir, a una lámina de pulpa, un aglutinante seleccionado del grupo que consiste en aglutinantes solubles en agua, aglutinantes hinchables con el agua, y aglutinantes que tienen una temperatura de transición vítrea menor que 25°C, para proporcionar una combinación lámina de pulpa-aglutinante; y comprimir la combinación lámina de pulpa-aglutinante para proporcionar una lámina de pulpa densificada que tiene una densidad aparente que es al menos aproximadamente dos veces mayor que la densidad aparente de la lámina de pulpa, en donde la lámina de pulpa antes de la densificación tiene una densidad aparente menor que 0,15 g/cm³.

20 La patente de EE.UU. 4.236.897 describe un gránulo combustible, de alto valor de calentamiento, que comprende de aproximadamente 50 a aproximadamente 99% en peso de material celulósico natural y de aproximadamente 1 a aproximadamente 50% en peso de material termoplástico polimérico sintético.

El documento US 2003/0186052 A1 describe gránulos de fibra de celulosa procesados de baja humedad especificada y procedimientos para formar gránulos de fibra.

La solicitud de patente internacional WO 03/035740 describe una resina basada en sacárido especificada para aglutinar materiales compuestos lignocelulósicos, celulósicos y no celulósicos.

25 El documento US 2003/0228454 describe materiales compuestos especificados preparados mezclando en estado fundido composiciones que incluyen generalmente fibras de pulpa celulósica que tienen una pureza de alfa-celulosa mayor que 80% en peso, al menos un aglutinante soluble en agua, al menos un lubricante, al menos un compatibilizador, y al menos un polímero matriz.

Compendio

30 La invención se refiere al tema de las reivindicaciones adjuntas.

35 Se describen métodos para densificar materiales fibrosos que incluyen añadir, a un material fibroso, un aglutinante soluble en agua, un aglutinante hinchable con el agua, y/o un aglutinante que tiene una temperatura de transición vítrea menor que aproximadamente 25 °C, para proporcionar una combinación material fibroso-aglutinante. La combinación material fibroso-aglutinante es densificada para proporcionar un material fibroso densificado que tiene una densidad aparente que es al menos aproximadamente dos veces mayor que la densidad aparente del material fibroso, p.ej., tres veces, cuatro veces, cinco veces, seis veces, ocho veces, diez veces, doce veces, veinte veces o más, p.ej., cuarenta veces mayor. Preferiblemente, la densidad aparente del material densificado es al menos aproximadamente tres veces o aproximadamente cuatro veces mayor que la densidad aparente del material fibroso.

40 Se describen métodos para densificar materiales fibrosos que incluyen hacer pasar un material fibroso por un área de aplicación de aglutinante en la que se aplica un aglutinante para proporcionar una combinación material fibroso-aglutinante. La combinación material fibroso-aglutinante es densificada para proporcionar un material fibroso densificado que tiene una densidad aparente de al menos aproximadamente dos veces la densidad aparente del material fibroso, p.ej., tres veces, cuatro veces, cinco veces, seis veces, ocho veces, diez veces, doce veces, veinte veces o más, p.ej., cuarenta veces mayor.

45 También se describen métodos para densificar materiales fibrosos que incluyen añadir, a un material fibroso, un aglutinante soluble en agua, un aglutinante hinchable con el agua, y/o un aglutinante que tiene una temperatura de transición vítrea menor que aproximadamente 25 °C, para proporcionar una combinación material fibroso-aglutinante. La combinación material fibroso-aglutinante incluye menos que aproximadamente 25 por ciento en peso de aglutinante, p.ej., 15 por ciento en peso, 10 por ciento en peso, 5 por ciento en peso o menos que aproximadamente 1 por ciento en peso. la combinación material fibroso-aglutinante es densificada para proporcionar un material fibroso densificado que tiene una densidad aparente que es al menos aproximadamente dos veces mayor que la densidad aparente del material fibroso, p.ej., tres veces, cuatro veces, cinco veces, seis veces, ocho veces, diez veces, doce veces, veinte veces o más, p.ej., cuarenta veces mayor.

Se puede usar cualquier material fibroso densificado para formar cualquier artículo descrito en la presente memoria.

Los materiales fibrosos densificados pueden incluir un perfume o una fragancia.

Los materiales fibrosos densificados se pueden usar, p.ej., para preparar materiales compuestos, o se pueden usar en sí mismos o junto con aditivos, p.ej., como matrices de liberación controlada.

- 5 La invención puede tener una cualquiera de, o combinaciones de, las siguientes ventajas. Los materiales fibrosos densificados, p.ej., en forma de gránulo o astilla, son más fáciles de manejar, alimentar a maquinaria, transportar y mezclar con otros materiales, p.ej., resinas, p.ej., resina termoplástica.

10 El término "material fibroso", como se emplea en la presente memoria, es un material que incluye numerosas fibras sueltas, discretas y separables. Por ejemplo, se puede preparar un material fibroso a partir de una fuente de fibra de papel polirrevestido o un papel Kraft blanqueado por cizallamiento, p.ej., con una cortadora de cuchillas rotatorias.

El término "criba", como se emplea en la presente memoria, significa un miembro capaz de tamizar material según el tamaño, p.ej., una placa perforada, cilindro o similar, o una malla de alambre o tela.

Descripción de los dibujos

15 La Fig. 1 es un diagrama de bloques que ilustra la conversión de una fuente de fibra en un primer y segundo material fibroso.

La Fig. 2 es una vista en sección transversal de una cortadora de cuchillas rotatorias.

Las Figs. 3-8 son vistas desde arriba de diversas cribas preparadas a partir de monofilamentos.

La Fig. 9 es un diagrama de bloques que ilustra la conversión de una fuente de fibra en un primer, segundo y tercer material fibroso.

20 Las Figs. 10A y 10B son fotografías de fuentes de fibra; siendo la Fig. 10A una fotografía de un recipiente de papel polirrevestido, y siendo la Fig. 10B una fotografía de rollos de papel Kraft no blanqueado.

Las Figs. 11 y 12 son micrografías electrónicas de barrido de un material fibroso producido a partir de papel polirrevestido a un aumento de 25 X y 1000 X, respectivamente. El material fibroso fue producido en una cortadora de cuchillas rotatorias utilizando una criba con aberturas de 3,175 mm (1/8 de pulgada).

25 Las Figs. 13 y 14 son micrografías electrónicas de barrido de un material fibroso producido a partir de cartón Kraft blanqueado a un aumento de 25 X y 1000 X, respectivamente. El material fibroso fue producido en una cortadora de cuchillas rotatorias utilizando una criba con aberturas de 3,175 mm (1/8 de pulgada).

30 Las Figs. 15 y 16 son micrografías electrónicas de barrido de un material fibroso producido a partir de cartón Kraft blanqueado a un aumento de 25 X y 1000 X, respectivamente. El material fibroso fue cizallado dos veces en una cortadora de cuchillas rotatorias utilizando una criba con aberturas de 1,59 mm (1/16 de pulgada) durante cada cizallamiento.

35 Las Figs. 17 y 18 son micrografías electrónicas de barrido de un material fibroso producido a partir de cartón Kraft blanqueado a un aumento de 25 X y 1000 X, respectivamente. El material fibroso fue cizallado tres veces en una cortadora de cuchillas rotatorias. Durante el primer cizallamiento, se usó una criba de 3,175 mm (1/8 de pulgada); durante el segundo cizallamiento, se usó una criba de 1,59 mm (1/16 de pulgada), y durante el tercer cizallamiento se usó una criba de 0,79 mm (1/32 de pulgada).

La Fig. 19 es un diagrama de bloques que ilustra la conversión de una fuente de fibra en un material fibroso, y después densificación del material fibroso.

La Fig. 20 es un material fibroso densificado en forma de gránulo.

40 La Fig. 20A es una sección transversal de un gránulo hueco en el que un centro del hueco está en línea con un centro del gránulo.

La Fig. 20B es una sección transversal de un gránulo hueco en el que un centro del hueco está fuera de línea con un centro del gránulo.

La Fig. 20C es una sección transversal de un gránulo trilobal.

45 La Fig. 21 es un diagrama de bloques que ilustra la densificación masiva reversible.

La Fig. 22 es una vista lateral esquemática de un procedimiento para revestir un material fibroso con un aglutinante y/o añadir aditivos al material fibroso.

La Fig. 23 es una vista lateral esquemática de un procedimiento para formar un material fibroso densificado.

La Fig. 24 es una vista en perspectiva en corte de una granuladora.

La Fig. 25 es una vista lateral esquemática de un procedimiento para fabricar un material fibroso densificado.

La Fig. 25A es una vista agrandada del área 25A de la Fig. 25.

5 La Fig. 26 es un diagrama de bloques que ilustra la conversión de una combinación material fibroso/resina reticulable en una forma deseada, e irradiación de la forma deseada para formar un material compuesto reticulado.

La Fig. 27 es una vista de corte, en perspectiva, de un irradiador gamma.

La Fig. 28 es una vista en perspectiva agrandada de la región 28 de la Fig. 27.

10 La Fig. 29 es una fotografía de un material compuesto resina/material fibroso en la forma de un taburete bajo en el que algo del material fibroso del material compuesto es visible.

La Fig. 30 es una vista alargada de la región encuadrada de la Fig. 29.

Las Figs. 31A, 31B y 31C ilustran esquemáticamente la preparación de un material compuesto a partir de un molde que tiene una superficie de molde.

15 La Fig. 32 es una vista en sección transversal de un material compuesto resina/material fibroso que tiene una porción interior que no tiene sustancialmente material fibroso y una porción exterior que rodea a la porción interior que incluye material fibroso.

La Fig. 33 es una vista en sección transversal de un material compuesto transparente de resina/material fibroso que tiene una porción interior que tiene sustancialmente todo el material fibroso y una porción exterior que no tiene sustancialmente material fibroso rodeando a la porción interior.

20 Descripción detallada

De manera general, se describen materiales fibrosos, materiales fibrosos densificados y materiales compuestos preparados a partir de estos materiales y combinaciones de estos materiales.

25 Algunos de los materiales fibrosos descritos en la presente memoria son fáciles de dispersar en una resina, tal como una resina termoplástica, y pueden modificar ventajosamente la reología de la resina de una manera conveniente y predecible, dando como resultado combinaciones de resina/material fibroso que pueden ser, p.ej., más fáciles de moldear y extruir. Muchos de los materiales fibrosos densificados descritos en la presente memoria, tales como aquellos en forma de gránulo o astilla, pueden ser más fáciles de manejar, alimentar a maquinaria, transportar y mezclar con otros materiales. Muchos de los materiales compuestos descritos en la presente memoria tienen excelentes propiedades mecánicas, tales como resistencia a la abrasión, resistencia a la compresión, resistencia a la fractura, resistencia al impacto, resistencia a la torsión, módulo de tracción, módulo de flexión y alargamiento a la rotura. Muchos de los materiales compuestos, y especialmente muchos de los materiales compuestos reticulados, tienen una tendencia reducida a romperse y/o agrietarse a bajas temperaturas, y tienen una estabilidad a alta temperatura y resistencia química mejoradas. Algunos de los materiales compuestos perfumados, tales como materiales compuestos sustitutos de la madera, pueden suscitar interés en un punto de venta, y pueden permitir 35 oportunidades de etiquetado y comercialización inusuales. Muchos materiales compuestos descritos tienen propiedades visuales únicas, agradables o incluso sorprendentes.

Materiales fibrosos

Los materiales fibrosos se derivan de una o más fuentes de fibra cizallando una fuente de fibra para liberar material fibroso.

40 Haciendo referencia a la Fig. 1, una fuente 10 de fibra es cizallada, p.ej., por una cortadora de cuchillas rotatorias, para proporcionar un primer material 12 fibroso. Este material fibroso se puede usar como se proporciona, p.ej., para preparar materiales fibrosos densificados, o el primer material 12 fibroso se puede hacer pasar a través de una primera criba 16 que tiene un tamaño de abertura medio de 1,59 mm o menos (1/16 de pulgada, 0,0625 pulgadas) para proporcionar un segundo material 14 fibroso. Si se desea, la fuente 10 de fibra puede ser cortada antes del cizallamiento, p.ej., con una trituradora. Por ejemplo, cuando se usa un papel como fuente 10 de fibra, el papel puede ser cortado primero en tiras que son, p.ej., de 6,35 mm a 12,7 mm (1/4 a 1/2 de pulgada) de ancho, usando una trituradora, p.ej., una trituradora de tornillo contrarrotatorio, tal como las fabricadas por Munson (Utica, N.Y.).

50 En algunas realizaciones, el cizallamiento de la fuente 10 de fibra y el paso del primer material 12 fibroso resultante a través de la primera criba 16 se realizan al mismo tiempo. El cizallamiento y el paso también se pueden realizar en un procedimiento de tipo discontinuo.

Por ejemplo, se puede usar una cortadora de cuchillas rotatorias para triturar al mismo tiempo la fuente 10 de fibra y cribar el primer material 12 fibroso. Haciendo referencia a la Fig. 2, una cortadora 20 de cuchillas rotatorias incluye una tolva 22 que puede ser cargada con una fuente 10' de fibra triturada preparada triturando la fuente 10 de fibra. La fuente 10' de fibra triturada es cizallada entre cuchillas 24 estacionarias y cuchillas 26 rotatorias para proporcionar un primer material 12 fibroso. El primer material 12 fibroso pasa a través de la criba 16 que tiene las dimensiones descritas anteriormente, y el segundo material 14 fibroso resultante es capturado en el contenedor 30. Para ayudar a la recogida del segundo material 14 fibroso, el contenedor 30 puede tener una presión por debajo de la presión atmosférica nominal, p.ej., al menos 10 por ciento por debajo de la presión atmosférica nominal, p.ej., al menos 25 por ciento por debajo de la presión atmosférica nominal, p.ej., al menos 50 por ciento por debajo de la presión atmosférica nominal, o al menos 75 por ciento por debajo de la presión atmosférica nominal. En algunas realizaciones, se utiliza una fuente 50 de vacío para mantener el contenedor por debajo de la presión atmosférica nominal.

Haciendo referencia a las Figs. 3-8, en algunas realizaciones, el tamaño de abertura medio de la primera criba 16 es menos que 0,79 mm (1/32 de pulgada, 0,03125 pulgadas), p.ej., menos que 0,51 mm (1/50 de pulgada, 0,02000 pulgadas), menos que 0,40 mm (1/64 de pulgada, 0,015625 pulgadas), menos que 0,23 mm (0,009 pulgadas), menos que 0,20 mm (1/128 de pulgada, 0,0078125 pulgadas), menos que 0,18 mm (0,007 pulgadas), menos que 0,13 mm (0,005 pulgadas), o incluso menos que 0,10 mm (1/256 de pulgada, 0,00390625 pulgadas). La criba 16 se prepara entretejiendo monofilamentos 52 que tienen un diámetro apropiado para dar el tamaño de abertura deseado. Por ejemplo, los monofilamentos pueden estar hechos de un metal, p.ej., acero inoxidable. Según se hacen más pequeños los tamaños de abertura, las exigencias estructurales de los monofilamentos pueden aumentar. Por ejemplo, para tamaños de abertura menores que 0,40 mm, puede ser ventajoso preparar las cribas a partir de monofilamentos hechos de un material distinto al acero inoxidable, p.ej., titanio, aleaciones de titanio, metales amorfos, níquel, wolframio, rodio, renio, cerámica o vidrio. En algunas realizaciones, la criba se prepara a partir de una placa, p.ej., una placa metálica, que tiene aberturas, p.ej., cortadas en la placa usando un láser.

En algunas realizaciones, el segundo material 14 fibroso es triturado y hecho pasar a través de la primera criba 16, o una criba de tamaño diferente. En algunas realizaciones, el segundo material 14 fibroso es hecho pasar a través de una segunda criba que tiene un tamaño de abertura medio igual a o menor que el de la primera criba 16.

Haciendo referencia a la Fig. 9, se puede preparar un tercer material 62 fibroso a partir del segundo material 14 fibroso cizallando el segundo material 14 fibroso y haciendo pasar el material resultante a través de una segunda criba 60 que tiene un tamaño de abertura medio menor que la primera criba 16.

Las fuentes de fibra incluyen fuentes de fibra celulósicas, que incluyen papel y productos de papel como los mostrados en las Figs. 10A (papel polirrevestido) y 10B (papel Kraft), y fuentes de fibra lignocelulósicas, que incluyen madera y materiales relacionados con la madera, p.ej., tabla de aglomerado. Otras fuentes de fibra adecuadas incluyen fuentes de fibra naturales, p.ej., hierbas, cáscaras de arroz, bagazo, algodón, yute, heno, lino, bambú, sisal, abacá, paja, mazorcas de maíz, cáscaras de arroz, fibra de coco; fuentes de fibra de alto contenido en α -celulosa, p.ej., algodón; fuentes de fibra sintéticas, p.ej., hilo extruido (hilo orientado o hilo no orientado) o fuentes de fibra de carbono; fuentes de fibra inorgánicas; y fuentes de fibra metálicas. Las fuentes de fibra naturales o sintéticas se pueden obtener a partir de materiales textiles de desecho vírgenes, p.ej., retales, o pueden ser desechos post-consumidor, p.ej., trapos. Cuando se usan productos de papel como fuentes de fibra, pueden ser materiales vírgenes, p.ej., materiales de desecho vírgenes, o pueden ser desechos post-consumidor. Aparte de materias primas vírgenes, también se pueden usar como fuentes de fibra desechos post-consumidor, industriales (p.ej., vísceras), y de procesamiento (p.ej., efluente del procesamiento de papel). También, la fuente de fibra puede obtenerse o derivarse de desechos humanos (p.ej., aguas residuales), animales o vegetales. Se han descrito fuentes de fibra adicionales en las patentes de EE.UU. Nos. 6.448.307, 6.258.876, 6.207.729, 5.973.035 y 5.952.105.

En realizaciones específicas, la fuente de fibra incluye aserrín, p.ej., de moler, maquinizar o lijar maderas duras o blandas. Ejemplos de maderas duras incluyen roble, arce, cerezo (p.ej., cerezo brasileño), nogal, caoba, ciprés o palisandro. Ejemplos de maderas blandas incluyen cedro (p.ej., cedro rojo y blanco), pino, píceas, abeto (p.ej., abeto Douglas), y secuoya. En algunas realizaciones es ventajoso usar una madera fragante, tal como cedro o secuoya, porque puede comunicar una fragancia al material compuesto. En algunas realizaciones, se añade fragancia al aserrín. En algunas realizaciones, es ventajoso cizallar el aserrín, p.ej., usando una cortadora de cuchillas rotatorias, para desaglomerar el aserrín.

Se pueden utilizar mezclas de cualquiera de las fuentes de fibra o materiales fibrosos anteriores, p.ej., para preparar materiales compuestos o materiales fibrosos densificados.

De manera general, las fibras de los materiales fibrosos pueden tener una relación longitud a diámetro media relativamente grande (p.ej., mayor que 20 a 1), incluso si han sido cizalladas más de una vez. Además, las fibras de los materiales fibrosos descritos en la presente memoria pueden tener una distribución de longitudes y/o relaciones longitud a diámetro relativamente estrecha. Sin desear estar atado por ninguna teoría particular, se cree actualmente que la relación longitud a diámetro media relativamente grande y la distribución de longitudes y/o relaciones longitud a diámetro relativamente estrecha son, al menos en parte, responsables de la facilidad a la que se dispersan los

materiales fibrosos en una resina, p.ej., una resina termoplástica fundida. Se cree también que la relación longitud a diámetro media relativamente grande y la distribución de longitudes y/o relaciones longitud a diámetro relativamente estrecha son, al menos en parte, responsables de las consistentes propiedades de los materiales fibrosos, la predecible modificación de la reología que comunican los materiales fibrosos a una resina, la facilidad a la que son coladas, extruidas y moldeadas por inyección las combinaciones de los materiales fibrosos y las resinas, la facilidad con la que los materiales fibrosos pasan a través de canales y aberturas pequeños, a menudo tortuosos, y los excelentes acabados superficiales posibles con las piezas moldeadas, p.ej., acabados brillantes y/o acabados sustancialmente desprovistos de motitas visibles.

Como se emplea en la presente memoria, las anchuras de fibra medias (es decir, diámetros) son las determinadas ópticamente seleccionando al azar aproximadamente 5.000 fibras. Las longitudes de fibra medias son longitudes ponderadas en longitud corregida. Las áreas superficiales BET (Brunauer, Emmet y Teller) son áreas superficiales de multipunto, y las porosidades son las determinadas por porosimetría de mercurio.

La relación longitud a diámetro media del segundo material 14 fibroso puede ser, p.ej., p.ej., mayor que 10/1, mayor que 25/1, o mayor que 50/1. Una longitud media del segundo material 14 fibroso puede estar, p.ej., entre aproximadamente 0,5 mm y 2,5 mm, p.ej., entre aproximadamente 0,75 mm y 1,0 mm, y una anchura (es decir, diámetro) media del segundo material 14 fibroso puede estar, p.ej., entre aproximadamente 5 μm y 50 μm , p.ej., entre aproximadamente 10 μm y 30 μm .

En algunas realizaciones, una desviación estándar de la longitud del segundo material 14 fibroso es menos que 60 por ciento de una longitud media del segundo material 14 fibroso, p.ej., menos que 50 por ciento de la longitud media, menos que 40 por ciento de la longitud media, menos que 25 por ciento de la longitud media, menos que 10 por ciento de la longitud media, menos que 5 por ciento de la longitud media, o incluso menos que 1 por ciento de la longitud media.

En algunas realizaciones, un área superficial BET del segundo material 14 fibroso es mayor que 0,5 m^2/g , mayor que 1,0 m^2/g , mayor que 1,5 m^2/g , mayor que 1,75 m^2/g , o incluso mayor que 5,0 m^2/g . Una porosidad del segundo material 14 fibroso puede ser, p.ej., mayor que 70 por ciento, p.ej., mayor que 80 por ciento, mayor que 85 por ciento o mayor que 90 por ciento.

En algunas realizaciones, una relación de la relación longitud a diámetro media del primer material 12 fibroso a la relación longitud a diámetro media del segundo material 14 fibroso es, p.ej., menos que 1,5, p.ej., menos que 1,4, menos que 1,25, o incluso menos que 1,1.

En realizaciones particulares, el segundo material 14 fibroso es cizallado de nuevo y el material fibroso resultante es hecho pasar a través de una segunda criba que tiene un tamaño de abertura medio menor que la primera criba para proporcionar un tercer material 62 fibroso. En tales casos, una relación de la relación longitud a diámetro del segundo material 14 fibroso a la relación longitud a diámetro del tercer material 62 fibroso puede ser, p.ej., menos que 1,5, p.ej., menos que 1,4, menos que 1,25, o incluso menos que 1,1.

En algunas realizaciones, el tercer material 62 fibroso es hecho pasar a través de una tercera criba para producir un cuarto material fibroso. El cuarto material fibroso puede ser, p.ej., hecho pasar a través de una cuarta criba para producir un quinto material. Se pueden repetir procedimientos de cribado similares tantas veces como se desee para producir el material fibroso deseado que tenga las propiedades deseadas.

En algunas realizaciones, el material fibroso deseado incluye fibras que tienen una relación longitud a diámetro media mayor que 5 y que tienen una desviación estándar de la longitud de fibra que es menos que sesenta por ciento de la longitud media. Por ejemplo, la relación longitud a diámetro media puede ser mayor que 10/1, p.ej., mayor que 25/1, o mayor que 50/1, y la longitud media puede estar entre aproximadamente 0,5 mm y 2,5 mm, p.ej., entre aproximadamente 0,75 mm y 1,0 mm. Una anchura media del material fibroso puede estar entre aproximadamente 5 μm y 50 μm , p.ej., entre aproximadamente 10 μm y 30 μm . Por ejemplo, la desviación estándar puede ser menos que 50 por ciento de la longitud media, p.ej., menos que 40 por ciento, menos que 30 por ciento, menos que 25 por ciento, menos que 20 por ciento, menos que 10 por ciento, menos que 5 por ciento, o incluso menos que 1 por ciento de la longitud media. Un material fibroso deseable puede tener, p.ej., un área superficial BET mayor que 0,5 m^2/g , p.ej. mayor que 1,0 m^2/g , mayor que 1,5 m^2/g , mayor que 1,75 m^2/g , mayor que 5 m^2/g , o incluso mayor que 10,0 m^2/g . Un material deseado puede tener, p.ej., una porosidad mayor que 70 por ciento, p.ej., mayor que 80 por ciento, mayor que 87,5 por ciento, mayor que 90 por ciento, o incluso mayor que 95 por ciento.

Aunque se han descrito algunas realizaciones que usan cribas para proporcionar un material fibroso deseado, en otras realizaciones, no se usan cribas para preparar el material fibroso deseado. Por ejemplo, se puede cizallar una fuente de fibra entre un primer par de cuchillas que define un primer espacio, dando como resultado un material fibroso. Después el primer material fibroso puede ser cizallado entre un segundo par de cuchillas que definen un segundo espacio que es más pequeño que el primer espacio, dando como resultado un segundo material fibroso.

Ejemplos de materiales fibrosos

Las micrografías electrónicas de barrido se obtuvieron en un microscopio electrónico de barrido de emisión de

campo JEOL 65000. Las longitudes y anchuras (es decir, diámetros) de fibra fueron determinadas por Integrated Paper Services, Inc., Appleton, WI, usando un analizador automatizado (TAPPI T271). El área superficial BET fue determinada por Micrometrics Analytical Services, como lo fueron la porosidad y densidad aparente.

Ejemplos

5 Ejemplo comparativo 1 - Preparación de material fibroso a partir de papel polirrevestido

Se obtuvo de International Paper un palé de 680 kg (1.500 libras) de cartones de zumo de 1,89 l (medio galón), vírgenes, hechos de cartón Kraft blanco polirrevestido no impreso que tenían una densidad aparente de 0,32 g/cm³ (20 lb/ft³). Cada cartón fue aplanado, y alimentado después a una trituradora Flinch Baugh de 3 CV a una velocidad de aproximadamente 6,8 a 9,1 kg (15 a 20 libras) por hora. La trituradora estaba equipada con dos cuchillas rotatorias de 304,8 mm (12 pulgadas), dos cuchillas fijas y una criba de descarga de 7,62 mm (0,30 pulgadas). El espacio entre las cuchillas rotatorias y fijas se ajustó a 2,54 mm (0,10 pulgadas). La salida de la trituradora se parecía a confeti que tenía una anchura de entre 2,54 mm (0,1 pulgadas) y 12,7 mm (0,5 pulgadas), una longitud de entre 6,35 mm (0,25 pulgadas) y 25,4 mm (1 pulgada) y un grosor equivalente al del material de partida (aproximadamente 1,5 mm (0,075 pulgadas)). El material parecido a confeti fue alimentado a una cortadora de cuchillas rotatorias Munson, Modelo SC30. El Modelo SC30 está equipado con cuatro cuchillas rotatorias, cuatro cuchillas fijas, y una criba de descarga que tiene aberturas de 3,175 mm (1/8 de pulgada). El espacio entre las cuchillas rotatorias y fijas se ajustó a aproximadamente 0,51 mm (0,020 pulgadas). La cortadora de cuchillas rotatorias cizalló los trozos parecidos a confeti a través de los bordes de las cuchillas, desgarrando los trozos y liberando un material fibroso a una velocidad de aproximadamente 0,453 kg (una libra) por hora. El material fibroso tuvo un área superficial BET de 0,9748 m²/g +/- 0,0167 m²/g, una porosidad de 89,0437 por ciento y una densidad aparente (a 3,65 kPa (@0,53 psia)) de 0,1260 g/ml. Una longitud media de las fibras fue 1,141 mm y una anchura media de las fibras fue 0,027 mm, dando una L/D media de 42:1. Las micrografías electrónicas de barrido del material fibroso se muestran en las Figs. 11 y 12 a un aumento de 25 X y un aumento de 1.000 X, respectivamente.

Ejemplo comparativo 2 - Preparación de material fibroso a partir de cartón Kraft blanqueado

Se obtuvo de International Paper un palé de 680 kg (1.500 libras) de cartón Kraft blanqueado virgen que tenía una densidad aparente de 0,48 g/cm³ (30 lb/ft³). El material fue aplanado, y alimentado después a una trituradora Flinch Baugh de 3 CV a una velocidad de aproximadamente 6,8 a 9,1 kg (15 a 20 libras) por hora. La trituradora estaba equipada con dos cuchillas rotatorias de 304,8 mm (12 pulgadas), dos cuchillas fijas y una criba de descarga de 7,62 mm (0,30 pulgadas). El espacio entre las cuchillas rotatorias y fijas se ajustó a 2,54 mm (0,10 pulgadas). La salida de la trituradora se parecía a confeti que tenía una anchura de entre 2,54 mm (0,1 pulgadas) y 12,7 mm (0,5 pulgadas), una longitud de entre 6,35 mm (0,25 pulgadas) y 25,4 mm (1 pulgada) y un grosor equivalente al del material de partida (aproximadamente 1,9 mm (0,075 pulgadas)). El material parecido a confeti fue alimentado a una cortadora de cuchillas rotatorias Munson, Modelo SC30. La criba de descarga tenía aberturas de 3,175 mm (1/8 de pulgada). El espacio entre las cuchillas rotatorias y fijas se ajustó a aproximadamente 0,51 mm (0,020 pulgadas). La cortadora de cuchillas rotatorias cizalló los trozos parecidos a confeti, liberando un material fibroso a una velocidad de aproximadamente 0,453 kg (una libra) por hora. El material fibroso tuvo un área superficial BET de 1,1316 m²/g +/- 0,0103 m²/g, una porosidad de 88,3285 por ciento y una densidad aparente (a 3,65 kPa (@0,53 psia)) de 0,1497 g/ml. Una longitud media de las fibras fue 1,063 mm y una anchura media de las fibras fue 0,0245 mm, dando una L/D media de 43:1. Las micrografías electrónicas de barrido del material fibroso se muestran en las Figs. 13 y 14 a un aumento de 25 X y un aumento de 1.000 X, respectivamente.

Ejemplo comparativo 3 - Preparación de material fibroso cizallado dos veces a partir de cartón Kraft blanqueado

Se obtuvo de International Paper un palé de 680 kg (1.500 libras) de cartón Kraft blanqueado virgen que tenía una densidad aparente de 0,48 g/cm³ (30 lb/ft³). El material fue aplanado, y alimentado después a una trituradora Flinch Baugh de 3 CV a una velocidad de aproximadamente 6,8 a 9,1 kg (15 a 20 libras) por hora. La trituradora estaba equipada con dos cuchillas rotatorias de 304,8 mm (12 pulgadas), dos cuchillas fijas y una criba de descarga de 7,62 mm (0,30 pulgadas). El espacio entre las cuchillas rotatorias y fijas se ajustó a 2,54 mm (0,10 pulgadas). La salida de la trituradora se parecía a confeti (como anteriormente). El material parecido a confeti fue alimentado a una cortadora de cuchillas rotatorias Munson, Modelo SC30. La criba de descarga tenía aberturas de 1,59 mm (1/16 de pulgada). El espacio entre las cuchillas rotatorias y fijas se ajustó a aproximadamente 0,51 mm (0,020 pulgadas). La cortadora de cuchillas rotatorias cizalló los trozos parecidos a confeti, liberando un material fibroso a una velocidad de aproximadamente 0,453 kg (una libra) por hora. El material resultante del primer cizallamiento fue alimentado de vuelta a la misma configuración descrita anteriormente y cizallado de nuevo. El material fibroso resultante tuvo un área superficial BET de 1,4408 m²/g +/- 0,0156 m²/g, una porosidad de 90,8998 por ciento y una densidad aparente (a 3,65 kPa (@0,53 psia)) de 0,1298 g/ml. Una longitud media de las fibras fue 0,891 mm y una anchura media de las fibras fue 0,026 mm, dando una L/D media de 34:1. Las micrografías electrónicas de barrido del material fibroso se muestran en las Figs. 15 y 16 a un aumento de 25 X y un aumento de 1.000 X, respectivamente.

Ejemplo comparativo 4 - Preparación de material fibroso cizallado tres veces a partir de cartón Kraft blanqueado

Se obtuvo de International Paper un palé de 680 kg (1.500 libras) de cartón Kraft blanqueado virgen que tenía una

densidad aparente de 0,48 g/cm³ (30 lb/ft³). El material fue aplanado, y alimentado después a una trituradora Flinch Baugh de 3 CV a una velocidad de aproximadamente 6,8 a 9,1 kg (15 a 20 libras) por hora. La trituradora estaba equipada con dos cuchillas rotatorias de 304,8 mm (12 pulgadas), dos cuchillas fijas y una criba de descarga de 1,62 mm (0,30 pulgadas). El espacio entre las cuchillas rotatorias y fijas se ajustó a 2,54 mm (0,10 pulgadas). La salida de la trituradora se parecía a confeti (como anteriormente). El material parecido a confeti fue alimentado a una cortadora de cuchillas rotatorias Munson, Modelo SC30. La criba de descarga tenía aberturas de 3,175 mm (1/8 de pulgada). El espacio entre las cuchillas rotatorias y fijas se ajustó a aproximadamente 0,51 mm (0,020 pulgadas). La cortadora de cuchillas rotatorias cizalló los trozos parecidos a confeti a través de los bordes de las cuchillas. El material resultante del primer cizallamiento fue alimentado de vuelta a la misma configuración descrita anteriormente y la criba fue reemplazada por una criba de 1,59 mm (1/16 de pulgada). Este material se cizalló. El material resultante del segundo cizallamiento fue alimentado de vuelta a la misma configuración y la criba fue reemplazada por una criba de 0,79 mm (1/32 de pulgada). Este material se cizalló. El material fibroso resultante tuvo un área superficial BET de 1,6897 m²/g +/- 0,0155 m²/g, una porosidad de 87,7163 por ciento y una densidad aparente (a 3,65 kPa (0,53 psia)) de 0,1448 g/ml. Una longitud media de las fibras fue 0,824 mm y una anchura media de las fibras fue 0,0262 mm, dando una L/D media de 32:1. Las micrografías electrónicas de barrido del material fibroso se muestran en las Figs. 17 y 18 a un aumento de 25 X y un aumento de 1.000 X, respectivamente.

Densificación de materiales fibrosos

Haciendo referencia a la Fig. 19, una fuente de fibra es convertida en un material fibroso. El material fibroso es densificado posteriormente. Se añaden al material fibroso un aglutinante y, opcionalmente, otros aditivos, tales como cargas y materiales antiestáticos, antes de la densificación. El material fibroso con aglutinante y cualesquiera aditivos o cargas deseados puede ser densificado por aplicación de presión, p.ej., haciendo pasar el material fibroso a través de un espacio definido entre rodillos de presión contrarrotatorios o haciendo pasar el material fibroso a través de una granuladora, o combinando el material fibroso y el aglutinante en un extrusor (p.ej., un extrusor de husillo único o de doble husillo). Durante la aplicación de presión, se puede aplicar opcionalmente calor para ayudar a la densificación del material fibroso.

La fuente de fibra es convertida en el material fibroso cizallando la fuente de fibra, como se discutió anteriormente.

Cualquiera de los materiales fibrosos discutidos anteriormente y otros pueden ser densificados. Por ejemplo, las fibras del material fibroso pueden tener, p.ej., una relación longitud a diámetro media (L/D) mayor que 3, p.ej., 5, 6, 7, 8, 10, 25, 50 o más, p.ej., 100. En algunas realizaciones, las fibras del material fibroso tienen una longitud media de, p.ej., 0,25 mm o más, p.ej., 0,3 mm, 0,5 mm, 0,75 mm, 1 mm, 2 mm, 3 mm, 4 mm, 5 mm o más, p.ej., 10 mm, y una dimensión transversal máxima mayor que 0,05 mm, p.ej., 0,075 mm, 0,1 mm, 0,2 mm, 0,3 mm, 0,4 mm, 0,5 mm o más, p.ej., 1 mm. Si se desea, las fibras del material fibroso pueden ser separadas, p.ej., por cribado, en fracciones que tienen diferentes relaciones L/D.

El material fibroso antes de la densificación tiene una densidad aparente menor que 0,15 g/cm³, 0,10 g/cm³, 0,05 g/cm³ o menos, p.ej., 0,025 g/cm³. La densidad aparente se determina usando ASTM D1895B. Brevemente, el método implica llenar un cilindro de medida de volumen conocido con una muestra y obtener un peso de la muestra. La densidad aparente se calcula dividiendo el peso de la muestra en gramos por el volumen conocido del cilindro en centímetros cúbicos.

El material fibroso puede ser tratado opcionalmente, p.ej., tratado químicamente o tratado por vapor, para hacer a las fibras del material fibroso lipófilas, lipófilas, más adherentes, y/o más dispersables o procesables. Por ejemplo, el material fibroso puede ser tratado con plasma o tratado químicamente con, p.ej., silanos.

Los aglutinantes son aglutinantes que son solubles en agua, son hinchados por el agua, o que tienen una temperatura de transición vítrea menor que 25°C, determinada por calorimetría de barrido diferencial. Por aglutinantes solubles en agua, los autores de la invención quieren decir aglutinantes que tienen una solubilidad de al menos aproximadamente 0,05 por ciento en peso en agua. Por aglutinantes hinchables en agua, los autores de la invención quieren decir aglutinantes que aumentan en volumen en más que 0,5 por ciento tras la exposición a agua.

En algunas realizaciones, los aglutinantes que son solubles o hinchados por el agua incluyen un grupo funcional que es capaz de formar un enlace, p.ej., un enlace de hidrógeno, con las fibras del material fibroso, p.ej., material fibroso celulósico. Por ejemplo, el grupo funcional puede ser un grupo ácido carboxílico, un grupo carbonilo, p.ej., de un aldehído o una cetona, un grupo ácido sulfónico, un grupo sulfonato, un grupo ácido fosfórico, un grupo fosfato, un grupo amida, un grupo amina, un grupo hidroxilo, p.ej., de un alcohol, y combinaciones de estos grupos, p.ej., un grupo ácido carboxílico y un grupo hidroxilo. Ejemplos monoméricos específicos incluyen glicerina, glioxal, ácido ascórbico, urea, glicina, pentaeritritol, un monosacárido o un disacárido, ácido cítrico y ácido tartárico. Los sacáridos adecuados incluyen glucosa, sacarosa, lactosa, ribosa, fructosa, manosa, arabinosa y eritrosa. Ejemplos poliméricos específicos incluyen poliglicoles, poli(óxido de etileno), ácidos policarboxílicos, poliamidas, poliaminas y polisulfonatos de ácidos polisulfónicos. Ejemplos poliméricos específicos incluyen polipropilenglicol (PPG), polietilenglicol (PEG), poli(óxido de etileno), p.ej., POLYOX[®], copolímeros de óxido de etileno y óxido de propileno, poli(ácido acrílico) (PAA), poli(acrilamida), polipeptidos, polietilenimina, polivinilpiridina, poli(4-estirenosulfonato de sodio) y poli(ácido 2-acrilamido-metil-1-propanosulfónico).

En algunas realizaciones, el aglutinante incluye un polímero que tiene una temperatura de transición vítrea menor que 25 °C. Ejemplos de tales polímeros incluyen elastómeros termoplásticos (TPEs). Ejemplos de TPEs incluyen amidas con bloques de poliéter, tales como las disponibles bajo el nombre comercial PEBAX[®], elastómeros de poliéster, tales como las disponibles bajo el nombre comercial HYTREL[®], y copolímeros de bloques estirénicos, tales como las disponibles bajo el nombre comercial KRATON[®]. Otros polímeros adecuados que tienen una temperatura de transición vítrea menor que 25 °C incluyen copolímero de etileno acetato de vinilo (EVA), poliolefinas, p.ej., polietileno, polipropileno, copolímeros de etileno-propileno, y copolímeros de etileno y alfa-olefinas, p.ej., 1-octeno, tales como los disponibles bajo el nombre comercial ENGAGE[®]. En algunas realizaciones, por ejemplo cuando la fuente de fibra usada para preparar el material fibroso incluye papel polirrevestido, el material fibroso es densificado sin la adición de un polímero de baja temperatura de transición vítrea independiente. Por ejemplo, el material fibroso preparado a partir de papel polirrevestido puede ser densificado calentando hasta por encima de aproximadamente 50 °C, p.ej., 75 °C, 80 °C, 90 °C, 100 °C o más, p.ej., 125 °C, y aplicando presión durante el calentamiento, p.ej., presión mayor que aproximadamente 345 kPa (50 lb/pulg²), p.ej., 689 kPa (100 lb/pulg²), 1.724 kPa (250 lb/pulg²), 3.447 kPa (500 lb/pulg²), 6.895 kPa (1.000 lb/pulg²) o más, p.ej., 17.237 kPa (2.500 lb/pulg²).

En una realización particular, el aglutinante es una lignina, p.ej., una lignina natural o modificada sintéticamente.

El aglutinante puede servir a otras funciones además de aglutinar el material fibroso. Por ejemplo, cuando el material fibroso densificado se usa para preparar materiales compuestos, el aglutinante puede actuar como un auxiliar de compatibilidad o acoplamiento, ayudando a compatibilizar la resina del material compuesto y el material fibroso. Ejemplos específicos de tales aglutinantes incluyen polímeros modificados que han sido funcionalizados, p.ej., con anhídrido maleico. Están disponibles en DuPont[™] polímeros injertados con anhídrido maleico bajo el nombre comercial FUSABOND[®]. Otros ejemplos específicos incluyen terpolímeros de etileno acrilato y monóxido de carbono modificados y acetatos de vinilo etileno (EVAs), disponibles también en DuPont[™]. Si se desea, el aglutinante puede incluir una fragancia o un perfume.

Una cantidad adecuada de aglutinante añadido al material fibroso, calculada en una base de peso seco, es, p.ej., de aproximadamente 0,01 por ciento a aproximadamente 50 por ciento, p.ej., 0,03 por ciento, 0,05 por ciento, 0,1 por ciento, 0,25 por ciento, 0,5 por ciento, 1,0 por ciento, 5 por ciento, 10 por ciento o más, p.ej., 25 por ciento, en base a un peso total de 3l material fibroso densificado. El aglutinante puede ser añadido al material fibroso como un líquido puro, como un líquido que tiene el aglutinante disuelto en el mismo, como un polvo seco del aglutinante, o como gránulos del aglutinante.

En otras realizaciones, la cantidad de aglutinante añadido al material fibroso es mayor que 50 por ciento (calculada en una base de peso seco), p.ej., mayor que 55 por ciento, mayor que 60 por ciento, mayor que 65 por ciento, mayor que 75 por ciento, o incluso mayor que 85 por ciento. Estas realizaciones pueden tener, p.ej., menos que 90 por ciento de polímero (p.ej., un polímero termoplástico).

El material fibroso, después de la densificación, puede estar en la forma de gránulos (Fig. 20) o astillas que tienen diversas formas, la forma deseada es, en parte, dependiente de la aplicación. Por ejemplo, cuando los gránulos o astillas son para ser mezclados en seco con una resina, y después la mezcla es plastificada y moldeada para formas piezas compuestas, es conveniente a menudo que los gránulos o astillas sean de forma cilíndrica, p.ej., que tengan una dimensión transversal máxima de, p.ej., 1 mm o más, p.ej., 2 mm, 3 mm, 5 mm, 8 mm, 10 mm, 15 mm o más, p.ej., 25 mm. Otra forma conveniente para preparar materiales compuestos incluye gránulos o astillas que sean de forma similar a placas, p.ej., que tengan un grosor de 1 mm o más, p.ej., 2 mm, 3 mm, 5 mm, 8 mm, 10 mm o más, p.ej., 25 mm; una anchura de, p.ej., 5 mm o más, p.ej., 10 mm, 15 mm, 25 mm, 30 mm o más, p.ej., 50 mm; y una longitud de 5 mm o más, p.ej., 10 mm, 15 mm, 25 mm, 30 mm o más, p.ej. 50 mm.

Haciendo referencia ahora a las Figs. 20A y 20B, los gránulos se pueden preparar por extrusión a través de una boquilla que tiene una porción central sólida de tal modo que el gránulo correspondiente tiene un hueco dentro. Como se muestra, el hueco puede estar generalmente en línea con el centro del gránulo (Fig. 20A), o fuera de línea con el centro del gránulo (Fig. 20B). Hacer el gránulo hueco por dentro puede disminuir el tiempo de enfriamiento necesitado para configurar totalmente el gránulo, y puede, por lo tanto, aumentar la velocidad de formación del gránulo. Cada gránulo puede ser de la misma o diferente sección transversal.

Haciendo referencia ahora a la Fig. 20C, el gránulo puede tener, p.ej., una forma transversal que es multilobal, p.ej., trilobal como se muestra, o tetralobal, pentalobal, hexalobal o decalobal. Hacer los gránulos en tales formas transversales puede disminuir el tiempo de enfriamiento.

Como se discutió anteriormente, los gránulos se pueden usar, p.ej., para formar materiales compuestos. Los gránulos o astillas también se pueden usar como sí mismos, p.ej., como absorbentes o matrices de liberación controlada. Como matrices de liberación controlada, los gránulos o astillas se pueden usar, p.ej., para fertilizar césped, liberar fármacos o biocidas, o liberar fragancias. Como absorbentes, los gránulos o astillas se pueden usar, p.ej., como lecho para mascotas, material de envasado o en sistemas de control de la polución. En realizaciones donde los gránulos o astillas se usan como matrices de liberación controlada, los gránulos o astillas pueden incluir un polímero, p.ej., un material degradable. Polímeros degradables representativos incluyen ácidos polihidroxilados, p.ej., polilactidas, poliglicolidas y copolímeros de ácido láctico y ácido glicólico, poli(ácido hidroxibutírico), poli(ácido

hidroxivalérico), poli[lactida-co-(ε-caprolactona)], poli[glicolida-co-(ε-caprolactona)], policarbonatos, poli(aminoácidos), poli(hidroxialcanoato)s, polianhídridos, poliortoésteres y mezclas de estos polímeros.

5 El material fibroso densificado, junto con una resina, se puede usar para formar artículos tales como tuberías, paneles, materiales de cubiertas, tableros, carcasas, láminas, bloques, ladrillos, postes, vallas, miembros, puertas, persianas, marquesinas, toldos, señales, armazones, marcos de ventanas, tableros, solados, tejas, traviesas de ferrocarril, bandejas, asas de herramientas, casetas, películas, envoltorios, cintas, cajas, cestas, estantes, cubiertas, juntas, mamparas, paredes, alfombrillas, armazones, estanterías, esculturas, sillas, mesas, escritorios, juguetes, juegos, palés, embarcaderos, muelles, embarcaciones, mástiles, tanques sépticos, paneles para automóviles, carcasas de ordenadores, cuadros eléctricos sobre y bajo tierra, muebles, mesas de picnic, bancos, refugios, bandejas, perchas, fuentes, féretros, sobrecubiertas de libros, bastones y muletas.

10 Los gránulos o astillas tienen diversas densidades, dependiendo la densidad deseada, en parte, de la aplicación. Por ejemplo, cuando los gránulos o astillas son para ser usados en la preparación de materiales compuestos, los gránulos o astillas pueden tener, p.ej., una densidad de aproximadamente 0,11 g/cm³, 0,15 g/cm³, 0,20 g/cm³, 0,25 g/cm³, 0,3 g/cm³, 0,4 g/cm³, 0,5 g/cm³, 0,6 g/cm³ o más, p.ej., 0,8 g/cm³. Cuando se usan para preparar materiales compuestos, es ventajoso a menudo seleccionar una densidad tal que los gránulos se separen bajo cizallamiento y/o calor para liberar el material fibroso del que está formado el gránulo o astilla. Para muchas aplicaciones, el material fibroso densificado puede ser sustituido por material fibroso, dado que el material fibroso densificado es convertido de nuevo en un material fibroso dentro de un dispositivo de procesamiento, p.ej., un extrusor o una máquina de moldeo por inyección.

15 La Fig. 22 explica el funcionamiento de un dispositivo 70 generador y tratador de un material fibroso. La lámina 73 de papel, p.ej., lámina de papel Kraft blanqueado de desecho, es suministrada desde un rodillo 72 y entregada a un aparato 74 de fibrización, tal como un cizallador rotatorio. La lámina 73 es convertida en el material 12' fibroso y es entregada a una zona 80 de carga de fibra por el transportador 78. Si se desea, las fibras del material fibroso pueden ser separadas, p.ej., por cribado, en fracciones que tienen diferentes relaciones L/D. En algunas realizaciones, el material fibroso 12' es entregado continuamente a la zona 80, y en otras realizaciones, el material fibroso es entregado en lotes. Está posicionado un ventilador 82 en el bucle 84 adyacente a la zona 80 de carga de fibra, y es capaz de mover un medio gaseoso, p.ej., aire, a una velocidad y volumen suficiente para circular el material 12' fibroso en una dirección indicada por la flecha 88 a través del bucle 84.

20 En algunas realizaciones, la velocidad del aire que viaja en el bucle es suficiente para dispersar uniformemente y transportar el material fibroso alrededor del bucle 84 entero. En algunas realizaciones, la velocidad del flujo es mayor que 12,7 m/s (2.500 pies/minuto), p.ej., 25,4 m/s (5.000 pies/minuto), 30,5 m/s (6.000 pies/minuto) o más, p.ej., 38,1 m/s (7.500 pies/minuto).

25 El material 12' fibroso arrastrado que atraviesa el bucle pasa a una zona 90 de aplicación de aglutinante, que forma parte del bucle 84, donde se aplica aglutinante. En funcionamiento, la zona 90 de aplicación de aglutinante aplica una disolución 96 líquida de aglutinante al material fibroso circulante por medio de las toberas 98, 99 y 100. Las toberas producen una pulverización o niebla atomizada de material aglutinante, que impacta con y reviste las fibras según pasan las fibras en la vecindad de las toberas. La válvula 102 funciona para controlar el flujo de material aglutinante líquido a las toberas 98, 99 y 100 respectivas. Después de que se ha aplicado una cantidad deseada de material aglutinante, la válvula 102 se cierra.

30 En algunas realizaciones, la zona 90 de aplicación de aglutinante es de 0,61 m a 30,5 m (dos a cien pies) de largo o más, p.ej., 38,1 m (125 pies), 45,8 m (150 pies), 76,2 m (250 pies) de largo o más, p.ej., 152,4 m (500 pies) de largo. Zonas de aplicación de aglutinante más largas permiten la aplicación de aglutinante durante un periodo de tiempo más largo, durante el paso del material 12' fibroso a través de la zona 90 de aplicación. En algunas realizaciones, las toberas están espaciadas de aproximadamente 0,91 metros (tres pies) a aproximadamente 1,22 metros (cuatro pies) a lo largo de la longitud del bucle 84.

35 En algunas realizaciones, el aglutinante proporciona un revestimiento sobre una mayoría sustancial del área superficial de cada fibra del material 12' fibroso, p.ej., cincuenta por ciento o más, p.ej., sesenta por ciento, setenta por ciento, setenta y cinco por ciento o más, p.ej., ochenta por ciento. En algunas realizaciones, el aglutinante forma un revestimiento que es aproximadamente de 1 micrómetro de grosor o menos, p.ej., 0,5, 0,3 micrómetros o menos, p.ej., 0,1 micrómetros.

40 Cualquiera de los aditivos y/o cargas descritas en la presente memoria puede ser añadido opcionalmente al bucle 84 desde un suministro 106 durante la circulación del material 12' fibroso para formar una mezcla de fibras y aditivos.

45 En algunas realizaciones, después de la aplicación del material aglutinante líquido al material 12' fibroso, el material 110 fibroso revestido es retirado del bucle 84 por medio de un separador 112, que está conectado selectivamente al bucle 84 por medio de la sección 114 y la válvula de compuerta 116. Cuando se abre la válvula 116, se abre también otra válvula 120 para dejar que entre aire en el bucle 84 para compensar el aire que sale a través del separador 112. Con el separador 112 en el bucle, el material fibroso revestido es recogido en el separador 112, y retirado después del separador por la salida 122.

En algunas realizaciones, el material fibroso se seca con un calentador 130 opcional antes de que se retire el material del bucle 84. Por ejemplo, se puede mezclar aire calentado con el aire que fluye a través del conducto para acelerar el secado del líquido, p.ej., agua, en el que está incorporado el aglutinante.

5 El material fibroso revestido es transferido desde la salida 122 de manera suelta hasta un transportador 132, donde es transferido a la estación 150 de densificación mostrada en la Fig. 23 o la estación 200 de densificación mostrada en la Fig. 24.

10 Haciendo referencia a la Fig. 23, el material 110 fibroso revestido anterior es entregado desde una caja de cabeza 152 a través de una ranura 154 y sobre una criba 156, p.ej., una criba Fourdrinier. El exceso de agua es extraído del material 110 fibroso revestido depositado en la criba 156 mediante un sistema de vacío convencional bajo la criba (no mostrado), dejando un material 160 fibroso no densificado depositado que incluye el aglutinante. El material 160 fibroso no densificado es transferido después a dos juegos de rodillos 162, 164 calandrades, que definen cada uno un espacio respectivo a través del que pasa el material fibroso. Después de pasar por los espacios, el material 170 densificado no secado entra en una sección 180 de secado donde es secado, y después es cortado en forma de gránulo o astilla.

15 En una realización alternativa, el material fibroso densificado puede ser preparado en una granuladora. Haciendo referencia a la Fig. 24, un molino 200 de gránulos tiene una tolva 201 para contener el material 110 fibroso no densificado. La tolva 201 se comunica con una barrena 204 que es dirigida por el motor 206 de velocidad variable de tal modo que el material 110 fibroso no densificado pueda ser transportado a un acondicionador 210 que agita el material 110 no densificado con palas 212 que son rotadas por el motor 214 del acondicionador. Se pueden añadir otros ingredientes, p.ej., cualquiera de los aditivos y/o cargas descritos en la presente memoria, en la entrada 220. Si se desea, se puede añadir calor mientras el material fibroso está en el acondicionador 210.

20 Después de que está acondicionado, el material fibroso pasa del acondicionador 210 a través de un conducto 222 de descarga, y a otra barrena 224. El conducto 222 de descarga, controlado por el actuador 223, permite el paso no obstruido del material fibroso desde el acondicionador 210 hasta la barrena 224. La barrena 224 es rotada por el motor 230, y controla la alimentación del material fibroso al montaje de boquilla y rodillo 232. Específicamente, el material fibroso es introducido en una boquilla 240 hueca, cilíndrica, que rota alrededor de un eje horizontal y que tiene agujeros 250 de boquilla que se extienden radialmente. La boquilla 240 es rotada alrededor del eje por el motor 242, que incluye un calibrador de caballos de vapor, que indica la energía total consumida por el motor 242.

25 Un juego de rodillos 256 ruedan alrededor de la circunferencia interior de la boquilla 240, alrededor de los ejes paralelos al de la boquilla 240, para prensar el material fibroso a través de los agujeros 250 de la boquilla, formando los gránulos 300, que caen desde el conducto 301 y que son capturados y recogidos.

30 El material fibroso discutido anteriormente puede ser densificado usando otros métodos. Por ejemplo, haciendo referencia a las Figs. 25 y 25A, se puede usar un aparato 310 para formar un material 311 fibroso densificado, p.ej., un material compuesto, p.ej., un tablero prensado. Como se muestra, el material 311 fibroso densificado se forma a partir de una combinación 313 material fibroso-aglutinante laminando la combinación 313 material fibroso-aglutinante entre miembros 312 y 314. La laminación se lleva a cabo, p.ej., aplicando presión sola o aplicando calor y presión a un material 322 compuesto no comprimido. La combinación 313 material fibroso-aglutinante puede incluir cualquiera de los aditivos discutidos anteriormente.

35 El aparato 310 incluye un primer y segundo miembros 312 y 314 provistos de los rodillos 321 y 323, respectivamente, y una tolva 320 para contener el material fibroso, aglutinante y cualesquiera aditivos. El material fibroso, aglutinante y cualesquiera aditivos son entregados entre los miembros 312 y 314 para formar un material 322 compuesto no comprimido. El material 322 compuesto no comprimido es hecho pasar después a través de una serie de rodillos 330, 332, 334, 336, 338, 340 y 342 que definen una vía de serpentina, y luego a través de rodillos de presión 350, 352, y 354, 356 para producir el material compuesto 311. Se pueden proporcionar agitadores dentro de la tolva 320 para asegurar que el material fibroso, el aglutinante y eventuales aditivos no obstruyen o ensucian la operación de alimentación. El material compuesto no comprimido 322 es parcialmente densificado después de haber pasado través de la vía de serpentina definida por rodillos calentados 330, 332, 334, 336, 338 y 340, y luego es totalmente densificado para formar material compuesto 311 haciéndolo pasar a través de rodillos de presión 350, 352 y 354, 356.

40 Los rodillos de presión 354, 356 pueden ser rotados para que cada uno tenga una velocidad superficial mayor que cada rodillo de presión 350, 352. En tal configuración, el material fibroso densificado es estirado entre los rodillos de presión 350, 352 y los rodillos de presión 354, 356. En algunas implementaciones, estirar el material fibroso densificado es deseable porque el estiramiento puede mejorar muchas propiedades mecánicas del material compuesto, p.ej., módulo a la flexión, resistencia a la torsión y resistencia a la tracción.

45 Los miembros, p.ej., hojas, pueden estar hechos de, p.ej., papel polirrevestido, película de plástico, material plástico o un material textil de gasa, p.ej., un material textil de gasa tejido o no tejido. Cuando es deseable minimizar la cantidad de material miembro en el material fibroso densificado, un grosor T_1 y T_2 de los miembros 312 y 314, respectivamente, puede ser, p.ej., menos que 1,27 mm (0,050 pulgadas), p.ej., 1,01 mm (0,040 pulgadas), 0,64 mm

5 (0,025 pulgadas), 0,51 mm (0,020 pulgadas), 0,254 mm (0,010 pulgadas), 0,127 mm (0,005 pulgadas) o menos, p.ej., 0,064 mm (0,0025 pulgadas). Cuando es deseable maximizar las propiedades mecánicas del material fibroso densificado, el grosor T_1 y T_2 de los miembros 312 y 314, respectivamente, puede ser mayor que 1,27 mm (0,050 pulgadas), p.ej., 1,52 mm (0,060 pulgadas), 1,65 mm (0,065 pulgadas), 1,90 mm (0,075 pulgadas), 2,16 mm (0,085 pulgadas), 2,54 mm (0,100 pulgadas), 3,81 mm (0,150 pulgadas), 6,35 mm (0,250 pulgadas), 19,05 mm (0,75 pulgadas) o más, p.ej., 50,8 mm (2,00 pulgadas).

En algunas implementaciones, los rodillos 330, 332, 334, 336, 338 y 340 son calentados hasta entre 149 °C (300 °F) y aproximadamente 260 °C (500 °F). En realizaciones en las que se usa película de plástico como material de los miembros, estas temperaturas actúan para ablandar rápidamente el material polimérico de la película.

10 En algunas implementaciones, los rodillos calentados 330, 332, 334, 336, 338 y 340 son de entre aproximadamente 127 mm (5 pulgadas) de diámetro y aproximadamente 1.067 mm (42 pulgadas) de diámetro, p.ej., 254 mm (10 pulgadas), 381 mm (15 pulgadas), 508 mm (20 pulgadas), 635 mm (25 pulgadas) o mayores, p.ej., 914,4 mm (36 pulgadas).

15 La velocidad de alimentación del miembro puede estar, p.ej., entre aproximadamente 0,018 m/s (3,5 pies por minuto) y aproximadamente 1.27 m/s (250 pies por minuto), p.ej., 0,13 m/s (25 pies por minuto), 0,25 m/s (50 pies por minuto), 0,51 m/s (100 pies por minuto) o más alta, p.ej., 0,89 m/s (175 pies por minuto).

20 Los rodillos de presión 350, 352 y 354, 356 pueden ser calentados o no calentados. Cuando son calentados, son calentados típicamente hasta una temperatura menor que los rodillos calentados 330, 332, 334, 336, 338 y 340 para permitir que los materiales que formarán el material fibroso densificado empiecen a enfriarse y endurecerse. Por ejemplo, los rodillos de presión 350, 352 y 354, 356 son calentados hasta entre 38 °C (100 °F) y aproximadamente 149 °C (300 °F). La presión entre los rodillos de presión es, p.ej., al menos aproximadamente 8.930 kg/m (500 libras por pulgada lineal), p.ej., 17.860 kg/m (1.000 libras por pulgada lineal), 44.650 kg/m (2.500 libras por pulgada lineal), 89.300 kg/m (5.000 libras por pulgada lineal) o más, p.ej., 446.500 kg/m (25.000 libras por pulgada lineal).

25 En algunas implementaciones, un grosor T' del material 311 fibroso densificado es al menos aproximadamente dos veces menor que un grosor T del material 322 compuesto no comprimido, p.ej., tres veces, cuatro veces, cinco veces o más, p.ej., diez veces menor. Por consiguiente, la densidad aparente del material fibroso densificado es mayor que la del material compuesto no comprimido.

30 El material 311 fibroso densificado enfriado puede ser enrollado o cortado en láminas. Densificar un material fibroso entre miembros puede ser ventajoso cuando es deseable transportar el material fibroso a otra ubicación, p.ej., una planta de fabricación remota. Después de llegar a la otra ubicación, el material fibroso densificado puede ser reconvertido en un material fibroso por cualquiera de los métodos discutidos en la presente memoria.

Alternativamente, el material fibroso densificado enfriado puede ser usado en diversas aplicaciones. Por ejemplo, puede ser usado para protección acústica, aislamiento, miembros estructurales, cajas de alta resistencia, y muros de separación.

35 Aunque se han descrito realizaciones en las que se aplica un aglutinante a un material fibroso rociando una disolución de aglutinante, p.ej., una disolución de aglutinante que contiene el aglutinante disuelto en agua, sobre el material fibroso, en algunas realizaciones, el aglutinante se aplica al material fibroso como líquido puro del aglutinante o como un polvo seco. El aglutinante también puede ser aplicado como un material gaseoso.

40 Aunque se han mostrado realizaciones en las que un material fibroso es convertido en una hoja fibrosa densificada, y después el material fibroso densificado es cortado inmediatamente en gránulos o astillas, en algunas realizaciones, el material fibroso densificado es recogido primero en un rodillo. La hoja fibrosa densificada puede ser usada, p.ej., como un material absorbente para alfombrillas, o puede ser transportado a un lugar de fabricación remoto donde es convertido en gránulos o astillas. El material de la hoja fibrosa densificada puede ser una forma conveniente en la que transportar el material fibroso, debido a su densidad aparente más alta.

45 Aunque se han descrito realizaciones en las que se usan miembros 312 y 314 de capa única para formar un material 311 fibroso densificado, p.ej., un material compuesto, en algunas realizaciones, se usan miembros multicapas. Por ejemplo, los miembros pueden tener cada uno, p.ej., dos capas, tres capas, cinco capas o más, p.ej., siete capas. Además, aunque se han descrito materiales fibrosos densificados en los que el material fibroso está intercalado entre dos miembros, en algunas realizaciones, un material fibroso densificado se prepara comprimiendo un material fibroso que está bajo un único miembro.

Ejemplos de materiales fibrosos densificados

Ejemplo comparativo 5 - Preparación de material fibroso densificado a partir de cartón Kraft blanqueado sin aglutinante añadido

55 Se preparó un material fibroso según el Ejemplo 2. Se rociaron aproximadamente 0,45 kg (1 lb) de agua sobre cada 4,5 kg (10 lb) de material fibroso. El material fibroso fue densificado usando una granuladora California 1100 que

funcionó a 75 °C. Se obtuvieron gránulos que tenían una densidad aparente que osciló de aproximadamente 0,11 g/cm³ (7 lb/ft³) a aproximadamente 0,24 g/cm³ (15 lb/ft³).

Ejemplo comparativo 6 - Preparación de material fibroso densificado a partir de cartón Kraft blanqueado con aglutinante

- 5 Se preparó un material fibroso según el Ejemplo 2.

Se preparó en agua una disolución madre de 2 por ciento en peso de POLYOX™ WSR N10 (poli(óxido de etileno)).

- 10 Se roció aproximadamente 0,45 kg (1 lb) de la disolución madre sobre cada 4,5 kg (10 lb) de material fibroso. El material fibroso fue densificado usando una granuladora California 1100 que funcionó a 75 °C. Se obtuvieron gránulos que tenían una densidad aparente que osciló de aproximadamente 0,24 g/cm³ (15 lb/ft³) a aproximadamente 0,64 g/cm³ (40 lb/ft³).

Materiales compuestos de material fibroso/resina comparativos

- 15 Materiales compuestos que incluyen cualquiera de los materiales fibrosos discutidos anteriormente (incluyendo los materiales fibrosos densificados) o mezclas de cualquiera de los materiales fibrosos anteriores, p.ej., el primer 12 o segundo 14 material fibroso, y una resina, p.ej., una resina termoplástica o una resina termoendurecible, se pueden preparar combinando el material fibroso deseado y la resina deseada. El material fibroso deseado puede ser combinado con la resina deseada, p.ej., mezclando el material fibroso y la resina en un extrusor u otro mezclador. Para formar el material compuesto, el material fibroso puede ser combinado con la resina como el material fibroso en sí o como un material fibroso densificado que puede ser reabierto durante la combinación.

- 20 Ejemplos de resinas termoplásticas incluyen termoplásticos rígidos y elastoméricos. Los termoplásticos rígidos incluyen poliolefinas (p.ej., polietileno, polipropileno, o copolímeros de poliolefinas), poliésteres (p.ej., poli(tereftalato de etileno)), poliamidas (p.ej., nylon 6, 6/12 o 6/10), y polietileniminas. Ejemplos de resinas termoplásticas elastoméricas incluyen copolímeros estirénicos elastoméricos (p.ej., copolímeros de estireno-etileno-butileno-estireno), elastómeros de poliamida (p.ej., copolímeros de poliéter-poliamida) y copolímero de etileno-acetato de vinilo.

- 25 En algunas realizaciones, la resina termoplástica tiene una velocidad de flujo en fusión de entre 10 g/10 minutos y 60 g/10 minutos, p.ej., entre 20 g/10 minutos y 50 g/10 minutos, o entre 30 g/10 minutos y 45 g/10 minutos, medida usando ASTM 1238.

En algunas realizaciones, se pueden usar mezclas compatibles de cualquiera de las resinas termoplásticas anteriores.

- 30 En algunas realizaciones, la resina termoplástica tiene un índice de polidispersidad (PDI), es decir, una relación del peso molecular medio ponderal al peso molecular medio numérico, mayor que 1,5, p.ej., mayor que 2,0, mayor que 2,5, mayor que 5,0, mayor que 7,5 o incluso mayor que 10,0.

En realizaciones específicas, se utilizan poliolefinas o mezclas de poliolefinas como resina termoplástica.

Ejemplos de resinas termoendurecibles incluyen caucho natural, caucho de butadieno y poliuretanos.

- 35 De manera general, las fibras de los materiales fibrosos pueden tener una relación longitud a diámetro media relativamente grande (p.ej., mayor que 20 a 1), incluso si han sido cizalladas más de una vez. Además, las fibras de los materiales fibrosos descritos en la presente memoria pueden tener una distribución de longitudes y/o relaciones longitud a diámetro relativamente estrecha. Sin desear estar atado por ninguna teoría particular, se cree actualmente que la relación longitud a diámetro media relativamente grande y la distribución de longitudes y/o relaciones longitud a diámetro relativamente estrecha son, al menos en parte, responsables de la facilidad a la que se dispersan los materiales fibrosos en una resina, p.ej., una resina termoplástica fundida. Se cree también que la relación longitud a diámetro media relativamente grande y la distribución de longitudes y/o relaciones longitud a diámetro relativamente estrecha son, al menos en parte, responsables de las consistentes propiedades de los materiales fibrosos, la predecible modificación de la reología que comunican los materiales fibrosos a una resina, la facilidad a la que son coladas, extruidas y moldeadas por inyección las combinaciones de los materiales fibrosos y las resinas, la facilidad con la que los materiales fibrosos pasan a través de canales y aberturas pequeños, a menudo tortuosos, y los excelentes acabados superficiales posibles con las piezas moldeadas, p.ej., acabados brillantes y/o acabados sustancialmente desprovistos de motitas visibles, cuando esto se desea.

- 50 Durante la formación del material compuesto, se puede usar un agente químico de espumación, p.ej., un agente de espumación endotérmico o exotérmico, y/o se puede inyectar un gas, p.ej., nitrógeno o dióxido de carbono, en la mezcla. Esto puede ser ventajoso cuando se forman artículos de sección transversal grande, p.ej., para impedir el hundimiento, para reducir la densidad de la pieza y/o para reducir el tiempo de enfriamiento. Está disponible un agente químico de espumación en Clariant Corporation, p.ej., bajo el nombre comercial HYDROCEROL®.

Aditivos

Se puede añadir cualquiera de los siguientes aditivos a los materiales fibrosos, materiales fibrosos densificados y materiales compuestos descritos en la presente memoria. Se pueden añadir aditivos, p.ej., en la forma de un sólido, un líquido o un gas, p.ej., a la combinación de un material fibroso y una resina. Los aditivos incluyen cargas tales como carbonato de calcio, grafito, wollastonita, mica, vidrio, fibras de vidrio, sílice y talco; retardantes de llama inorgánicos tales como alúmina trihidrato o hidróxido de magnesio; retardantes de llama orgánicos tales como compuestos orgánicos clorados o bromados; desechos de construcción molidos; caucho de neumático molido; fibras de carbono; o fibras o polvos metálicos (p.ej., aluminio, acero inoxidable). Estos aditivos pueden reforzar, extender o cambiar propiedades eléctricas, mecánicas o de compatibilidad. Otros aditivos incluyen lignina, fragancias, agentes de acoplamiento, compatibilizadores, p.ej., polipropileno maleado, auxiliares de procesamiento, lubricantes, p.ej., polietileno fluorado, plastificantes, antioxidantes, opacificantes, estabilizantes al calor, colorantes, agentes de espumación, modificadores del impacto, polímeros, p.ej., polímeros degradables, fotoestabilizantes, biocidas, agentes antiestáticos, p.ej., estearatos o aminas de ácidos grasos etoxilados. Los compuestos antiestáticos adecuados incluyen negros de humo conductores, fibras de carbono, cargas metálicas, compuestos catiónicos, p.ej., compuestos de amonio cuaternario, p.ej., cloruro de N-(3-cloro-2-hidroxipropil)-trimetilamonio, alcanolamidas, y aminas. Los polímeros degradables representativos incluyen ácidos polihidroxilados, p.ej., polilactidas, poliglicolidas y copolímeros de ácido láctico y ácido glicólico, poli(ácido hidroxibutírico), poli(ácido hidroxivalérico), poli[lactida-co-(ε-caprolactona)], poli[glicolida-co-(ε-caprolactona)], policarbonatos, poli(aminoácidos), poli(hidroxialcanoato)s, polianhidridos, poliortoésteres y mezclas de estos polímeros.

Cuando se incluyen los aditivos descritos, pueden estar presentes en cantidades, calculadas en base a peso seco, desde por debajo de 1 por ciento hasta tanto como 80 por ciento, en base al peso total del material fibroso. Más típicamente, las cantidades oscilan de entre aproximadamente 0,5 por ciento y aproximadamente 50 por ciento en peso, p.ej., 5 por ciento, 10 por ciento, 20 por ciento, 30 por ciento o más, p.ej., 40 por ciento.

Cualesquiera aditivos descritos en la presente memoria pueden estar encapsulados, p.ej., secados por rociado o microencapsulados, p.ej., para proteger los aditivos del calor o la humedad durante su manejo.

Los materiales fibrosos, materiales fibrosos densificados, resinas o aditivos pueden ser teñidos. Por ejemplo, el material fibroso puede ser teñido antes de la combinación con la resina y la composición para formar materiales compuestos. En algunas realizaciones, esta tinción puede ser útil para enmascarar u ocultar el material fibroso, especialmente aglomeraciones grandes del material fibroso, en piezas moldeadas o extruidas, cuando esto se desee. Tales aglomeraciones grandes, cuando están presentes en concentraciones relativamente altas, pueden aparecer como motitas en las superficies de las piezas moldeadas o extruidas.

Por ejemplo, el material fibroso deseado puede ser teñido usando un tinte ácido, tinte directo o un tinte reactivo. Tales tintes están disponibles en Spectra Dyes, Kearny, NJ, o Keystone Aniline Corporation, Chicago, IL. Ejemplos específicos de tintes incluyen SPECTRA™ LIGHT YELLOW 2G, SPECTRACID™ YELLOW 4GL CONC 200, SPECTRANYL™ RHODAMINE 8, SPECTRANYL™ NEUTRAL RED B, SPECTRAMINE™ BENZOPURINE, SPECTRADIAZO™ BLACK OB, SPECTRAMINE™ TURQUOISE G, y SPECTRAMINE™ GREY LVL 200%, estando cada uno disponible en Spectra Dyes.

En algunas realizaciones, concentrados de color resinosos que contienen pigmentos se mezclan con tintes. Cuando tales mezclas son compuestas después con el material fibroso deseado, el material fibroso puede ser teñido in situ durante la composición. están disponibles concentrados de color en Clariant.

Puede ser ventajoso añadir un perfume o fragancia a los materiales fibrosos, fibrosos densificados o materiales compuestos. Por ejemplo, puede ser ventajoso que los materiales compuestos huelan a y/o parezcan madera natural, p.ej., madera de cedro. Por ejemplo, la fragancia, p.ej., fragancia de madera natural, puede ser combinada en la resina usada para preparar el material compuesto. En algunas implementaciones, la fragancia es combinada directamente en la resina como un aceite. Por ejemplo, el aceite puede ser combinado en la resina usando un molino de rodillos, p.ej., un mezclador Banbury® o un extrusor, p.ej., un extrusor de doble husillo con husillos contrarrotatorios. Un ejemplo de un mezclador Banbury® es el mezclador Banbury® F-Series, fabricado por Farrel. Un ejemplo de un extrusor de doble husillo es el WP ZSK 50 MEGAcoupler™, fabricado por Krupp Werner & Pfleiderer. Después de la combinación, la resina perfumada puede ser añadida al material fibroso y extruida o moldeada. Alternativamente, están disponibles en el mercado lotes maestros de resinas cargadas con fragancia en International Flavors and Fragrances, bajo el nombre comercial PolyIff™ o en la RTP Company. En algunas realizaciones, la cantidad de fragancia en el material compuesto está entre aproximadamente 0,005% en peso y aproximadamente 10% en peso, p.ej., entre aproximadamente 0,1% y aproximadamente 5% o 0,25% y aproximadamente 2,5%.

Otras fragancias de madera naturales incluyen encina o secuoya. Otras fragancias incluyen menta, cereza, fresa, melocotón, lima, hierbabuena, canela, anís, albahaca, bergamota, pimienta negra, alcanfor, camomila, citronella, eucalipto, pino, abeto, geranio, jengibre, uva, jazmín, gálbulo, lavanda, limón, mandarina, orégano, almizcle, mirra, naranja, pachulí, rosa, romero, salvia, sándalo, árbol de té, tomillo, gaulteria, ylang ylang, vainilla, coche nuevo o mezclas de estas fragancias. En algunas realizaciones, la cantidad de fragancia en la combinación material fibroso-fragancia está entre aproximadamente 0,005% en peso y aproximadamente 20% en peso, p.ej. entre aproximadamente 0,1% y aproximadamente 5% o 0,25% y aproximadamente 2,5%.

- Aunque se han descrito materiales fibrosos, tales como materiales fibrosos celulósicos y lignocelulósicos, se pueden usar otras cargas para preparar los materiales compuestos. Por ejemplo, se pueden usar cargas inorgánicas tales como carbonato de calcio (p.ej., carbonato de calcio precipitado o carbonato de calcio natural), arcilla de aragonito, arcillas ortorrómbicas, arcilla de bentonita, fosfato de dicalcio, fosfato de tricalcio, pirofosfato de calcio, metafosfato de sodio insoluble, carbonato de calcio precipitado, ortofosfato de magnesio, fosfato de trimagnesio, hidroxiapatitas, apatitas sintéticas, alúmina, xerogel de sílice, complejos de aluminosilicato metálico, silicatos de aluminio y sodio, silicato de circonio, dióxido de silicio o combinaciones de los aditivos inorgánicos. Las cargas pueden tener, p.ej., un tamaño de partícula mayor que 1 micrómetro, p.ej., mayor que 2 micrómetros, 5 micrómetros, 10 micrómetros, 25 micrómetros o incluso mayor que 35 micrómetros.
- 5
- 10 También se pueden usar cargas a escala de nanómetros solas o en combinación con materiales fibrosos. Las cargas pueden estar en la forma de, p.ej., una partícula, una placa o una fibra. Por ejemplo, se pueden usar arcillas con tamaño de nanómetros, nanotubos de silicio y carbono, y nannoalambres de silicio y carbono. La carga puede tener una dimensión transversal menor que 1.000 nm, p.ej., menor que 900 nm, 800 nm, 750 nm, 600 nm, 500 nm, 350 nm, 300 nm, 250 nm, 200 nm, menor que 100 nm, o incluso menor que 50 nm.
- 15 En algunas realizaciones, la nanoarcilla es una montmorillonita. Tales arcillas están disponibles en Nanocor, Inc., y Southern Clay Products, y han sido descritas en las patentes de EE.UU. Nos. 6.849.680 y 6.737.464. Las arcillas pueden ser tratadas en superficie antes de mezclarlas en, p.ej., una resina o un material fibroso. Por ejemplo, la arcilla puede ser tratada en superficie para que su superficie sea de naturaleza iónica, p.ej., catiónica o aniónica.
- 20 También se pueden usar cargas a escala de nanómetros agregadas o aglomeradas, o cargas a escala de nanómetros que estén ensambladas en estructuras supramoleculares, p.ej., estructuras supramoleculares autoensambladas. Las cargas agregadas o supramoleculares pueden ser de estructura abierta o cerrada, y pueden tener diversas formas, p.ej., jaula, tubo o esférica.

Estructuras

- 25 Cualquier material compuesto descrito en la presente memoria puede estar en la forma de artículos tales como tuberías, paneles, materiales de cubiertas, tableros, carcasas, láminas, bloques, ladrillos, postes, vallas, miembros, puertas, persianas, marquesinas, toldos, señales, armazones, marcos de ventanas, tableros, solados, tejas, traviesas de ferrocarril, bandejas, asas de herramientas, casetas, películas, envoltorios, cintas, cajas, cestas, estantes, cubiertas, juntas, mamparas, paredes, alfombrillas, armazones, estanterías, esculturas, sillas, mesas, escritorios, juguetes, juegos, palés, embarcaderos, muelles, embarcaciones, mástiles, tanques sépticos, paneles para automóviles, carcasas de ordenadores, cuadros eléctricos sobre y bajo tierra, muebles, mesas de picnic, bancos, refugios, bandejas, perchas, fuentes, féretros, sobrecubiertas de libros, bastones y muletas., artículos del hogar y estructuras.
- 30

Materiales compuestos reticulados por radiación comparativos

- 35 Haciendo referencia a la Fig. 26, se pueden preparar materiales compuestos reticulados por radiación, p.ej., combinando un material fibroso que incluye fibras discretas con una resina reticulable por radiación, p.ej., una resina termoplástica (p.ej., un polipropileno de alta velocidad de flujo en fusión) para proporcionar una combinación material fibroso/resina reticulable. El material fibroso puede tener, p.ej., una relación longitud a diámetro media mayor que 5, y una desviación estándar de una longitud de fibra que es, p.ej., menos que ochenta y cinco por ciento de una longitud de fibra media. El material fibroso/resina reticulable se forma, p.ej., usando extrusión o moldeo por inyección, hasta una forma deseada, p.ej., una tabla para cubiertas, y es irradiado, p.ej., con una radiación ionizante (p.ej., un haz de electrones, radiación de rayos X o radiación gamma) para reticular al menos parcialmente la resina reticulable.
- 40

- 45 En realizaciones específicas, se emplea radiación gamma para reticular la resina reticulable. Haciendo referencia a las Figs. 27 y 28, un irradiador 400 gamma incluye fuentes 408 de irradiación gamma, p.ej., gránulos de ^{60}Co , una mesa 410 de trabajo para sostener el material compuesto a ser irradiado y un contenedor 412, p.ej., hecho de una pluralidad de placas de hierro, todas las cuales están alojadas en una cámara 402 de contención de cemento que incluye una entrada laberíntica 404 detrás de una puerta 406 forrada de plomo. El contenedor 412 incluye una pluralidad de canales 420, p.ej., dieciséis o más canales, que permiten a las fuentes 408 de radiación gamma pasar a través del contenedor 412 en su camino próximo a la mesa 410 de trabajo.
- 50 En funcionamiento, el material compuesto a ser irradiado se coloca en la mesa 410 de trabajo. El irradiador se configura para entregar la tasa de dosis deseada y el equipo de monitorización está conectado al bloque 440 experimental. Después el operador abandona la cámara 402 de contención, pasando a través de la entrada laberíntica 404 y a través de la puerta 406 forrada de plomo. El operador maneja un panel 442 de control, que instruye a un ordenador a elevar las fuentes 408 de radiación a la posición de trabajo usando el cilindro 441 unido a una bomba 444 hidráulica.
- 55

En realizaciones donde la irradiación se realiza con radiación electromagnética (p.ej., como anteriormente), la radiación electromagnética puede tener, p.ej., una energía por fotón (en electronvoltios) mayor que 10^2 eV, p.ej., mayor que 10^3 , 10^4 , 10^5 , 10^6 , o incluso mayor que 10^7 eV. En algunas realizaciones, la radiación electromagnética

tiene una energía por fotón de entre 10^4 y 10^7 , p.ej., 10^5 y 10^6 eV. La radiación electromagnética puede tener una frecuencia de, p.ej., mayor que 10^{16} Hz, mayor que 10^{17} Hz, 10^{18} , 10^{19} , 10^{20} , o incluso mayor que 10^{21} Hz. En algunas realizaciones, la radiación electromagnética tiene una frecuencia de entre 10^{18} y 10^{22} Hz, p.ej., entre 10^{19} y 10^{21} Hz.

- 5 En algunas realizaciones, se usa un haz de electrones como fuente de radiación. Los haces de electrones pueden ser generados, p.ej., por generadores electrostáticos, generadores de cascada, generadores transformadores, aceleradores de baja energía con un sistema de barrido, aceleradores de baja energía con un cátodo lineal, aceleradores lineales, y aceleradores pulsados.

- 10 Los electrones como radiación ionizante pueden ser útiles, p.ej., para materiales compuestos que tienen secciones transversales relativamente finas, p.ej., menos que 12,7 mm (0,5 pulgadas), p.ej., menos que 10,2 mm (0,4 pulgadas), 7,6 mm (0,3 pulgadas), 5,1 mm (0,2 pulgadas), o menos que 2,5 mm (0,1 pulgadas). En algunas realizaciones, la energía de cada electrón del haz de electrones es de aproximadamente 0,3 MeV a aproximadamente 2,0 MeV (millones de electronvoltios), p.ej., de aproximadamente 0,5 MeV a aproximadamente 1,5 MeV, o de aproximadamente 0,7 MeV a aproximadamente 1,25 MeV.

- 15 En algunas realizaciones, la irradiación (con cualquier fuente de irradiación) se realiza hasta que la combinación material fibroso/resina reticulable recibe una dosis de al menos 0,25 Mrad, p.ej., al menos 1,0 Mrad, al menos 2,5 Mrad, al menos 5,0 Mrad, o al menos 10,0 Mrad. En algunas realizaciones, la irradiación se realiza hasta que la combinación material fibroso/resina reticulable recibe una dosis de entre 1,0 Mrad y 6,0 Mrad, p.ej., entre 1,5 Mrad y 4,0 Mrad.

- 20 En algunas realizaciones, la irradiación se realiza a una tasa de dosis de entre 5,0 y 1.500 kilorads/hora, p.ej., entre 10,0 y 750,0 kilorads/hora o entre 50,0 y 350,0 kilorads/hora.

- 25 La resina reticulable por radiación puede ser, p.ej., un termoplástico o un termoendurecible (p.ej., un termoendurecible colado). Por ejemplo, la resina reticulable por radiación puede ser una poliolefina, p.ej., un polietileno (p.ej., un copolímero de polietileno), un polipropileno (p.ej., un copolímero de polipropileno), un poliéster (p.ej., poli(tereftalato de etileno)), una poliamida (p.ej., nylon 6, 6/12 o 6/10), una polietilenimina, copolímeros estirénicos elastoméricos (p.ej., copolímeros de estireno-etileno-butileno-estireno), un elastómero de poliamida (p.ej., copolímero de poliéster-poliamida), copolímero de etileno-acetato de vinilo, poliuretano colado, silicona colada, o mezclas compatibles de estas resinas.

- 30 En algunas realizaciones específicas, la resina es una poliolefina que tiene una polidispersidad mayor que 2,0, p.ej., mayor que 3,0, mayor que 3,5, mayor que 4,0, mayor que 4,5, mayor que 5,0, mayor que 7,5 o incluso mayor que 10,0 (medida usando cromatografía de permeación en gel a alta temperatura contra patrones de poliestireno; véase, p.ej., ASTM D6474-99). Una polidispersidad alta puede mejorar la resistencia al impacto en el material compuesto reticulado. En algunas realizaciones, la poliolefina tiene una velocidad de flujo en fusión mayor que 10,0 g/10 minutos, p.ej., mayor que 15,0, mayor que 20,0, mayor que 25,0, mayor que 30,0, o incluso mayor que 50,0 g/10 minutos (medida usando ASTM D1238, 230°C/2,16 kg). Una velocidad de flujo en fusión alta puede ayudar a la producción del material compuesto, p.ej., reduciendo el calentamiento con cizallamiento durante la formación del material compuesto.

- 35 En una realización específica, la resina es una mezcla de 50:50 por ciento en peso de polipropileno de 20 MFR (velocidad de flujo en fusión) y polipropileno de 50 MFR. Están disponibles polipropilenos en Sunoco Chemical.

- 40 Los materiales compuestos reticulados pueden incluir cualquiera o cualquier combinación de las cargas y/o aditivos descritos en la presente memoria.

- 45 Aunque la realización de la Fig. 27 ilustra un sistema de contención "seco", son posibles sistemas de contención en agua. Aunque la realización de la Fig. 27 ilustra la irradiación de un material compuesto bajo condiciones ambientales, el material compuesto puede ser enfriado durante la irradiación. Aunque la realización de la Fig. 27 ilustra la irradiación en aire atmosférico normal, la irradiación puede tener lugar en una atmósfera inerte, p.ej., atmósfera de nitrógeno o de argón.

La química de radiación es descrita por Ivanov en "Radiation Chemistry of Polymers (traducción del ruso)", VSP Press BV, Utrecht, Países Bajos, (ISBN 90-6764-137-5), 1992.

Materiales compuestos comparativos que tienen ciertos atributos visuales

- 50 Haciendo referencia a las Figs. 29 y 30, un material 500 compuesto, p.ej., en la forma de un taburete bajo (mostrado), incluye una resina y un material 504 fibroso, y tiene una superficie 505 externa. Algo del material fibroso es visible sobre, en, o justo bajo la superficie externa del material compuesto. Tales materiales compuestos pueden tener propiedades visuales únicas, agradables o incluso sorprendentes, y al mismo tiempo pueden tener propiedades mecánicas deseables, p.ej., resistencia a la flexión y resistencia al impacto.

- 55 El material compuesto se puede preparar, p.ej., combinando una resina y un material 14 fibroso para proporcionar

una combinación resina/material fibroso, y comprimiendo la combinación resina/material fibroso para proporcionar el material compuesto que tiene la superficie externa.

De manera general, la resina, el material fibroso y las condiciones para formar el material compuesto se eligen de tal modo que el material fibroso sea visible en, sobre o justo bajo la superficie externa, en lugar de ser enterrado profundamente por debajo de la superficie donde no sería visible. Por ejemplo, para un material opaco o translúcido, el material fibroso es visible bajo la superficie exterior del material compuesto cuando el material fibroso está bajo la superficie exterior, p.ej., a una distancia menor que 2,54 mm (0,100 pulgadas), p.ej., menor que 1,27 mm (0,050 pulgadas), menor que 0,635 mm (0,025 pulgadas), menor que 0,254 mm (0,010 pulgadas), menor que 0,127 mm (0,005 pulgadas), menor que 0,064 mm (0,0025 pulgadas), o una distancia menor que 0,0254 mm (0,001 pulgadas).

Los materiales compuestos se pueden preparar usando cualquier maquinaria de procesamiento de plásticos, p.ej., equipos de moldeo por inyección y equipos de moldeo por compresión o equipos de extrusión.

La resina puede ser, un termoplástico o un termoendurecible. Cuando la resina es un termoplástico, puede ser, p.ej., una poliolefina, tal como un polietileno (p.ej., un copolímero de polietileno), o un polipropileno (p.ej., un copolímero de polipropileno); un poliéster, tal como poli(tereftalato de etileno) (PET)); una poliamida, tal como nylon 6, 6/12 o 6/10); un copolímero estirénico elastomérico, tal como un copolímero de estireno-etileno-butileno-estireno; un elastómero de poliamida, tal como copolímero de poliéster-poliamicida; un copolímero de etileno-acetato de vinilo; o mezclas de estas resinas.

Para proporcionar los materiales compuestos únicos, es deseable a menudo usar una resina relativamente viscosa, que puede mejorar la visibilidad de la fibra impidiendo que el material fibroso "resbale" bajo la superficie externa donde estaría oculto de la vista.

En algunas implementaciones, la resina es una poliolefina, p.ej., un polipropileno, que tiene una velocidad de flujo en fusión menor que 50 g/10 minutos, p.ej., menos que 25 gramos/10 minutos, menos que 20 gramos/10 minutos, menos que 17 g/10 minutos, menos que 15 gramos/10 minutos, menos que 10 g/10 minutos, menos que 7,5 gramos/10 minutos, menos que 5 g/10 minutos, menos que 2,5 gramos/10 minutos, o incluso menos que 1 g/10 minutos. El límite inferior del flujo en fusión dependerá de la técnica de procesamiento usada para formar el material compuesto, p.ej., moldeo por inyección o extrusión. Para moldeo por inyección, puede ser deseable que la velocidad de flujo en fusión sea mayor que 0,5 gramos/10 minutos. Para moldeo por compresión y extrusión, puede ser deseable que la velocidad de flujo en fusión sea mayor que 0,1 gramos/10 minutos. Las velocidades de flujo en fusión se miden usando ASTM D1238 a 230 °C y 2,16 kg, cuya descripción se incorpora por referencia en la presente memoria en su totalidad.

El material fibroso usado puede ser, p.ej., un material fibroso densificado hecho por aplicación de presión a un material fibroso (que tiene opcionalmente un aglutinante), p.ej., haciendo pasar el material fibroso a través de un espacio definido entre rodillos de presión contrarrotatorios o haciendo pasar el material fibroso a través de una granuladora, como se discutió anteriormente. El material fibroso densificado puede estar, p.ej., en la forma de gránulos o astillas u otras geometrías que tienen diversas formas. La densidad del material fibroso densificado puede ser, p.ej., mayor que 0,11 g/cm³, mayor que 0,15 g/cm³, mayor que 0,20 g/cm³, mayor que 0,25 g/cm³, mayor que 0,3 g/cm³, mayor que 0,4 g/cm³, mayor que 0,5 g/cm³ o incluso mayor que 0,6 g/cm³. Es deseable seleccionar una densidad tal que el material densificado "se separa" bajo cizallamiento y/o calor para liberar el material fibroso o material fibroso aglomerado. De manera general, es deseable que el material fibroso densificado tenga una densidad menor que 0,9 g/cm³.

Las fibras de los materiales fibrosos pueden tener una relación longitud a diámetro media relativamente grande (p.ej., mayor que 20 a 1). La relación longitud a diámetro media del segundo material 14 fibroso puede ser, p.ej., mayor que 10/1, p.ej., mayor que 25/1 o mayor que 50/1. Una longitud media del segundo material 14 fibroso puede estar, p.ej., entre aproximadamente 0,5 mm y 2,5 mm, p.ej., entre aproximadamente 0,75 mm y 1,0 mm, y una anchura (es decir, diámetro) media del segundo material 14 fibroso puede estar, p.ej., entre aproximadamente 5 µm y 50 µm, p.ej., entre aproximadamente 10 µm y 30 µm.

Para mejorar la apariencia "moteada" de los materiales compuestos, es deseable a menudo que los materiales fibrosos tengan un porcentaje relativamente grande de fibras mayores que 2,5 mm de longitud. Por ejemplo, al menos 2,5 por ciento en peso del material fibroso son fibras que tienen una longitud mayor que 2,5 mm, p.ej., al menos 5,0 por ciento en peso del material fibroso son fibras que tienen una longitud mayor que 2,5 mm, al menos 7,5 por ciento en peso del material fibroso son fibras que tienen una longitud mayor que 2,5 mm, o al menos 10,0 por ciento en peso del material fibroso son fibras que tienen una longitud mayor que 2,5 mm. En cualquiera de estas situaciones, p.ej., para no afectar de manera adversa a la procesabilidad, menos que 25 por ciento en peso del material fibroso son fibras que tienen una longitud mayor que 2,5 mm.

Para un material de resina opaco o translúcido, el material compuesto puede tener, p.ej., más que 20 por ciento en peso de material fibroso, p.ej., más que 30 por ciento, más que 40 por ciento, más que 50 por ciento, más que 55 por ciento o incluso más que 60 por ciento en peso de material fibroso. Para cualquiera de las implementaciones de este párrafo, los materiales compuestos generalmente tienen menos que 70 por ciento en peso de material fibroso.

Si se desea, el material fibroso puede ser coloreado, p.ej., para mejorar la fuerza del efecto visual. El material fibroso puede ser coloreado, p.ej., por tinción, antes de la combinación con la resina para formar los materiales compuestos. En algunas implementaciones, esta tinción puede, p.ej., mejorar la visibilidad del material fibroso en la superficie externa, especialmente aglomeraciones grandes de material fibroso.

- 5 En algunas implementaciones, la resina puede ser coloreada, p.ej., con un pigmento o tinte, para mejorar el contraste entre el material fibroso (coloreado o natural) y la resina, p.ej., para mejorar la fuerza global del efecto visual. Están disponibles concentrados de color en Clariant.

Cualquiera de estos materiales compuestos que tienen ciertos atributos visuales puede incluir cualquiera de los aditivos descritos en la presente memoria, incluyendo fragancias.

- 10 El material compuesto puede ser formado en diversas formas, tales como las descritas anteriormente.

15 Cuando los materiales compuestos son moldeados por inyección, es deseable a menudo “congelar” la resina fundida rápidamente, p.ej., formando el material compuesto contra una superficie de molde relativamente fría, para que las fibras no tengan tiempo de “hundirse” bajo la superficie de la resina donde estarían ocultos de la vista. Haciendo referencia las Figs. 31A-31C, se pueden preparar materiales compuestos “moteados” formando un material 600 compuesto comprimiendo una resina fundida contra un molde 602 que tiene una superficie 604 enfriada, y desmoldeando después el material 600 compuesto formado. En algunas implementaciones, la compresión se realiza contra una superficie de molde que tiene una temperatura menor que 100 °C, p.ej., menos que 75 °C, menos que 50 °C, menos que 25 °C, o menos que 15 °C.

20 Aún otros materiales compuestos que tienen propiedades visuales únicas, agradables o incluso sorprendentes y propiedades mecánicas deseables incluyen una resina transparente y un material fibroso. En algunas implementaciones, el material fibroso puede ser visto dentro del material compuesto. De manera general, para preparar tales materiales compuestos se combinan una resina transparente y un material fibroso para proporcionar una combinación resina transparente/material fibroso y la combinación resina transparente/material fibroso es comprimida, p.ej., en un extrusor o en un molde, para proporcionar el material compuesto.

25 La resina puede ser, un termoplástico o un termoendurecible. Cuando la resina es un termoplástico, puede ser, p.ej., una poliolefina clarificada, tal como un polipropileno clarificado (p.ej., un copolímero de polipropileno); un poliéster, tal como poli(tereftalato de etileno) (PET); una poliamida amorfa; un policarbonato; un polímero estirénico, tal como copolímero de estireno-acrilonitrilo (SAN); un poliácrlato, tal como poli(metacrilato de metilo) (PMMA).

30 Están disponibles agentes clarificantes para poliolefinas en Milliken Chemical bajo el nombre comercial MILLAD[®], p.ej., MILLAD[®] 3998. También están disponibles colorantes de poliolefinas clarificadas en Milliken Chemical bajo el nombre comercial CLEARINT[®].

35 Para mejorar el efecto con una resina transparente, es deseable a menudo que la resina tenga una transmisión espectral mayor que 60 por ciento, p.ej., mayor que 65 por ciento, mayor que 70 por ciento, mayor que 75 por ciento, mayor que 80 por ciento, mayor que 85 por ciento, o incluso mayor que 90 por ciento. Además, también es deseable a menudo que la resina tenga una turbidez menor que 40 por ciento, p.ej., menos que 35 por ciento, menos que 30 por ciento, menos que 25 por ciento, menos que 20 por ciento, menos que 15 por ciento, o incluso menos que 10 por ciento. Tanto la transmisión espectral como la turbidez se miden usando ASTM D1003-92.

40 Para mejorar el efecto con una resina transparente, es deseable a menudo que el material compuesto tenga un contenido relativamente bajo de material fibroso, p.ej., menos que aproximadamente 20 por ciento en peso de material fibroso, menos que 17,5 por ciento, menos que 15 por ciento, menos que 12,5 por ciento, menos que 10 por ciento, menos que 7,5 por ciento, menos que 5 por ciento, menos que 2,5 por ciento, o incluso menos que 1 por ciento en peso de material fibroso. Un contenido de fibra relativamente bajo permite pasar la luz a través del material compuesto para que las masas del material fibroso se puedan ver dentro del material compuesto.

45 Haciendo referencia a la Fig. 32, un material compuesto de resina/material fibroso puede tener una porción 610 interior que incluye una primera resina que no tiene sustancialmente material fibroso y una porción 612 exterior que incluye una segunda resina que rodea a la porción interior y que incluye sustancialmente todo el material fibroso. Tal material compuesto se puede preparar, p.ej., por co-moldeo o co-extrusión. Se puede usar cualquiera de los materiales fibrosos o aditivos descritos anteriormente en la preparación de tal material compuesto. Tales materiales compuestos se pueden formar en cualquiera de las formas descritas anteriormente. El primer y segundo materiales pueden ser el mismo o diferente, y pueden ser, p.ej., cualquiera de las resinas descritas anteriormente.

50 Haciendo referencia a la Fig. 33, un material compuesto de resina transparente/material fibroso puede tener una porción 620 interior que tiene una primera resina y sustancialmente todo el material fibroso y una porción 622 exterior que rodea a la porción interior que tiene una segunda resina y que no tiene sustancialmente material fibroso. Se puede usar cualquiera de los materiales fibrosos o aditivos descritos anteriormente en la preparación de tal material compuesto. El primer y segundo materiales pueden ser el mismo o diferente, y pueden ser, p.ej., cualquiera de las resinas descritas anteriormente.

REIVINDICACIONES

1. Un método para densificar un material fibroso, que comprende:
añadir, a un material fibroso, un aglutinante seleccionado del grupo que consiste en aglutinantes solubles en agua, aglutinantes hinchables con el agua, y aglutinantes que tienen una temperatura de transición vítrea menor que 25°C, para proporcionar una combinación material fibroso-aglutinante; y
5 comprimir la combinación material fibroso-aglutinante para proporcionar un material fibroso densificado que tiene una densidad aparente que es al menos aproximadamente dos veces mayor que la densidad aparente del material fibroso, en donde el material fibroso ha sido preparado cizallando una fuente de fibra - y comprende fibras sueltas, discretas y separables, y el material fibroso antes de la densificación tiene una densidad aparente menor que 0,15 g/cm³, en donde la densidad aparente se determina según ASTM D1895B.
2. El método de la reivindicación 1, en donde el aglutinante comprende un compuesto monomérico tal como glicerina, glioxal, ácido ascórbico, urea, glicina, pentaeritritol, un monosacárido, un disacárido, ácido cítrico o ácido tartárico.
3. El método de la reivindicación 1, en donde el aglutinante comprende un poliglicol, preferiblemente en donde el poliglicol comprende polietilenglicol, polipropilenglicol o un copolímero de óxido de etileno y óxido de propileno, o poli(ácido acrílico) (PAA), poli(acrilamida), polipéptidos, polietilenimina, polivinilpiridina, poli(4-estirenosulfonato de sodio) o poli(ácido 2-acrilamido-metil-1-propanosulfónico).
4. El método de la reivindicación 1, en donde el material que tiene la temperatura de transición vítrea menor que 25°C comprende un polímero que se selecciona del grupo que consiste en elastómeros termoplásticos (TEPs), amidas de bloques de poliéter, elastómeros de poliéster, copolímeros de bloques estirénicos, copolímero de etileno acetato de vinilo (EVA), poliolefinas, polietileno, polipropileno, copolímeros de etileno-propileno, copolímeros de etileno y una α -olefina, y copolímeros de etileno y 1-octeno.
5. El método de la reivindicación 1, en donde el material fibroso comprende un material celulósico o un material lignocelulósico, preferiblemente en donde el material fibroso comprende un material celulósico o lignocelulósico que ha sido cizallado para liberar el material fibroso, por ejemplo, con una cortadora de cuchillas rotatorias.
6. El método de la reivindicación 1, en donde el material fibroso es un material celulósico o lignocelulósico que incluye hierbas, cáscaras de arroz, bagazo, algodón, yute, heno, lino, bambú, sisal, abacá, paja, mazorcas de maíz, cáscaras de arroz, fibra de coco, madera, aserrín, papel y papel polirrevestido.
7. El método de la reivindicación 1, en donde la combinación material fibroso-aglutinante comprende menos que 25% en peso de aglutinante, menos que 10% en peso, menos que 5% en peso, o entre 25% y 1%, o menos que 1% en peso de aglutinante o menos que 0,5% en peso de aglutinante.
8. El método de la reivindicación 1, que comprende además calentar hasta una temperatura de al menos aproximadamente 50°C durante al menos parte de la etapa de densificación.
9. El método de la reivindicación 1, en donde el material fibroso densificado tiene una densidad aparente al menos cuatro veces mayor que la densidad aparente del material fibroso.
10. El método de la reivindicación 1, en donde el material fibroso incluye fibras que tienen una relación longitud a diámetro media mayor que 3, preferiblemente en donde la relación longitud a diámetro media es mayor que 10.
11. El método de la reivindicación 1, en donde la densificación comprende comprimir mecánicamente la combinación material fibroso-aglutinante.
12. El método de la reivindicación 1, en donde el aglutinante se añade al material fibroso haciendo pasar el material fibroso por un área de aplicación en la que se aplica el aglutinante.
13. El método de la reivindicación 12, en donde el material fibroso es hecho pasar continuamente a través del área de aplicación de aglutinante o en donde el material fibroso es hecho pasar por el área de aplicación de aglutinante mediante flujo de aire.
14. El método de la reivindicación 12, en donde el aglutinante es rociado sobre el material fibroso en forma líquida en el área de aplicación de aglutinante, o en donde el material fibroso fluye por el área de aplicación de aglutinante a una velocidad mayor que 12,7 m/s (2.500 pies/minuto), o en donde el área de aplicación de aglutinante tiene una longitud de al menos 0,61 m (dos pies), o en donde el área de aplicación de aglutinante tiene una longitud de al menos 30,5 m (100 pies).
15. El método de la reivindicación 1, en donde el material fibroso es convertido en una hoja fibrosa densificada que es recogida en un rodillo.

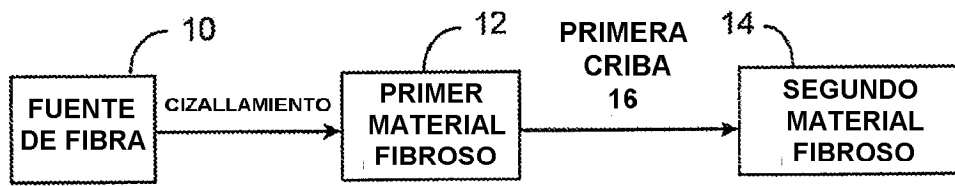
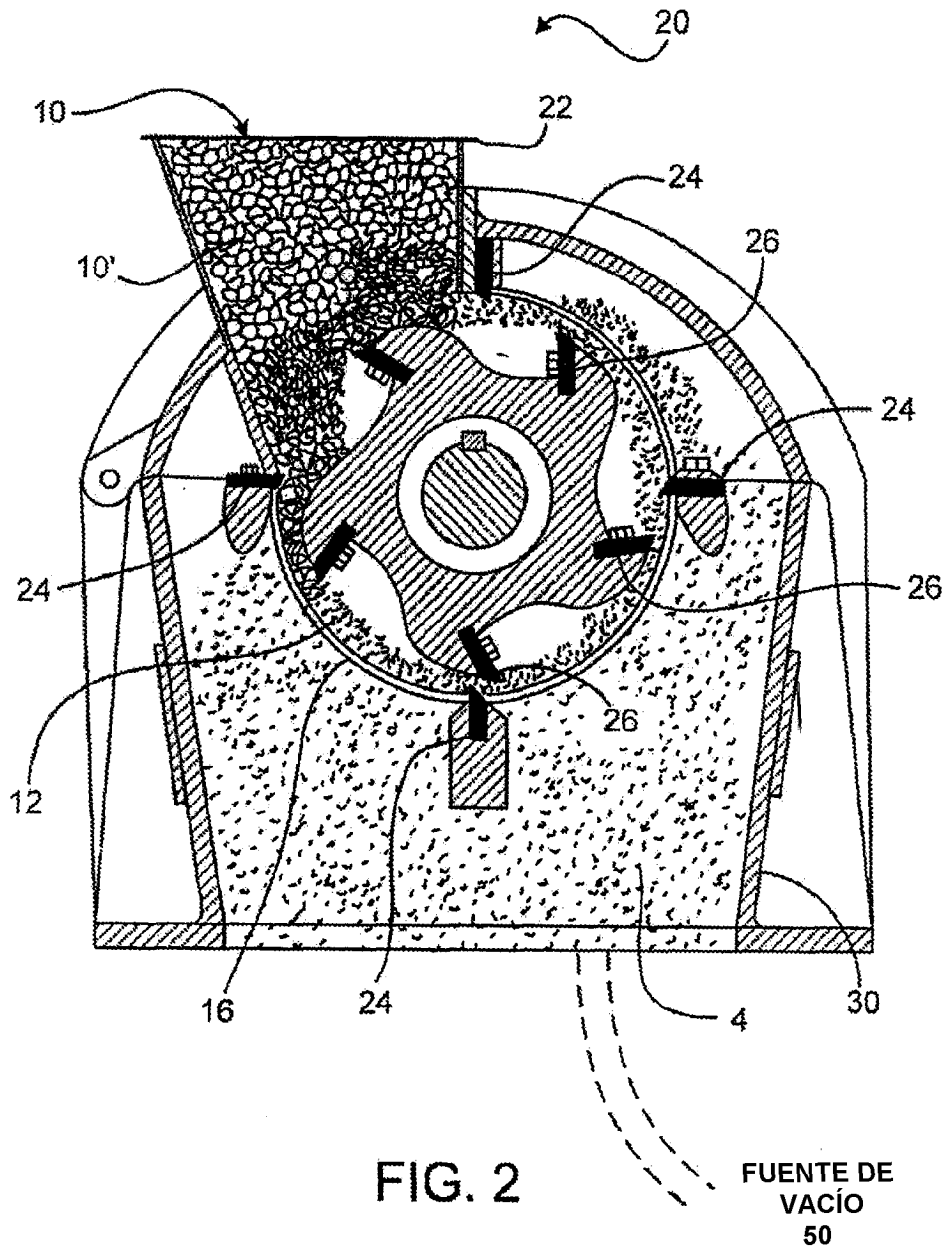


FIG. 1



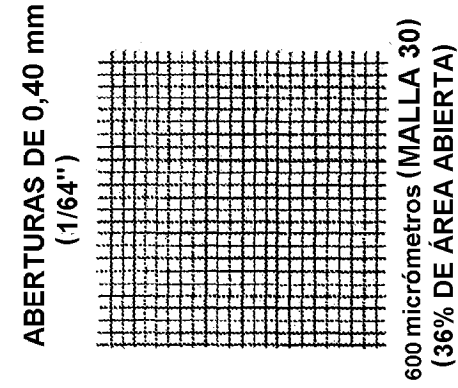


FIG. 5

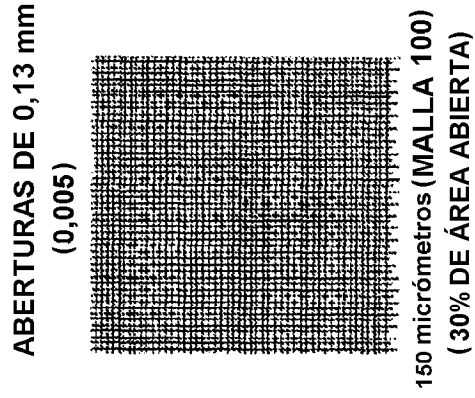


FIG. 8

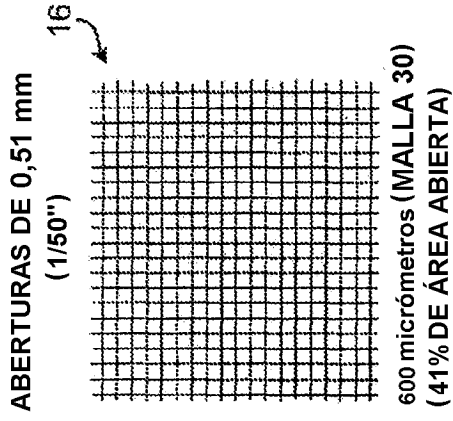


FIG. 4

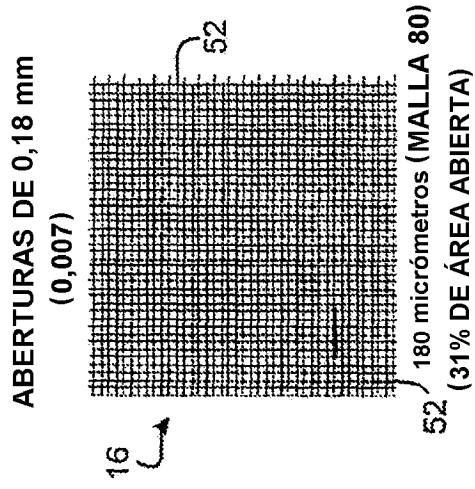


FIG. 7

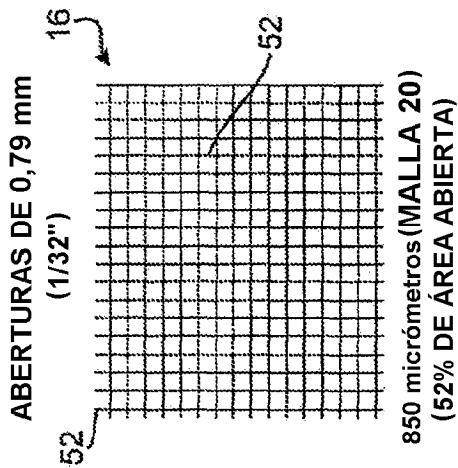


FIG. 3

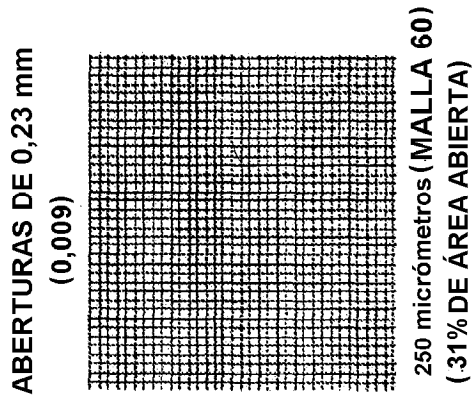


FIG. 6

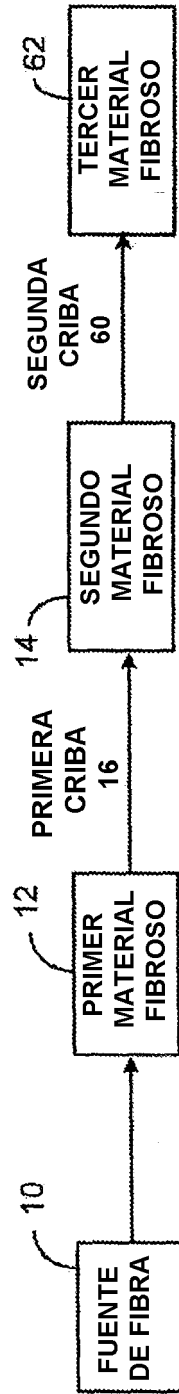


FIG. 9

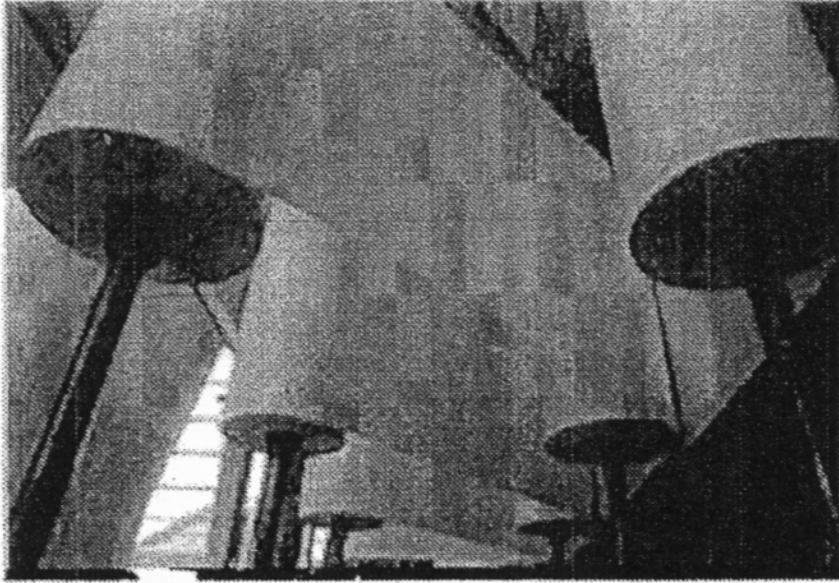
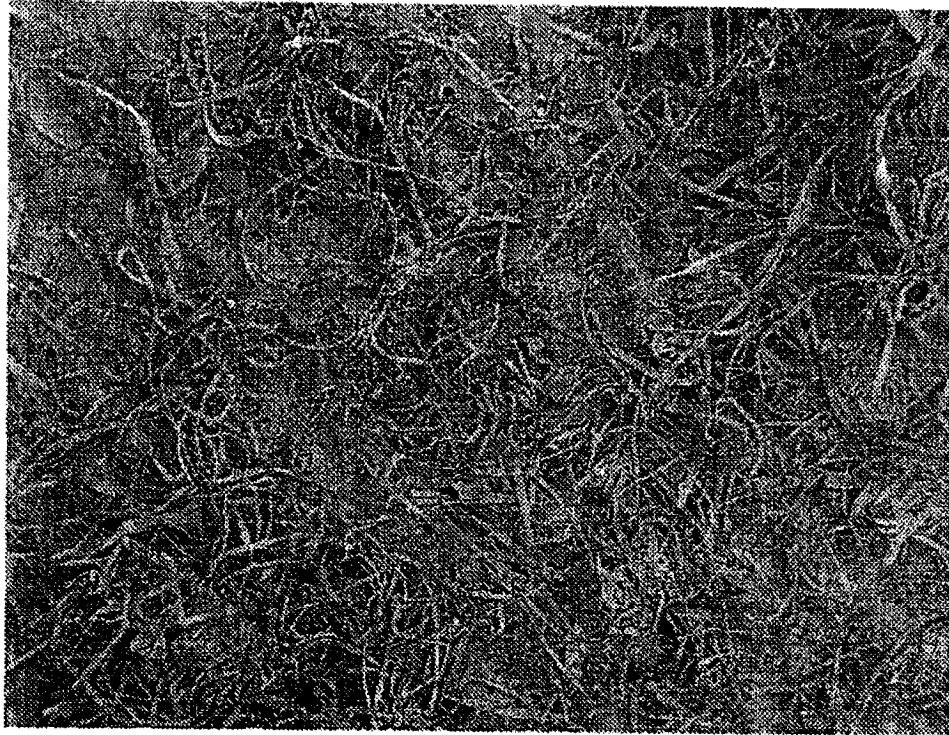


FIG. 10B



FIG. 10A



X25 1mm

FIG. 11

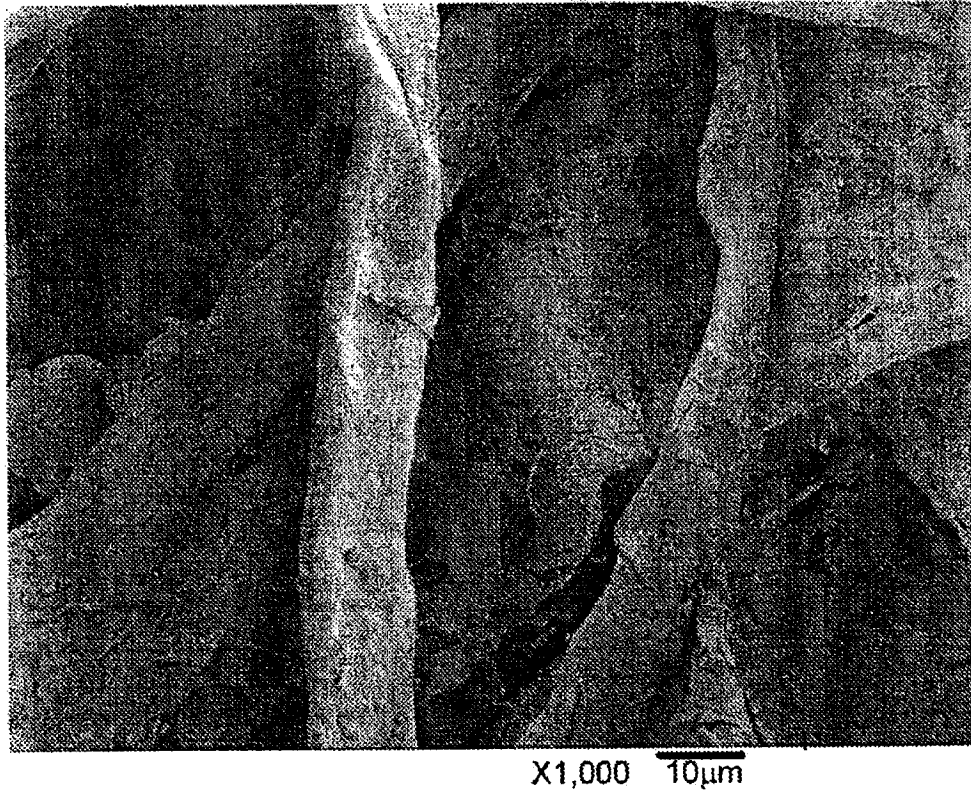
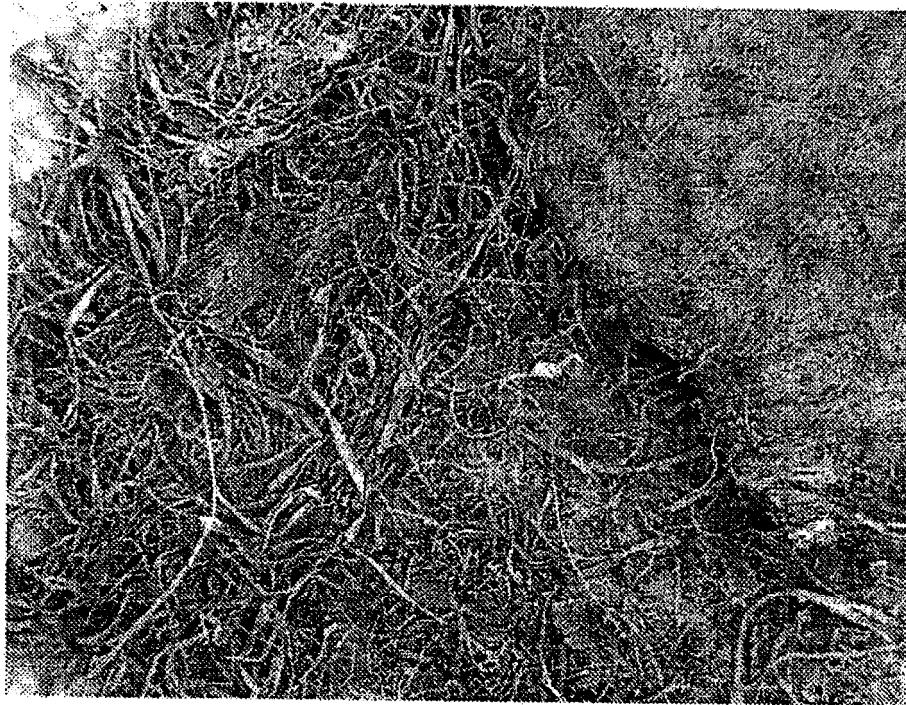


FIG. 12



X25 1mm

FIG. 13

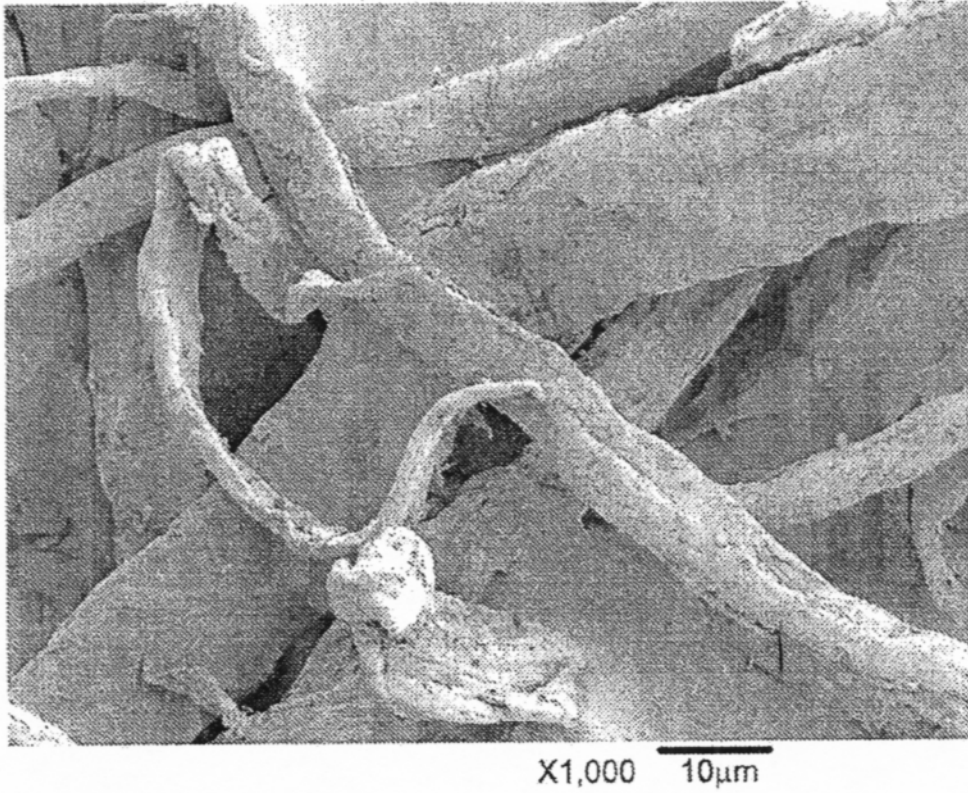
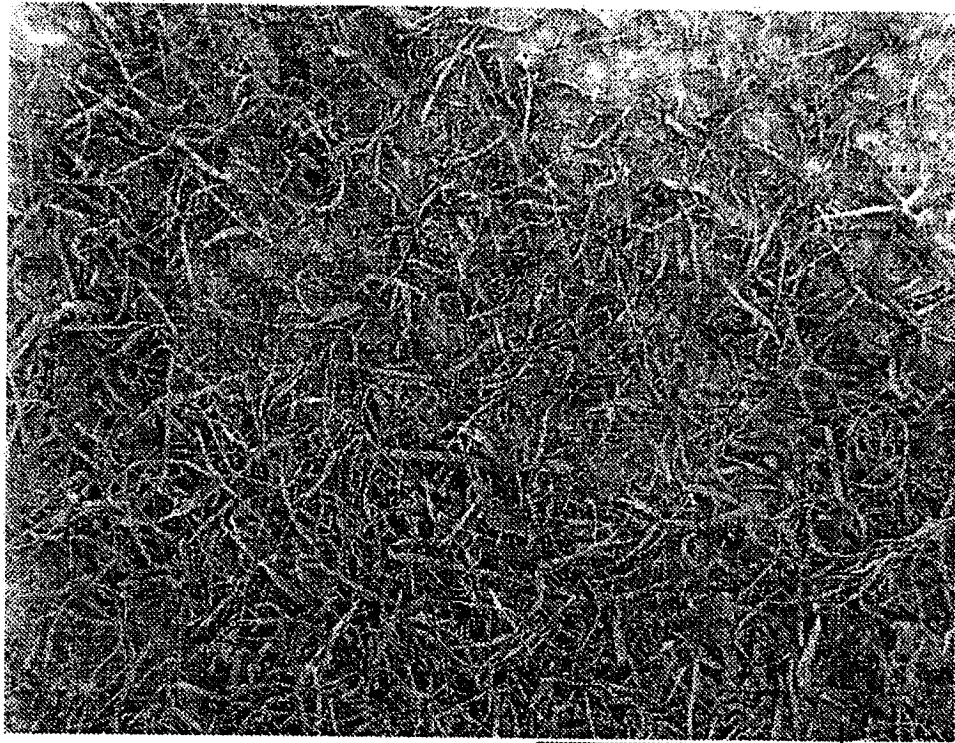


FIG. 14



X25 1mm

FIG. 15

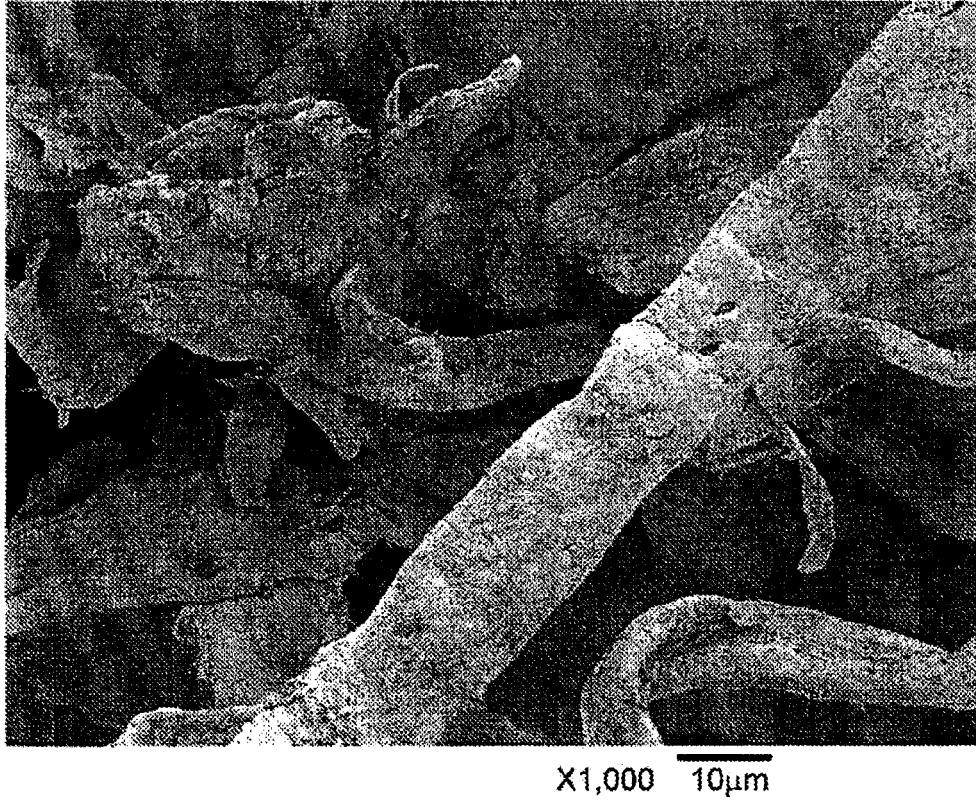
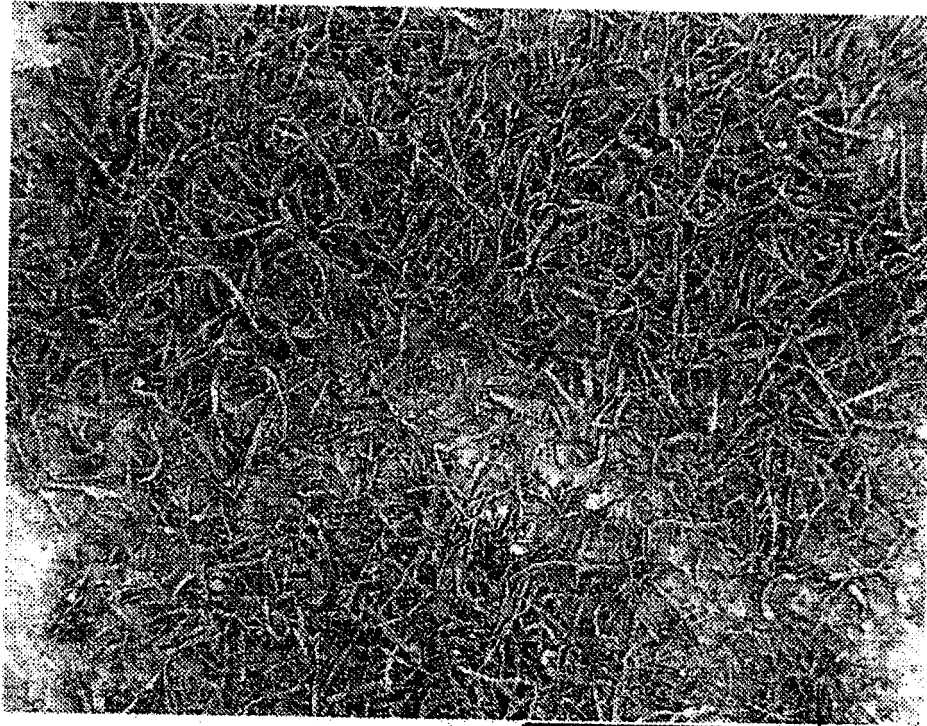
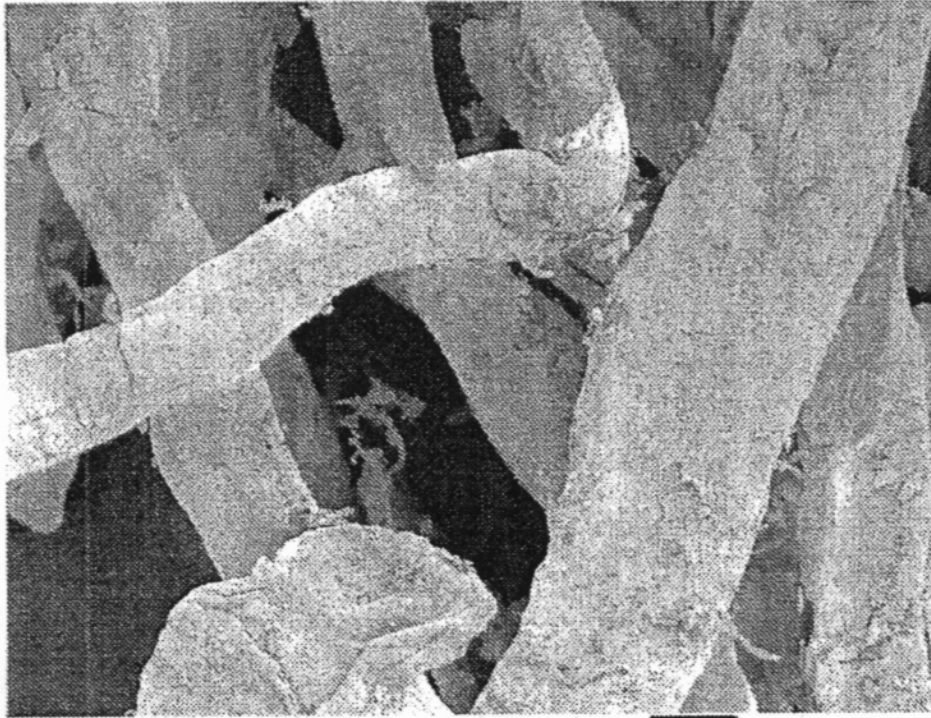


FIG. 16



X25 1mm

FIG. 17



X1,000 10μm

FIG. 18

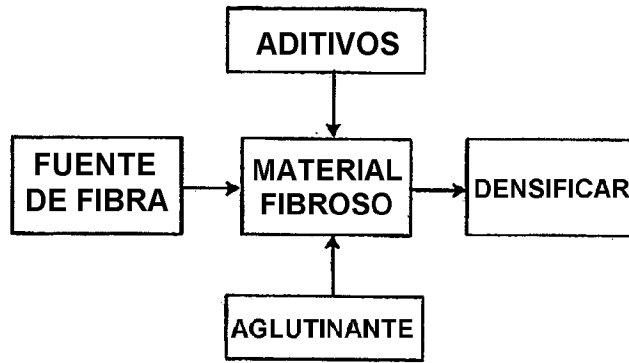


FIG. 19

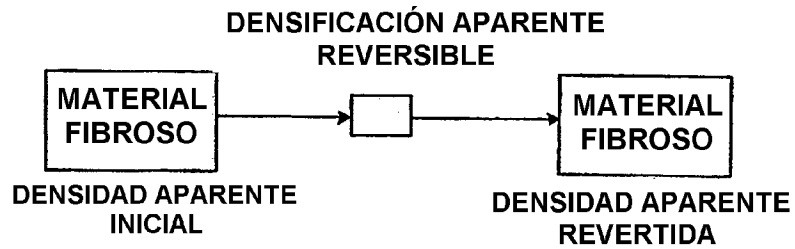


FIG. 21

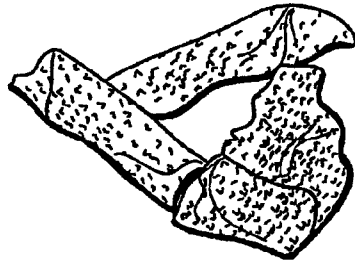


FIG. 20

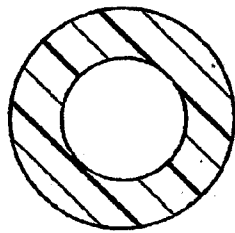


FIG. 20A

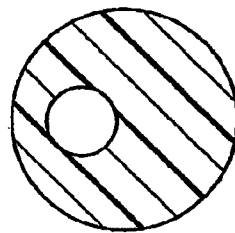


FIG. 20B

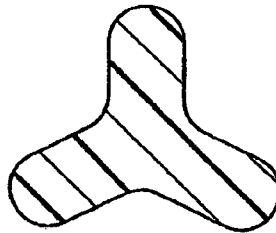


FIG. 20C

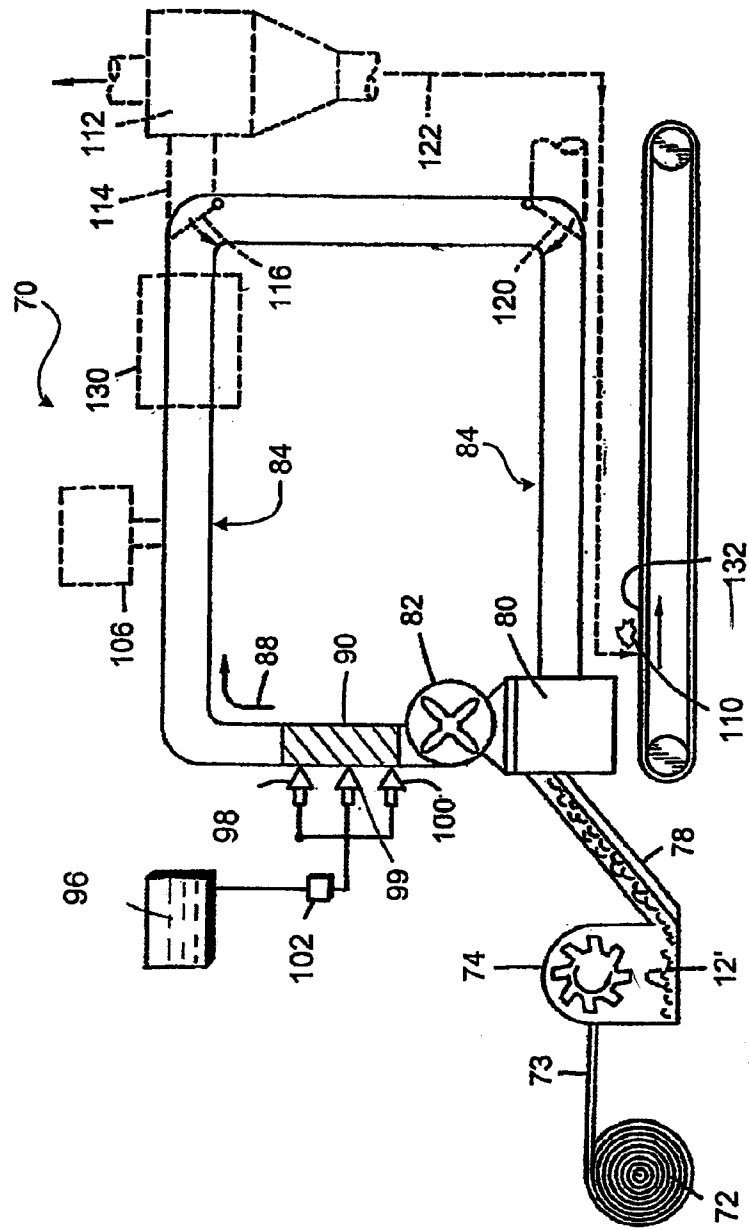


FIG. 22

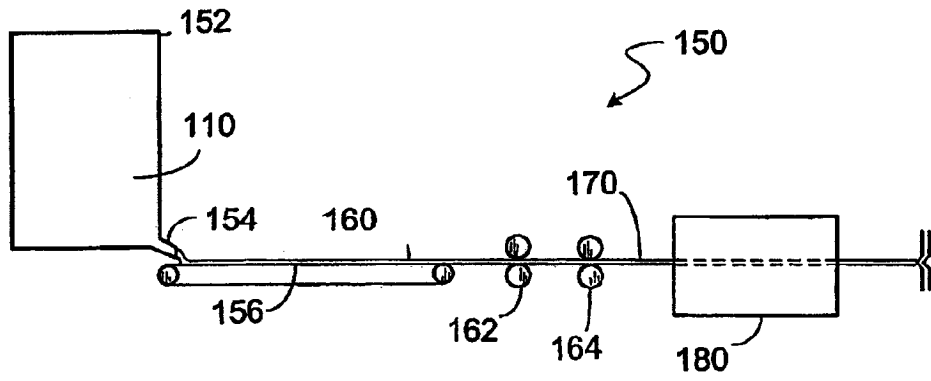


FIG. 23

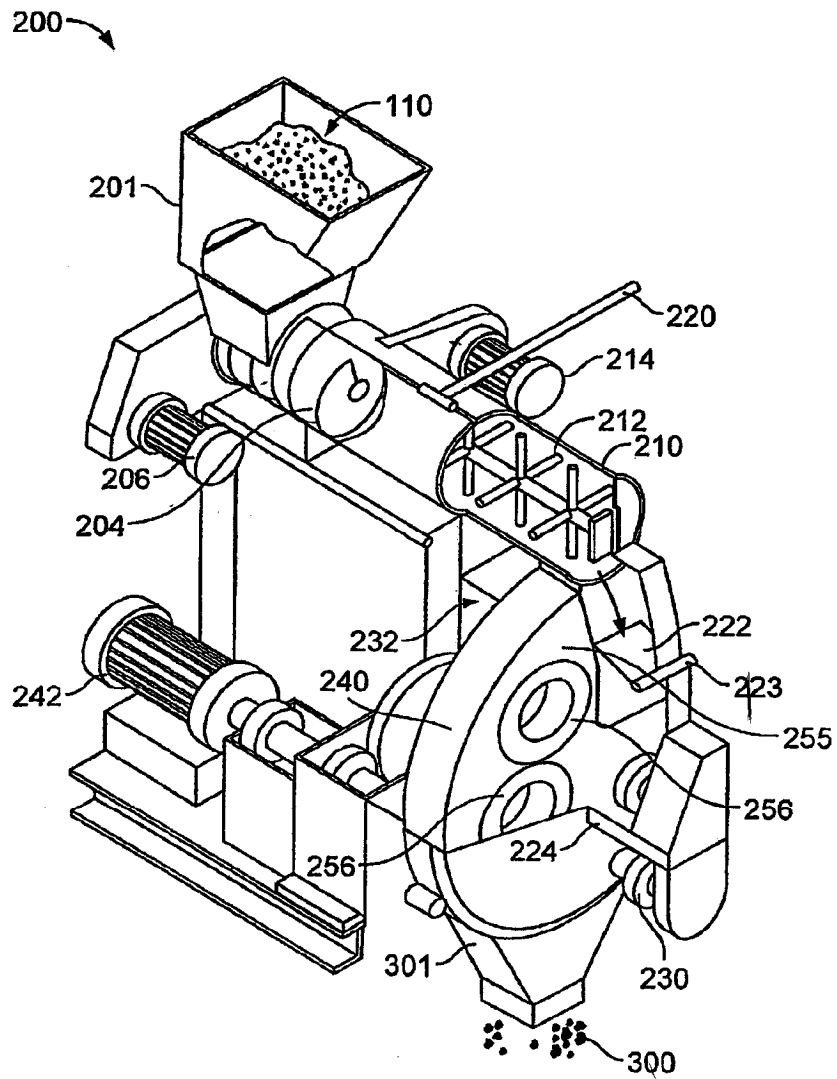


FIG. 24

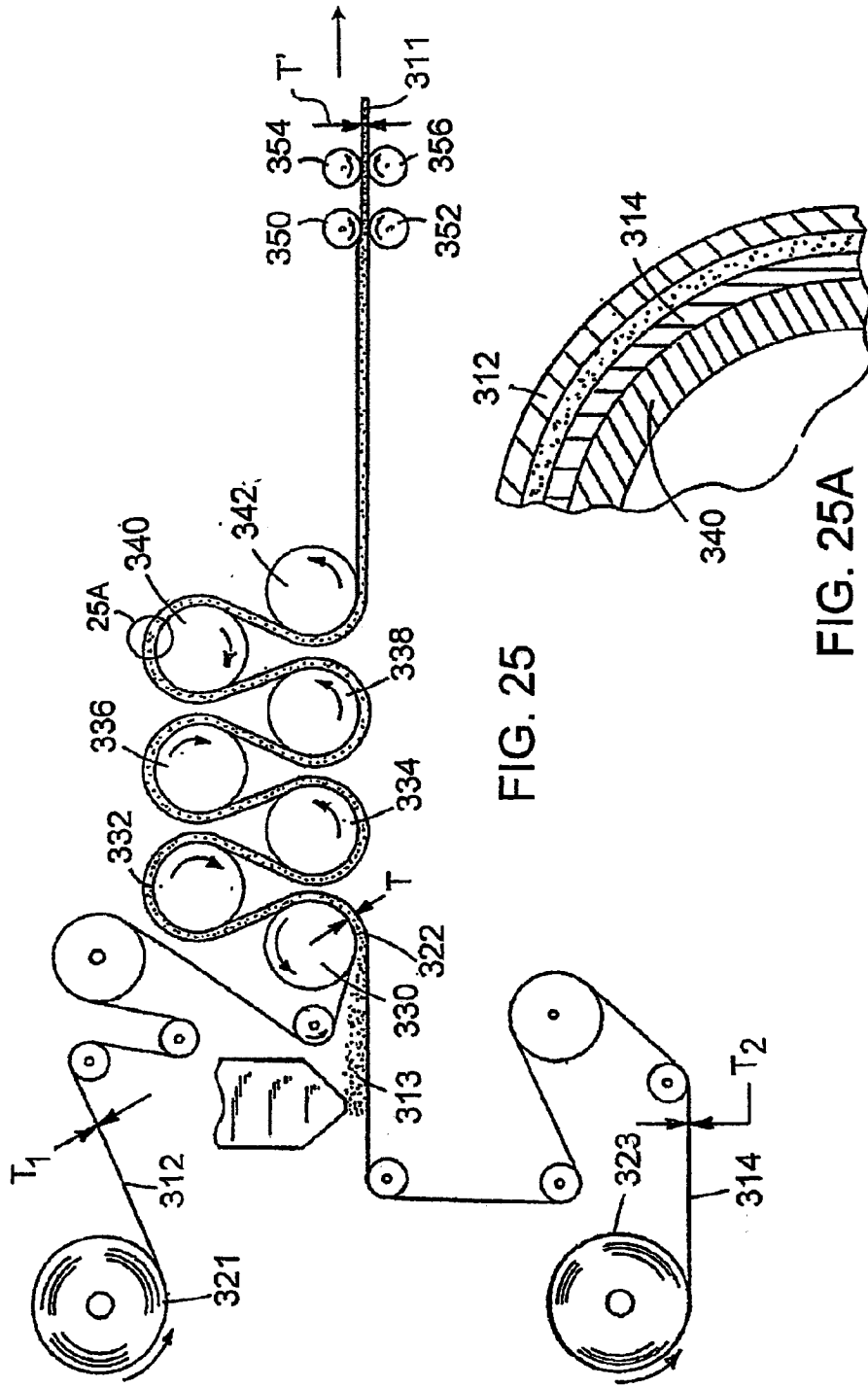


FIG. 25

FIG. 25A

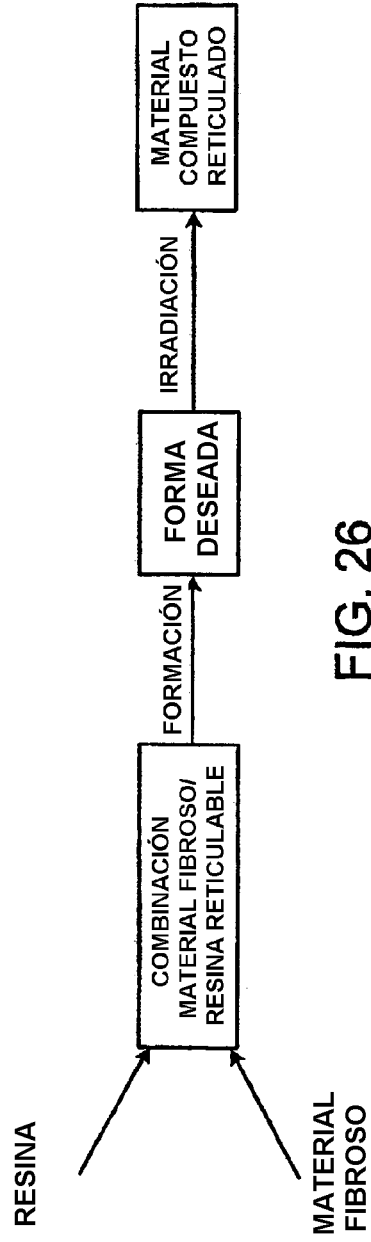


FIG. 26

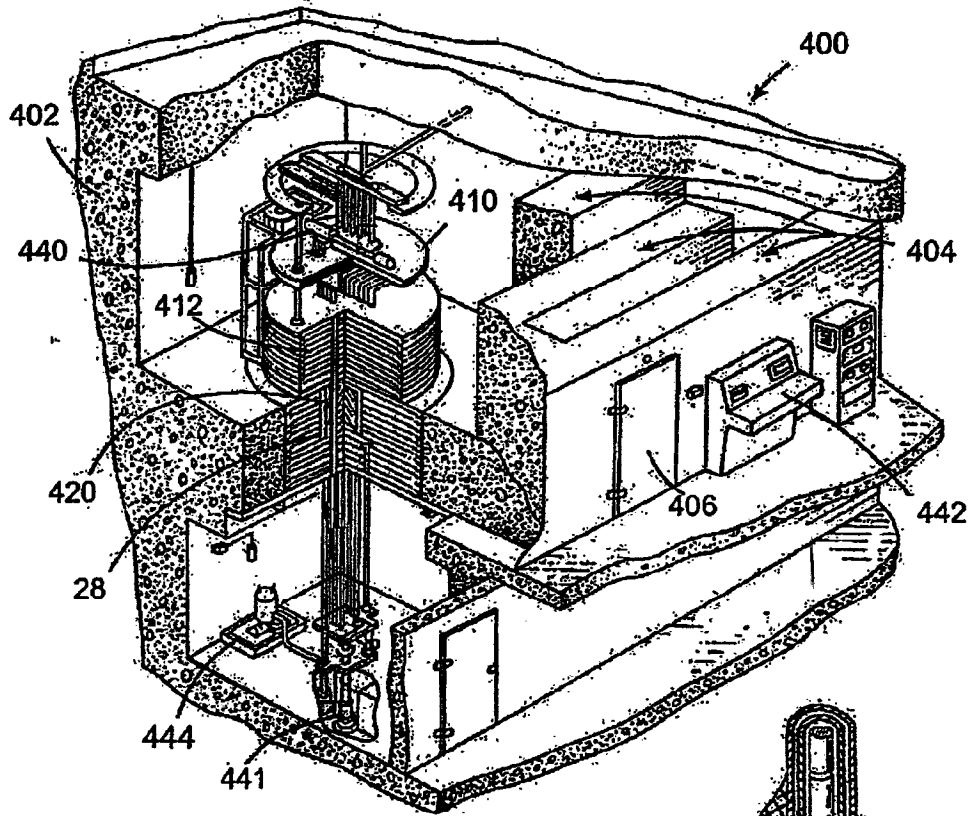


FIG. 27

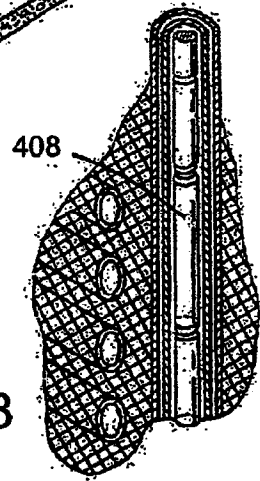


FIG. 28

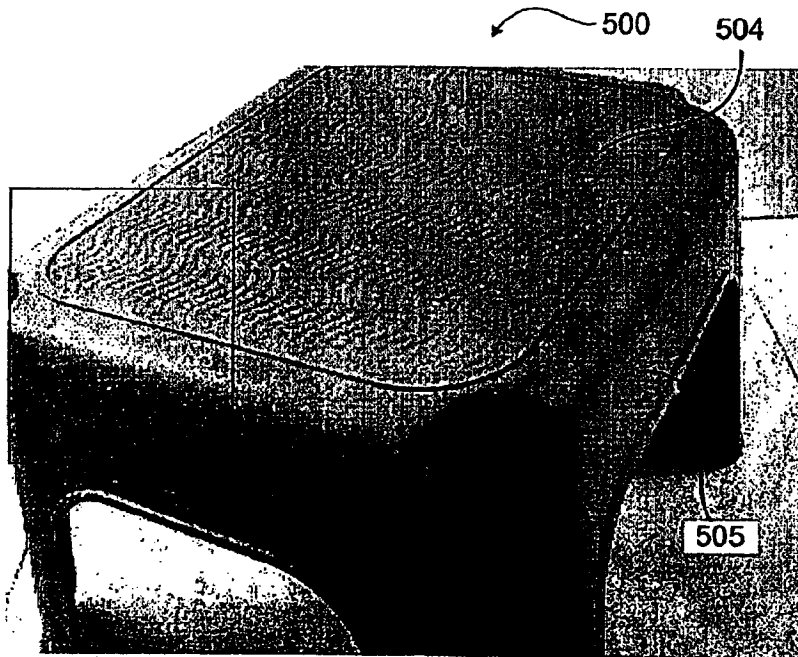


FIG. 29

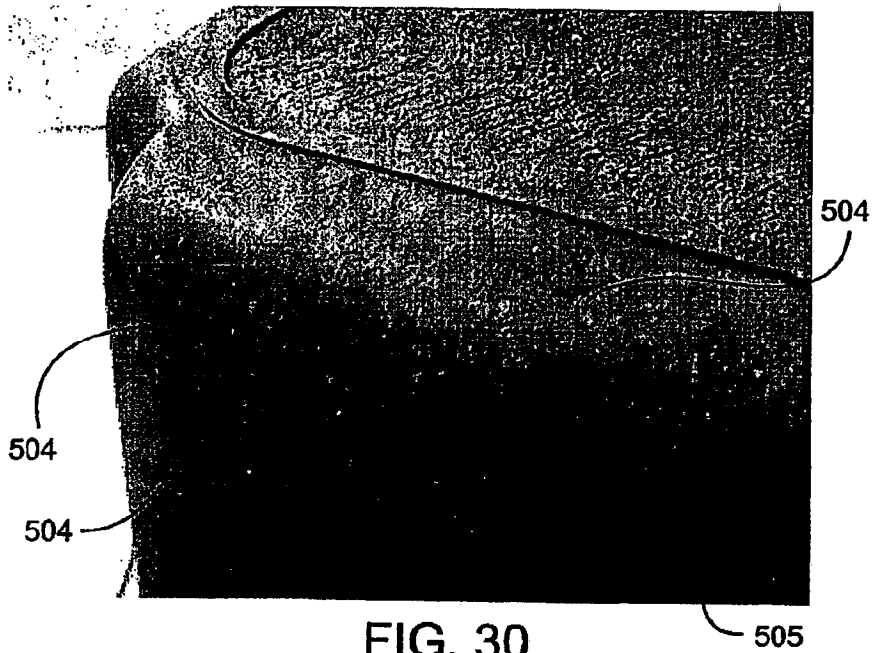


FIG. 30

