

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 397 791**

51 Int. Cl.:

**B02C 18/14** (2006.01)

**B02C 18/00** (2006.01)

**D21C 9/00** (2006.01)

**B02C 13/284** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.03.2006 E 06739443 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.10.2012 EP 1877192**

54 Título: **Método de fabricación de 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:  
**11.03.2013**

73 Titular/es:

**XYLECO, INC. (100.0%)  
90 ADDINGTON ROAD  
BROOKLINE, MA 02146, US**

72 Inventor/es:

**MEDOFF, MARSHALL**

74 Agente/Representante:

**URÍZAR ANASAGASTI, José Antonio**

ES 2 397 791 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 de fabricación de material fibroso

**CAMPO TÉCNICO**

[0001] Esta invención se refiere a métodos de fabricación de materiales fibrosos.

**5 ANTECEDENTES**

[0002] Los materiales fibrosos, por ejemplo los materiales celulósicos y ligno-celulósicos, se producen, procesan, y utilizan en grandes cantidades en una serie de aplicaciones. A menudo dichos materiales fibrosos se utilizan una vez, y luego se deshechan como residuos.

10 [0003] US 4,244,847 describe un proceso para preparar: (1) una mezcla fibrada generalmente seca; (2) un lote maestro de composite o una carga completa compuesto de fibra/elastómero en polvo; o (3) un lote maestro de composite o una carga completa de compuesto de fibra/elastómero

[0004] EP 0801168 A1 revela un método y aparato para recoger individualmente capas de una película laminada que contiene muchas capas hechas de distintos materiales pelandando o separando las capas unas de otras.

[0005] GB 1 503 103 describe un método de quitar material extraño de las superficies de materiales plásticos.

**15 RESUMEN**

[0006] La invención se refiere al objeto de las reivindicaciones anexas 1 a 12.

20 [0007] Se revelan métodos de fabricación de materiales fibrosos que incluyen cortar una fuente de fibra para proporcionar un primer material fibroso, y pasar el primer material fibroso a través de un primer tamiz que tiene un tamaño medio de abertura de 1,59 mm o menos (1/16 pulgadas, 0,0625 pulgadas) para proporcionar un segundo material fibroso.

[0008] En algunas realizaciones, el tamaño de abertura medio del primer tamiz es menos de unos 0,79 mm (1/32 pulgadas, 0,03125 pulgadas), por ejemplo menos de unos 0,40 mm (1/64 pulgadas, 0,015625 pulgadas), menos de unos 0,20 mm (1/128 pulgadas, 0,0078125 pulgadas), o incluso menos de unos 0,10 mm (1/256 pulgadas, 0,00390625 pulgadas).

25 [0009] En aplicaciones específicas, el corte se realiza con una cuchilla rotativa.

[0010] El segundo material fibroso puede, por ejemplo, ser recogido en una tolva con una presión por debajo de la presión nominal atmosférica, por ejemplo, al menos 10 por ciento por debajo de la presión nominal atmosférica o al menos 75 por ciento por debajo de la presión nominal atmosférica.

30 [0011] El segundo material fibroso puede, por ejemplo, cortarse una vez o numerosas veces, por ejemplo, dos veces, tres veces o incluso más, por ejemplo, diez veces.

[0012] El segundo material fibroso puede, por ejemplo, cortarse y el material fibroso resultante pasarse a través del primer tamiz.

[0013] El segundo material fibroso puede cortarse, y el material fibroso resultante pasarse a través de un segundo tamiz con un tamaño de abertura medio menor que el primer tamiz, proporcionando un tercer material fibroso.

35 [0014] Una relación de una relación media longitud / diámetro del segundo material fibroso a una relación media longitud/diámetro del tercer material fibroso puede ser, por ejemplo, menos de unos 1,5, menos de unos 1,4, menos de unos 1,25, o incluso de menos de unos 1,1.

[0015] El segundo material fibroso puede, por ejemplo, pasarse a través de un segundo tamiz con un tamaño medio de abertura menor que el primer tamiz.

40 [0016] El corte y el paso pueden, por ejemplo, realizarse al mismo tiempo.

[0017] El segundo material fibroso puede tener una relación media longitud / diámetro, por ejemplo, mayor que unos 10/1, mayor que unos 25/1, o incluso mayor que unos 50/1.

45 [0018] Una longitud media del segundo material fibroso puede estar, por ejemplo, entre unos 0.5 mm y unos 2.5 mm, por ejemplo, entre unos 0.75 mm y unos 1.0 mm. Una anchura media del segundo material fibroso puede estar, por ejemplo, entre unas 5 µm y unas 50 µm, por ejemplo, entre unas 10 µm y unas 30 µm.

[0019] Una desviación normal de una longitud del segundo material fibroso puede ser menor que un 60 por ciento de una longitud media del segundo material fibroso, por ejemplo, menor que un 50 por ciento de una longitud media del

segundo material fibroso.

**[0020]** En algunas realizaciones, un área superficial BET del segundo material fibroso es mayor que unos 0,5 m<sup>2</sup>/g, por ejemplo, mayor que unos 1,0 m<sup>2</sup>/g, mayor que unos 1,5 m<sup>2</sup>/g, mayor que unos 1,75 m<sup>2</sup>/g, o incluso mayor que unos 0,5 m<sup>2</sup>/g.

5 **[0021]** En algunas realizaciones, una porosidad del segundo material fibroso es mayor que un 70 por ciento, por ejemplo, mayor que un 85 por ciento, o mayor que un 90 por ciento.

**[0022]** En algunas aplicaciones, una relación de una relación media longitud /diámetro del primer material fibroso a una relación media longitud /diámetro del segundo material fibroso es menos de unos 1,5, por ejemplo, menos de unos 1,4, menos de unos 1,25, o menos de unos 1,1.

10 **[0023]** En realizaciones específicas, el tamiz se forma entretejiendo monofilamentos.

**[0024]** La fuente de fibra puede incluir, por ejemplo un material celulósico, un material lignocelulósico. Por ejemplo, la fuente de fibra puede ser serrín.

**[0025]** En algunas realizaciones, la fuente de fibra incluye una mezcla de fibras, por ejemplo, fibras derivadas de una fuente de papel y fibras derivadas de un origen textil, por ejemplo, algodón.

15 **[0026]** Pueden producirse materiales fibrosos que tengan una relación media longitud/ diámetro de más de unos 5, y con una desviación estándar de una longitud de fibra de menos de un sesenta por ciento de una longitud media de fibra.

**[0027]** Por ejemplo, la relación media longitud/ diámetro puede ser mayor que unos 10/1, por ejemplo, mayor que unos 15/1, mayor que unos 25/1, mayor que unos 35/1, mayor que unos 45/1, o incluso mayor que unos 50/1.

**[0028]** Por ejemplo, la longitud media puede estar entre 0,5 mm y unos 2,5 mm.

20 **[0029]** Se revelan compuestos que incluyen un material fibroso producido por el método de la invención, una resina y un tintado. Por ejemplo, el tintado puede ayudar en el enmascaramiento del material fibroso en el compuesto.

**[0030]** Por ejemplo, el material fibroso puede tener una relación de longitud media diámetro de más de unos 5, y una desviación estándar de una longitud de fibra de menos de un sesenta por ciento de una longitud media de fibra.

**[0031]** En algunas realizaciones, el compuesto adicionalmente incluye un pigmento.

25 **[0032]** En algunas aplicaciones, el tintado se hace por remojo o sobre la superficie de las fibras.

**[0033]** Los compuestos puede incluir un perfume o una fragancia.

**[0034]** También se revelan métodos de fabricación de compuestos que incluyen tintar un material fibroso; combinar material fibroso con una resina; y formar un compuesto de la combinación.

30 **[0035]** Se revelan métodos de fabricación de compuestos que incluyen añadir un tinte a una resina para proporcionar una combinación tinte/resina con un material fibroso; y formar un compuesto a partir de la combinación tinte / resina y material fibroso.

**[0036]** Cualquier compuesto puede estar, por ejemplo, en forma de de un taburete escabel escalonado, tuberías, paneles, materiales de piso, tablas, cubiertas, láminas, bloques, ladrillos, postes, vallas, elementos, puertas, contraventanas, toldos, persianas, señales, bastidores, cajas de ventanas, tableros, suelos, azulejos, traviesas de ferrocarril, bandejas, mangos de herramientas, tenderetes, películas, envoltorios, cajas, cestas, estantes, cubiertas, carpetas, divisores, paredes, esteras, marcos, estanterías, esculturas, sillas, mesas, escritorios, juguetes, juegos, palés, muelles, embarcaderos, barcos, mástiles, tanques sépticos, paneles de automoción, cubiertas de ordenador, cajas eléctricas aéreas y subterráneas, muebles, mesas de picnic, bancos, refugios, bandejas, colgadores, bandejas, cofres, tapas de libros, bastones y muletas.

35 **[0037]** El primer aspecto y/o realizaciones del primer aspecto pueden tener cualquiera de o combinaciones de las siguientes ventajas. Los materiales fibrosos son fáciles de dispersar, por ejemplo, en una resina termoplástica fundida. Los materiales fibrosos pueden tener, por ejemplo, una longitud y/o distribución de la relación longitud/diámetro relativamente estrecha, de tal manera que sus propiedades se definan constantemente. Por ejemplo, cuando se mezclan con una resina fundida, las fibras de los materiales fibrosos puede modificar la reología de la resina fundida de un modo constante y predecible, resultando en combinaciones de resina/material fibroso que son, por ejemplo, más fáciles de moldear y extruir. Por ejemplo, los materiales fibrosos pueden pasarse fácilmente a través de pequeñas aberturas o canales, tal como las que se encuentran en o asociadas con moldes de inyección, por ejemplo, esclusas o canales calientes. Las partes moldeadas de dichos materiales fibrosos pueden presentar un buen acabado de superficie, por ejemplo, con pequeños motitas visibles de partículas grandes y/o partículas aglomeradas, cuando así se  
40  
45  
50  
desea.

**[0038]** Generalmente, un aspecto comparativo muestra materiales fibrosos densificados, métodos de fabricación de materiales fibrosos densificados, y compuestos hechos a partir de los materiales fibrosos densificados.

**[0039]** Se revelan métodos de densificación de material fibrosos que incluyen añadir, a un material fibroso, un ligante soluble en agua, un ligante hinchable en agua, y/o un ligante con una temperatura de transición vítrea de menos de unos 25 °C, para proporcionar una combinación del ligante con el material fibroso. La combinación del ligante con el material fibroso se densifica para proporcionar un material fibroso densificado que tiene una densidad aparente que es al menos dos veces mayor que la densidad aparente del material fibroso, por ejemplo, tres veces, cuatro veces, cinco veces, seis veces, ocho veces, diez veces, doce veces, veinte veces o más, por ejemplo, cuarenta veces mayor. Preferiblemente, la densidad aparente del material densificado es al menos unas cinco veces o unas cuatro veces mayor que la densidad aparente del material fibroso.

**[0040]** Se revelan también métodos de densificación de material fibroso que incluyen un material fibroso derivado al menos en parte de papel polirecubierto para proporcionar un material fibroso densificado que tiene una densidad aparente que es al menos unas dos veces mayor que la densidad aparente del material fibroso, por ejemplo, tres veces, cuatro veces, cinco veces, seis veces, ocho veces, diez veces, doce veces, veinte veces o más, por ejemplo, cuarenta veces mayor. La densificación incluye el calentamiento del material fibroso a una temperatura de al menos unos 50 °C.

**[0041]** Se revelan métodos de densificación de material fibrosos que incluyen mover un material fibroso más allá un área de aplicación del ligante en los que se aplica un ligante para proporcionar una combinación del ligante con el material fibroso. La combinación del ligante con el material fibroso se densifica para proporcionar un material fibroso densificado que tiene una densidad aparente de al menos unas dos veces la densidad aparente del material fibroso, por ejemplo, tres veces, cuatro veces, cinco veces, seis veces, ocho veces, diez veces, doce veces, veinte veces o más, por ejemplo, cuarenta veces mayor.

**[0042]** Se revelan métodos de densificación de material fibrosos que incluyen la evacuación de aire procedente del material fibroso para aumentar la densidad aparente del material fibroso al menos unas dos veces. Por ejemplo, el método puede incluir encerrar el material fibroso en un recipiente y evacuar el aire del recipiente.

**[0043]** Se revelan gránulos o virutas que incluyen un material fibroso densificado. Los gránulos o virutas tienen una densidad aparente de al menos 0,3 g/cm<sup>3</sup>. El material fibroso densificado incluye un material celulósico o lignocelulósico y un ligante soluble en agua, un ligante hinchable en agua, y/o ligantes que tienen una temperatura de transición vítrea de menos de unos 25 °C. Los gránulos o virutas tienen, por ejemplo, un espesor medio entre unos 2 mm y unos 20 mm, una anchura media de entre unos 2 mm y unos 40 mm y una longitud media de entre unos 5 mm y unos 40 mm. En algunas realizaciones, los gránulos definen una porción interna hueca, o una estructura multi-lobal.

**[0044]** Se revelan materiales fibrosos densificados tipo placa que tienen una densidad aparente de al menos 0,3 g/cm<sup>3</sup>. Los materiales material fibrosos densificados incluyen un material celulósico o lignocelulósico. Los materiales fibrosos densificados tienen, por ejemplo, un espesor medio entre unos 2 mm y unos 20 mm, una anchura media entre unos 2 mm y unos 40 mm y una longitud media entre unos 5 mm y unos 40 mm.

**[0045]** También se revelan métodos de densificación de material fibrosos que incluyen añadir, a un material fibroso, un ligante soluble en agua, un ligante hinchable en agua y/o unos ligantes que tienen una temperatura de transición vítrea de menos de unos 25 °C, para proporcionar una combinación de material fibroso-ligante. La combinación de material fibroso-ligante incluye menos de un 25 por ciento de peso de ligante, por ejemplo, 15 por ciento de peso, 10 por ciento de peso, 5 por ciento de peso o menos de un 1 por ciento de peso. La combinación de material fibroso-ligante se densifica para proporcionar un material fibroso densificado que tiene una densidad aparente que es al menos unas dos veces mayor que la densidad aparente del material fibroso, por ejemplo, tres veces, cuatro veces, cinco veces, seis veces, ocho veces, diez veces, doce veces, veinte veces o más, por ejemplo, unas cuarenta veces mayor.

**[0046]** Se revelan métodos de comprimir materiales fibrosos que caracterizan posicionar un material fibroso incluyendo un ligante respecto a un elemento, por ejemplo, entre un primer elemento y un segundo elemento, para proporcionar un compuesto sin comprimir, y comprimir el compuesto sin comprimir para proporcionar un compuesto comprimido.

**[0047]** En algunas realizaciones, la compresión se realiza utilizando un elemento único y un soporte.

**[0048]** Cualquier material fibroso densificado puede utilizarse para formar cualquier partícula aquí revelada.

**[0049]** Los materiales fibrosos densificados pueden incluir un aroma o una fragancia.

**[0050]** El material fibroso densificado puede, por ejemplo, utilizarse para fabricar compuestos, o pueden utilizarse ellos solos o junto con aditivos, por ejemplo, como matrices de liberación controlada.

**[0051]** También se revelan los métodos de densificación de material fibrosos, p. ej., un material celulósico o lignocelulósico que no utilizan un ligante.

**[0052]** Se revelan gránulos o virutas del material fibroso densificado que tienen una densidad aparente de al menos unos 0,3g/cm<sup>3</sup>. Los materiales fibrosos densificados incluyen un material fibroso distinto a uno celulósico o material

celulósico y un ligante. Los gránulos o virutas tienen un espesor medio entre unos 2 mm y unos 20 mm, una anchura media de entre unos 2 mm y unos 40 mm y una longitud media de entre unos 5 mm y unos 40 mm.

**[0053]** Se revelan materiales fibrosos densificados tipo placa que tienen una densidad aparente de al menos unos 0,3g/cm<sup>3</sup>. Los materiales fibrosos densificados incluyen un material fibroso distinto a uno celulósico o lignocelulósico y un ligante. Los materiales fibrosos densificados tipo placa tienen un espesor medio entre unos 2 mm y unos 20 mm, una anchura media de entre unos 2 mm y unos 40 mm y una longitud media de entre unos 5 mm y unos 40 mm.

**[0054]** El segundo aspecto y/o realizaciones del segundo aspecto pueden tener cualquiera de, o combinaciones de, las siguientes ventajas. Los materiales fibrosos densificados, por ejemplo, en forma de gránulos o virutas son más fáciles de manejar, alimentar a maquinaria, transportar, y mezclar con otros materiales, por ejemplo, resinas. por ejemplo, resina termoplástica.

**[0055]** Generalmente, un aspecto comparativo muestra características de compuestos reticulados, y compuestos que incluyen rellenos a escala nanométrica. Los compuestos que incluyen los rellenos a escala nanométrica se reticulan opcionalmente cuando se desea.

**[0056]** Se revelan métodos de fabricación compuestos que incluyen combinar un material fibroso con una resina reticulable por radiación, por ejemplo, una resina termoplástica, para proporcionar una combinación de material fibroso/resina reticulable. El material fibroso tiene una relación media longitud/diámetro de unos 5, y una desviación estándar de una longitud de fibra es menos de un ochenta y cinco por ciento de una longitud media de fibra. Se irradia material fibroso/resina reticulable, por ejemplo, con una radiación ionizante, para al menos parcialmente reticular la resina reticulable. En algunas realizaciones, antes de la etapa de irradiación, la combinación del material fibroso/resina reticulable se conforma en una forma deseada.

**[0057]** La resina reticulable por radiación puede ser, por ejemplo, termoplástica o termoestable, por ejemplo, una colada termoestable. Por ejemplo, la resina reticulable por radiación puede ser una poliolefina, por ejemplo, un polietileno (por ejemplo, un copolímero de polietileno), un polipropileno (por ejemplo, un copolímero de polipropileno), un poliéster (por ejemplo, polietileno tereftalato), una poliamida (por ejemplo, nilón 6, 6/12 o 6/10), una polietilenimina, copolímeros estirénicos elastoméricos (por ejemplo, copolímeros de estireno-etileno butileno-estireno), un elastómero de poliamida (por ejemplo, copolímero de poliéter-poliamida), copolímero de etileno y acetato de vinilo, o mezclas compatibles de estas resinas.

**[0058]** En algunas realizaciones específicas, la resina es una poliolefina que tiene una polidispersidad de más de unos 2, por ejemplo, más de unos 3, más de unos 3,5, más de unos 4,0, más de unos 4,5, más de unos 5,0, más de unos 7,5 o incluso más de unos 10. Una polidispersidad elevada puede mejorar la resistencia al impacto en el compuesto reticulado. En algunas realizaciones, la poliolefina tiene un índice de flujo de fusión mayor que unos 10, por ejemplo, mayor que 15, mayor que 20, mayor que 25, mayor que 30, o incluso mayor que unos 50. Un elevado flujo de fusión puede ayudar a la producción del compuesto, por ejemplo, reduciendo el calentamiento de cizallamiento durante la formación del compuesto.

**[0059]** En realizaciones específicas, el material fibroso se proporciona cizallando una fuente de fibra, por ejemplo, serrín procedente de molienda de una madera suave o dura (por ejemplo, roble, cedro o secoya).

**[0060]** La relación media longitud/diámetro de las fibras de los materiales fibrosos puede ser, por ejemplo, mayor que unos 10/1, por ejemplo, mayor que 15/1, mayor que 25/1, o incluso mayor que unos 50/1. Una elevada L/D puede mejorar las propiedades mecánicas, por ejemplo, resistencia a la tracción y módulo de flexión del compuesto. En algunas realizaciones, la desviación estándar de la longitud de fibra es menor de un setenta y cinco por ciento de la longitud media de fibra, por ejemplo, menos del cincuenta por ciento, menos del 35 por ciento, menos del 25 por ciento, menos del 15 por ciento, menos del 10 por ciento, menos del 5 por ciento, o incluso menos de un 2,5 por ciento. Una baja desviación estándar puede, por ejemplo, mejorar la capacidad de procesamiento de la mezcla de material fibroso/resina. Una longitud media del material fibroso puede estar, por ejemplo, entre unos 0,5 mm y unos 2,5 mm, por ejemplo, entre unos 0,75 mm y unos 1,0 mm. Una anchura media del material fibroso está entre unos 5 mm y unos 50 mm, por ejemplo, entre unos 10 mm y unos 30 mm.

**[0061]** El material fibroso puede, por ejemplo, derivarse de un tejido, por ejemplo, desechos o remanentes de algodón, una fuente de papel, una planta o un árbol. En algunas realizaciones, el material fibroso incluye una mezcla de fibras, por ejemplo, fibras derivadas de una fuente de papel y fibras derivadas de una fuente textil, por ejemplo, algodón.

**[0062]** En realizaciones específicas, la radiación de la combinación material fibroso/resina reticulable se realiza con rayos gamma o un haz de electrones.

**[0063]** En algunas realizaciones, el compuesto está en la forma de una estructura, productos u artículos ornamentales, un escabel, tuberías, paneles, material de cubierta/entablado, tablas, carcasas, láminas, bloques, ladrillos, postes, vallas, elementos, puertas, contraventanas, toldos, persianas, señales, bastidores, revestimiento de ventanas, tableros, suelos, azulejos, traviesas de ferrocarril, bandejas, mangos de herramientas, casilleros, películas, envases, cajas, cestas, estantes, cubiertas, carpetas, divisores, paredes, esteras, marcos, estanterías, esculturas, sillas, mesas,

escritorios, juguetes, juegos, palés, muelles, embarcaderos, barcos, mástiles, tanques sépticos, paneles de automoción, carcasas de ordenador, cajas eléctricas aéreas y subterráneas, muebles, mesas de picnic, bancos, refugios, bandejas, colgadores, fuentes, cofres, tapas de libros, bastones y muletas.

5 **[0064]** El material fibroso se prepara cortando una fuente de fibra para proporcionar un primer material fibroso, y pasando el primero material fibroso a través de un primer tamiz que tiene una tamaño medio de abertura de unos 1,59 mm o menos (1/16 pulgadas, 0,0625 pulgadas) para proporcionar un segundo material. En algunas realizaciones, el tamaño medio de abertura del primer tamiz es menos de 0,79 mm (1/32 pulgadas, 0,03125 pulgadas), por ejemplo, menos de unos 0,40 mm (1/64 pulgadas, 0,015625 pulgadas).

10 **[0065]** En algunas realizaciones, la radiación se realiza con radiación electromagnética que tiene una energía por fotón (en electronvoltios) de más de unos 102 eV/fotón, por ejemplo, más que 103, 104, 105, 106, o incluso más que unos 107 eV/fotón. En algunas realizaciones, la radiación electromagnética tiene una energía por fotón de entre unos 104 y unos 107, por ejemplo, entre unos 105 y unos 106 eV/fotón.

15 **[0066]** En algunas realizaciones, la radiación se realiza con radiación electromagnética que tiene una frecuencia de más de unos  $10^{16}$  hz, mayor que unos  $10^{17}$  hz,  $10^{18}$ ,  $10^{19}$ ,  $10^{20}$ , o incluso mayor que unos  $10^{21}$  hz. En algunas realizaciones, la radiación electromagnética tiene una frecuencia de entre unos  $10^{18}$  y unos  $10^{22}$ , por ejemplo, entre unos  $10^{19}$  hasta unos  $10^{21}$  hz.

20 **[0067]** En algunas realizaciones, la radiación se realiza hasta que la combinación de material fibroso/resina reticulable reciba una dosis de al menos unos 0,25 Mrad, por ejemplo, al menos 1,0 Mrad, al menos 2,5 Mrad, al menos 5,0 Mrad, o al menos unos 10 Mrad. En algunas realizaciones, la radiación se realiza hasta que la combinación material fibroso/resina reticulable reciba una dosis de entre unos 1,0 Mrad y unos 6,0 Mrad, por ejemplo, entre unos 1,5 Mrad y unos 4,0 Mrad.

**[0068]** En algunas realizaciones, the radiación se realiza a un ritmo de dosis entre unos 5 y unos 1500 kiiloradios/hora, por ejemplo, entre unos 10 y unos 750 kiiloradios/ hora o entre unos 50 y unos 350 kiiloradios/ horas.

25 **[0069]** En algunas realizaciones, la radiación se realiza con radiación electromagnética generada a partir de una fuente  $^{60}\text{Co}$ .

**[0070]** Se revelan compuestos que incluyen una resina reticulada y un material fibroso que tiene una relación media longitud/diámetro de más de unos 5 y una desviación estándar de una longitud de fibra es menor que un setenta y cinco por ciento de una longitud media de fibra.

30 **[0071]** En algunas realizaciones, la relación media longitud/diámetro es mayor que unos 10/1, por ejemplo, mayor que unos 15/1, mayor que unos 25/1, o incluso mayor que unos 50/1.

35 **[0072]** En algunas realizaciones, la desviación estándar de la longitud de fibra es menor que un setenta y cinco por ciento de la longitud media de fibra, por ejemplo, menor que el cincuenta por ciento, menor que el 35 por ciento, menor que el 25 por ciento, menor que el 15 por ciento, menor que el 10 por ciento, menor que el 5 por ciento, o incluso menos de unos 2,5 por ciento. En algunas realizaciones, una longitud media del material fibroso está entre unos 5 mm y unos 2,5 mm, por ejemplo, entre unos 5 mm y unos 50 mm.

**[0073]** También se revelan métodos comparativos de fabricación de compuestos que incluyen cortar una fuente de fibra para proporcionar un material fibroso; combinar el material fibroso con una resina reticulable para proporcionar una combinación de material fibroso/resina; e irradiar con radiación gamma para al menos parcialmente reticular la resina reticulable.

40 **[0074]** En algunas realizaciones, el corte se realiza con un cortador de cuchilla rotativa.

45 **[0075]** También se revelan métodos comparativos de fabricación de compuestos que incluyen la combinación de un material fibroso con una resina reticulable por radiación para proporcionar una combinación de material fibroso/resina reticulable. El material fibroso tiene una relación media longitud/diámetro de menos de unos 5, y una desviación estándar de una longitud de fibra es menos de un setenta y cinco por ciento de una longitud media de fibra. El material fibroso/resina reticulable se conforma en una forma deseada y se irradia para al menos parcialmente reticular la resina reticulable.

50 **[0076]** También se revelan métodos comparativos de fabricación de compuestos que incluyen la combinación de un relleno, por ejemplo, un material fibroso, con una resina reticulable por radiación para proporcionar una combinación de relleno/resina reticulable e irradiar la combinación de la combinación relleno/resina reticulable para al menos parcialmente reticular la resina reticulable.

**[0077]** Se revelan métodos de reducir el supercrecimiento biológico, por ejemplo, de levaduras y/o bacterias, en compuestos que incluyen irradiar un compuesto con una radiación ionizante antes de su utilización. En algunas realizaciones, el compuesto está en la forma de una tabla, por ejemplo, material de piso.

- [0078]** Se revelan compuestos que incluyen una resina, un relleno que tiene una dimensión transversal de menos de unos 1000 nm, y un material fibroso. En algunas aplicaciones, la dimensión transversal es menor que 500 nm.
- [0079]** En algunas realizaciones, la resina se reticula, por ejemplo, utilizando un agente químico reticulante químico o radiación.
- 5 **[0080]** En algunas realizaciones, el material fibroso incluye un material celulósico o lignocelulósico.
- [0081]** En realizaciones específicas, el material fibroso tiene una relación media longitud/diámetro de más de unos 5 y una desviación estándar de una longitud de fibra es menos de un setenta y cinco por ciento de una longitud media de fibra.
- 10 **[0082]** Se revelan métodos de fabricar compuestos que incluyen combinar un relleno que tiene dimensión transversal de menos de unos 1000 nm y un material fibroso con una resina. Los métodos pueden comprender además formar la combinación del relleno/material fibroso/resina en una forma deseada. La forma deseada puede ser, por ejemplo, irradiada para al menos parcialmente reticular la resina.
- 15 **[0083]** Se revelan métodos de fabricar compuestos que incluyen combinar un relleno que tiene una dimensión transversal de menos de unos 1000 nm y un material fibroso con una resina reticulable por radiación para proporcionar una combinación relleno/material fibroso/resina reticulable; e irradiar la combinación relleno/material fibroso/resina reticulable para al menos parcialmente reticular la resina reticulable.
- 20 **[0084]** También se revelan compuestos que incluyen una resina y serrín que tiene fibras que tienen una relación media longitud/diámetro de más de unos 5 y una desviación estándar de una longitud de fibra es menos de un setenta y cinco por ciento de una longitud media de fibra dispersada en ello. En algunas realizaciones, el serrín se deriva de una madera dura, por ejemplo, roble, o de una madera blanda, por ejemplo cedro, secoya o pino.
- [0085]** Se revelan también métodos de fabricar compuestos que incluyen serrín para proporcionar un material fibroso, y combinar el material fibroso con una resina para proporcionar una combinación de resina con el material fibroso. En algunas realizaciones, los métodos pueden incluir además la irradiación de la combinación del material fibroso/resina con radiación gamma para al menos parcialmente reticular la resina.
- 25 **[0086]** El aspecto comparativo y/o realizaciones del aspecto comparativo pueden tener cualquiera de, o combinaciones de, las siguientes ventajas. Los compuestos pueden tener excelentes propiedades mecánicas, por ejemplo, resistencia a la abrasión, resistencia a compresión, resistencia a rotura, resistencia a impacto, resistencia a flexión, módulo de elasticidad y alargamiento de rotura. Los compuestos pueden tener excelente rendimiento a baja temperatura, por ejemplo, teniendo una reducida tendencia a romperse y/o agrietarse a bajas temperaturas, por ejemplo, temperaturas por debajo de 0 °C, por ejemplo, por debajo de -10 °C, -20 °C, -40 °C, -50 °C, -60 °C o incluso por debajo de -100 C. Además, el compuesto puede tener ventajosas propiedades mecánicas a temperatura relativamente elevada, por ejemplo a temperaturas por encima de 100 °C, por ejemplo, por encima de 125 °C, 150 °C, 200 °C, 250 °C, 300 °C, 400 °C, o incluso por encima de 500 °C. Los compuestos pueden tener una excelente resistencia química, por ejemplo, resistencia a hincharse en un disolvente, por ejemplo, un disolvente de hidrocarburo, resistencia al ataque químico, por ejemplo, por ácidos fuertes, bases fuertes, agentes fuertes oxidantes (por ejemplo, cloro o lejía) o reductores (por ejemplo, metales activos como sodio y potasio). Los compuestos pueden tener una tendencia reducida a pudrirse y descomponerse ya que el tratamiento de los compuestos con radiación tiende a matar cualquier microbio, por ejemplo, hongos, bacterias o insectos.
- 30 **[0087]** Generalmente, un aspecto comparativo aspecto se caracteriza por compuestos perfumados, y métodos de fabricarlos. Los compuestos perfumados pueden reticularse si se desea.
- 35 **[0088]** Se revelan fuentes de fibras, materiales fibrosos o materiales densificados fibrosos en combinación con una fragancia. Ejemplos de fragancias incluyen madera de cedro, planta de hoja perenne o madera roja. En algunas realizaciones, la fuente de fibra, el material fibroso o el material fibroso densificado en combinación con la fragancia incluye un colorante y/o un biocida. En algunas realizaciones, la fragancia incluye una fragancia de árboles, por ejemplo, fragancia natural de secoya, y el color, por ejemplo, rojo, encaja con el árbol del que se deriva la fragancia.
- 40 **[0089]** También se revelan fuentes de fibras, materiales fibrosos o materiales densificados fibrosos en combinación con una fragancia y una resina, por ejemplo, una resina termoplástica. En algunas realizaciones, se utiliza un colorante y/o un biocida. En algunas realizaciones, la fragancia incluye una fragancia de árboles, por ejemplo, fragancia natural de secoya, y el color, por ejemplo, rojo, combina con el árbol del cual la fragancia se deriva.
- 45 **[0090]** Se revelan métodos de fabricación de compuestos que incluyen añadir a un material fibroso una fragancia para proporcionar una combinación del perfume con el material fibroso, y comprimir la combinación de la fragancia con el material fibroso para proporcionar un compuesto. La fragancia puede estar, por ejemplo, en una resina que es añadida al material fibroso.
- 50 **[0091]** Se revelan también compuestos que incluyen un material fibroso y una fragancia. En algunas realizaciones, los compuestos también incluyen una resina, por ejemplo, una resina termoplástica o termoestable. Las fibras del material
- 55

fibroso pueden tener, por ejemplo, una relación longitud/diámetro de más de unos 5, por ejemplo, mayor que 10, mayor que 25, mayor que 50 o mayor que unos 100.

5 [0092] El aspecto comparativo y/o realizaciones del aspecto comparativo pueden tener cualquiera de, o combinaciones de, las siguientes ventajas. Los compuestos aromatizados revelados, por ejemplo compuestos sustitutos de madera y materiales fibrosos densificados, pueden despertar interés en el punto de venta, y pueden permitir oportunidades de comercialización y desarrollo de marca poco habituales.

[0093] Se revelan compuestos que incluyen una resina y un material fibroso, y que tienen una superficie externa. Parte del material fibroso es visible.

10 [0094] El material fibroso puede ser visible sobre la superficie externa, en la superficie externa, o bajo la superficie externa, por ejemplo, bajo la superficie a una distancia de menos de unos 2,54 mm (0,100 pulgadas) por ejemplo, menos de 1,27 mm (0,050 pulgadas), menos de 0,635 mm (0,025 pulgadas), menos de 0,254 mm (0,010 pulgadas) o menos de unos 0,127 mm (0,005 pulgadas).

[0095] También se revelan compuestos que incluyen una resina transparente, por ejemplo, nilón transparente o polipropileno clarificado, y un material fibroso.

15 [0096] También se revelan métodos de fabricar compuestos que incluyen combinar una resina y un material fibroso para proporcionar una combinación resina/material fibroso; y comprimir la combinación resina/material fibroso para proporcionar un compuesto que tiene una superficie externa en la que parte del material fibroso es visible.

20 [0097] Se revelan métodos de fabricar compuestos que incluyen combinar una resina transparente y un material fibroso para proporcionar una combinación de resina transparente /material fibroso; y comprimir la combinación de resina transparente/material fibroso para proporcionar un compuesto.

25 [0098] El aspecto comparativo y/o realizaciones del aspecto comparativo pueden tener cualquiera de, o combinaciones de, las siguientes ventajas. Los compuestos pueden tener propiedades visuales únicas, agradables o sorprendentes y al mismo tiempo pueden tener propiedades mecánicas deseables, por ejemplo resistencia a la abrasión, resistencia a compresión, resistencia a rotura, resistencia a impacto, resistencia a flexión, módulo de elasticidad y alargamiento a rotura. Dichos compuestos pueden, por ejemplo, aumentar el reconocimiento de marca y lealtad a la marca.

[0099] El término "material fibroso", como se utiliza aquí, es un material que incluye numerosas fibras sueltas, discretas y separables. Por ejemplo, un material fibroso puede prepararse a partir de un papel polirecubierto o una fuente de fibra de papel Kraft blanqueado cortándose, por ejemplo, con un cortador de cuchilla rotativa.

30 [0100] El término "tamiz", como se utiliza aquí, significa un elemento capaz de cribar material según el tamaño, por ejemplo, una placa, cilindro o similar perforado, o un tejido metálico o de tela.

[0101] Un relleno a escala nanométrica es uno que tiene una dimensión transversal de menos unos 1000 nm. La dimensión transversal de un relleno a escala nanométrica es su diámetro si es una partícula esférica o una fibra delgada relativamente larga, o un tamaño máximo de una partícula de forma irregular.

35 [0102] Un material fibroso es visible sobre o en un compuesto si el material fibroso puede ser visto por un ser humano de visión media bajo condiciones de luz de día cuando el compuesto se mantiene a una distancia de tres pies del humano.

[0103] Otras características y ventajas de la invención serán evidentes de la siguiente descripción detallada, y de las Reivindicaciones.

## DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

40 [0104]

La Fig. 1 es un diagrama de bloques ilustrando la conversión de fuente de fibra en un primer y segundo material fibroso.

La Fig. 2 es una vista transversal de un cortador de cuchilla rotativa.

Las Figs. 3-8 son vistas superiores de una variedad de tamices hechos de monofilamentos.

45 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.

Las Figs. 10A y 10B son fotografías de fuentes de fibras; La Fig. 10A que es una fotografía de un recipiente de papel polirecubierto, y la Fig. 10B que es una fotografía de rollos de papel Kraft sin blanquear.

Las Figs. 11 y 12 son micrografías de exploración electrónica de un material fibroso producido de papel polirecubierto

con magnificación 25 X y magnificación 1000 X, respectivamente. El material fibroso se produjo en un cortador de cuchilla rotativa utilizando un tamiz con abertura de 3,175 mm (1/8 pulgadas).

5 Las Figs. 13 y 14 son micrografías de exploración electrónica de un material fibroso producido a partir de un cartón Kraft blanqueado con magnificación 25 X y magnificación 1000 X, respectivamente. El material fibroso se produjo en un cortador de cuchilla rotativa utilizando un tamiz con aberturas de 3,175 mm (1/8 pulgadas).

Las Figs. 15 y 16 son micrografías de exploración electrónica de un material fibroso producido a partir de un cartón Kraft blanqueado con magnificación 25 X y magnificación 1000 X, respectivamente. El material fibroso se cortó dos veces en un cortador de cuchilla rotativa utilizando un tamiz con aberturas de 1.59 mm (1/16 pulgadas) durante cada corte.

10 Las Figs. 17 y 18 son micrografías de exploración electrónica de un material fibroso producido a partir de un cartón Kraft blanqueado con magnificación 25 X y magnificación 1000 X, respectivamente. El material fibroso se cortó tres veces en un cortador de cuchilla rotativa. Durante el primer corte, se utilizó un tamiz de 3.175 mm (1/8 pulgadas); durante el segundo corte, se utilizó un tamiz de 1.59 mm (1/16 pulgadas), y durante el tercer corte se utilizó un tamiz de 0.79 mm (1/32 pulgadas).

15 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.

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

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

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

La Fig. 21 es un diagrama de bloques que ilustra densificación aparente reversible.

La Fig. 22 es una vista esquemática lateral de un proceso para recubrir un material fibroso con un ligante y/o añadir aditivos al material fibroso

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

La Fig. 24 es una vista en perspectiva transversal de un molino de gránulos.

La Fig. 25 es una vista lateral esquemática de un proceso de fabricación de un material fibroso densificado.

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

30 La Fig. 26 es un diagrama de bloques ilustrando la conversión de una combinación del material fibroso/resina reticulable en una forma deseable, e irradiar la forma deseada para formar un compuesto reticulado.

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

La Fig. 28 es una vista ampliada de la región 28 de la Fig. 27.

Fig 29 es una fotografía de un compuesto de resina/material fibroso en la forma de un taburete en el cual parte del material fibroso del compuesto es visible.

35 La Fig. 30 es una vista ampliada de la región de caja de la Fig. 29.

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

La Fig. 32 es una vista en sección de una composición de resina/material fibroso que tiene una porción interna que no tiene material fibroso y una porción externa rodeando la porción interna que incluye material fibroso.

40 La Fig. 33 una vista en sección de un compuesto transparente de resina/material fibroso que tiene una porción interna que tiene sustancialmente todo el material fibroso y una porción externa que no tiene sustancialmente ningún material fibroso rodeando la porción interna.

#### DESCRIPCIÓN DETALLADA

45 **[0105]** En general, se revelan material fibrosos comparativos, materiales fibrosos densificados y compuestos hechos de estos materiales y combinaciones de estos materiales.

**[0106]** Algunos de los materiales fibrosos que aquí se revelan son fáciles de dispersar en una resina, tal como resina termoplástica, y pueden ventajosamente modificar la reología de la resina de modo consistente y predecible, resultando en combinaciones de resina/material fibroso que pueden ser, por ejemplo, más fáciles de moldear y extruir. Muchos de los materiales densificados fibrosos que aquí se revelan, tal como en forma de gránulo o viruta, puede ser más fáciles de manejar, alimentar a maquinaria, transportar, y mezclar con otros materiales. Muchos de estos compuestos aquí revelados tienen excelentes propiedades mecánicas, tales como resistencia a la abrasión, resistencia a compresión, resistencia a rotura, resistencia a impacto, resistencia a flexión, módulo de elasticidad y alargamiento a rotura. Muchos de los compuestos, y especialmente mucho de los compuestos reticulados, tienen una tendencia reducida a romperse y/o agrietarse a bajas temperaturas y tienen estabilidad y resistencia química mejorada a alta temperatura. Algunos de los compuestos perfumados, tales como compuestos sustitutos de madera, pueden despertar interés en un punto de venta, y pueden permitir oportunidades poco habituales de desarrollo de marca y marketing. Muchos compuestos revelados tienen propiedades visuales únicas, agradables o incluso sorprendentes.

MATERIALES FIBROSOS

**[0107]** Los material fibrosos se derivan de una o más fuentes de fibra, por ejemplo, cortando una fuente de fibra para liberar material fibroso.

**[0108]** En referencia a la Fig. 1, se corta una fuente de fibra 10, por ejemplo, en un cortador de cuchilla rotativa, para proporcionar un primer material fibroso 12. Este material fibroso puede utilizarse así, por ejemplo, para hacer materiales y/o compuestos fibrosos densificados en unas realizaciones comparativas, o según la invención el primer material fibroso 12 se pasa a través de un primer tamiz 16 que tiene un tamaño medio de abertura de 1,59 mm o menos (1/16 pulgadas, 0,0625 pulgadas) para proporcionar un segundo material fibroso 14. Si se desea, la fuente de fibra 10 puede ser cortada antes de cortarse, por ejemplo, con una trituradora. Por ejemplo, cuando se utiliza un papel como fuente de fibra 10, el papel puede primero cortarse en tiras que son, por ejemplo, de 6,35 mm a 12,7 mm de ancho (1/4- a 1/2-pulgadas), utilizando una trituradora, por ejemplo, a trituradora de tornillo contrarotativa, como las fabricadas por Munson (Utica, N.Y).

**[0109]** En algunas realizaciones, el corte de la fuente de fibra 10 y el paso del primer material fibroso resultante 12 a través del primer tamiz 16 se realizan al mismo tiempo. El corte y paso pueden también realizarse en un proceso por lotes.

**[0110]** Por ejemplo, un cortador de cuchilla rotativa puede utilizarse para cortar al mismo tiempo la fuente de fibra 10 y tamizar el primer material fibroso 12. En referencia a la Fig. 2, un cortador de cuchilla rotativa 20 incluye un tolva 22 que puede cargarse con una fuente de fibra triturada 10' preparada triturando la fuente de fibra 10. La fuente de fibra triturada 10' se tritura entre cuchillas fijas 24 y cuchillas rotativas 26 para proporcionar un primer material fibroso 12. El primer material fibroso 12 pasa a través del tamiz 16 que tiene las dimensiones antes descritas, y el segundo material fibroso 14 se captura en la tolva 30. Para ayudar a la recogida del segundo material fibroso 14, la tolva 30 puede tener una presión por debajo de la presión nominal atmosférica, por ejemplo, al menos 10 por ciento por debajo de la presión nominal atmosférica, por ejemplo, al menos 25 por ciento por debajo de la presión nominal atmosférica, al menos 50 por ciento por debajo de la presión nominal atmosférica, o al menos 75 por ciento por debajo de la presión nominal atmosférica. En algunas realizaciones, se utiliza una fuente de vacío 50 para mantener la tolva por debajo de la presión nominal atmosférica.

**[0111]** En referencia a las Figs. 3-8, en algunas realizaciones, el tamaño medio de abertura del primer tamiz 16 es menor de 0,79 mm (1/32 pulgadas, 0,03125 pulgadas), por ejemplo, menor de 0,51 mm (1/50 pulgadas, 0,02000 pulgadas), menor de 0,40 mm (1/64 pulgadas, 0,015625 pulgadas), menor de 0,23 mm (0,009 pulgadas), menor de 0,20 mm (1/128 pulgadas, 0,0078125 pulgadas), menor de 0,18 mm (0,007 pulgadas), menos de 0,13 mm (0,005 pulgadas), o incluso menor de menos de 0,10 mm (1/256 pulgadas, 0,00390625 pulgadas). El tamiz 16 se prepara trenzando monofilamentos 52 que tienen una diámetro apropiado para dar el tamaño de abertura deseado. Por ejemplo, los monofilamentos pueden fabricarse de un metal, por ejemplo, acero inoxidable. A medida que el tamaño de las aberturas se hace más pequeño, las exigencias estructurales en los monofilamentos se vuelven mayores. Por ejemplo, para tamaños de aberturas de menos de 0,40 mm, puede ser ventajoso fabricar los tamices de monofilamentos hechos de un material distinto al acero inoxidable, por ejemplo, titanio, aleaciones de titanio, metales amorfos níquel, tungsteno, rodio, renio, cerámica, o vidrio. En algunas realizaciones, el tamiz está hecho de una placa, por ejemplo, una placa de metal, que tiene aberturas, por ejemplo, cortadas en la placa utilizando un láser.

**[0112]** En algunas realizaciones, se corta el segundo material fibroso 14 y se pasa a través del primer tamiz 16, o un tamiz de distinto tamaño. En algunas realizaciones, el segundo material fibroso 14 se pasa a través de un segundo tamiz que tiene un tamaño medio de abertura igual a o menor que el del primer tamiz 16.

**[0113]** En referencia a la Fig. 9, puede prepararse un tercer material fibroso 62 a partir del segundo material fibroso 14 cortando el segundo material fibroso 14 y pasando el material resultante a través del segundo tamiz 60 que tiene un tamaño medio de abertura menor al del primer tamiz 16.

**[0114]** Fuentes de fibras adecuadas incluyen fuentes de fibras celulósicas, incluyendo papel y productos de papel como los mostrados en Figs. 10A (papel polirecubierto) y 10B (papel Kraft), y fuente de fibras lignocelulósicas, incluyendo

madera, y materiales relacionados con la madera, por ejemplo, tableros de partículas. Otras fuentes de fibra adecuadas incluyen fuentes de fibras naturales, por ejemplo, hierbas, vainas del arroz, bagazo, algodón, yute, cáñameo, lino, bambú, sisal, abacá, paja, mazorcas de maíz, vainas de arroz, pelo de coco; fuente de fibras altas en contenido de celulosa  $\alpha$ , por ejemplo, algodón; fuente de fibras sintéticas, hilo extruído (hilo orientado o no orientado) o fuente de fibras de carbón; fuentes de fibras inorgánicas; y fuente de fibras de metal. Pueden obtenerse fuentes de fibras sintéticas o naturales a partir de materiales de restos textiles vírgenes, por ejemplo, restos o pueden ser residuos post-consumo, por ejemplo, trapos. Cuando se utilizan productos de papel como fuente de fibras, pueden ser materiales vírgenes, por ejemplo, materiales de restos vírgenes, o puede ser residuos post-consumo. Se han descrito fuentes de fibras adicionales en las Patentes US N° 6.448.307, 6.258.876, 6.207.729, 5.973.035 y 5.952.105.

**[0115]** En realizaciones específicas, la fuente de fibra incluye serrín, por ejemplo, del molido, maquinado o lijado de maderas duras o blandas. Ejemplos de maderas duras incluyen roble, arce, cerezo (por ejemplo, cerezo brasileño), nogal, cerezo brasileño), nuez, caoba, ciprés o palo rosa. Ejemplos de maderas blandas incluyen cedro (por ejemplo, cedro rojo y blanco) pino, picea, abeto (por ejemplo, abeto Douglas) y secoya. En algunas realizaciones es ventajoso el utilizar madera aromática, tal como cedro o secoya, porque puede transmitir una fragancia al compuesto. En algunas realizaciones, se añade la fragancia al serrín. En algunas realizaciones, es ventajoso cortar el serrín, por ejemplo, utilizando una cuchilla rotativa, para desaglomerar el serrín.

**[0116]** Pueden utilizarse mezclas de cualquiera de las anteriores fuentes de fibras o materiales fibrosos, por ejemplo, para fabricar compuestos o materiales fibrosos densificados.

**[0117]** Generalmente, las fibras de los materiales fibrosos pueden tener una relación media longitud/diámetro relativamente grande (por ejemplo, mayor que 20/1), incluso si han sido cortadas más de una vez. Además, las fibras de los materiales fibrosos aquí descritos pueden tener una longitud y/o relación de distribución longitud/diámetro relativamente estrecha. Sin desear estar atado a ninguna teoría particular, actualmente se cree que la relación media longitud/diámetro relativamente grande y la longitud y/o distribución de relación longitud/diámetro relativamente estrecha son, al menos en parte, responsables de la facilidad con la que los materiales fibrosos se dispersan en una resina, por ejemplo, una resina líquida termoplástica. También se cree que la relación media longitud/diámetro relativamente grande y la longitud y/o distribución de relación de longitud/diámetro relativamente estrecha son, al menos en parte, responsables de las propiedades constantes de los materiales fibrosos, la modificación predecible de reología que los materiales fibrosos transmiten sobre una resina, la facilidad con la que las combinaciones de los materiales fibrosos y resinas se vacían, extruyen y moldean por inyección, la facilidad con la que los materiales fibrosos pasan a través de pequeños canales y aberturas, a menudo tortuosos y los excelentes acabados de superficie posibles con partes moldeadas, por ejemplo, acabados brillantes y/o acabados sustancialmente libres de manchas visibles.

**[0118]** Como se usa aquí, las anchuras medias de fibra (es decir, diámetros) son las determinadas ópticamente aleatoriamente seleccionando aproximadamente 5.000 fibras. Las longitudes medias de fibras son longitudes corregidas ponderadas en longitud. Áreas de superficie BET (Brunauer, Emmet y Teller) son superficies de área multipuntos, y las porosidades son las determinadas por porosimetría de mercurio.

**[0119]** La relación media longitud/diámetro del segundo material fibroso 14 puede ser, por ejemplo mayor que 10/1, por ejemplo, mayor que 25/1 o mayor que 50/1. Una longitud media del segundo material fibroso 14 puede estar, por ejemplo, entre unos 0,5 mm y 2,5 mm, por ejemplo, entre unos 0,75 mm y 1,0 mm, y una anchura media (es decir, diámetro) del segundo material fibroso 14 puede estar, por ejemplo, entre unos 5 mm y 50 mm, por ejemplo, entre unos 10 mm y 30 mm.

**[0120]** En algunas realizaciones, una desviación estándar de la longitud del segundo material fibroso 14 es menos del 60 por ciento de una longitud media del segundo material fibroso 14, por ejemplo, menos del 50 por ciento de la longitud media, menos del 40 por ciento de la longitud media, menos del 25 por ciento de la longitud media, menos del 10 por ciento de la longitud media, menos del 5 por ciento de la longitud media, o incluso menos del 1 por ciento de la longitud media.

**[0121]** En algunas realizaciones, una área superficial BET del segundo material fibroso 14 es mayor que 0,5 m<sup>2</sup>/g, por ejemplo, mayor que 1,0 m<sup>2</sup>/g, mayor que 1,5 m<sup>2</sup>/g, mayor que 1,75 m<sup>2</sup>/g o incluso mayor que 5,0 m<sup>2</sup>/g. Una porosidad del segundo material fibroso 14 puede ser, por ejemplo, mayor que el 70 por ciento, por ejemplo, mayor que el 80 por ciento, mayor que el 85 por ciento o mayor que el 90 por ciento.

**[0122]** En algunas realizaciones, una relación de la relación media longitud/diámetro del primer material fibroso 12 con la relación media longitud/diámetro del segundo material fibroso 14 es, por ejemplo, menos de 1,5, por ejemplo, menos de 1,4, menos de 1,25, o incluso menos de 1,1.

**[0123]** En realizaciones particulares, el segundo material fibroso 14 se corta de nuevo y el material fibroso resultante se pasa a través de un segundo tamiz que tiene un tamaño medio de abertura menor que el primer tamiz para proporcionar un tercer material fibroso 62. En dichas situaciones, una relación de la relación media longitud/diámetro del segundo material fibroso 14 a la relación media longitud/diámetro del tercer material fibroso 62 puede ser, por ejemplo, menos de 1,5, por ejemplo, menos de 1,4, menos de 1,25, o incluso menos de 1,1.

**[0124]** En algunas realizaciones, el tercer material fibroso 62 se pasa a través de un tercer tamiz para producir un cuarto material fibroso. El cuarto material fibroso puede, por ejemplo, pasarse a través de un cuarto tamiz para producir un quinto material. Procesos parecidos de tamizado pueden repetirse tantas veces como se desee para producir el material fibroso deseado que tenga las propiedades deseadas.

5 **[0125]** En algunas realizaciones, el material fibroso deseado incluye fibras que tienen una relación media longitud/diámetro de más de 5 y que tienen una desviación estándar de la longitud de fibra que es menos del sesenta por ciento de la longitud media. Por ejemplo, la relación media longitud y diámetro puede ser mayor que 10/1, por ejemplo, mayor que 25/1, o mayor que 50/1, y la longitud media puede estar entre unos 0,5 mm y 2,5 mm, por ejemplo, entre unos 0,75 mm y 1,0 mm. Una anchura media del material fibroso puede estar entre unos 5mm y 50 mm, por ejemplo, entre unos 10 mm y 30 mm. Por ejemplo, la desviación estándar puede ser menos del 50 por ciento de la longitud media, por ejemplo, menos del 40 por ciento, menos del 30 por ciento, menos del 25 por ciento, menos del 20 por ciento, menos del 10 por ciento, menos del 5 por ciento, o incluso menos del 1 por ciento de la longitud media. Un material fibroso deseado puede tener, por ejemplo, una área superficial BET de más de 0,5 m<sup>2</sup>/g por ejemplo, más de 1,0 m<sup>2</sup>/g, más de 1,5 m<sup>2</sup>/g, más de 1,75 m<sup>2</sup>/g., más de 5 m<sup>2</sup>/g, o incluso más de 10 m<sup>2</sup>/g. Un material deseado puede tener, por ejemplo, una porosidad de más del 70 por ciento, por ejemplo, más del 80 por ciento, más del 87,5 por ciento, más del 90 por ciento, o incluso más del 95 por ciento.

#### Ejemplos de Materiales Fibrosos

20 **[0126]** Se obtuvieron micrografías de exploración electrónica en un microscopio de exploración electrónica de campo JEOL 65000. Se determinaron longitudes y anchuras de fibra (es decir, diámetros) por Integrated Paper Services, Inc., Appleton, WI, utilizando un analizador automático (TAPPI T271). Se determinaron superficies de área BET por Micromeritics Analytical Services, así como porosidad y densidad aparente.

#### *Ejemplo Comparativo 1 – Preparación del Material Fibroso a partir de Papel Polirecubierto*

25 **[0127]** Un patín de 680 kg (1500 libras) de cartones de medio galón de zumo virgen, hechos de cartón blanco Kraft polirecubierto sin imprimir con una densidad aparente de 0,32 g/cm<sup>3</sup> (20 lb/ft<sup>3</sup>) se obtuvo de International Paper. Cada cartón se plegó, y luego se metió en una trituradora de 3 hp Flinch Baugh a una velocidad de aproximadamente 6,8 kg a 9.1 kg (15 a 20 libras) por hora. La trituradora estaba equipada con dos cuchillas rotativas de 304,8 mm (12 pulgadas), dos cuchillas fijas y un tamiz de descarga de 7.62 mm (0.30 pulgadas). El espacio entre las cuchillas rotativas y fijas se ajustó a 2,54 mm (0,10 pulgadas). La producción de la trituradora se parecía al confeti con 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 pulgadas) y un espesor equivalente al del material de partida (unos 1,9 mm (0,075 pulgadas)). El material tipo confeti se echó a un cortador de cuchilla rotativa Munson, Model SC30. El Model SC30 está equipado con cuatro cuchillas rotativas, cuatro cuchillas fijas, y un tamiz que tiene aberturas de 3,175 mm (1/8 pulgadas). El espacio entre las cuchillas rotativas y fijas se fijó a aproximadamente 0,51 mm (0,020 pulgadas). La cuchilla rotativa cortaba los trozos tipo confeti a lo largo de los bordes de la cuchilla, desmenuzando los pedazos y liberando un material fibroso a una velocidad de como una libra por hora. El material fibroso tenía una área superficial BET de 0,9748 m<sup>2</sup>/g +/- 0,0167 m<sup>2</sup>/g, una porosidad del 89,0437 por ciento y una densidad aparente (@0,53 psia) de 0,1260 g/mL. Una longitud media de las fibras era 1,141 mm y una anchura media de las fibras era 0,027 mm, dando una media L/D de 42:1. Micrografías de exploración electrónica del material fibroso se muestran en las Figs. 11 y 12 con magnificación 25 X y magnificación 1000 X, respectivamente.

#### *Ejemplo Comparativo 2 –Preparación del Material Fibroso a partir de Cartón Kraft Blanqueado*

40 **[0128]** Un patín de 680 kg (1500 libras) de cartón virgen blanco Kraft blanqueado que tiene una densidad aparente de 0,48 g/ cm<sup>3</sup> (30 lb/ft<sup>3</sup>) se obtuvo de International Paper. El material se aplanó y luego se alimentó a una trituradora 3 hp Flinch Baugh a una velocidad de aproximadamente 6,8 kg a 9,1 kg (15 a 20 libras) por hora. La trituradora estaba equipada con dos cuchillas rotativas de 304,8 mm (12 pulgadas), dos cuchillas fijas y un tamiz de descarga de 7,62 mm (0,30 pulgadas). El espacio entre las cuchillas rotativas y fijas se ajustó a 2,54 mm (0,10 pulgadas). La salida de la trituradora se parecía a confeti con una achura 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 pulgadas) y un espesor equivalente al del material de partida (unos 1,9 mm (0,075 pulgadas)). El material tipo confeti se alimentó a un cortador de cuchilla rotativa Munson, Modelo SC30. El tamiz de descarga tenía aberturas de 3,175 mm (1/8 pulgadas). El espacio entre las cuchillas rotativas y fijas se fijó a aproximadamente 0,51 mm (0,020 pulgadas). La cuchilla rotativa cortó los pedazitos tipo confeti, liberando un material fibroso a una velocidad de aproximadamente una libra por hora. El material fibroso tiene una área superficial BET de 1,1316 m<sup>2</sup>/g +/- 0,0103 m<sup>2</sup>/g, una porosidad del 88,3285 por ciento y una densidad aparente (@0,53 psia) de 0,1497 g/mL. Una longitud media de las fibras era 1,063 mm y una anchura media de las fibras era 0,0245 mm, dando una media L/D de 43:1. Las micrografías de exploración electrónica del material fibroso se muestran en las Figs. 13 y 14 con magnificación 25 X y magnificación 1000 X, respectivamente

55 *Ejemplo 3 – Preparación de Material Fibroso Cortado Dos Veces Procedente de Cartón Kraft Blanqueado*

**[0129]** Un patín de 680 kg (1500 pound) de cartón virgen blanco Kraft blanqueado que tiene una densidad aparente de 0,48 g/cm<sup>3</sup> (30 lb/ft<sup>3</sup>) se obtuvo de International Paper. El material se aplanó y luego se alimentó a una trituradora 3 hp Flinch Baugh a una velocidad de aproximadamente 6,8 kg a 9.1 kg (15 a 20 libras) por hora. La trituradora estaba

equipada con dos cuchillas rotativas de 304,8 mm (12 pulgadas), dos cuchillas fijas y un tamiz de descarga de 7,62 mm (0,30 pulgadas). El espacio entre las cuchillas rotativas y fijas se ajustó a 2,54 mm (0,10 pulgadas). La producción de la trituradora se parecía a confeti (como anteriormente). El material tipo confeti se alimentó a un cortador de cuchilla rotativa Munson Modelo SC30. El tamiz de descarga tenía aberturas de 1,59 mm (1/16 pulgadas). El espacio entre las cuchillas rotativas y fijas se fijó a aproximadamente 0,51 mm (0,020 pulgadas). La cuchilla rotativa cortó los pedacitos tipo confeti, liberando un material fibroso a una velocidad de aproximadamente una libra por hora. El material resultante del primer cortado se alimentó otra vez en la misma configuración antes descrita y se cortó de nuevo. El material fibroso resultante tenía una área superficial BET de 1,4408 m<sup>2</sup>/g +/- 0,0156 m<sup>2</sup>/g, una porosidad del 90,8998 por ciento y una densidad aparente (@0,53 psia) de 0,1298 g/mL. Una longitud media de las fibras era 0,891 mm y una anchura media de las fibras era 0,026 mm, dando una media L/D dev34:1. Las micrografías de exploración electrónica de material fibroso se muestran en las Figs. 15 y 16 con magnificación 25 X y magnificación 1000 X, respectivamente.

#### *Ejemplo 4 - Preparación de Material Fibroso Cortado Tres Veces Procedente de Cartón Kraft Blanqueado*

**[0130]** Un patín 680 kg (1500 libras) de cartón virgen blanco Kraft blanqueado con una densidad aparente de 0,48 g/cm<sup>3</sup> (30 lb/ft<sup>3</sup>) se obtuvo de International Paper. El material se aplanó y luego se alimentó dentro de una trituradora 3 hp Flinch Baugh a una velocidad de aproximadamente 6,8 kg a 9,1 kg (15 a 20 libras) por hora. La trituradora estaba equipada con dos cuchillas rotativas de 304,8 mm (12 pulgadas), dos cuchillas fijas y un tamiz de descarga de 7,62 mm (0,30 pulgadas). El espacio entre las cuchillas rotativas y fijas se ajustó a 2,54 mm (0,10 pulgadas). La producción de la trituradora se parecía a confeti (como anteriormente). El material tipo confeti se alimentó a un cortador de cuchilla rotativa Munson, Modelo SC30. El tamiz de descarga tenía aberturas de 3,175 mm (1/8 pulgadas). El espacio entre las cuchillas rotativas y fijas se fijó a aproximadamente 0,51 mm (0,020 pulgadas). La cuchilla rotativa cortó los pedacitos tipo confeti a lo largo de los bordes de la cuchilla. El material resultante del primer cortado se alimentó otra vez en la misma configuración antes descrita y se sustió el tamiz con un tamiz de 1,59 mm (1/16 pulgadas). Este material se cortó. El material resultante del segundo cortado se metió de nuevo en la misma configuración y el tamiz se sustituyó con un tamiz de 0,79 mm (1/32 pulgadas). Este material se cortó. El material fibroso tenía una área superficial BET de 1,6897 m<sup>2</sup>/g +/- 0,0155 m<sup>2</sup>/g, un porosidad de 87,7163 por ciento y una densidad aparente (@0,53 psia) de 0,1448 g/mL. Una longitud media de las fibras era 0,824 mm y una anchura media de las fibras era 0,0262 mm, dando una media L/D de 32:1. Las micrografías de exploración electrónica del material fibroso se muestran en las Figs. 17 y 18 con magnificación 25 X y magnificación 1000 X, respectivamente.

#### DENSIFICACIÓN COMPARATIVA DE MATERIALES FIBROSOS

**[0131]** En referencia a la Fig. 19, una fuente de fibra se convierte a un material fibroso. El material fibroso posteriormente se densifica. Un ligante y, opcionalmente, otros aditivos, tales como rellenos y materiales antiestáticos, se añaden al material fibroso antes de la densificación. El material fibroso con ligantes y cualquier aditivo o rellenos deseados se densifican por aplicación de presión, por ejemplo, pasando el material fibroso a través de una línea de contacto definida entre rodillos de presión contrarotativos pasando el material fibroso a través de un molino de gránulos, o componiendo el material fibroso y ligante en un extrusor (por ejemplo, un extrusor de tornillo simple o tornillo doble). Durante la aplicación de presión, puede opcionalmente aplicarse calor para ayudar en la densificación del material fibroso.

**[0132]** La fuente de fibra puede transformarse en el material fibroso, por ejemplo, por medios mecánicos, por ejemplo, cortando o cizallando la fuente de fibra, como se trató antes.

**[0133]** Pueden densificarse cualquiera de los materiales fibrosos antes tratados y otros. Por ejemplo, las fibras del material fibroso pueden tener, por ejemplo, una relación media longitud/diámetro (L/D) de más de 3, por ejemplo, 5, 6, 7, 8, 10, 10, 25, 50, o más, por ejemplo, 100. En algunas realizaciones, las fibras del material fibroso tienen una longitud media de, por ejemplo, 0,25 mm o más, por ejemplo, 0,3 mm, 0,5 mm, 0,75 mm, 1 mm, 2 mm, 3 mm, 4 mm, 5 mm o más, por ejemplo, 10 mm, y una dimensión transversal de más de 0,05 mm, por ejemplo, 0,075 mm, 0,1 mm, 0,2 mm, 0,3 mm, 0,4 mm, 0,5 mm o más, por ejemplo, 1 mm. Si se desea, pueden separarse las fibras del material fibroso, por ejemplo, tamizándose en fracciones que tienen relaciones distintas L/D.

**[0134]** En algunas realizaciones, el material fibroso previo a la densificación tiene una densidad aparente de menos de 0,25 g/cm<sup>3</sup>, por ejemplo, 0,20 g/cm<sup>3</sup>, 0,15 g/cm<sup>3</sup>, 0,10 g/cm<sup>3</sup>, 0,05 g/cm<sup>3</sup> o menor, por ejemplo, 0,025 g/cm<sup>3</sup>. La densidad aparente se determina utilizando ASTM D1895B. Brevemente, el método implica rellenar un cilindro de medición de volumen conocido con una muestra y obteniendo 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.

**[0135]** El material fibroso puede opcionalmente tratarse, por ejemplo, tratarse químicamente o tratarse con vapor, para hacer las fibras del material fibroso liofílicas, liofóbicas, más adherentes, y/o más dispersables o procesables. Por ejemplo, el material fibroso puede tratarse con plasma o tratarse químicamente con, por ejemplo, silanos.

**[0136]** Los ligantes preferidos incluyen ligantes que son solubles en agua, hinchables con agua, o que tienen una temperatura de transición vítrea de menos de 25 °C, como se determina por calorimetría diferencial de barrido. Por ligantes solubles en agua, significamos ligantes que tiene una solubilidad de al menos un 0,05 por ciento en peso en agua. Por ligantes hinchables en agua, queremos decir ligantes que aumentan de volumen más del 0,5 por ciento a la

exposición a agua.

- 5 **[0137]** En algunas realizaciones, los ligantes que son solubles o hinchables en agua incluyen un grupo funcional que es capaz de formar un enlace, por ejemplo, un enlace de hidrógeno, con las fibras del material fibroso, por ejemplo, material fibroso celulósico. Por ejemplo, el grupo funcional puede ser un grupo de ácido carboxílico, un grupo carboxilato, un grupo carbonilo, por ejemplo, de un aldehído o una cetona, un grupo de ácido sulfónico, un grupo sulfonato, un grupo de ácido fosfórico, un grupo fosfato, un grupo amida, un grupo amina, un grupo hidroxilo, por ejemplo, de un alcohol, y combinaciones de estos grupos, por ejemplo, un grupo de 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. Sacáridos adecuados incluyen glucosa, sacarosa, lactosa, fructosa, manosa, arabinosa y eritrosa. Ejemplos poliméricos incluyen poliglicoles, óxido de polietileno, ácidos policarboxílicos, poliamidas, poliaminas, polisulfonatos de ácidos polisulfónicos. Ejemplos poliméricos específicos incluyen polipropilenglicol (PPG), polietilenglicol (PEG), óxido de polietileno, por ejemplo, POLYOX®, copolímeros de óxido de etileno y óxido de propileno, ácido poliacrílico (PAA), poliacrilamida, polipéptidos, polietilenimina, polivinilpiridina, polivinilpiridina, poli (sodio-4-estirenesulfonato) y poli (2-acrilamida-metil- 1-ácido propanosulfónico).
- 10 **[0138]** En algunas realizaciones, el ligante incluye un polímero que tiene una temperatura de transición vítrea menor de 25°C. Ejemplos de dichos polímeros incluyen elastómeros termoplásticos (TPEs). Ejemplos de TPEs incluye amida poliéster bloque, tal como las disponibles bajo la marca PEBAX®, elastómeros de poliéster, tal como los disponibles bajo la marca HYTREL®, y copolímeros bloque estirénicos, tal como los disponibles bajo la marca KRATON®. Otros polímeros adecuados que tienen una temperatura de transición vítrea menor de 25 °C incluyen copolímero de etileno vinil acetato (EVA), poliolefinas, por ejemplo, polietileno, polipropileno, copolímeros de etileno-propileno, y copolímeros de etileno y olefinas alfa, por ejemplo, 1-octano, tal como los disponibles bajo la marca ENGAGE®. En algunas realizaciones, por ejemplo cuando la fuente de fibra utilizada para fabricar el material fibroso incluye papel polirecubierto, se densifica el material fibroso sin adición de un polímero distinto de temperatura baja de transición vítrea. Por ejemplo, el material fibroso hecho de papel polirecubierto paper puede densificarse por calentamiento hasta por encima de unos 50 °C, por ejemplo, 75 °C, 80 °C, 90 °C, 100 °C o mayor, por ejemplo, 125°C, y aplicando presión durante el calentamiento, por ejemplo, presión mayor que unos 345 kPa (50 lb/in<sup>2</sup>), por ejemplo, 689 kPa (100 lb/ in<sup>2</sup>), 1724 kPa (250 lb/ in<sup>2</sup>), 3447 kPa (500 lb/ in<sup>2</sup>), 6895 kPa (100 lb/ in<sup>2</sup>) o mayor, por ejemplo 17237 kPa (2500 lb/ in<sup>2</sup>).
- 15 **[0139]** En una realización particular, el ligante es una lignina, por ejemplo una lignina natural o sintéticamente modificada.
- 20 **[0140]** En algunas realizaciones, la fuente de fibra utilizada para fabricar el material fibroso ya incluye un ligante de modo que no necesita añadirse ningún ligante adicional para efectuar la densificación.
- 25 **[0141]** El ligante puede ofrecer otras funciones además de unirse al material fibroso. Por ejemplo, cuando se utiliza material fibroso densificado para hacer compuestos, el ligante puede actuar como una ayuda de compatibilidad o acoplamiento, ayudando a compatibilizar la resina del compuesto y el material fibroso. Ejemplos específicos de dichos ligantes incluyen polímeros modificados que se han funcionalizado, por ejemplo, con anhídrido maleico. Polímeros injertados de anhídrido maleico están disponibles de DuPont™ bajo la marca FUSABOND®. Otros ejemplos específicos incluyen terpolímeros de monóxido de carbono de etileno acrilato modificado y etileno vinil acetato (EVAs), también disponibles de DuPont™. Si se desea, el ligante puede incluir una fragancia o una esencia.
- 30 **[0142]** Una cantidad adecuada del ligante añadida al material fibroso, calculada sobre una base en peso seco, es, por ejemplo, desde un 0,01 por ciento hasta un 50 por ciento, por ejemplo, 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, por ejemplo, 25 por ciento, basado en un peso total del material densificado fibroso. El ligante puede añadirse al material fibroso como un líquido, limpio, puro, como un líquido que tiene el ligante disuelto en él, como un polvo seco del ligante, o como gránulos de ligante.
- 35 **[0143]** En otras realizaciones, la cantidad de ligante añadido al material fibroso es mayor que el 50 por ciento (calculado sobre una base en peso seco), por ejemplo, mayor que el 55 por ciento, mayor que el 60 por ciento, mayor que el 65 por ciento, mayor que el 75 por ciento, o incluso mayor que el 85 por ciento. Estas realizaciones pueden tener, por ejemplo, menos del 90 por ciento de polímeros (por ejemplo, un polímero termoplástico).
- 40 **[0144]** El material fibroso, tras la densificación, puede estar en la forma de gránulos (la Fig. 20) o virutas que tienen una variedad de formas, la forma deseada siendo, en parte, dependiente de la aplicación. Por ejemplo, cuando los gránulos o virutas tiene que mezclarse en seco con una resina, y después la mezcla plastificarse y moldearse para formar partes de compuestos, es a menudo conveniente que los gránulos o virutas sean de forma cilíndrica, por ejemplo, que tengan una dimensión máxima transversal de, por ejemplo, 1 mm o más, por ejemplo, 2 mm, 3 mm, 5 mm, 8 mm, 10 mm, 15 mm o más, por ejemplo, 25 mm. Otra forma conveniente para fabricar compuestos incluye gránulos o virutas que son de forma tipo placa, por ejemplo, que tenga un espesor de 1 mm o más, por ejemplo, 2 mm, 3 mm, 5 mm, 8 mm, 10 mm o más, por ejemplo, 25 mm; una anchura de, por ejemplo, 5 mm o más, por ejemplo, 10 mm, 15 mm, 25 mm, 30 mm o más, por ejemplo, 50 mm; y una longitud de 5 mm o más, por ejemplo, 10 mm, 15 mm, 25 mm, 30 mm o más, por ejemplo, 50 mm.
- 45 **[0145]** Haciendo ahora referencia a las Figs. 20A y 20B, los gránulos pueden hacerse por extrusión por una boquilla que

tenga una porción central sólida de modo que el correspondiente gránulo tenga un hueco interior. 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). Fabricar el gránulo hueco por dentro puede disminuir el tiempo de enfriamiento necesitado para configurar totalmente el gránulo, y puede, por tanto, aumentar la velocidad de formación del gránulo. Cada gránulo puede tener la misma o diferente sección transversal.

**[0146]** En referencia a la Fig. 20C, el gránulo puede tener, por ejemplo, una forma transversal que es multilobular, por ejemplo, de tres lóbulos como se muestra, o de cuatro lóbulos, de cinco lóbulos, de seis lóbulos o diez lóbulos. La fabricación de los gránulos en dichas formas transversales puede disminuir el tiempo de enfriamiento.

**[0147]** Como se trató anteriormente, pueden utilizarse gránulos, por ejemplo, para formar compuestos. Los gránulos o virutas pueden también utilizarse por sí mismos, por ejemplo, como absorbentes o matrices de liberación controlada. Como matrices de liberación controlada, pueden utilizarse gránulos o virutas, por ejemplo, para fertilizar césped, liberar fármacos o biocidas, o para liberar fragancias. Como absorbentes, pueden utilizarse gránulos o virutas, por ejemplo, como cama de animales, material de embalaje o en sistemas de control de contaminación. En realizaciones donde se utilizan gránulos o virutas como matrices de liberación controlada, los gránulos o virutas pueden incluir un polímero, por ejemplo, un material degradable. Polímeros degradables representativos incluyen ácidos polihidroxi, por ejemplo, poliláctidos, poliglicólidos y copolímeros de ácido láctico y ácido glicólico, poli(ácido hidroxibutírico), poli(ácido hidroxivalérico), poli[láctido-co-(ε-caprolactona)], poli[ glicólido-co-(ε-caprolactona)], policarbonatos, poli (amina ácidos), poli(hidroxialcanoato)s, polianhídridos, poliortoésteres y mezclas de estos polímeros.

**[0148]** El material densificado fibroso, junto con una resina, puede ser utilizado para formar artículos tales como tuberías, paneles, material de cubierta/entablado, tablas, carcacas, láminas, bloques, ladrillos, postes, vallas, elementos, puertas, contraventanas, toldos, persianas, señales, bastidores, revestimiento de ventanas, tableros, suelos, azulejos, traviesas de ferrocarril, bandejas, mangos de herramientas, casilleros, películas, envases, cajas, cestas, estantes, cubiertas, carpetas, divisores, paredes, esteras, marcos, estanterías, esculturas, sillas, mesas, escritorios, juguetes, juegos, palés, muelles, embarcaderos, barcos, mástiles, tanques sépticos, paneles de automoción, carcacas de ordenador, cajas eléctricas aéreas y subterráneas, muebles, mesas de picnic, bancos, refugios, bandejas, colgadores, fuentes, cofres, tapas de libros, bastones y muletas.

**[0149]** Los gránulos o virutas tienen una variedad de densidades, la densidad deseada, en parte, dependiendo de la aplicación. Por ejemplo, cuando los gránulos o virutas tienen que utilizarse en la fabricación de compuestos, los gránulos o virutas pueden tener, por ejemplo, una densidad de unos 0,11 g/cm<sup>3</sup>, 0,15 g/cm<sup>3</sup>, 0,20 g/cm<sup>3</sup>, 0,25 g/cm<sup>3</sup>, 0,3 g/cm<sup>3</sup>, 0,4 g/cm<sup>3</sup>, 0,5 g/cm<sup>3</sup>, 0,6 g/cm<sup>3</sup>, o más, por ejemplo, 0,8 g/cm<sup>3</sup>. Cuando se utilizan para fabricar compuestos, es a menudo ventajoso seleccionar una densidad tal que los gránulos se separen por corte y/o calor para liberar al material fibroso a partir del cual se forma el gránulo o viruta. Para muchas aplicaciones, el material fibroso densificado puede ser sustituido por material fibroso puesto que el material fibroso densificado se convierte de nuevo en un material fibroso dentro de un dispositivo de procesamiento, por ejemplo, un extrusor o una máquina de moldeo por inyección.

**[0150]** En referencia a la Fig. 21, un material fibroso que tienea baja densidad aparente puede densificarse reversiblemente sin utilizar un ligante para un material fibroso que tiene una mayor densidad aparente. Por ejemplo, un material fibroso que tiene una densidad aparente de 0,05 g/cm<sup>3</sup> puede densificarse cerrando herméticamente el material fibroso en una bolsa impermeable al aire, y después evacuando aire de la bolsa. Tras la evacuación del aire procedente de la bolsa, el material fibroso puede tener, por ejemplo, una densidad aparente de más de 0,3 g/cm<sup>3</sup>, por ejemplo, 0,5 g/cm<sup>3</sup>, 0,6 g/cm<sup>3</sup>, 0,7 g/cm<sup>3</sup> o más, por ejemplo, 0,85 g/cm<sup>3</sup>. Esto puede ser ventajoso cuando se desee transportar material fibroso a otra ubicación, por ejemplo, una planta remota de fabricación, antes de la densificación del material fibroso con un ligante. Tras perforar la bolsa de aire impermeable, el material fibroso densificado vuelve a casi su densidad aparente inicial, por ejemplo, más que el 60 por ciento de su densidad aparente inicial, por ejemplo, el 70 por ciento, el 80 por ciento, el 85 por ciento o mayor, por ejemplo, 95 por ciento de su densidad aparente inicial. Para reducir electricidad estática en el material fibroso, un agente antiestático puede añadirse al material fibroso. Por ejemplo, un compuesto químico antiestático, por ejemplo, un compuesto catiónico, por ejemplo, compuesto de amonio cuaternario, puede añadirse al material fibroso. Puede también reducirse la estática en el material fibroso, por ejemplo, por inducción, conexión a masa o ionización.

**[0151]** La Fig. 22 explica el funcionamiento de un dispositivo 70 que genera y trata el material fibroso. Se suministra hoja de papel 73, por ejemplo, hoja de papel Kraft blanqueado, desde el rollo 72 y se distribuye a un aparato de fibrar 74, tal como una cortadora rotativa. La hoja 73 se convierte en un material fibroso 12' y se lleva a una zona de carga de fibra 80 por la transportadora 78. Si se desea, las fibras del material fibroso pueden ser separadas, por ejemplo, tamizándose en fracciones que tienen distintas relaciones L/D. En algunas realizaciones, el material fibroso 12' se distribuye continuamente a la zona 80, y en otras realizaciones, el material fibroso se suministra en lotes. Un soplador 82 en bucle 84 se posiciona contiguo a la zona de carga de fibra 80 y es capaz de mover un medio gaseoso, por ejemplo, aire, a una velocidad y volumen suficientes para circular el material fibroso 12' en una dirección indicada por la flecha 88 a través del bucle 84.

**[0152]** En algunas realizaciones, la velocidad de aire que viaja en el bucle es suficiente para dispersar uniformemente y

transportar el material fibroso alrededor de todo el bucle 84. En algunas realizaciones la velocidad de flujo es mayor que 12,7 m/s (2.500 pies/minuto) por ejemplo, 25,4 m/s (5.000 pies/minuto) 30,5 m/s (6.000 pies/minuto) o más, por ejemplo 38,1 m/s (7.500 pies/minuto).

- 5 **[0153]** El material fibroso arrastrado 12' que atraviesa el bucle pasa una zona de aplicación del ligante 90, que forma parte del bucle 84, cuando se aplica el ligante. En funcionamiento, la zona de aplicación del ligante 90 aplica una solución líquida de ligante 96 al material fibroso circulante mediante las boquillas 98, 99 y 100. Las boquillas producen un spray o neblina atomizada del material ligante, que impacta y recubre fibras a medida que las fibras pasan cerca de las boquillas. La válvula 102 se opera para controlar el flujo del material ligante líquido a las respectivas boquillas 98, 99, y 100. Después de aplicarse una cantidad deseada de material ligante, la válvula 102 se cierra.
- 10 **[0154]** En algunas realizaciones, la zona de aplicación de ligante 90 es 0,61 m (dos) a 30,5 m (cien pies) de largo o más, por ejemplo, 38,1 m (125 pies), 45,8 m (150 pies), 76,2 m (250 pies) de largo o más, por ejemplo, 152,4 m (500 pies) de largo. Zonas de aplicación de ligante más grandes permiten la aplicación de ligante durante un periodo más largo de tiempo durante el paso del material fibroso 12' por la zona de aplicación 90. En algunas realizaciones, las boquillas se separan unos tres a cuatro pies a lo largo de longitud del bucle 84.
- 15 **[0155]** En algunas realizaciones, el ligante proporciona un revestimiento sobre una mayoría sustancial del área superficial de cada fibra del material fibroso 12', por ejemplo, cincuenta por ciento o más, por ejemplo, sesenta por ciento, setenta por ciento, setenta y cinco por ciento o más, por ejemplo, ochenta por ciento. En algunas realizaciones, el ligante forma un revestimiento que es cerca de 1 micra de espesor o menos, por ejemplo, 0,5, 0,3 micras o menos, por ejemplo, 0,1 micras.
- 20 **[0156]** Cualquiera de los aditivos y/o rellenos aquí descritos pueden opcionalmente añadirse al bucle 84 a partir de un suministro 106 durante la circulación del material fibroso 12' para formar una mezcla de fibras y aditivos.
- [0157]** En algunas realizaciones, después de la aplicación del material ligante líquido al material fibroso 12', el material fibroso recubierto 110 se extrae del bucle 84 mediante un separador 112, el cual se conecta selectivamente al bucle 84 por la sección 114 y la válvula de compuerta 116. Cuando se abre la válvula 116, otra válvula 120 se abre también para permitir que el aire entre 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 recubierto se recoge en el separador 112, y entonces se elimina del separador por la salida 122.
- 25 **[0158]** En algunas realizaciones, se seca el material fibroso con un calentador opcional 130 antes de que el material se extraiga del bucle 84. Por ejemplo, el aire calentado puede mezclarse con el aire que fluye a través del conducto para acelerar el secado del líquido, agua, en el que se incorpora el ligante.
- 30 **[0159]** El material fibroso recubierto se transfiere de la salida 122 libremente sobre un transportador 132 donde se transfiere a la estación de densificación 150 mostrada en la Fig. 23 o la estación de densificación 200 mostrada en la Fig. 24.
- 35 **[0160]** En referencia a la Fig.23, el material fibroso recubierto 110 de antes se distribuye desde una caja conjunta 152 a través de una rendija 154 y sobre un tamiz 156, por ejemplo, un tamiz Fourdrinier. El exceso de agua se extrae del material fibroso recubierto 110 depositado sobre el tamiz 156 por un sistema convencional de vacío bajo el tamiz (no se muestra), dejando un material fibroso densificado 160 que incluye el ligante. El material fibroso 160 sin densificar se transfiere después a dos conjuntos de rodillos de cilindrado 162, 164, cada uno definiendo una ranura por la que pasa el material fibroso. Tras pasar a través de las ranuras, el material densificado sin secar 170 entra en una sección de secado 180 donde se seca, y después se trocea en forma de gránulo o viruta.
- 40 **[0161]** En una realización alternativa, el material fibroso densificado puede fabricarse en un molino de gránulo. En referencia a la Fig. 24, un molino de gránulo 200 tiene una tolva 201 para mantener el material fibroso sin densificar 110. La tolva 201 se comunica con un alimentador 204 que es accionado por el motor de velocidad variable 206 de modo que el material fibroso sin densificar 110 pueda ser transportado a un acondicionador 210 que agite el material sin densificar 110 con paletas 212 que se rotan por el motor acondicionador 214. Otros ingredientes, por ejemplo, cualquiera de los aditivos y/o rellenos aquí descritos, pueden ser añadidos en la entrada 220. Si se desea, puede añadirse calor mientras el material fibroso está en el acondicionador 210.
- 45 **[0162]** Tras acondicionarse, el material fibroso pasa del acondicionador 210 a través de un canal de vertido 222, y a otro transportador 224. El canal de vertido 222, controlado por el actuador 223, permite el paso sin obstruirse del material fibroso procedente del acondicionador 210 al transportador 224. El transportador 224 es girado por el motor 230, y controla la alimentación del material fibroso al conjunto de boquilla y rodillo 232. Específicamente, se introduce el material fibroso en una boquilla hueca cilíndrica 240 la cual rota alrededor de un eje horizontal y que tiene agujeros de boquilla extendiéndose radialmente 250. La matriz 240 se hace girar alrededor del eje por el motor 242, que incluye un calibre de potencia, indicando la energía total consumida por el motor 242.
- 50 **[0163]** Un juego de rodillos 256 rueda alrededor de la circunferencia interna del cilindro 240, alrededor de ejes paralelos al de la boquilla 240, para presionar el material fibroso a través de los agujeros del cilindro 250, formando gránulos 300,
- 55

que caen del canal de vertido 301 y que se capturan y se meten en cajas.

**[0164]** El material fibroso tratado anteriormente puede densificarse utilizando otros métodos. Por ejemplo, en referencia a las Figs. 25 y 25A, puede utilizarse un aparato 310 para formar un material fibroso densificado 311, por ejemplo, un compuesto, por ejemplo, un cartón prensado. Como se muestra, el material fibroso densificado 311 se forma a partir de una combinación de material fibroso-ligante 313 laminando la combinación del material fibroso-ligante 313 entre los elementos 312 y 314. El laminado se realiza, por ejemplo, aplicando presión sólo o aplicando calor y presión a un compuesto sin comprimir 322. La combinación del material fibroso-ligante 313 puede opcionalmente incluir cualquiera de los aditivos tratados anteriormente.

**[0165]** El aparato 310 incluye el primer y segundo elemento 312 y 314 provistos a partir de los rodillos 321 y 323, respectivamente, y una tolva 320 para guardar el material fibroso, ligante y cualquier aditivo. El material fibroso, ligante y cualquier aditivo se distribuyen entre los elementos 312 y 314 para formar un compuesto sin comprimir 322. El compuesto sin comprimir 322 se pasa después a través de una serie de rodillos calentados 330, 332, 334, 336, 338, 340 y 342 que definen una vía en forma de s, y después rodillos de laminación 350, 352 y 354, 356 para producir el compuesto 311. Pueden proporcionarse agitadores dentro de la tolva 320 para asegurar que el material fibroso, ligante y cualquier aditivo no atasque u obstruya la operación de alimentación. El compuesto sin comprimir 322 se densifica parcialmente tras pasar por la vía en forma de s definida por rodillos calentados 330, 332, 334, 336, 338 y 340, y después se densifica totalmente para formar el compuesto 311 pasándose a través de los rodillos de laminación 350, 352 y 354, 356.

**[0166]** En algunas realizaciones, la fuente de fibra utilizada para fabricar el material fibroso ya incluye un ligante. En dicho caso, no necesita añadirse ningún ligante para efectuar la densificación. Por ejemplo, cuando la fuente de fibra utilizada para fabricar el material fibroso incluye papel polirecubierto, el material fibroso se densifica sin la adición de un ligante distinto, por ejemplo, un polímero de baja temperatura de transición vítrea.

**[0167]** Los rodillos de laminación 354, 356 pueden rotarse de tal modo que cada tenga una velocidad de superficie mayor que cada rodillo de laminación 350, 352. En dicha configuración, el material fibroso densificado se estira entre los rodillos de laminación 350, 352 y los rodillos de laminación 354, 356. En algunas aplicaciones, estirar el material fibroso densificado es deseable porque el estiramiento puede mejorar muchas propiedades mecánicas del compuesto, por ejemplo, módulo de flexión, resistencia al doblado y resistencia a tracción.

**[0168]** Los elementos, por ejemplo, bandas, pueden estar hechos de, por ejemplo, papel polirecubierto, película de plástico, materia plástica o un material de tejido textil, por ejemplo, un material de malla textil tejida o no tejida. Cuando sea deseable para minimizar la cantidad de material del elemento en el material densificado fibroso, un espesor T1 y T2 de los elementos 312 y 314, respectivamente, puede ser, por ejemplo, menos de 1,27 mm (0,050 pulgadas), por ejemplo, 1,0 mm (0,040 pulgadas), 0,64 mm (0,025 pulgadas), 0,51 mm (0,020 pulgadas), 0,25 mm (0,010 pulgadas), 0,127 mm (0,005 pulgadas) o menor, por ejemplo 0,064 mm (0,0025 pulgadas). Cuando se desea maximizar las propiedades mecánicas del material densificado fibroso, el espesor T1 y T2 de los elementos 312 y 314, respectivamente, puede ser mayor que 1,27 mm (0,050 pulgadas), por ejemplo, 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 mayor, por ejemplo, que 50,8 mm (2,00 pulgadas).

**[0169]** En algunas aplicaciones, los rodillos 330, 332, 334, 336, 338 y 340 se calientan a entre 149°C (300 °F) hasta unos 260°C (500 °F). En realizaciones en las que la película plástica se utiliza como un material del elemento, estas temperaturas actúan para reblandecer rápidamente el material polimérico de la película.

**[0170]** En algunas aplicaciones, los rodillos calientes 330, 332, 334, 336, 338 y 340 están entre unos 127 mm (5 pulgadas) de diámetro hasta unos 1067 mm (42 pulgadas) en diámetro, por ejemplo 254 mm (10 pulgadas), 381 mm (15 pulgadas), 508 mm (20 pulgadas), 635 mm (25 pulgadas) o más grandes, por ejemplo, 914,4 mm (36 pulgadas).

**[0171]** La velocidad de alimentación del elemento puede ser, por ejemplo, de unos 0.018 m/s (3,5 pies por minuto) hasta unos 1,27 m/s (250 pies por minuto), por ejemplo 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 mayor, por ejemplo, 0,89 m/s (175 pies por minuto)

**[0172]** Los rodillos de laminación 350, 352 y 354, 356 pueden calentarse o no calentarse. Cuando se calientan, se calientan normalmente a 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 comiencen a enfriarse y fijarse. Por ejemplo, los rodillos de laminación 350, 352 y 354, 356 se calientan a entre 38°C (100 °F) hasta unos 149°C (300 °F). La presión entre los rodillos de laminación es, por ejemplo, al menos unos 8930 kg/m (500 libras por pulgada lineal) por ejemplo, 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 446.500 kg/m (por ejemplo, 25.000 libras por pulgada lineal).

**[0173]** En algunas aplicaciones, un espesor T' del material fibroso densificado 311 es al menos unas dos veces menor que un espesor T del compuesto sin comprimir 322, por ejemplo, tres veces, cuatro veces, cinco veces o menos, por ejemplo, diez veces menor. En consecuencia, la densidad aparente del material fibroso densificado es mayor que el compuesto sin comprimir. Por ejemplo, la densidad del compuesto sin comprimir puede ser, por ejemplo, menor de 0,25

g/cm<sup>3</sup>, por ejemplo, 0,20 g/ cm<sup>3</sup>, 0,15 g/ cm<sup>3</sup>, 0,10 g/ cm<sup>3</sup>, 0,05 g/ cm<sup>3</sup> o menor, por ejemplo, 0,025 g/ cm<sup>3</sup>, y la densidad aparente del material fibroso densificado puede ser, por ejemplo, mayor que unos 0,3 g/ cm<sup>3</sup>, por ejemplo, 0,4 g/ cm<sup>3</sup>, 0,5 g/ cm<sup>3</sup>, 0,6 g/ cm<sup>3</sup>, o más, por ejemplo, 0,8 g/ cm<sup>3</sup>.

5 **[0174]** El material fibroso densificado enfriado 311 puede enrollarse o cortarse en hojas. Densificar un material fibroso entre elementos puede ser ventajoso cuando sea deseable transportar el material fibroso a otra ubicación, por ejemplo, una planta de fabricación remota. Tras alcanzar la otra ubicación, el material fibroso densificado puede reconvertirse en un material fibroso por cualquiera de los métodos aquí tratados.

**[0175]** Alternativamente, el material fibroso densificado enfriado puede utilizarse en una variedad de aplicaciones. Por ejemplo, puede utilizarse para insonorización, aislamiento, elementos estructurales, cajas de alta resistencia, y tabiques.

10 **[0176]** Mientras se han descrito realizaciones en las cuales un ligante se aplica a un material fibroso vaporizando una solución ligante, por ejemplo, una solución ligante que contiene el ligante disuelto en agua, sobre el material fibroso, en algunas realizaciones, el ligante se aplica al material fibroso como líquido solo del ligante o como un polvo seco. El ligante puede también aplicarse como un material gaseoso.

15 **[0177]** Mientras se han descrito realizaciones en las que un material fibroso se convierte en una banda fibrosa densificada, y después se corta el material fibroso densificado en gránulos o virutas, en algunas realizaciones, el material fibroso densificado se recoge primero en un rodillo. La banda fibrosa densificada puede utilizarse, por ejemplo, como un material de esterilla absorbente, o puede transportarse a una sitio de fabricación remota donde se convierte en gránulos o virutas. El material de redes fibrosas densificadas puede tener una forma conveniente en la cual transportar el material fibroso a causa de su elevada densidad aparente.

20 **[0178]** Mientras se han descrito realizaciones en las cuales se utilizan elementos de una sola capa 312 y 314 para formar un material fibroso densificado 311, por ejemplo, un compuesto, en algunas realizaciones, se utilizan elementos multicapas. Por ejemplo, los elementos pueden tener cada, por ejemplo, dos capas, tres capas, cinco capas o más, por ejemplo, siete capas. Además, mientras se han descrito materiales densificados fibrosos en los que el material fibroso emparedado entre dos elementos, en algunas realizaciones, un material fibroso densificado está hecho comprimiendo un material fibroso que está bajo un solo elemento.

#### Ejemplos de Materiales Fibrosos Densificados

##### *Ejemplo 5 – Preparación de Material Fibroso Densificado a partir de Cartón Kraft Blanqueado sin Ligante Añadido*

30 **[0179]** Se prepara material fibroso según el Ejemplo 2. Aproximadamente 0,45 kg (1 lb) de agua se pulveriza sobre cada 4,5 kg (10 lb) del material fibroso. El material fibroso se densifica utilizando un California Pellat Mill 1100 funcionando a 75 °C. Se obtuvieron gránulos con una densidad aparente desde unos 0,11 g/cm<sup>3</sup> (7 lb/ft<sup>3</sup>) hasta unos 0,24 g/ cm<sup>3</sup> (15 lb/ft<sup>3</sup>).

##### *Ejemplo 6- Preparación de Material Fibroso Densificado A Partir de Cartón Blanco Kraft Blanqueado con Ligante*

**[0180]** Se prepara material fibroso según el Ejemplo 2.

**[0181]** Se prepara una solución madre al 2 por ciento en peso de POLYOX™ WSR N10 (óxido polietileno) en agua.

35 **[0182]** Unos 0,45 kg (1 lb) de la solución madre se pulverizó sobre cada 4,5 kg (10 lb) del material fibroso. El material fibroso se densificó utilizando un California Pellet Mill 1100 funcionando a 75 °C. Se obtienen gránulos que tienen una densidad aparente yendo unos 0,24 g/ cm<sup>3</sup> (15 lb/ ft<sup>3</sup>) hasta unos 0,64 g/ cm<sup>3</sup> (40 lb/ ft<sup>3</sup>).

#### COMPUESTOS MATERIAL FIBROSO/RESINA COMPARATIVOS

40 **[0183]** Pueden prepararse compuestos incluyendo cualquiera de los materiales fibrosos tratados anteriormente (incluyendo los materiales densificados fibrosos) o mezclas de cualquiera de los materiales fibrosos anteriores, por ejemplo, el primero 12 o segundo material fibroso 14, y una resina, por ejemplo, una resina termoplástica o una resina termoendurecible, combinando el material fibroso deseado y la resina deseada. El material fibroso deseado puede combinarse con la resina deseada, por ejemplo, mezclando el material fibroso y la resina en un extrusor u otro mezclador. Para formar el compuesto, el material fibroso puede combinarse con la resina como el material fibroso en sí mismo o como un material fibroso densificado que puede reabrirse durante la combinación.

45 **[0184]** Ejemplos de resinas termoplásticas incluyen termoplásticas rígidas y elastoméricas. Las termoplásticas rígidas incluyen poliolefinas (por ejemplo, copolímeros de polietileno, polipropileno, o poliolefina), poliésteres (por ejemplo, terftalato de polietileno), poliamidas (por ejemplo, nilón 6, 6/12 o 6/10), y polietilenoiminas. Ejemplos de resinas termoplásticas elastoméricas incluyen copolímeros estirénicos elastoméricos (por ejemplo, copolímeros de estireno-etileno - butileno -estireno), elastómeros de poliamida (por ejemplo, copolímeros de poliamida -poliéter) y copolímero de etileno -acetato de vinilo.

50 **[0185]** En algunas realizaciones, la resina termoplástica tiene un índice de flujo de fusión de entre 10 g/10 minutos to 60

g/10 minutos, por ejemplo, entre 20 g/10 minutos a 50 g/10 minutos, o entre 30 g/10 minutos a 45 g/10 minutos, medido utilizando ASTM 1238.

**[0186]** En algunas realizaciones, pueden utilizarse mezclas compatibles de cualquiera de las anteriores resinas termoplásticas.

5 **[0187]** En algunas realizaciones, la resina termoplástica tiene un índice de polidispersidad (PDI), es decir, una relación del peso promedio de peso molecular, de más de 1,5, por ejemplo, más de 2,0, más de 2,5, más de 5,0, más de 7.5, o incluso más de 10,0.

**[0188]** En realizaciones específicas, se utilizan poliolefinas o mezclas de poliolefinas como la resina termoplástica.

**[0189]** Ejemplos de resinas termoendurecibles incluyen goma natural, goma de butadieno y poliuretanos.

10 **[0190]** Generalmente, las fibras de los materiales fibrosos pueden tener una relación media longitud/diámetro relativamente grande (por ejemplo, mayor que 20-a-1), incluso si se han cortado más de una vez. Además, las fibras de los materiales fibrosos aquí descritos pueden tener una distribución de longitud y/o distribución de relación longitud/diámetro relativamente estrecha. Sin desear ligarse a ninguna teoría particular, actualmente se cree que la relación media longitud/diámetro relativamente grande y la relativamente estrecha distribución de longitud y/o  
15 distribución de relación longitud/diámetro son, al menos en parte, responsables de la facilidad en la que los materiales fibrosos se dispersan en una resina, por ejemplo, un resina termoplástica líquida. Se cree también que la relativamente grande relación media longitud/diámetro y la relativamente estrecha distribución de longitud y/o de relación longitud/diámetro son, al menos en parte, responsables de las propiedades constantes de los materiales fibrosos, la modificación de reología predecible que los materiales fibrosos imparten sobre una resina, la facilidad en la cual las combinaciones de los materiales fibrosos y resinas se vacían, extruyen y moldean por inyección, la facilidad con la que los materiales fibrosos pasan a través de pequeños canales y aberturas, a menudo tortuosos, y los excelentes acabados superficiales posibles con partes moldeadas, por ejemplo, acabados brillantes y/o acabados sustancialmente desprovistos de manchitas visibles, cuando esto se desee.

20 **[0191]** Durante la formación del compuesto, puede utilizarse un agente espumante químico, por ejemplo, un agente espumante exotérmico o endotérmico, y/o puede inyectarse un gas, por ejemplo, nitrógeno o dióxido de carbono, dentro de la mezcla. Puede ser ventajoso formar artículos de gran sección transversal, por ejemplo, para evitar hundimientos, para reducir la densidad de las partes y/o reducir el tiempo de enfriamiento. Los agentes espumantes químicos están disponibles de Clariant Corporation, por ejemplo, bajo la marca HYDROCEROL®.

#### ADITIVOS

30 **[0192]** Cualquiera de los siguientes aditivos puede añadirse a los materiales fibrosos, materiales densificados fibrosos y compuestos aquí descritos. Puede añadirse aditivos, por ejemplo, en forma de un sólido, un líquido o un gas, por ejemplo, a la combinación de un material fibroso y resina. Los aditivos incluyen rellenos tales como carbonato de calcio, grafito, wollastonita, mica, vidrio, fibra de vidrio, sílice, y talco; retardantes de llama inorgánicos tales como trihidrato de alumina o hidróxido de magnesio; retardantes de llama orgánicos tales como compuestos orgánicos clorados o bromados; residuos de construcción; goma picada de neumático; fibras de carbón; o fibras o polvos de metal (por ejemplo, aluminio, acero inoxidable). Estos aditivos pueden reforzar, extender, o cambiar propiedades de compatibilidad, mecánicas o eléctricas. Otros aditivos incluyen lignina, fragancias, agentes de acoplamiento, compatibilizadores, por ejemplo, polipropileno maleado, ayudas de procesamiento, lubricantes, por ejemplo, polietileno fluorado, plastificantes, antioxidantes, opacificantes, estabilizadores de calor, colorantes, agentes espumantes, modificadores de impacto, polímeros, por ejemplo, polímeros degradables, fotoestabilizadores, biocidas, agentes antiestáticos, por ejemplo, estearatos o aminoácidos de grasa etoxilada. Compuestos antiestáticos adecuados incluyen negros de carbón, fibras de carbón, rellenos de metal, compuestos catiónicos, por ejemplo, compuestos de amonio cuaternario, por ejemplo, N-(3-cloro-2-hidroxiopropil)- cloruro de trimetilamonio, alcanolamidas, y aminas. Polímeros degradables representativos incluyen ácidos polihidroxi, por ejemplo, poliláctidos, poliglicólidos y copolímeros de ácido láctico y ácido glicólico, poli(ácido hidroxibutírico), poli(ácido hidroxivalérico), poli[lactido-co-(ε-caprolactona)], poli[glicolido-co-(ε-caprolactona)], policarbonatos, poli(amina ácidos), poli (hidroxialcanoato)s, polianhidridos, poliortoésteres y mezclas de estos polímeros.

45 **[0193]** Cuando se incluyen los aditivos descritos, pueden estar presentes en cantidades, calculadas en base de peso seco, de desde menos de 1 por ciento hasta tanto como 80 por ciento, basado en un peso total del material fibroso. Más normalmente, las cantidades van desde entre un 0,5 por ciento hasta un 50 por ciento en peso, por ejemplo, 5 por ciento, 10 por ciento, 20 por ciento, 30, por ciento o más, por ejemplo, 40 por ciento.

50 **[0194]** Cualquier aditivo aquí descrito puede encapsularse, por ejemplo, atomizarse o microencapsularse, por ejemplo, para proteger los aditivos del calor o humedad durante el manejo.

55 **[0195]** Los materiales fibrosos, materiales densificados fibrosos, resinas o aditivos pueden teñirse. Por ejemplo, el material fibroso puede teñirse antes de combinarse con la resina y la composición para formar compuestos. En algunas realizaciones, este tintado puede ser útil para enmascarar o esconder el material fibroso, especialmente grandes

aglomeraciones de material fibroso, en partes moldeadas o extruídas, cuando esto se desee. Dichas grandes aglomeraciones, cuando están presentes en concentraciones relativamente altas, pueden presentarse como manchitas en las superficies de las partes moldeadas o extruídas.

- 5 **[0196]** Por ejemplo, el material fibroso deseado puede teñirse utilizando un tinte ácido, tinte directo o tinte reactivo. Tales tintes están disponibles de 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 ROJO B, SPECTRAMINE™ BENZOPERPURINE, SPECTRADIAZO™ BLACK OB, SPECTRAMINE™ TURQUOISE G, y SPECTRAMINE™ GREY LVL 200%, estando cada uno disponible de Spectra Dyes.
- 10 **[0197]** En algunas realizaciones, se mezclan concentrados de color para resina conteniendo pigmentos con los tintes. Cuando dichas mezclas se componen después con el material fibroso deseado, el material fibroso puede ser teñido *in situ* durante la composición. Concentrados de color están disponibles de Clariant.
- 15 **[0198]** Puede ser ventajoso añadir una esencia o fragancia a los materiales fibrosos, fibrosos densificados o compuestos. Por ejemplo, puede ser ventajoso para los compuestos oler y/o parecerse a madera natural, por ejemplo, madera de cedro. Por ejemplo, la fragancia, por ejemplo, fragancia de madera natural, puede componerse en la resina utilizada para hacer el compuesto. En algunas aplicaciones, la fragancia se compone directamente en la resina como un aceite. Por ejemplo, el aceite puede componerse en la resina utilizando un molino de rodillos, por ejemplo, un mezclador o un extrusor Banbury®, por ejemplo, un extrusor de doble tornillo con tornillos contrarrotativos. Un ejemplo de un mezclador Banbury® es el mezclador F-Series Banbury®, fabricado por Farrel. Un ejemplo de un extrusor de doble
- 20 tornillo es el WP ZSK 50 MEGAcompunder™, fabricado por Krupp Werner & Pfeleiderer. Tras la composición, puede añadirse la resina aromatizada al material fibroso y extruirse o moldearse. Alternativamente, lotes maestros de resinas rellenas con fragancia están comercialmente disponibles de International Flavors and Fragrances, bajo la marca Polyflff™ o de RTP Company. En algunas realizaciones, la cantidad de fragancia en el compuesto es de entre un 0,005 % en peso y un 10 % en peso, por ejemplo, entre un 0,1% y un 5 % ó 0,25 % y un 2,5 %.
- 25 **[0199]** Otras fragancias naturales de madera incluyen árbol de hoja perenne o madera roja. Otras fragancias incluyen menta, cereza, fresa, melocotón, lima, menta verde, canela, anís, albahaca, bergamota, pimienta negra, alcanfor, camomila, citronela, eucalipto, pino, abeto, geranio, gengibre, pomelo, jazmín, cono de enebro, lavanda, limón, mandarina, mirra, naranja, pachulí, rosa, romero, sabia, sándalo, árbol del té, tomillo, gaulteria, ylang ylang, vainilla, o mezclas de estas fragancias. En algunas realizaciones, la cantidad de fragancia en la combinación de material fibroso-fragancia está entre un 0,005 % en peso y un 20 % en peso, por ejemplo, entre un 0,1 % y un 5 % o 0,25 % y un 2,5 %.
- 30 **[0200]** Mientras que se han descrito materiales fibrosos, tales como materiales fibrosos celulósicos y lignocelulósicos, otros rellenos pueden utilizarse para hacer los compuestos. Por ejemplo, pueden utilizarse rellenos inorgánicos tales como carbonato de calcio (por ejemplo, carbonato de calcio precipitado o carbonato natural de calcio), arcilla de aragonito, arcillas ortorómbicas, arcilla de calcita, arcillas romboedrales, caolia, arcilla, escayola bentonita, fosfato de calcio, fosfato tricalcio, pirofosfato de calcio, metafosfato de sodio insoluble, carbonato de calcio precipitado, ortofosfato trimagnesio, fosfato trimagnesio, hidroxapatitas, apatitas sintéticas, alúmina, xerogel de sílice, complejos de aluminosilicato de metal, silicato de sodio y aluminio, silicato de circonio, dióxido de sílica o combinaciones de los aditivos. Los rellenos pueden tener, por ejemplo, un tamaño de partícula mayor que 1 micras, por ejemplo, mayor que 2 micras, 5 micras, 10 micras, 25 micras o incluso mayor que 35 micras.
- 35 **[0201]** Los rellenos a escala nanométrica pueden utilizarse solos, o en combinación con materiales fibrosos. Los rellenos pueden ser en forma de, por ejemplo, una partícula, una placa o una fibra. Por ejemplo, se pueden utilizar arcillas, nanotubos de carbono y sílica, nanocables de carbono y sílica medidos con nanómetros. El relleno puede tener una dimensión transversal menor que 1000 nm, por ejemplo, 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.
- 40 **[0202]** En algunas realizaciones, la nano-arcilla es una montmorillonita. Dichas arcillas están disponibles de Nanocor, Inc. y Southern Clay products, y se han descrito en las Patentes US 6.849.680 y 6.737.464. Las arcillas pueden pretratarse antes de mezclarse en, por ejemplo, una resina o un material fibroso. Por ejemplo, la arcilla puede ser de superficie tratada de tal modo que su superficie es iónica por naturaleza, por ejemplo, catiónica o aniónica.
- 45 **[0203]** Los rellenos agregados o aglomerados a escala nanométrica, o rellenos a escala nanométrica que se ensamblan en estructuras supramoleculares, por ejemplo, estructuras supramoleculares autoensambladas, pueden también utilizarse. Los rellenos agregados o supramoleculares pueden abrirse o cerrarse en la estructura, y pueden tener una variedad de formas, por ejemplo, jaula, tubo o esférica.
- 50

#### ESTRUCTURAS

- 55 **[0204]** Cualquier compuesto aquí descrito puede ser en la forma de artículos tales como tuberías, paneles, materiales de piso, tablas, cubiertas, láminas, bloques, ladrillos, postes, vallas, elementos, puertas, contraventanas, toldos, persianas, señales, bastidores, cajas de ventanas, tableros, suelos, azulejos, traviesas de ferrocarril, bandejas, mangos de herramientas, tenderetes, películas, envoltorios, cajas, cestas, estantes, cubiertas, carpetas, divisores, paredes,

esteras, marcos, estanterías, esculturas, sillas, mesas, escritorios, juguetes, juegos, palés, muelles, embarcaderos, barcos, mástiles, tanques sépticos, paneles de automoción, cubiertas de ordenador, cajas eléctricas aéreas y subterráneas, muebles, mesas de picnic, bancos, refugios, bandejas, colgadores, bandejas, cofres, tapas de libros, bastones y muletas, artículos de hogar y estructuras..

## 5 COMPUESTOS RETICULADOS POR RADIACIÓN

10 [0205] En referencia a la Fig. 26, los compuestos reticulados por radiación pueden hacerse, por ejemplo, combinando un material fibroso que incluya distintas fibras con una resina reticulable por radiación, por ejemplo, una resina termoplástica (por ejemplo, un prolipropileno de alto índice de flujo de fusión) para proporcionar una combinación material fibroso/resina reticulable. El material fibroso puede tener, por ejemplo, una relación media longitud/diámetro de más de 5, y a desviación estándar de una longitud de fibra que es, por ejemplo, menos del ochenta y cinco por ciento de una longitud media de fibra. El material fibroso/resina reticulable se forma, por ejemplo, utilizando moldeo por inyección o extrusión, en una forma deseada, por ejemplo, un tablero de piso, y se irradia, por ejemplo, con una radiación ionizante (por ejemplo, un haz de electrones, radiación de rayos x o radiación gamma) para al menos parcialmente reticular la resina reticulable.

15 [0206] En realizaciones específicas, se emplea radiación gamma para reticular la resina reticulable. En referencia a las Figs. 27 y 28, un irradiador gamma 400 incluye fuentes de radiaciones gamma 408, por ejemplo, gránulos  $^{60}\text{Co}$ , una mesa de trabajo 410 para poner el compuesto a irradiar y depósito 412, por ejemplo, hecho de una pluralidad de placas de hierro, todos los cuales se albergan en una cámara de contención de cemento 402 que incluye una puerta de entrada laberinto 404 más allá de una puerta revestida de plomo 406. El almacén 412 incluye una pluralidad de canales 420, por ejemplo, dieciseis o más canales, que permiten que la fuente de radiaciones gamma 408 pase a través del depósito 412 en su camino próximo a la mesa de trabajo 410.

20 [0207] En funcionamiento, el compuesto a irradiar es colocado sobre la mesa de trabajo 410. El irradiador se configura para repartir la dosis deseada y el equipo de control se conecta al bloque experimental 440. El operador deja entonces la cámara de contención 402, pasando a través de la puerta de entrada laberinto 404 y a través de la puerta revestida de plomo 406. El operador atiende un panel de control 442, ordenando a un ordenador que suba las fuentes de radiaciones 408 a la posición de trabajo utilizando el cilindro 441 unido a una bomba hidráulica 444.

25 [0208] En realizaciones en las que se realiza la irradiación con radiación electromagnética (por ejemplo, como anteriormente), la radiación electromagnética puede tener, por ejemplo, energía por fotón (en electronvoltios) de más de 102 eV, por ejemplo, más de  $10^3$ ,  $10^4$ ,  $10^5$ ,  $10^6$ , o incluso más de  $10^7$  eV. En algunas realizaciones, la radiación electromagnética tiene energía por fotón de entre  $10^4$  y  $10^7$ , por ejemplo, entre  $10^5$  y  $10^6$  eV. La radiación electromagnética puede tener una frecuencia de, por ejemplo, mayor de 1016 hz, mayor de  $10^{17}$  hz,  $10^{18}$ ,  $10^{19}$ ,  $10^{20}$ , o incluso mayor de  $10^{21}$  hz. En algunas realizaciones, la radiación electromagnética tiene una frecuencia de entre  $10^{18}$  y  $10^{22}$  hz, por ejemplo, entre  $10^{19}$  a  $10^{21}$  hz.

30 [0209] En algunas realizaciones, se utiliza un haz de electrones como fuente de radiación. Pueden generarse haces de electrones, por ejemplo, por medio de generadores electrostáticos, generadores en 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. Los electrones pueden ser útiles como fuente de radiación ionizante, por ejemplo, para compuestos que tengan secciones relativamente delgadas, por ejemplo, menos de 0,5 pulgadas, por ejemplo, menos de 0,4 pulgadas, 0,3 pulgadas, 0,2 pulgadas, o menos de 0,1 pulgadas. En algunas realizaciones, la energía de cada electrón del haz de electrones es desde unos 0,3 MeV hasta unos 2,0 MeV (millón de electrónvoltios), por ejemplo, desde unos 0,5 MeV hasta unos 1,5 MeV, o desde unos 0,7 MeV hasta unos 1,25 MeV.

35 [0210] En algunas realizaciones, la irradiación (con cualquier fuente de radiación) se realiza hasta que la combinación de material fibroso/resina reticulable recibe una dosis de menos de 0,25 Mrad, por ejemplo, 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 de material fibroso/resina reticulable recibe una dosis de entre 1,0 Mrad y 6,0 Mrad, por ejemplo, entre 1,5 Mrad y 4,0 Mrad.

40 [0211] En algunas realizaciones, la irradiación se realiza a dosis de entre 5,0 y 1500,0 kiilorads/ hora, por ejemplo, entre 10,0 y 750,0 kiilorads/hora o entre 50,0 y 350,0 kiilorads/hora.

45 [0212] La resina reticulable por radiación puede ser, por ejemplo, una termoplástica o una termoestable (por ejemplo, una termoestable colada). Por ejemplo, la resina reticulable por radiación puede ser una poliolefina, por ejemplo, un polietileno (por ejemplo, un copolímero de polietileno), un polipropileno (por ejemplo, un copolímero de polipropileno), un poliéster (por ejemplo, tereftalato de polietileno), una poliamida (por ejemplo, nilón 6, 6/12 o 6/10), a polietilenoimina, copolímeros elastoméricos estirénicos (por ejemplo, copolímeros de estireno- etileno-butileno-estireno), un elastómero de poliamida (por ejemplo, copolímero de poliamida-poliéter), copolímero acetato de vinilo-etileno, poliuretano vaciado, silicona vaciada, o mezclas compatibles de estas resinas.

50 [0213] En algunas realizaciones específicas, la resina es una poliolefina que tiene una polidispersidad de más de 2,0, por ejemplo, de más de 3,0, de más de 3,5, de más de 4,0, de más de 4,5, de más de 5,0, de más de 7,5 o incluso más

de 10,0 (medida utilizando cromatografía de permeación de gel a alta temperatura contra estándares de poliestireno; see, por ejemplo, ASTM D6474-99). Una alta polidispersidad puede mejorar la resistencia al impacto en los compuestos reticulados. En algunas realizaciones, la poliolefina tiene una velocidad de flujo de mayor que 10,0 g/10 minutos, por ejemplo, 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 utilizando ASTM D1238, 230°C/2,16 kg). Un flujo de fusión puede ayudar en la producción del compuesto, por ejemplo, reduciendo el calentamiento de cizallamiento durante la formación del compuesto.

**[0214]** En una realización específica, la resina es una mezcla 50:50 de porcentaje en peso de índice de flujo de fusión 20 (IFF) de polipropileno y polipropileno de 50 IFF. Los polipropilenos están disponibles también de Sunoco Chemical.

**[0215]** Los compuestos reticulados pueden incluir cualquiera o cualquier combinación de los rellenos y/o aditivos aquí revelados.

**[0216]** Mientras la realización de la Fig. 27 ilustra un sistema de contención "seco", son posibles sistemas de contención de agua. Mientras que la realización de la Fig. 27 ilustra la irradiación de un compuesto bajo condiciones ambientales, el compuesto puede enfriarse durante la irradiación. Mientras la realización de la Fig. 27 ilustra la irradiación en aire normal atmosférico, la irradiación puede tener lugar en una atmosfera inerte, por ejemplo, atmósfera de nitrógeno o argón.

**[0217]** La química de radiaciones se describe por Ivanov en "Química de Radiaciones de Polímeros (traducción del ruso)," VSP Press BV, Utrecht, Holanda, (ISBN 90-6764-137-5), 1992.

#### COMPUESTOS CON CIERTOS ATRIBUTOS VISUALES

**[0218]** En referencia a las Figs. 29 y 30, un compuesto 500, por ejemplo, en forma de un taburete (como se muestra), incluye una resina y un material fibroso 504 y tiene una superficie externa 505. Parte del material fibroso es visible sobre, en, o justo por debajo de la superficie externa del compuesto. Dichos compuestos pueden tener propiedades visuales únicas, agradables o incluso sorprendentes, y al mismo tiempo pueden tener propiedades mecánicas deseables, por ejemplo, resistencia a flexión y resistencia al impacto.

**[0219]** El compuesto puede hacerse, por ejemplo, combinando una resina y un material fibroso 14 para proporcionar una combinación resina/material fibroso, y comprimiendo la combinación de resina/material fibroso para proporcionar al compuesto la superficie externa. Generalmente, la resina, el material fibroso y las condiciones para formar el compuesto son elegidas de tal manera que el material fibroso esté visible en, encima o justo por debajo de la superficie externa, mejor que estar profundamente enterrado por debajo de la superficie donde no estaría visible. Por ejemplo, para un material translúcido u opaco, el material fibroso está visible bajo la superficie exterior del compuesto cuando el material fibroso está bajo la superficie exterior, por ejemplo, a una distancia menor a 2,54 mm (0,100 pulgadas), por ejemplo, menor a 1,27 mm (0,050 pulgadas) menor a 0,635 mm (0,025 pulgadas) menor a 0,254 mm (0,010 pulgadas), menor a 0,127 mm (0,005 pulgadas), menor a, 0,064 mm (0,0025 pulgadas), o una distancia de menos de 0,0254 mm (0,001 pulgadas).

**[0220]** Los compuestos pueden hacerse utilizando cualquier maquinaria para el procesamiento de plástico, por ejemplo, equipo de moldeo por inyección y equipo de moldeo por compresión o equipo de extrusión.

**[0221]** La resina puede ser una termoplástica o una termoestable. Cuando la resina es una termoplástica, puede ser, por ejemplo, una poliolefina, tal como un polietileno (por ejemplo, un copolímero de polietileno), o un polipropileno (por ejemplo, un copolímero de polipropileno); un poliéster, tal como tereftalato de polietileno (PET); una poliamida, tal como nilón 6, 6/12 o 6/10; un copolímero estirénico elastomérico, tal como un copolímero estireno-etileno-butileno-estireno; un elastómero de poliamidas, tal como copolímero de poliéter-poliamida; un copolímero de etileno y acetato de vinilo, o mezclas de esta resina.

**[0222]** Para proporcionar los compuestos únicos, a menudo es conveniente utilizar una resina relativamente viscosa, que puede aumentar la visibilidad de fibra evitando que el material fibroso "se deslice" por debajo de la superficie externa donde estaría oculto.

**[0223]** En algunas aplicaciones, la resina es una poliolefina, por ejemplo, un polipropileno, que tiene un índice de flujo de fusión de menos de 50 g/10 minutos, por ejemplo, menos de 25 gramos/10 minutos, menos de 20 gramos/10 minutos, menos de 17 g/ 10 minutos, menos de 15 gramos/10 minutos, menos de 10 g/10 minutos, menos de 7,5 gramos/10 minutos, menos de 5 g/10 minutos, menos de 2,5 grams/10 minutos, o incluso menos de 1 g/10 minutos. El límite bajo del flujo de fusión dependerá de la técnica de procesamiento utilizada para formar compuesto, por ejemplo, moldeo por inyección o extrusión. Para el moldeo por inyección, puede ser conveniente que el índice de flujo de fusión sea mayor que 0,5 gramos/10 minutos. Para el moldeo y extrusión de compresión, puede ser conveniente que el índice de flujo de fusión sea 0,1 gramos/10 minutos. El índice de flujo de fusión se mide utilizando ASTM D1238 a 230 °C y 2,16 kg, cuya divulgación se incorpora aquí por referencia en su totalidad.

**[0224]** El material fibroso utilizado puede ser, por ejemplo, un material fibroso densificado fabricado por aplicación de presión a un material fibroso (opcionalmente con un ligante), por ejemplo, pasando el material fibroso a través de una

- ranura definida entre rodillos de presión contrarrotativos o pasando el material fibroso por un molino de gránulos, como se trata anteriormente. El material fibroso densificado puede estar, por ejemplo, en forma de gránulos o virutas u otras geometrías que tengan una variedad de formas. La densidad del material fibroso densificado puede ser, por ejemplo, mayor que 0,11 g/cm<sup>3</sup>, por ejemplo, mayor que 0,15 g/cm<sup>3</sup>, mayor que 0,20 g/cm<sup>3</sup>, mayor que 0,25 g/cm<sup>3</sup>, mayor que 0,3 g/cm<sup>3</sup>, mayor que 0,4 g/cm<sup>3</sup>, mayor que 0,5 g/cm<sup>3</sup>, o incluso mayor que 0,6 g/cm<sup>3</sup>. Es conveniente seleccionar una densidad tal que el material densificado "se desintegre" por el corte y/o calor para liberar al material fibroso o material fibroso aglomerado. Generalmente, es deseable que el material fibroso densificado tenga una densidad menor de 0,9 g/cm<sup>3</sup>.
- [0225]** Las fibras de los materiales fibrosos pueden tener una relación media longitud/diámetro relativamente grande (por ejemplo, mayor que 20/1). La relación media longitud/diámetro del segundo material fibroso 14 puede ser, por ejemplo mayor que 10/1, por ejemplo, mayor que 25/1 o mayor que 50/1. Una longitud media del segundo material fibroso 14 puede estar, por ejemplo, entre unos 0,5 mm y 2,5 mm, por ejemplo, entre unos 0,75 mm y 1,0 mm, y una anchura media (es decir, diámetro) del segundo material fibroso 14 puede estar, por ejemplo, entre unos 5 mm y 50 mm, por ejemplo, entre unos 10 mm y 30 mm.
- [0226]** Para mejorar la apariencia "moteada" de los compuestos, es a menudo conveniente que los materiales fibrosos tengan un porcentaje relativamente grande de fibras mayores que 2,5 mm en 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, por ejemplo, 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, por ejemplo, con el fin de no afectar negativamente el procesamiento, menos del 25 por ciento en peso del material fibroso son fibras que tienen una longitud mayor que 2,5 mm.
- [0227]** Para un material de resina translúcida u opaca, el compuesto puede tener, por ejemplo, más que el 20 por ciento en peso de material fibroso, por ejemplo, más que el 30 por ciento, más que el 40 por ciento, más que el 50 por ciento, más que el 55 por ciento o incluso más que el 60 en peso de material fibroso. Para cualquiera de las aplicaciones de este párrafo, los compuestos generalmente tienen menos del 70 por ciento en peso de material fibroso.
- [0228]** Si se desea, puede teñirse el material fibroso, por ejemplo, para mejorar la fuerza del efecto visual. El material fibroso puede teñirse, por ejemplo, tiñéndose, antes de combinarse con la resina y para formar los compuestos. En algunas aplicaciones, este tintado puede, por ejemplo, aumentar la visibilidad del material fibroso en la superficie externa, especialmente grandes aglomeraciones del material fibroso.
- [0229]** En algunas aplicaciones, puede teñirse la resina, por ejemplo, con un pigmento o tinte, para aumentar el contraste entre el material fibroso (coloreado o natural) y la resina, por ejemplo, para aumentar la fuerza total del efecto visual. Concentrados de color están disponibles de Clariant.
- [0230]** Cualquiera de estos compuestos que tenga ciertos atributos visuales puede incluir cualquiera de los aditivos aquí descritos, incluyendo fragancias.
- [0231]** El compuesto se puede conformar en una variedad de formas, tal como las descritas anteriormente.
- [0232]** Cuando los compuestos se moldean por inyección, es conveniente a menudo "congelar" rápidamente la resina fundida, por ejemplo, conformando el compuesto contra una superficie líquida, de modo que las fibras no tengan tiempo de "hundirse" bajo la superficie de la resina donde se ocultarían. En referencia a las Figs. 31A-31C, los compuestos "moteados" pueden prepararse formando un compuesto 600 por compresión de una resina líquida contra un molde 602 que tiene una superficie enfriada 604, y después desmoldar el compuesto formado 600. En algunas aplicaciones, la compresión se realiza contra una superficie del molde que tiene una temperatura menor que 100 °C, por ejemplo, menor que 75 °C, menor que 50 °C, menor que 25 °C, o menor que 15 °C.
- [0233]** Todavía otros compuestos que tienen propiedades visuales únicas, agradables o incluso sorprendentes y propiedades mecánicas deseables incluyen una resina transparente y un material fibroso. En algunas aplicaciones, el material fibroso puede verse dentro del compuesto. Generalmente, para hacer dichos compuestos se combina una resina transparente y un material fibroso para proporcionar una combinación de resina transparente/material fibroso y se comprime la combinación de resina transparente/material fibroso, por ejemplo, en un extrusor o en un molde, para proporcionar el compuesto.
- [0234]** La resina puede ser una termoplástica o una termoestable. Cuando la resina es una termoplástica, puede ser, por ejemplo, una poliolefina aclarada, tal como un polipropileno aclarado (por ejemplo, un copolímero de polipropileno); un poliéster, tal como tereftalato de polietileno (PET); una poliamida amorfa; un policarbonato; un polímero estirénico, tal como estireno-acrilonitrilo- copolímero (SAN); un poliacrilato, tal como polimetilmetacrilato (PMMA).
- [0235]** Agentes clarificantes están disponibles de Milliken Chemical bajo la marca MILLAD®, por ejemplo, MILLAD® 3988. Colorantes de poliolefina aclarada están también disponibles de Milliken Chemical bajo la marca CLEARINT®.

5 **[0236]** Para mejorar el efecto con una resina transparente, es a menudo conveniente que la resina tenga una transmisión espectral mayor del 60 por ciento, por ejemplo, mayor del 65 por ciento, mayor del 70 por ciento, mayor del 75 por ciento, mayor del 80 por ciento, mayor del 85 por ciento, o incluso mayor del 90 por ciento. Además, es también a menudo deseable que la resina tenga una turbidez menor del 40 por ciento, por ejemplo, menor del 35 por ciento, menor del 30 por ciento, menor del 25 por ciento, menor del 20 por ciento, menor del 15 por ciento, o incluso menor del 10 por ciento. Tanto la transmisión espectral como la turbidez se miden utilizando ASTM D1003-92, que se incorpora aquí en su totalidad por referencia.

10 **[0237]** Para mejorar el efecto con una resina transparente, es conveniente que el compuesto tenga un contenido relativamente bajo de material fibroso, por ejemplo, menor del 20 por ciento por peso de material fibroso, menor del 17,5 por ciento, menor del 15 por ciento, menor del 12,5 por ciento, menor del 10 por ciento, menor del 7,5 por ciento, menor del 5 por ciento, menor del 2,5 por ciento, o incluso menor del 1 por ciento en peso del material fibroso. Un contenido de fibra relativamente bajo permite que la luz pase a través del compuesto de modo que pueden verse las masas del material fibroso dentro del compuesto.

15 **[0238]** En referencia a la Fig. 32, un compuesto de resina/material fibroso puede tener una porción interna 610 que incluya una primera resina que no tenga sustancialmente ningún material fibroso y una porción externa 612 que incluya una segunda resina que rodee la parte interna y que incluya sustancialmente todo el material fibroso. Dicho compuesto puede hacerse, por ejemplo, por comoldeo o coextrusión. Cualquiera de los materiales fibrosos o aditivos antes descritos puede utilizarse en la preparación de dicho compuesto. Dichos compuestos pueden formarse en cualquiera de las formas antes descritas. El primer y segundo material puede ser el mismo o distinto, y puede ser, por ejemplo, cualquiera de las resinas antes descritas.

20

**[0239]** En referencia a la Fig. 33, un compuesto de resina transparente/material fibroso puede tener una porción interna 620 que tenga una primera resina y sustancialmente todo el material fibroso y una porción externa 622 rodeando la porción interna que tenga una segunda resina y que no tenga sustancialmente ningún material fibroso. Cualquiera de los materiales fibrosos o aditivos mencionados anteriormente pueden utilizarse en la preparación de dicho compuesto. Dichos compuestos pueden formarse en cualquiera de las formas descritas anteriormente, El primer y segundo material puede ser el mismo o diferente, y puede ser, por ejemplo, cualquiera de las resinas descritas antes.

25

**REIVINDICACIONES**

1. Un método de fabricación de material fibroso, el método comprendiendo:
- 5           cizallar una fuente de fibra (10) para proporcionar un primer material fibroso (12); y
- pasar el primer material fibroso (12) a través de un primer tamiz (16) que tiene un tamaño medio de abertura de 1,59 mm o menos para proporcionar un segundo material fibroso (14), comprendiendo además cortar la fuente de fibra (10) antes de cizallar la fuente de fibra(10), y comprendiendo además cizallar el segundo material fibroso (14), y pasar el material fibroso resultante a través del primer tamiz (16), o a través de un segundo tamiz (60) que tiene un tamaño medio de abertura menor que el primer tamiz (16) para proporcionar un tercer material fibroso (62).
- 10   **2.** El método de la Reivindicación 1, donde una relación de una relación media longitud/diámetro del segundo material fibroso (14) a una relación media longitud/diámetro del tercer material fibroso (62) es menor que 1,5, y opcionalmente menor que 1,4, o menor que 1,25, o menor que 1,1.
- 3.** El método de la Reivindicación 1, donde el cizallamiento y paso se realizan al mismo tiempo.
- 15   **4.** El método de la Reivindicación 1, donde la longitud media del segundo material fibroso (14) es de entre 0,5 mm y 2,5 mm, y opcionalmente entre 0,75 mm y 1,0 mm.
- 5.** El método de la Reivindicación 1, donde la una anchura media del segundo material fibroso (14) es entre 5 mm y 50 mm, y opcionalmente entre 10 mm y 30 mm.
- 6.** El método de la Reivindicación 1, donde una desviación estándar de una longitud del segundo material fibroso (14) es menor del 60 por ciento, y opcionalmente menor del 50 por ciento, de una longitud media del segundo material fibroso (14).
- 20   **7.** El método de la Reivindicación 1, donde un área superficial BET del segundo material fibroso (14) es mayor que 0,5 m<sup>2</sup>/g, y opcionalmente mayor que 1,0 m<sup>2</sup>/g o mayor que 1.5 m<sup>2</sup>/g o mayor que 1,75 m<sup>2</sup>/g.
- 8.** El método de la Reivindicación 1, donde una porosidad del segundo material fibroso (14) es mayor que el 70 por ciento, y opcionalmente mayor que el 85 por ciento o mayor que el 90 por ciento.
- 25   **9.** El método de la Reivindicación 1, donde una relación de una relación media longitud/diámetro del primer material fibroso (12) a una relación media longitud/diámetro del segundo material fibroso (14) es menor que 1.5, y opcionalmente menor que 1.4 o menor que 1.25 o menor que 1.1.
- 10.** El método de la Reivindicación 1, donde la fuente de fibra (10) comprende una mezcla de fibras, por ejemplo, fibras derivadas de una fuente de papel y fibras derivadas de origen textil, por ejemplo, algodón.
- 30   **11.** El método de la Reivindicación 1, donde la fuente de fibra (10) se deriva de una fuente de papel.
- 12.** El método de la Reivindicación 1, donde la fuente de fibra (10) comprende una fibra textil, la fibra textil opcionalmente comprendiendo algodón.

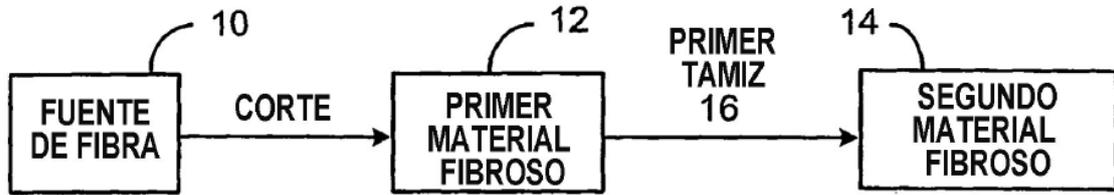


FIG. 1

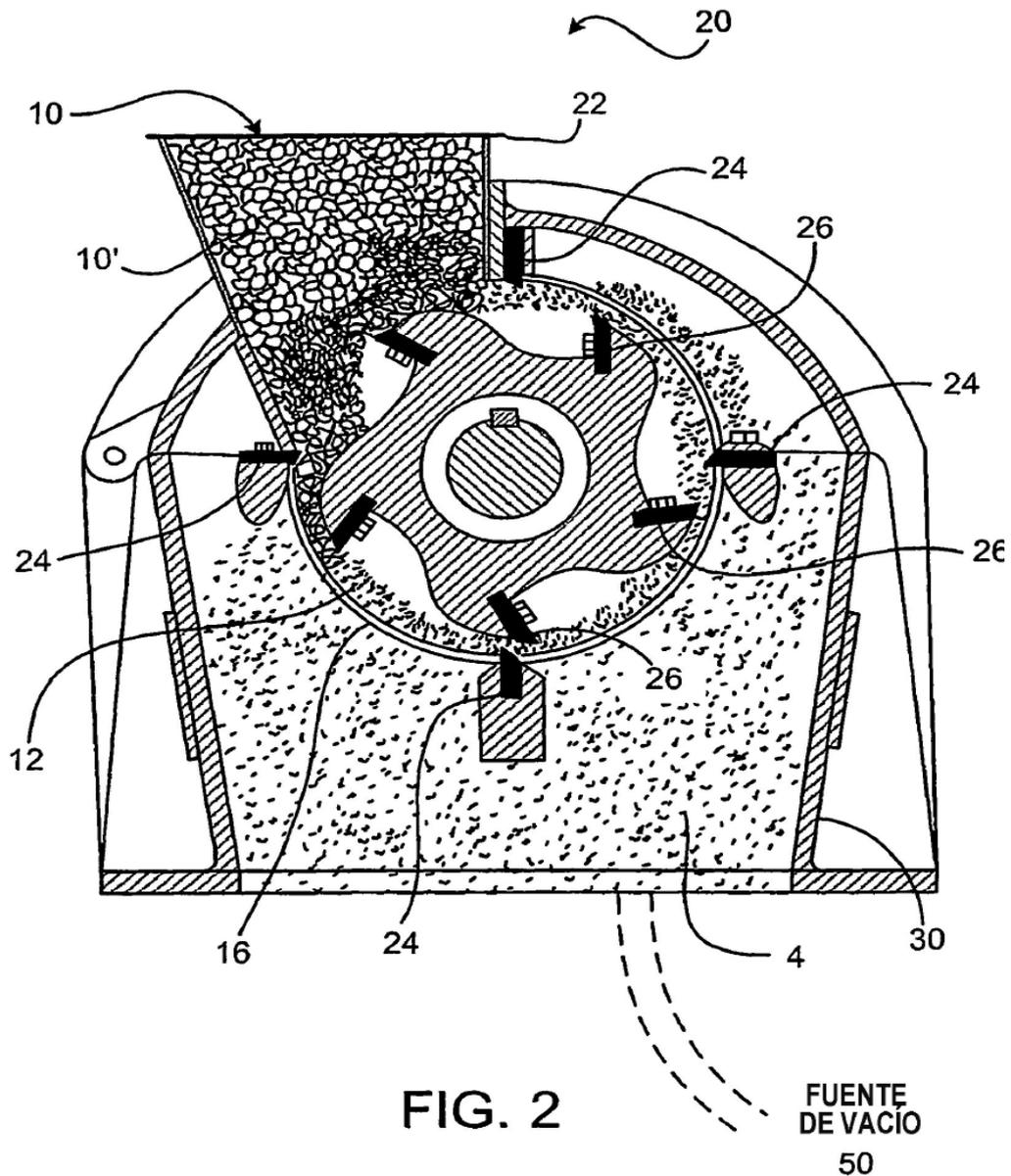
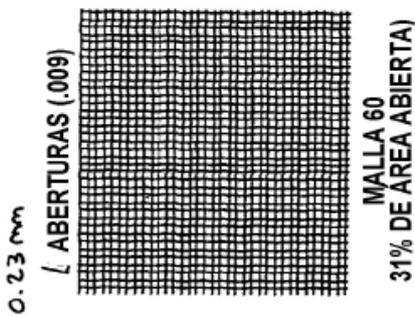
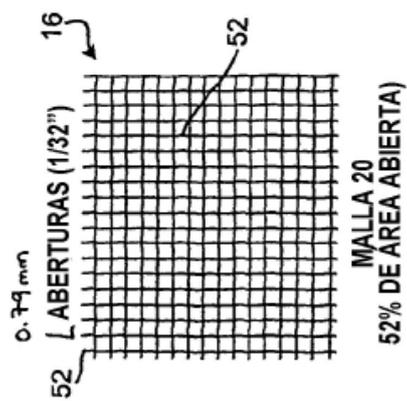
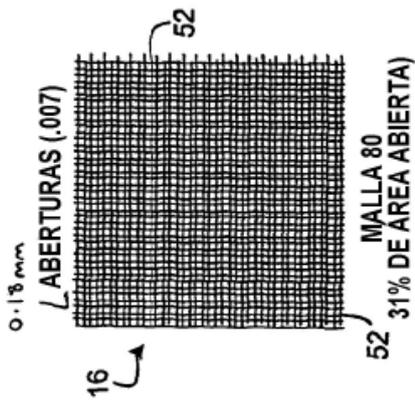
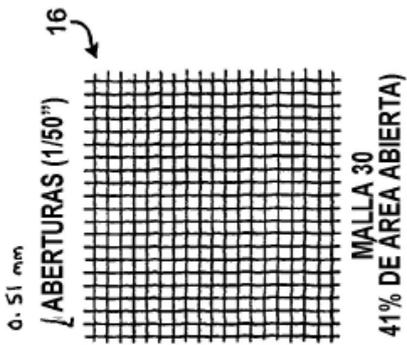
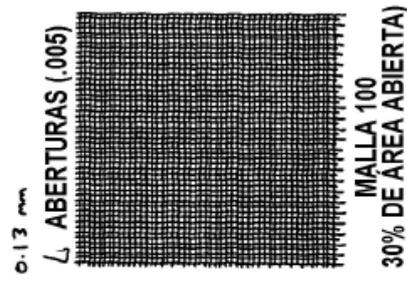
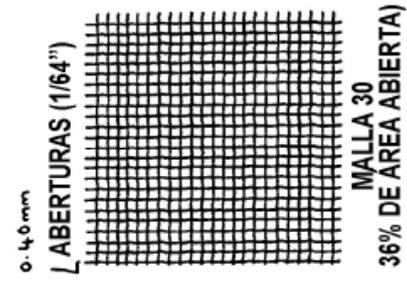


FIG. 2



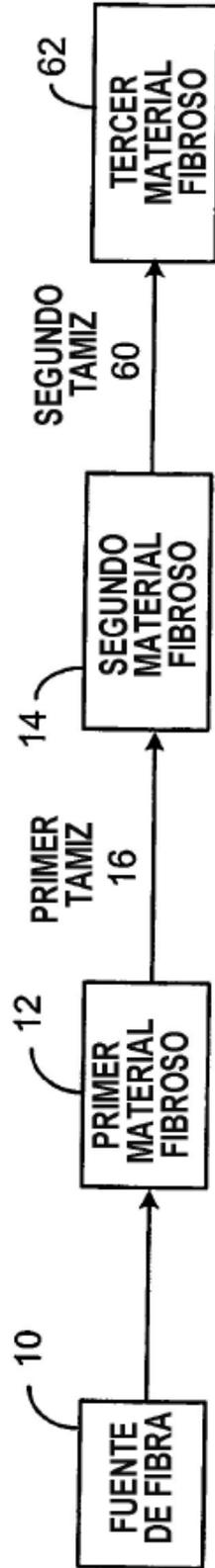


FIG. 9



FIG. 10B



FIG. 10A

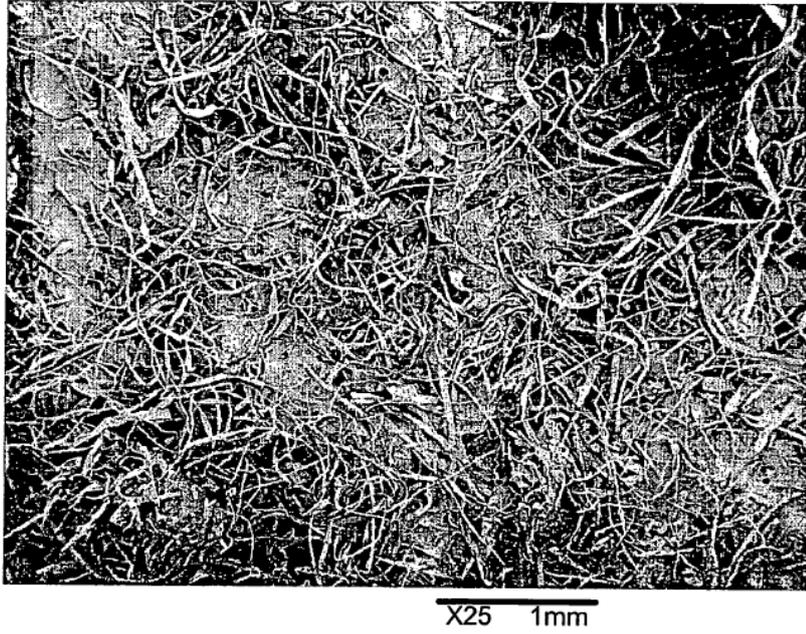


FIG. 11

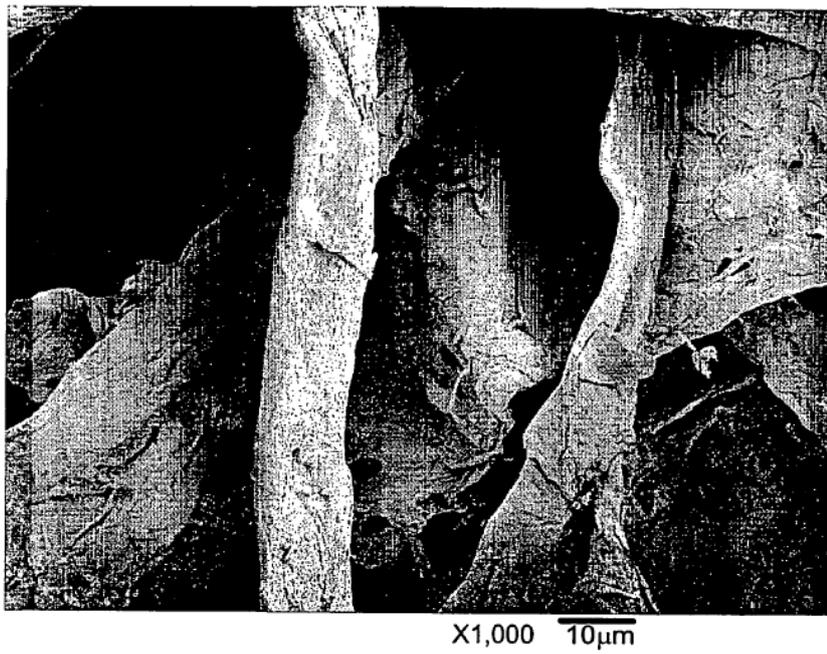
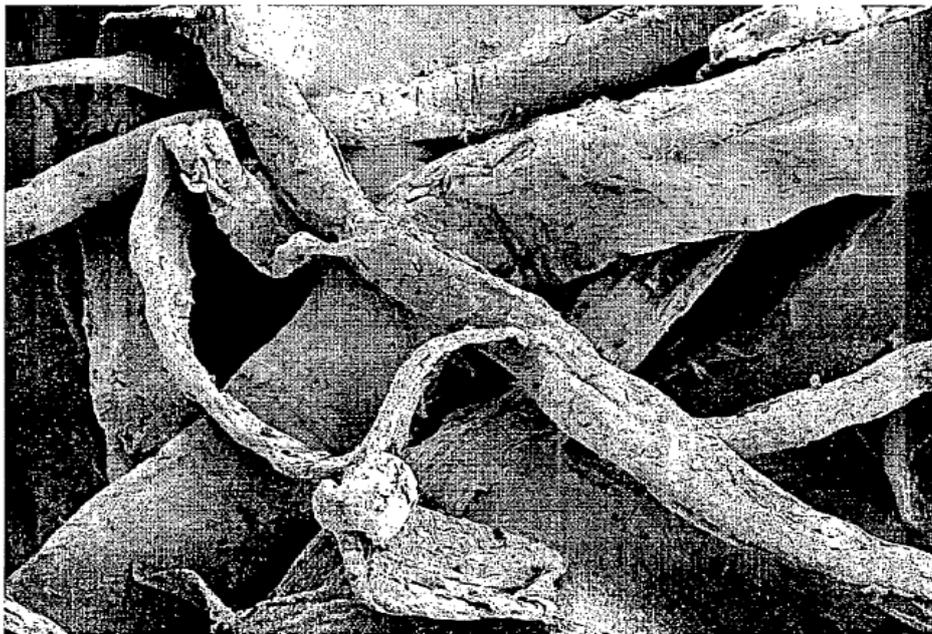


FIG. 12



X25 1mm

FIG. 13



X1,000 10 $\mu$ m

FIG. 14



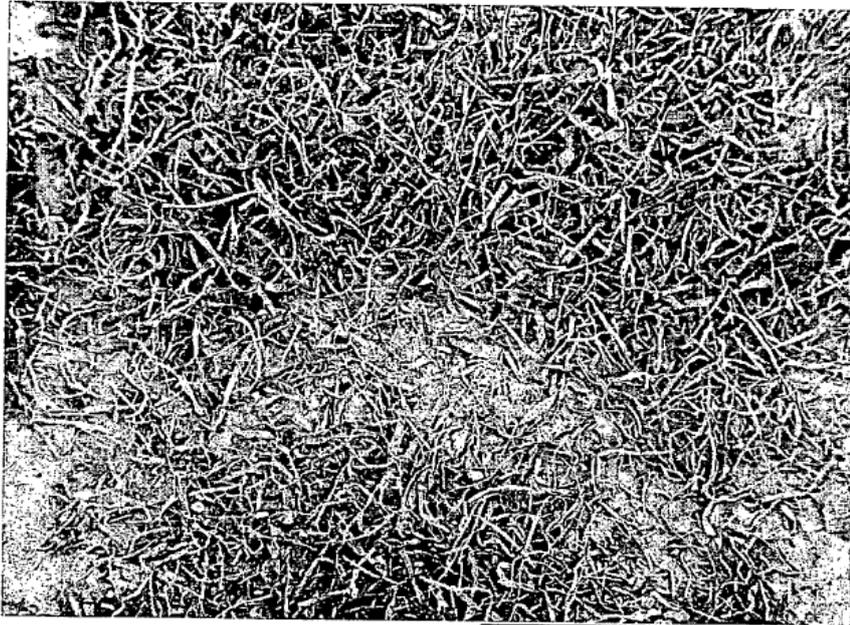
X25 1mm

FIG. 15



X1,000 10 $\mu$ m

FIG. 16



X25 1mm  
FIG. 17



X1,000 10µm

FIG. 18

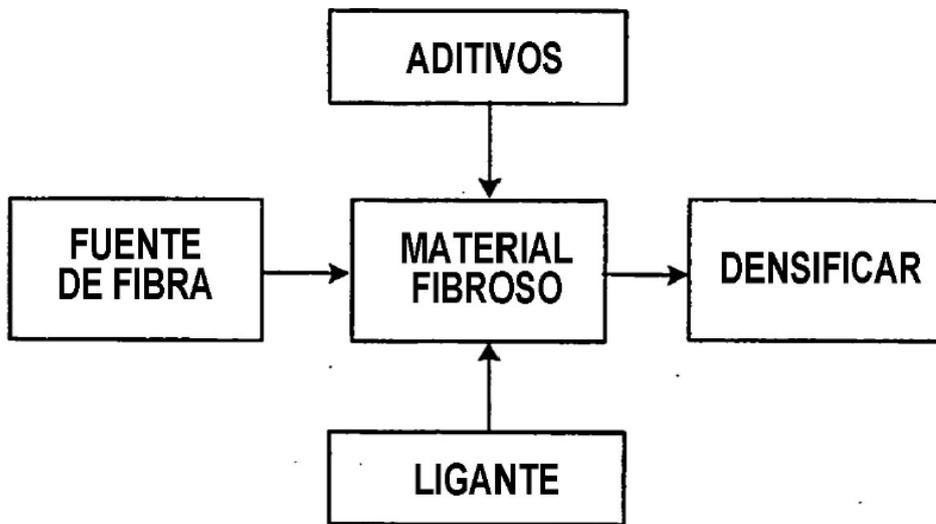


FIG. 19

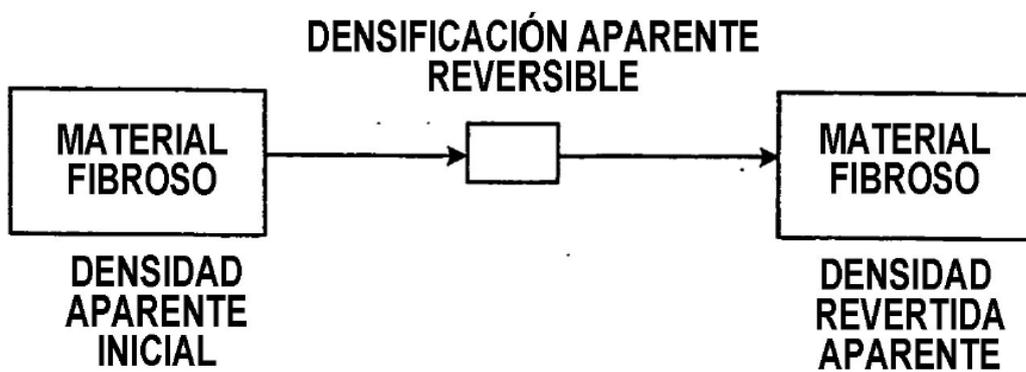


FIG. 21

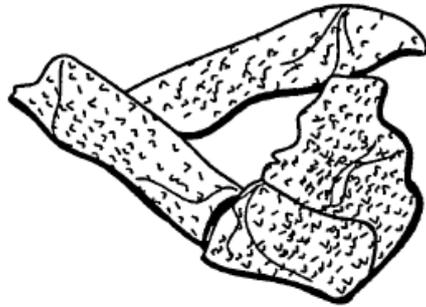


FIG. 20

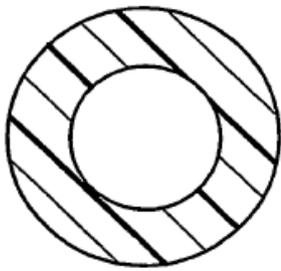


FIG. 20A

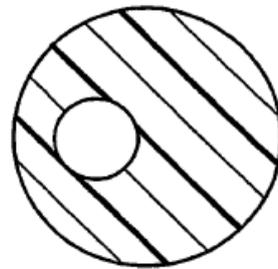


FIG. 20B

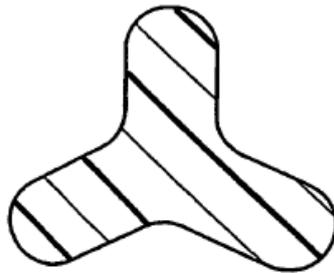


FIG. 20C

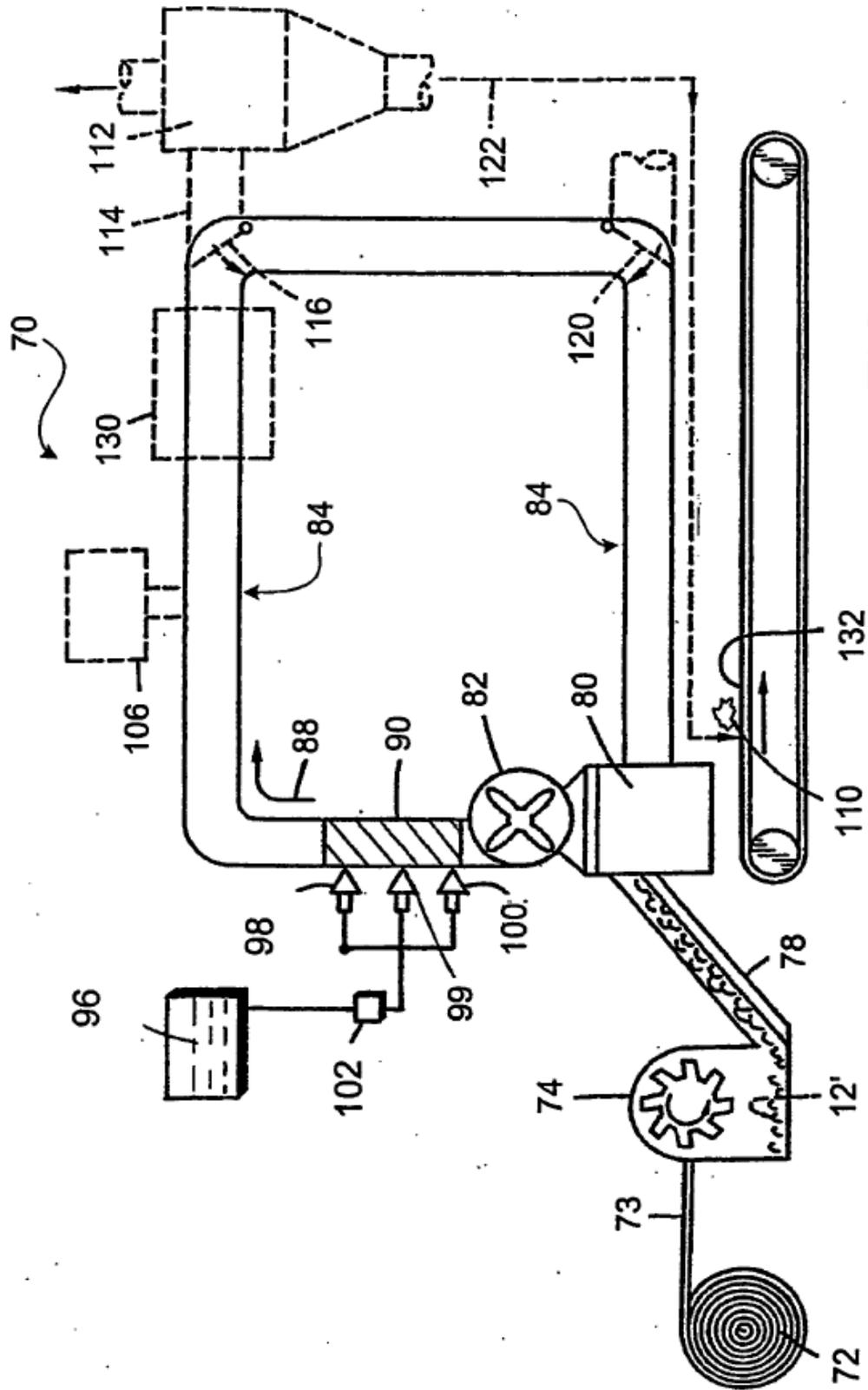


FIG. 22

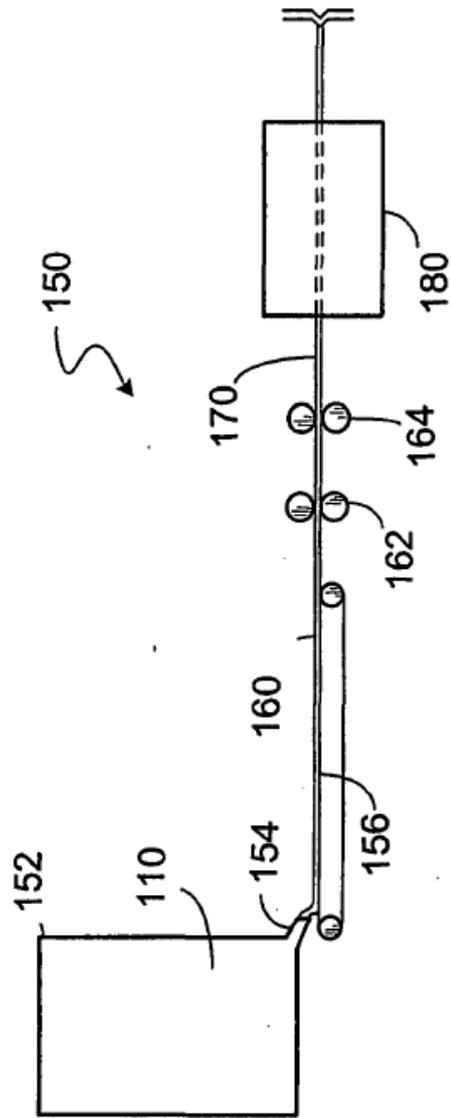


FIG. 23

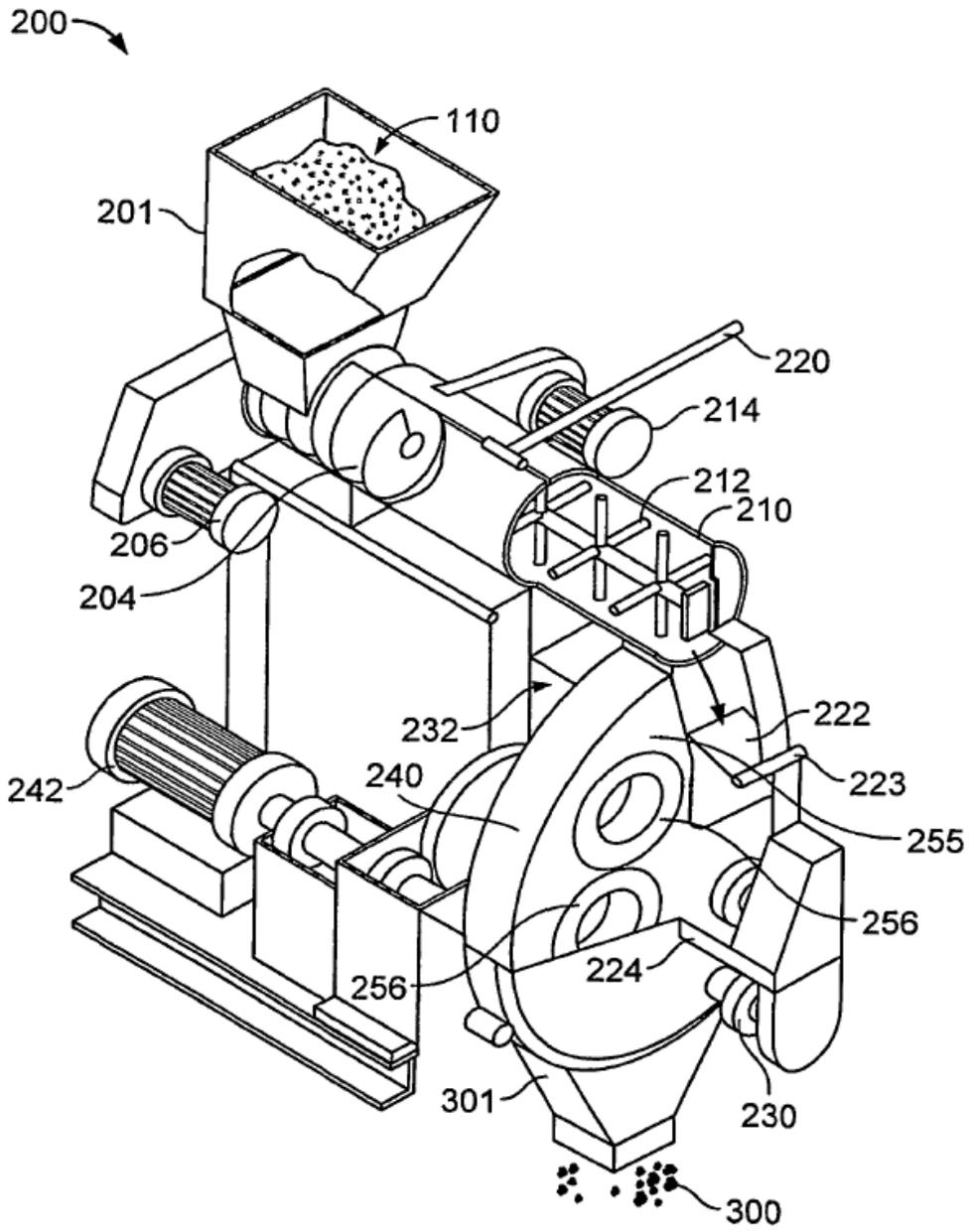


FIG. 24

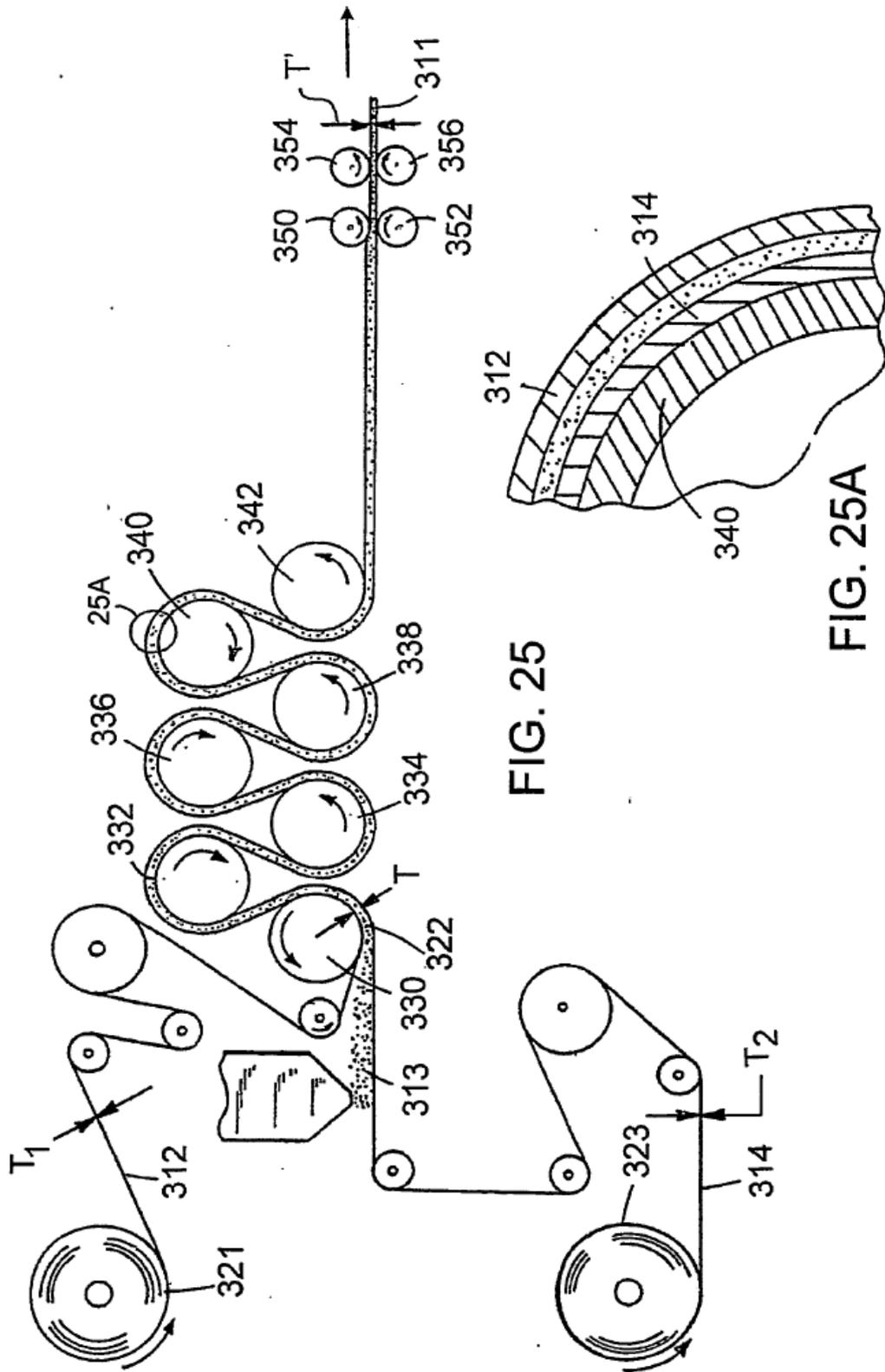


FIG. 25

FIG. 25A

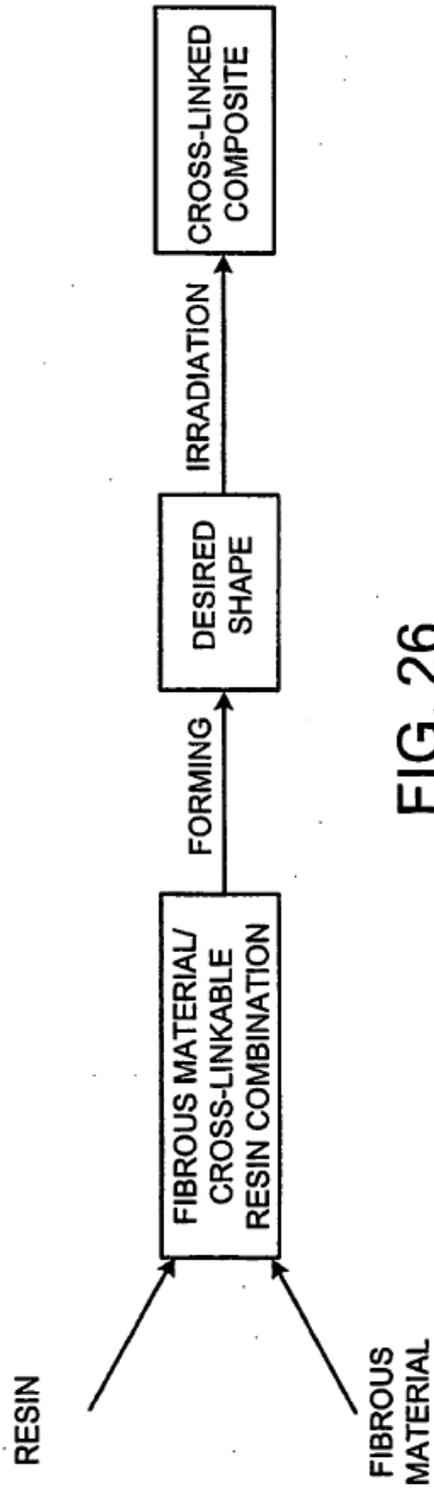


FIG. 26

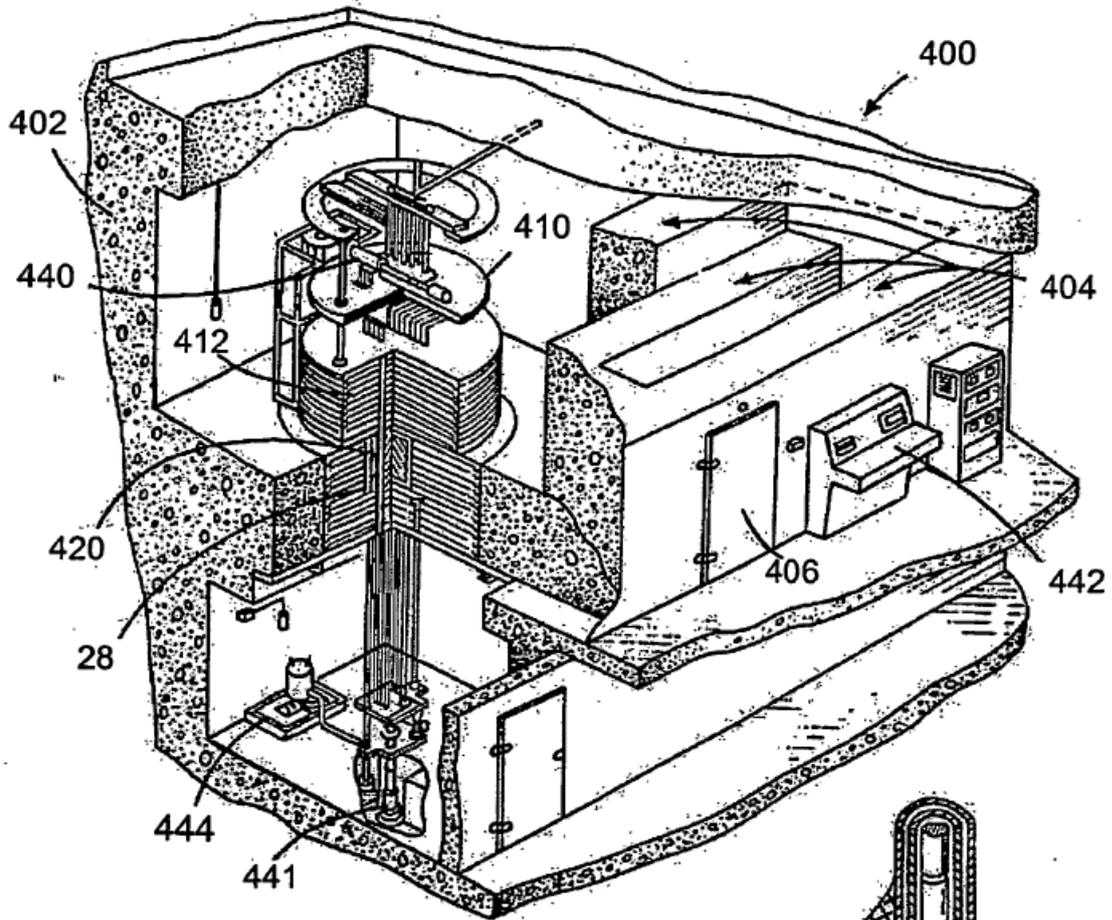


FIG. 27

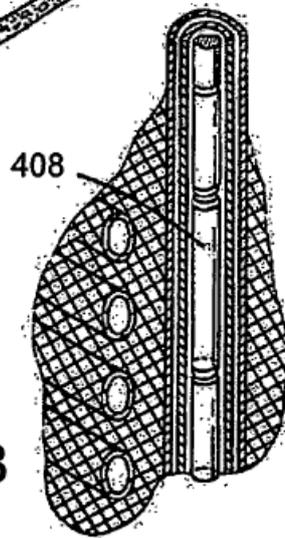


FIG. 28

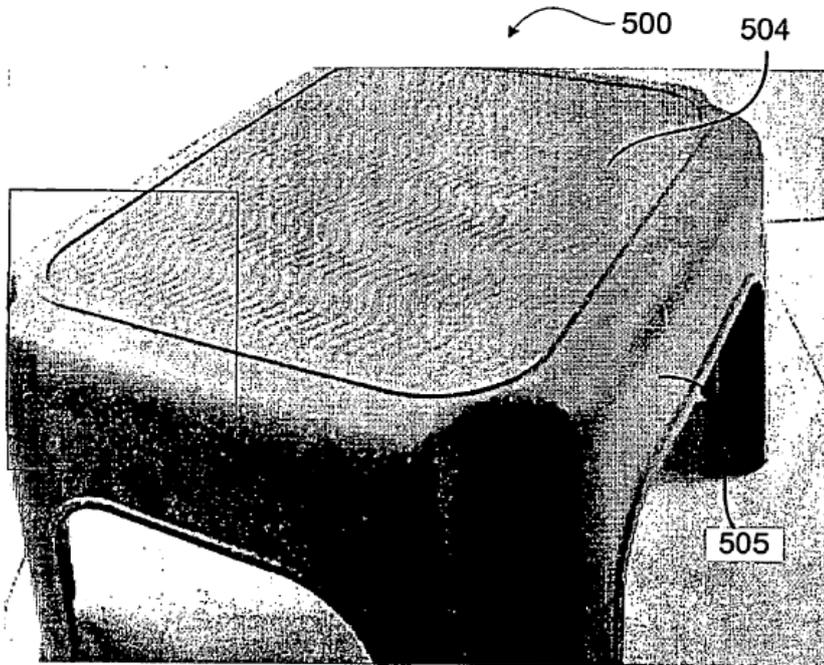


FIG. 29

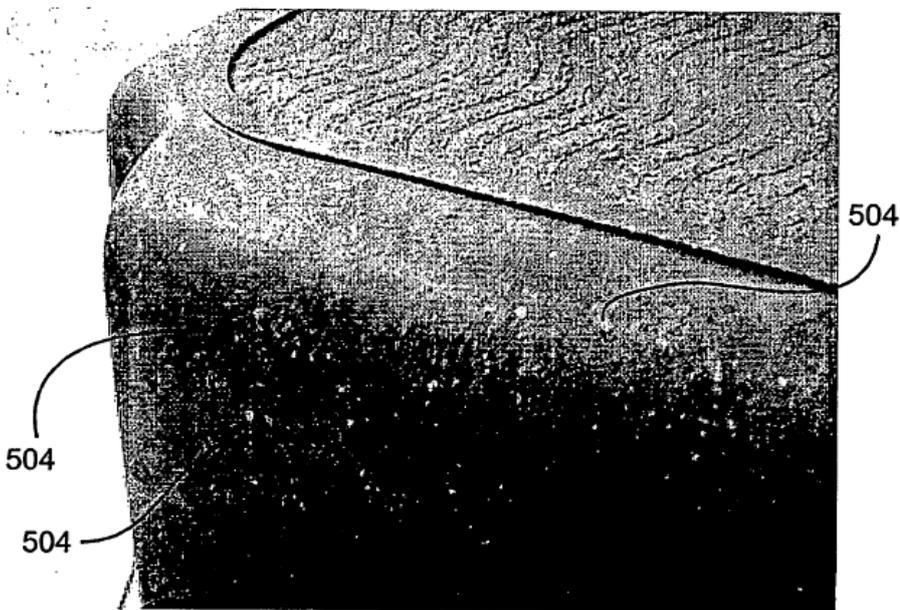


FIG. 30

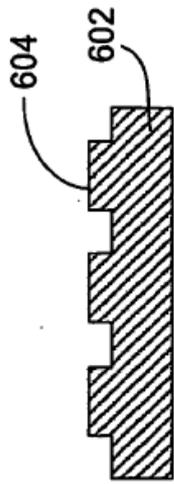


FIG. 31A

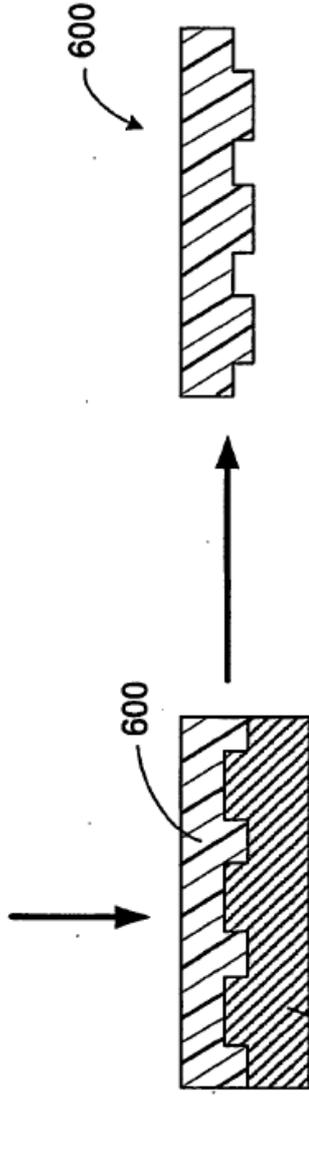


FIG. 31B

FIG. 31C

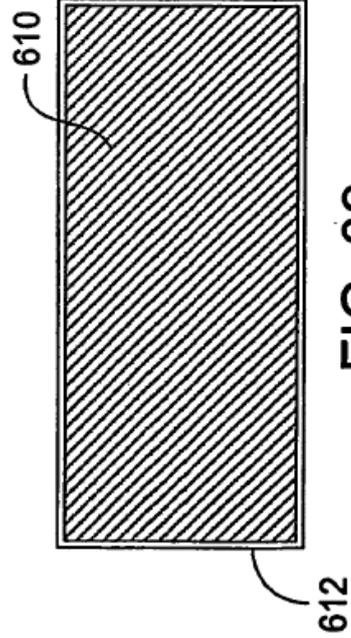


FIG. 32

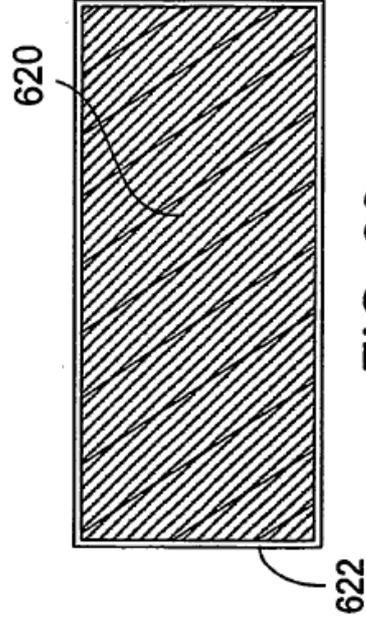


FIG. 33