

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 592 413**

51 Int. Cl.:

B01D 39/16 (2006.01)

B01D 39/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.03.2014 PCT/FI2014/050191**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.09.2014 WO14140428**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.03.2014 E 14720635 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.06.2016 EP 2969112**

54 Título: **Método de fabricación de un medio de filtración fina**

30 Prioridad:

14.03.2013 US 201361784719 P
15.03.2013 US 201361798463 P
24.01.2014 WO PCT/FI2014/050058

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
30.11.2016

73 Titular/es:

AHLSTROM CORPORATION (100.0%)
Alvar Aallon katu 3 C
00100 Helsinki, FI

72 Inventor/es:

SCHOUWEILER, KEVIN R. y
WILLIAMSON, KENT

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 592 413 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 un medio de filtración fina

5 **Campo de la invención**

Esta descripción se refiere en general a la filtración y, más en particular, a métodos de preparación de medios de filtración finos para su uso en elementos, paquetes o cartuchos filtrantes diseñados para eliminar los materiales contaminantes de corrientes de fluidos, tales como aire y líquido, y a métodos de fabricación de dichos medios de filtración finos.

10

Antecedentes

Es bastante común que las corrientes de fluido, tales como corrientes de flujo de aire, corrientes de gas y corrientes líquidas, lleven materiales contaminantes en ellas. Por ejemplo, las corrientes de fluido para motores, turbinas de gas, hornos de combustión, sistemas de lubricación del motor, sistemas hidráulicos, sistemas de enfriamiento y sistemas de combustible llevan contaminantes particulados en ellos que se deben filtrar.

Actualmente hay disponibles medios de filtración de diferentes composiciones de fibras y métodos de procesamiento para la eliminación de algunos o todos los materiales contaminantes de dichas corrientes de fluido. Los medios normalmente son porosos para permitir que el fluido fluya a través de los medios mientras al mismo tiempo atrapan los contaminantes particulados en los medios. En particular, se han desarrollado una amplia gama de medios para su uso en elementos filtrantes plisados, que amplían la superficie efectiva de los medios que puede atrapar material contaminante. Además de buenas propiedades de eliminación de partículas contaminantes, los medios filtrantes plisados adecuados a menudo tienen una alta resistencia, y conservan (o esencialmente conservan) los pliegues de los medios durante su fabricación, almacenamiento y uso.

En los últimos años se han desarrollado alternativas a configuraciones de pliegues, que incorporan una serie de láminas estriadas de medios a través de las cuales fluye fluido de una estría a otra a medida que pasa desde una posición aguas arriba ("sucia") del elemento filtrante hacia una posición aguas abajo ("limpia") del elemento filtrante. Este flujo a menudo se denomina "flujo en z", y los filtros con medios estriados a veces se denominan "elemento de flujo en z". Ejemplos de elementos de flujo de z se desvelan en la patente US-8.241.383, asignada a Donaldson Company, Inc. En algunas construcciones de flujo en z, las estrias se caracterizan por formas únicas que contienen características tales como picos y/o crestas de estrias marcadas formadas en los medios estriados entre picos de estrias adyacentes.

Aunque los medios que tienen estrias estructuradas son deseables para muchas aplicaciones, la mayor parte de los medios de filtración de aire existentes pueden ser difíciles de conformar en estrias estructuradas, y se pueden degradar (tal como por desgarramiento) durante su uso como resultado de vibraciones, o los picos y crestas (u otras estructuras) en las estrias pueden dejar de conservar adecuadamente su forma después de la formación y/o durante el uso de los medios.

El documento US-2010/319543 A1 desvela un método de fabricación de un medio de filtración de fibras, en el que todas las fibras pueden ser de celulosa o una mezcla de fibras de celulosa y fibras sintéticas con lo que el porcentaje en peso de fibras de celulosa puede ser superior al porcentaje en peso de fibras sintéticas. El componente de fibra de celulosa comprende fibras tanto de madera blanda como de madera dura, con un intervalo preferido de aproximadamente el 30% a aproximadamente el 60% en peso de medios de pulpa de madera blanda. En los ejemplos se usa pulpa de madera blanda de pino y abeto. Además de los componentes de fibra, el medio de filtración incluye una cantidad apropiada de una formulación de resina, que puede ser de aproximadamente el 5% al 15% del peso total de los medios de filtración.

Breve resumen de la invención

Por lo tanto, existe una necesidad de medios de filtración mejorados que se puedan formar fácilmente en estrias estructuradas sin agrietarse o desgarrarse, que proporcionen un nivel deseable de retención de formas estriadas durante su almacenamiento y uso, y por lo demás sean adecuados para su uso en aplicaciones de filtración en las que se desean construcciones de medios que tienen estrias con picos y crestas marcadas entre los picos, así como otros elementos estructurales formados.

Los fines anteriores, así como otros que serán evidentes, se consiguen proporcionando un método específico para la fabricación de un medio de filtración fino y ligero en forma de tejido fibroso húmedo. El método requiere que se defina una variable denominada relación de Mullen en mojado. La relación de Mullen en mojado es un indicador del porcentaje de curado de la resina en los medios y este porcentaje de curado se puede adaptar a las condiciones de procesamiento deseadas del conversor aguas abajo. La relación de Mullen en mojado aplicada por un medio de filtración depende de las necesidades del usuario final. Si se necesita un medio de filtración que no requiera procesamiento o calentamiento adicional (es decir, sin curado adicional), es apropiada una relación de Mullen en mojado del 60% al 80%, preferiblemente del 60%-75%, y más preferiblemente del 60% al 70% para asegurar que los medios sean flexibles, pero lo suficientemente fuertes como para retener una estructura estriada cuando se enrolla en un rollo y que permita el trabajo posterior de los medios. Sin embargo, si durante el proceso de plisado/estriado se lleva a cabo un curado adicional, se puede usar una relación de Mullen más baja. Por este procedimiento se

pueden obtener fácilmente medios de filtración finos que tienen un espesor de 0,38 mm (15 milésimas de pulgada) o inferior (preferiblemente entre 0,15-0,38 mm (6 y 15 milésimas de pulgada), más preferiblemente entre 0,20-0,38 mm (8 y 15 milésimas de pulgada), un peso total de aproximadamente 57-73 g/m² (35 a 45 libras/3000 pies cuadrados), una resistencia al desgarramiento de al menos 50 gramos (490 mN) por 16 capas en dirección de la máquina y al menos 60 gramos (590 mN) por 16 capas en dirección transversal, y suficientemente porosos para permitir una permeabilidad adecuada a los fluidos mientras se mantiene la resistencia a contaminantes no deseados.

Los medios de filtración finos que consiguen las propiedades anteriores comprenden una mezcla de fibras que tienen un porcentaje en peso del 70% en peso al 92% en peso, preferiblemente del 81% en peso al 87% en peso del peso de los medios de filtración y un aglutinante de resina que comprende preferiblemente un aglutinante de resina fenólica con un agente de reticulación y que tiene un porcentaje en peso del 8% en peso al 30% en peso, preferiblemente del 13% en peso al 19% en peso del peso de los medios de filtración.

La mezcla de fibras en el medio de filtración comprende fibras de celulosa que tienen un porcentaje en peso de aproximadamente el 80% en peso al 100% en peso, preferiblemente de aproximadamente el 82,5% en peso al 96% en peso del peso de la mezcla de fibras y de fibras sintéticas que tienen un porcentaje en peso del 0% en peso al 20% en peso, preferiblemente de aproximadamente el 4% en peso al 17,5% en peso del peso de la mezcla de fibras. El componente de la fibra de celulosa de la mezcla de fibras comprende pulpa de madera blanda ondulada que tiene un porcentaje en peso de aproximadamente el 50% en peso al 100% en peso del peso del componente de celulosa de la mezcla de fibras y pulpa de madera dura que tiene un porcentaje en peso no superior al 50% en peso del componente de celulosa de la mezcla de fibras. La pulpa de madera blanda ondulada es de un tipo que cuando se conforma en una lámina de prueba de 98 g/m² (60 lb/3000 pies cuadrados) con un calibre de 0,41-0,66 mm (16-26 milésimas de pulgada), más preferiblemente entre 0,41-0,66 mm (16-23 milésimas de pulgada), la lámina de prueba tiene una permeabilidad al aire de 508 a 889 l/m²s (100 a 175 cfm). Las fibras sintéticas preferiblemente son fibras de poliéster que tienen un denier de 1 a 3 y una longitud de 6,35-12,7 mm (¼ a ½ pulgada).

Los medios de filtración se pueden producir con un equipo de fabricación de papel húmedo convencional, incluyendo, pero no limitados a los que tienen una tela inclinada, tela de Fourdrinier plana, una tela doble o un aparato Rotoformer, para deshidratar una composición de suministro de fibra y formar un tejido húmedo, y su procesamiento adicional, que incluye el calentamiento, enfriamiento, aplicación de aglutinante de resina, y a continuación el curado. De acuerdo con los métodos desvelados en este documento, se forma una composición de suministro de fibras que tiene una composición de fibra del 80% en peso al 100% en peso, preferiblemente del 80% en peso al 95% en peso de fibras de celulosa y del 0% en peso al 20% en peso, preferiblemente del 5% en peso al 20% en peso de fibras sintéticas. El contenido de fibra de celulosa de la composición de suministro de fibra comprende al menos el 50% en peso de pulpa de madera blanda ondulada de un tipo que, solo cuando la pulpa de madera blanda se conforma en una lámina de prueba de 98 g/m² (60 libras por 3000 pies cuadrados) con un calibre de 0,41-0,66 mm (16-26 milésimas de pulgada), la lámina de prueba tiene una permeabilidad al aire de 508-889 l/m²s (100-175 cfm). Las fibras de celulosa en la composición de suministro de fibra comprenden no más del 50% en peso de pulpa de madera dura, preferiblemente del 20% en peso al 50% en peso en el componente de celulosa de la mezcla de fibras. Las fibras en la composición de suministro de fibra se pueden someter a abrasión mecánica para inducir su fibrilación. La composición de suministro de fibra se diluye a un contenido de sólidos del 0,05% en peso al 0,3% en peso, preferiblemente del 0,05% en peso al 0,2% en peso, y se pulveriza sobre una máquina de papel para formar un tejido. El tejido se seca para formar una lámina seca y se aplica una formulación de aglutinante de resina a la lámina seca en una cantidad del 8% en peso al 30% en peso, preferiblemente del 13% en peso al 19% en peso por peso de la lámina. La formulación de aglutinante de resina preferiblemente es un aglutinante de resina fenólica con un agente de reticulación. La lámina se seca y se cura a un estado de curado deseado que no es un estado de curado completo.

Se pueden añadir fibras y materiales adicionales a los medios o se pueden sustituir por fibras y materiales desvelados anteriormente para impartir otras propiedades. Otros objetos, características y ventajas de la presente divulgación y de la presente invención serán evidentes cuando se considere la descripción detallada de realizaciones preferidas junto con los siguientes dibujos.

Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1 es un diagrama de flujo del proceso para la producción de un medio de filtración.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

El medio de filtración producido por los métodos descritos en el presente documento presenta las características deseadas de una mejor filtración, resistencia, resistencia al desgarramiento y permeabilidad al aire en forma de tejido fibroso húmedo relativamente fino y ligero que puede o puede no curarse en una etapa posterior que tiene una relación de Mullen en mojado del 20% al 90%, preferiblemente del 30% al 80%, más preferiblemente del 60% al 80% para asegurar que los medios sean lo suficientemente flexibles para conformarse en una estructura estriada, y tiene termoconformabilidad y resistencia para retener la estructura estriada cuando se enrolla en un rollo y para permitir su posterior procesamiento. Por tanto, los medios de filtración se pueden usar en una amplia variedad de

ES 2 592 413 T3

elementos de filtración, incluyendo los elementos de flujo de z que requieren medios estriados, elementos filtrantes de flujo laminar, y cualquier otra aplicación que requiera medios finos parcialmente curados.

5 El término “relación de Mullen en mojado” se usa para indicar el nivel de curado de los medios que se necesita para mantener la forma de una estructura estriada o corrugada o plisada, y todavía tener la flexibilidad para poder envolverla posteriormente en un núcleo y montarla en un elemento o cartucho filtrante. La relación de Mullen en mojado del medio formado por la presente divulgación (que se cura parcialmente a un estado de curado deseado que no es el curado completo) se calcula dividiendo la resistencia a la rotura de Mullen en mojado de una muestra de los medios parcialmente curados tal como se forma por la resistencia a la rotura de Mullen en mojado de una muestra de los medios que se ha curado completamente en un horno durante 5 minutos a 177 °C (350 °F), y a 10 continuación multiplicando por 100 para determinar un porcentaje. La muestra totalmente curada de los medios de filtración presentará la resistencia a la rotura de Mullen en mojado más alta que sea capaz de presentar la muestra.

15 La resistencia a la rotura de Mullen en mojado indica la presión requerida para perforar un tejido de fibra y la capacidad del tejido para llevar una carga. En esta prueba, las muestras se cortan a al menos 64 x 64 mm (2,5 x 2,5 pulgadas), se saturan con agua que tiene una concentración de tensioactivo no iónico en una cantidad de aproximadamente el 0,03% en peso, sujetas a un diafragma circular de un medidor de rotura de Mullen y se mide la resistencia a la rotura en mojado de acuerdo con la Norma T 403 om-02 (“Resistencia a la rotura de papel”) de la Asociación Técnica de la Industria de la Pulpa y el Papel (“TAPPI”).

20 Se desea que los medios de filtración producidos de acuerdo con esta divulgación que pueden o pueden no curarse en una etapa posterior tengan una relación de Mullen en mojado entre el 20% y el 90%, preferiblemente entre el 30% y el 80%, más preferiblemente entre aproximadamente el 60% y aproximadamente el 80%, y lo más preferiblemente del 70%. Se ha comprobado que la rigidez de los medios que tienen una relación de Mullen en mojado inferior al 60% es demasiado baja para aquellas aplicaciones en las que no se desea un curado adicional, y por lo tanto no es capaz de retener una estructura estriada o corrugada o plisada. Se ha determinado además que cuando la relación de Mullen en mojado es superior a aproximadamente el 75%, los medios empiezan a volverse frágiles, de manera que no se pueden formar estructuras estriadas o corrugadas o plisadas apropiadas sin agrietar y/o desgarrar los medios, a menos que los medios vuelvan a humedecer. Sin embargo, si el cliente/conversor aguas 25 abajo es capaz de usar pre-calentamiento y/o re-hidratación para plegar o estriar los medios, la relación de Mullen en mojado puede variar en cualquier intervalo entre el 20% y el 90%. Los parámetros de procesamiento y la composición de los medios descritos a continuación se seleccionan para conseguir el estado de curado deseado en los medios en los que no se requiere curado adicional, tal como se determina por la relación de Mullen en mojado.

35 El medio de filtración está construido para ser relativamente fino, para permitir el empaquetamiento denso dentro de los elementos de filtración y propiedades de formación de estrías deseables. El calibre o espesor del material se determina de acuerdo con la Norma TAPPI T 411-om-05 usando un medidor de espesor Thwing Albert 89-100. Un espesor adecuado para los medios de filtración finos desvelados es, de promedio, de 0,15-0,38 mm (6 milésimas de pulgada a 15 milésimas de pulgada), preferiblemente de 0,20-0,38 mm (8 milésimas de pulgada a 15 milésimas de pulgada) y 40 más preferiblemente de aproximadamente 0,25-0,30 mm (10 milésimas de pulgada a 12 milésimas de pulgada).

45 El medio de filtración también está construido para que tenga un peso base relativamente bajo. El peso base se mide de acuerdo con la Norma TAPPI T 410-om-02. Un peso base adecuado de los medios está por debajo de 97,7 g/m² (60 libras por 3000 pies cuadrados), preferiblemente entre 51-80 g/m² (31 y 49 libras por 3000 pies cuadrados), más preferiblemente entre 57-73 g/m² (35 y 45 libras/3000 pies²), y lo más preferiblemente entre 63-70 g/m² (39 y 43 libras/3000 pies²) medidos antes de curar los medios. El peso base de los medios después de que se hayan curado totalmente disminuye aproximadamente 3,3-6,5 g/m² (2 a 4 libras/3000 pies²).

50 A fin de proporcionar una resistencia relativamente baja al flujo de aire, es deseable que los medios de filtración tengan una permeabilidad al aire (o “Perm al aire”) relativamente alta. La permeabilidad al aire de los medios de filtración se mide de acuerdo con la Norma TAPPI T 251 cm-85 (“Air Permeability of Porous Paper, Fabric and Pulp Handsheets”) con 12,7 mm (0,5 pulgadas) de diferencial de agua, que mide la velocidad del caudal de aire en pies cúbicos por pie cuadrado de área de muestra por minuto (ft³/ft²·min) a veces referido simplemente como cfm. La permeabilidad al aire también se puede denominar porosidad, Frazier o Textest. Es deseable que los 55 medios de filtración tengan una permeabilidad al aire de al menos 101,6 l/m²s (20 pies cúbicos por minuto por pie cuadrado) (cfm/sf), y preferiblemente de al menos 127 l/m²s (25 cfm/sf).

60 El medio de filtración también está construido para que tenga una resistencia al desgarramiento relativamente alta para soportar el desgarramiento que se puede producir como resultado de las vibraciones durante su uso en un elemento filtrante. La resistencia al desgarramiento de los medios de filtración se determina de acuerdo con la Norma TAPPI T 414 om-04 (“Internal Tearing Resistance of Paper; Elmendorf-Type Method”) usando un medidor de desgarramiento Elmendorf (Thwing-Albert Instrument Co., Filadelfia, PA) con un péndulo de 100 gramos. Los valores más altos representan sustratos más fuertes. Los medios de filtración deben tener una resistencia al desgarramiento en dirección de la máquina (DM) de al menos 50 gramos-fuerza (490 mN) por 16 capas y una resistencia al desgarramiento en dirección transversal (DT) de al menos 60 gramos-fuerza (590 mN) por 16 capas y, preferiblemente superior a 65 65 gramos-fuerza (640 mN) por 16 capas en DM y superior a 85 gramos-fuerza (830 mN) por 16 capas en DT.

La composición de la fibra y los parámetros de procesamiento se seleccionan para proporcionar un medio de filtración que sea fino, como se describe anteriormente, pero que no sea compacto. Es deseable que los medios de filtración tengan espacios o poros abiertos de tamaño suficiente para permitir el flujo de fluido a través de los medios, pero no para degradar la capacidad de retención de polvo de los medios de filtración. El tamaño de los poros se determina usando un método del punto de burbuja de acuerdo con la norma ASTM 316-03 (2011). La prueba se basa en el hecho de que la presión requerida para forzar a una burbuja de aire a través de un poro es inversamente proporcional al tamaño del orificio. El medio filtrante se coloca en contacto con líquido sobre la superficie superior y aire por debajo. La presión del aire se incrementa gradualmente hasta que sea lo suficientemente alta como para que las burbujas se puedan ver en el lado del líquido. La presión a la que las burbujas empiezan a fluir determina el tamaño máximo de los poros, así como la ubicación. El tamaño máximo de poro en los medios (o "Poro máximo") pueden ser de entre 43 micrómetros (μm) y 63 micrómetros. El tamaño medio de poro (o "Media de poros de flujo") se basa en la comparación de la presión de gas, ya sea aire o nitrógeno, a través de una muestra seca con una muestra humedecida con aceite mineral también de acuerdo con la norma ASTM 316-03 (2011). Un MFP adecuado se encuentra entre 10 micrómetros (μm) y 20 micrómetros.

Es deseable que los medios de filtración de esta divulgación tengan una caída de presión inferior a 1000 Pa para una carga de polvo de $1,5 \text{ mg/cm}^2$ cuando se analiza un sola capa plana de medios que tienen un área de muestra de 100 cm^2 con polvo fino SAE (ISO 12103-1A2 Fine Test Dust de Powder Technologies, Inc.) a una concentración de 150 mg/m^3 y un caudal de 20 cm/s . La caída de presión a través de los medios de filtración se mide usando un sistema Palas MFP-30000 Filter Test System (Palas GmbH, Karlsruhe, Alemania) conectado a un alimentador de polvo RBG 1000. También es deseable que el elemento de filtración que contiene los medios de filtración que se ha plisado y/o estriado tenga una caída de presión inferior a 350 Pa para una carga de polvo de 30 mg/cm^2 cuando se analiza con polvo fino SAE (ISO 12103-1A2 Fine Test Dust de Powder Technologies, Inc.) a una concentración de 200 mg/m^3 y un velocidad frontal de 5 cm/s .

También es deseable que los medios de filtración tengan una eficiencia de eliminación de partículas de no menos del 20 por ciento para partículas de látex de $0,78 \text{ micrómetros } (\mu\text{m})$ a una velocidad frontal de $6,1 \text{ m/min}$ o $0,1 \text{ m/s}$ (20 pies/minuto) cuando se analiza de acuerdo con la norma ASTM-1215-89.

El medio de filtración comprende una mezcla de fibras que tienen un porcentaje en peso del 70% al 92%, preferiblemente del 81% al 87% del peso de los medios y un aglutinante de resina que tiene un porcentaje en peso del 8% al 30%, preferiblemente del 13% al 19% (más preferiblemente de aproximadamente el 16%) del peso de los medios de filtración. El aglutinante de resina comprende preferiblemente un aglutinante de resina fenólica con un agente de reticulación, tal como un resol fenólico soluble en metanol o formaldehído de melamina metilada. Otras resinas adecuadas incluyen resinas epoxi, novolaca, acrílicas, estireno acrílicas, vinilacrílicas, de cloruro de etilenvinilo, de acetato de polivinilo, de urea-formaldehído, de alcohol polivinílico, de acetato de etilenvinilo, de DMDHEU (dimetilol dihidroxietilenurea) y de isocianato.

La pulpa de madera blanda en el medio de filtración tiene un peso de aproximadamente el 28% en peso al 92% en peso, preferiblemente del 32% en peso al 66% en peso del peso de los medios. La pulpa de madera dura en el medio de filtración tiene un peso de aproximadamente el 0-46% en peso, preferiblemente del 13% en peso al 41% en peso del peso de los medios. Las fibras sintéticas en los medios de filtración tienen un peso de aproximadamente el 0 al 18,4% en peso, preferiblemente del 3,2% en peso al 15,2% en peso del peso de los medios. El contenido de celulosa es del 56% en peso al 92% en peso, preferiblemente del 66,8% en peso al 83,5% en peso del peso de los medios.

La composición de la mezcla de fibras en el medio de filtración comprende fibras de celulosa que tienen un porcentaje en peso de aproximadamente el 80% en peso al 100% en peso, preferiblemente de aproximadamente el 82,5% en peso al 96% en peso del peso de la mezcla de fibras y fibras sintéticas que tienen un porcentaje en peso de aproximadamente el 0% en peso al 20% en peso, preferiblemente de aproximadamente el 4% en peso al 17,5% en peso del peso de la mezcla de fibras.

El componente de fibra de celulosa de la mezcla de fibras comprende una mezcla de pulpa de madera dura y madera blanda. La pulpa de madera dura tiene un porcentaje en peso no superior al 50% en peso, preferiblemente de aproximadamente el 13% en peso al 41% en peso del peso de los medios, y preferiblemente es Eucalyptus. Otras pulpas de madera dura adecuadas incluyen álamo, abedul, álamo, roble y arce.

La pulpa de madera blanda en el componente de celulosa de la mezcla de fibras tiene un porcentaje en peso de aproximadamente el 50% en peso al 100% en peso del peso del componente de celulosa de las fibras de la mezcla. La pulpa de madera blanda adecuada procede de la madera de pino, cedro, abeto alpino, abeto Douglas y árboles de abeto, pero preferiblemente es pino ellioti o pino taeda. La pulpa de madera blanda generalmente se trata mecánica o químicamente para conseguir un alto nivel de ondulado para proporcionar una alta permeabilidad al aire y unas propiedades de alta capacidad de los medios de filtración. La pulpa de celulosa de madera blanda ondulada de esta manera proporciona una estructura de tejido elevada más abierta que las fibras de celulosa sin tratar, ya que no se compactan tanto durante la formación del tejido, y permite la producción de un tejido fino, incluso después del refinado, al tiempo que conserva una estructura abierta y de alta permeabilidad de al menos 20 cfm ($101,6 \text{ l/m}^2\text{s}$), preferiblemente de al menos 25 cfm ($127 \text{ l/m}^2\text{s}$). Una pulpa de madera blanda ondulada mecánica y/o químicamente adecuada es de un tipo que cuando se conforma en una lámina de prueba de $97,7 \text{ g/m}^2$ (60 libras por 3000 pies cuadrados) con un calibre de

entre 0,41-0,66 mm (16 y 26 milésimas de pulgada), preferiblemente 0,41-0,58 mm (16 y 23 milésimas de pulgada), más preferiblemente entre 0,43-0,58 mm (17 y 23 milésimas de pulgada), la lámina de prueba tiene una permeabilidad al aire de 508-889 l/m²s (100-175 pies cúbicos por minuto) (cfm). La lámina de prueba se prepara de acuerdo con una versión modificada de la Norma TAPPI T 205 om-88 ("Forming Handsheets for Physical Tests of Pulp") desintegramos 6,4 gramos de pulpa de madera blanda ondulada de hueso seco en 2000 mililitros de agua para conseguir una pulpa con el 0,32% de consistencia de sólidos. La pulpa se procesa en un desintegrador durante 5 minutos a 300 revoluciones por minuto (rpm), y se pone en un molde de lámina para formar una lámina de prueba que tiene un peso base de 60 libras por 3000 pies cuadrados (97,7 g/m²). El calibre de la lámina de prueba se determina de acuerdo con la Norma TAPPI 411-om-05 como se ha expuesto anteriormente. Un ejemplo de un tipo de pulpa de celulosa de madera blanda adecuada para su uso en los medios de filtración de esta divulgación es una pulpa kraft (SBSK) de madera blanda del sur blanqueada secada en bruto compuesta esencialmente al 100% de fibras de pino elliotti, disponible en Georgia Pacific, Atlanta GA (anteriormente Buckeye Technologies, Memphis, Tennessee) como Grade PSF-11.

Las fibras sintéticas se incorporan a la mezcla de fibras para proporcionar resistencia y propiedades de resistencia al desgarrar. Las fibras sintéticas preferidas son fibras de poliéster (por ejemplo, tereftalato de polietileno o PET) con una densidad lineal de 1 a 3 denier (es decir, el peso en gramos de 9000 metros de fibra), preferiblemente de 1,5 denier, y una longitud de 6,35-12,7 mm (¼ a ½ pulgada), preferiblemente de 9,53 mm (3/8 de pulgada). Otras fibras sintéticas adecuadas incluyen poliamida, tereftalato de polibutileno, polipropileno, polietileno.

Un diagrama de flujo para un proceso adecuado para producir medios de filtración que presentan las características deseadas descritas anteriormente se muestra en la Fig. 1. En general, se emplea un proceso en mojado para formar un tejido húmedo de una composición de fibra deseada para su posterior procesamiento, que puede incluir calentamiento, enfriamiento, aplicación de una formulación de resina y curado.

En el proceso, se prepara una composición de suministro de fibra llenando un hidrodisegregador 12 con agua, agitando el agua, añadiendo una mezcla de fibras de celulosa de madera dura y de madera blanda y fibras sintéticas, y agitando adicionalmente la mezcla durante aproximadamente 2 a 20 minutos para mezclar y dispersar las fibras, de tal manera que la pulpa de fibra tenga una consistencia de aproximadamente el 3,5% de sólidos. La pulpa de fibra comprende preferiblemente del 80% en peso al 100% de fibras de celulosa en peso y del 0% en peso al 20% en peso de fibras sintéticas, preferiblemente el 10% en peso de fibras sintéticas. El contenido de fibra de celulosa en la composición de suministro de fibra preferiblemente es del 50% en peso al 80% en peso de pulpa de madera blanda ondulada y del 20% en peso al 50% en peso de pulpa de madera dura.

La composición de suministro de fibra se envía a los refinadores, tales como refinadores de disco y cónicos, donde las fibras se someten a abrasión mecánica para inducir su fibrilación, para reducir el calibre del tejido formado a partir de la composición de suministro, y para conseguir la permeabilidad deseada. El proceso de refinado normalmente da lugar a fibrilación interna, fibrilación externa, acortamiento de la fibra, y formación de finos. Normalmente también produce una lámina más densa y menos porosa. Sin embargo, se ha determinado que al controlar la cantidad de energía y la intensidad en el refinador, la pulpa de madera blanda desvelada en este documento conserva una estructura abierta incluso después del refinado, y por lo tanto proporciona un medio filtrante de alta capacidad con una alta permeabilidad al aire. La energía aplicada en los refinadores varía en función del nivel deseado de fibrilación, permeabilidad, resistencia a la tracción y calibre. Por ejemplo el refinado en exceso puede dar lugar a la reducción de la permeabilidad al aire, y la reducción del calibre, mientras que el refinado por defecto puede producir una lámina que no tiene una resistencia a la tracción suficiente. La resistencia a la tracción de un tejido de fibra formado a partir de la composición de suministro de fibra refinada (antes de otros tratamientos, es decir, un papel base) debe tener una resistencia a la tracción en dirección de la máquina de aproximadamente 1,6-2,7 kN/m (9-15,5 lb/pulg) y en dirección transversal de aproximadamente 1,0-1,6 kN/m (5,7-9,2 lb/pulg), medida por la Norma TAPPI T 494 om-01 ("Tensile Properties of Paper and Paperboard (usando un aparato con un alargamiento a velocidad constante)"). La permeabilidad al aire del papel base debe tener una permeabilidad al aire de aproximadamente 163-183 l/m²s (32 a 36 cfm/sf), medida por la Norma TAPPI 251 cm-85. Una carga adecuada de fibra de refinado, o de energía, para conseguir las propiedades de los medios desvelados en el presente documento oscila entre 0,12-0,16 kWh/Ton (3,9 y 5,0 caballos de potencia al día por tonelada (HPD/T)). Una tonelada es una tonelada métrica (2204,6 libras).

La composición de suministro de fibra se transporta a una bomba 14 de ventilador en la que la suspensión se diluye con agua hasta una consistencia deseada que oscila de aproximadamente el 0,05% al 0,3% en peso dependiendo del tipo de tecnología de formación de papel usada, para formar una composición de suministro de fibra. Cuando la composición de suministro de fibra está suficientemente mezclada y diluida, se transporta a una caja de alimentación 16 para su suministro a una línea de formación de tela en una máquina de formación del tejido 18 por pulverización o de otra manera para formar un tejido o lámina. El tejido o lámina se pueden producir por cualquier máquina de papel en mojado convencional, incluyendo las que tienen secciones de formación seleccionadas del grupo que consiste en tela inclinada, de doble tela, tela de Fourdrinier plana y un aparato Rotoformer. El agua se elimina del tejido o la lámina por ranuras de vacío colocadas a lo largo de la longitud de la línea de formación de la tela, de manera que el contenido de agua del tejido a medida que se extrae de la tela es de aproximadamente el 75% en peso, es decir, el contenido de sólidos es de aproximadamente el 25% en peso.

Después de que se forme el tejido a partir de la mezcla de fibras y se deshidrate, el tejido formado se transfiere a una sección de secado que puede incluir secadores de cilindro o un tambor perforado denominado secador de paso de aire (TAD) 20 para eliminar más agua, de manera que el contenido de sólidos sea de aproximadamente el 50% en peso. A continuación el tejido se transfiere a una serie de recipientes secadores (o cilindros de vapor) 22 dispuestos a modo de serpentín para el posterior secado del tejido hasta que el contenido de humedad sea de aproximadamente el 1-2% en peso. A continuación el tejido seco se enrolla en un carrete 24 para su almacenamiento o procesamiento adicional. Como alternativa, el tratamiento posterior se puede disponer en línea con la maquinaria de formación del tejido.

El carrete enrollado 24 de tejido seco se puede transportar entonces a una línea separada para su procesamiento posterior, como se muestra en la Fig. 1. El tejido se desenrolla del carrete 24 y se transfiere a un saturador 26 donde se aplica una formulación de aglutinante de resina a ambos lados del tejido. Se puede usar una prensa de encolado de saturación u otros medios convencionales para aplicar la formulación de resina, tales como aparatos de revestimiento de cortina, torre de laca dosificada, soldadores de espuma, rodillos de grabado, inmersión y línea de contacto, rodillos de transferencia manipulados, aparatos de revestimiento de barra, y aparatos de revestimiento por pulverización. En general, la prensa de encolado o aparato de revestimiento crearán una presión hidráulica que presiona la formulación de resina contra la tela.

Las formulaciones de resina preferidas incluyen un aglutinante de resina fenólica con un agente de reticulación, tal como un resol fenólico soluble en metanol o formaldehído de melamina metilada, disperso en un vehículo de metanol u otro tipo de líquido disolvente o dispersante. La formulación de resina puede incluir una pequeña cantidad de agua, pero no como vehículo. La formulación de resina tiene un contenido de sólidos de aproximadamente el 18% en peso, pero también son adecuadas las formulaciones de resina que tienen contenidos de sólidos entre el 12% en peso y el 30% en peso para conseguir las propiedades deseadas. Se pueden añadir retardantes de llama, tales como fósforo, nitrógeno, y compuestos de halógeno, o sus combinaciones, a la formulación de resina, si se desean propiedades retardantes de llama y/o ignífugas. Si se desean propiedades de repelencia también se pueden añadir a la formulación de resina compuestos repelentes al agua, tales como fluorocarbonos y cera.

La formulación de resina se puede aplicar como un complemento al tejido en una cantidad igual a aproximadamente 9-15 gramos por metro cuadrado. En los ejemplos de realización descritos a continuación, se aplicaron aproximadamente 12 gramos por metro cuadrado de resina. La resina se debe aplicar en una cantidad que permita que los medios finales tengan un contenido de resina de aproximadamente el 8% en peso al 30% en peso, preferiblemente del 13% en peso al 19% en peso del peso de los medios. El peso base total de los tejidos en esta divulgación, que incluyen la formulación del aglutinante de resina, será de aproximadamente 50-80 g/m² (31 a 49 libras/3000 ft²), después del curado

El tejido saturado se transporta a una sección 28 de presecado caliente aproximadamente de 88-104 °C (190 °F a 220 °F) para eliminar el vehículo de resina y reducir el contenido de humedad del tejido hasta aproximadamente 0,7% en peso al 1,5% en peso. La sección de pre-secado puede consistir en recipientes de vapor, un secador de paso de aire, un horno de flotación, u otros tipos de secadores conocidos.

El tejido se transporta a una estación 30 de curado, donde la resina se lleva a un estado de curado deseado que no está totalmente curado (es decir, curado parcial), de manera que el tejido presenta una relación de Mullen en mojado de entre el 20% y el 90%, preferiblemente entre el 30% y el 80%, más preferiblemente entre el 60% y el 80%, más preferiblemente del 70% (es decir, la relación de Mullen en mojado se usa para medir la cantidad deseada de curado). Esto permite que un fabricante de elementos filtrantes procese los medios adicionalmente sin agrietar ni desgarrar los medios, y completar el curado si es necesario. El curado se puede realizar en un horno de aire forzado, u otros tipos de dispositivos de calentamiento, de tal manera que la temperatura del tejido a medida que sale de la estación 30 de curado es de entre 149-177 °C (300 °F y 350 °F), preferiblemente de 152-168 °C (305 °F a 335 °F). Los tiempos de curado típicos para conseguir la relación de Mullen en mojado deseada en un medio como se describe anteriormente se encuentran entre aproximadamente 6 y 10 segundos, y preferiblemente es de 7-8 segundos. Si el medio se cura en exceso, pierde su flexibilidad, se vuelve frágil y es propenso a fracturarse durante la producción de los medios. El curado en exceso también puede provocar la fractura de los medios en los subsiguientes procesos de conversión, tales como plegado, estriado, o plisado durante la fabricación de un elemento filtrante. La cantidad deseada de curado en los intervalos descritos en el presente documento da lugar a que los medios tengan una buena flexibilidad y una resistencia a la tracción adecuada para el procesamiento durante su producción y uso, y adecuada también para la propiedad de retención de la forma de los medios en el elemento filtrante. Los objetivos de la tracción en mojado en DT preferiblemente deben estar en el intervalo de 1,3-1,6 kN/m (7,3-9,1 lb/pulg).

Después de que el tejido se seque y se cure al estado de curado deseado, el tejido se enfría con los recipientes 32 de enfriamiento refrigerados u otros medios de enfriamiento adecuados, para detener la reacción de la resina. El tejido se rehidrata entonces en una estación 34 de pulverización de agua fina para estabilizar la estructura del tejido y mejorar su procesamiento posterior, de manera que el contenido de humedad del tejido acabado sea inferior al 5% (3 gramos/metro cuadrado). También se pueden usar otros medios de re-hidratación del tejido. Entonces, el tejido se puede enrollar en un carrete seco o devanadera 36.

ES 2 592 413 T3

El empleo de la mezcla de fibras y de los parámetros de procesamiento descritos anteriormente permite el ajuste de los medios de filtración a la relación de curado de Mullen en mojado deseada al tiempo que conserva las propiedades deseadas para aplicaciones de filtración, incluyendo la provisión de un medio fino y ligero con unas buenas propiedades de resistencia al desgarro y de permeabilidad al aire, propiedades de filtración de aire de alta capacidad, y que es flexible, pero lo suficientemente fuerte como para retener una estructura estriada u otro tipo de estructura cuando se enrolla en un rollo. La Tabla I muestra la composición y las propiedades físicas de 4 ejemplos de medios de filtración producidos de acuerdo con la divulgación anterior (muestras 1A-C y 2) que muestran la relación de Mullen en mojado deseada cuando no se requiere tratamiento adicional para el plisado o estriado oportuno, y 3 ejemplos de medios de filtración que presentan una relación de Mullen en mojado donde se puede requerir un tratamiento adicional dependiendo de las propiedades deseadas del producto final.

Tabla I

Composiciones de suministro de fibra (% en peso del suministro)							
Muestra	1A	1B	1C	2	3	4	5
Pulpa de madera dura	30	30	30	30	30	30	30
Pulpa de madera blanda	60	60	60	60	70	70	60
Poliéster	10	10	10	10	0	0	10
Complemento de resina (% en peso del peso de medio acabado)							
Fenólica	19,43	16,83	11,43	13,65	16,11	15,72	15,64
Propiedades físicas							
Peso base (SD) (libras/3000 pies ²)	43,08	42,6	39,4	40,64	41,71	41,41	41,5
Peso base (SDC) (libras/3000 pies ²)	39,98	38,4	35,72	38,7	39,73	39,52	39,76
Calibre (milésimas de pulgada)	11,34	10,88	9,98	10,24	10,09	10,15	9,92
Densidad (SD) (lb/pies ³)	15,20	15,66	15,79	15,88	16,54	16,32	16,73
Densidad (SDC) (lb/pies ³)	14,10	14,12	14,32	15,12	15,75	15,57	16,03
Relación de Mullen en mojado (% de curado)	67,85	73,11	75,46	61,23	40,98	40	31,06
Perm al aire (cfm/sf)	28	32	28,2	29,5	28,6	28,4	27,1
Resistencia al desgarro en DM (g)	68	73	80		84	80	80
Resistencia al desgarro en DT (g)	88	85	96		80	80	96
Rigidez - Gurley (SD) (mg)	600	800	533		450	450	400
Rigidez/densidad (cm ³)	2,464	3,189	2,107		1,698	1,721	1,493
Media de poros de flujo (µm)	13,9	16,8	14,5	16,9	13,3	13,8	14
Composiciones de suministro de fibra (% en peso del suministro)							
Muestra	1A	1B	1C	2	3	4	5
Pulpa de madera dura	30	30	30	30	30	30	30
Pulpa de madera blanda	60	60	60	60	70	70	60
Poliéster	10	10	10	10	0	0	10
Complemento de resina (% en peso del peso de medio acabado)							
Fenólica	19,43	19,43	11,43	13,65	16,11	15,72	15,64
Propiedades físicas							
Peso base (SD) g/m ²	70,11	69,33	64,12	66,14	67,88	67,39	67,54
Peso base (SDC) g/m ²	65,07	62,50	58,13	62,98	64,66	64,32	64,71
Calibre (mm)	0,288	0,276	0,253	0,260	0,256	0,258	0,252
Densidad (SD) (kg/m ³)	243,48	250,85	252,93	254,37	264,95	261,42	267,99
Densidad (SDC) (kg/m ³)	225,86	226,18	229,38	242,20	252,29	247,41	256,78
Relación de Mullen en mojado (% de curado)	67,85	73,11	75,46	61,23	40,98	40	31,06
Perm al aire ((l/m ² s)	142	163	143	150	145	144	138
Resistencia al desgarro en DM (g)	68	73	80		84	80	80
Resistencia al desgarro en DT (g)	88	85	96		80	80	96
Rigidez - Gurley (SD) (mg)	600	800	533		450	450	400
Rigidez/densidad (cm ³)	2,464	3,189	2,107		1,698	1,721	1,493
Media de poros de flujo (µm)	13,9	16,8	14,5	16,9	13,3	13,8	14

Las propiedades físicas indicadas en la Tabla I se midieron usando los métodos de ensayo descritos anteriormente. El término “SD” en la Tabla I se refiere a los medios de filtración después de que se saturan y se sequeen al nivel de curado deseado (es decir, parcialmente curado). El término “SDC” se refiere a los medios de filtración después de que se hayan curado totalmente por calentamiento de un horno durante 5 minutos a una temperatura de 177 °C (350 °F).

5 Como se muestra en la Tabla I, los medios de filtración producidos de acuerdo con la presente divulgación se prepararon para que tuviesen una relación de Mullen en mojado deseada en el intervalo del 60% al 80% (es decir, el estado de curado deseado), sin sacrificar ninguna de las propiedades de filtración o resistencia de los medios. Las relaciones de Mullen en mojado de las muestras 3-5 estaban por debajo del estado de curado deseado y produjo que la rigidez de los medios
10 fuese tan baja que requiere su transformación antes del procesamiento y uso en aplicaciones de medios estriados.

La relación de rigidez de los medios (mg) a densidad (lb/pies³) (kg/m³) es otra indicación de la flexibilidad conseguida por los medios de filtración descritos que tienen una relación Mullen en el intervalo del 60% al 80% que
15 permite ser lo suficientemente flexible para procesar en aplicaciones de medios estriados pero lo suficientemente fuertes para mantener una estructura estriada y permitir otros procesos. Se calculó la relación de rigidez a densidad de los medios parcialmente curados (SD) y se divide por un factor de 15,4 para simplificar a las unidades SI de cm³. La rigidez de los medios tal como se forman/parcialmente curados (SD = saturados y secos) se determina por su
20 resistencia a la flexión de acuerdo con la Norma modificada TAPPI T 543 om-05 (“Bending resistance of paper (Gurley-type tester)”). Se cortaron muestras de 88,9 mm (3,5 pulg) en dirección de la máquina por 50,8 mm (2 pulg) en dirección transversal, y a continuación se sujeta en el medidor de rigidez de Gurley (Modelo N.º 4171 E) y se analiza usando un peso de 25 g que se encuentra a 101,6 mm (4 pulg) desde el pivote central. Los datos presentados son las medias de tres muestras. La densidad se calculó dividiendo el peso base por el calibre y
25 multiplicando por 4. Como se muestra en la Tabla I, las muestras 1A-1C y 2, con relaciones de Mullen en mojado en el intervalo deseado, tienen mayores relaciones de rigidez a densidad que las muestras con relaciones de Mullen en mojado por debajo del intervalo deseado, que requeriría su posterior procesamiento para la aplicación de plisado.

REIVINDICACIONES

1. Un método de fabricación de un medio de filtración, que comprende las etapas de:
 - 5 a) formar una composición de suministro de fibra que tiene una composición de fibra del 80-100% en peso de fibras de celulosa y del 0-20% en peso de fibras sintéticas, comprendiendo las fibras de celulosa al menos el 50% en peso de pulpa de madera blanda ondulada de un tipo que, cuando se conforma en una lámina de prueba de 98 g/m² (60 libras por 3000 pies cuadrados) con un calibre de 0,41-0,66 mm (16-26 milésimas de pulgada), la lámina de prueba tiene una permeabilidad al aire de 508-889 l/m²s (100-175 cfm);
 - 10 b) diluir la composición de suministro de fibra,
 - c) formar un tejido de fibra en una máquina de papel a partir de la composición de suministro de fibra;
 - d) secar el tejido húmedo para formar una lámina seca;
 - e) aplicar un aglutinante de resina a la lámina seca para formar una lámina saturada;
 - 15 f) pre-secar la lámina saturada; y
 - g) curar la resina en la lámina saturada para formar una lámina curada que tiene una relación de Mullen en mojado del 20% al 90%.
2. El método según la reivindicación 1, **caracterizado**, en la etapa c), **por** la aplicación de la composición de suministro de fibra sobre una máquina de papel para formar un tejido húmedo.
3. El método según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado**, en la etapa e), **por** la aplicación de aglutinante de resina a la lámina seca en la cantidad del 8% al 30%, preferiblemente del 13% al 19% en peso de la lámina seca para formar una lámina saturada.
- 25 4. El método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** las fibras de celulosa en la composición de suministro de fibra comprenden pulpa de madera dura en un intervalo del 0-50% en peso, preferiblemente del 20-50% en peso, del componente de celulosa de la mezcla de fibras en la composición de suministro.
- 30 5. El método según la reivindicación 1 o 4, **caracterizado por que** el aglutinante de resina es un aglutinante de resina fenólica con un agente de reticulación.
6. El método según la reivindicación 1, **caracterizado por que** la máquina de papel se selecciona del grupo que consiste en una tela inclinada, tela de Fourdrinier plana y un aparato Rotoformer para deshidratar la composición de suministro de fibra y para formar el tejido húmedo.
- 35 7. El método según la reivindicación 1, **caracterizado por que** las fibras sintéticas en la composición de suministro de fibra comprenden fibras de poliéster que tienen un denier de 1 a 3 y una longitud de 6,35-12,7 mm (¼ a ½ pulgada).
- 40 8. El método según la reivindicación 1, **caracterizado por** la etapa de abrasión mecánica de las fibras en la composición de suministro de fibra para inducir su fibrilación.
- 45 9. El método según la reivindicación 1, **caracterizado por** la dilución de la composición de suministro de fibra, en la etapa b), para que tenga un contenido de sólidos del 0,05% al 0,3%.
10. El método según la reivindicación 1, **caracterizado por** la deshidratación del tejido húmedo en la máquina de papel, en la etapa c), de manera que el tejido húmedo tenga un contenido de sólidos de aproximadamente el 25% a medida que sale de la máquina de papel.
- 50 11. El método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por** el secado del tejido húmedo de manera que la lámina seca tiene un contenido de humedad de aproximadamente el 1-2%.
- 55 12. El método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por** la aplicación de la resina a la lámina seca en una cantidad igual a aproximadamente 9-15 gramos por metro cuadrado.
13. El método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por** el secado de la lámina saturada para reducir el contenido de humedad en la lámina saturada a aproximadamente el 0,7% en peso al 1,5% en peso.
- 60 14. El método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por** el pre-secado de la lámina saturada a temperaturas que oscilan de aproximadamente 88-104 °C (190 °F a 220 °F).

ES 2 592 413 T3

15. El método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado**, en la etapa g), **por** el calentamiento de la lámina saturada durante aproximadamente 6 a 10 segundos, de manera que la lámina de curado tiene una temperatura de entre 149-177 °C (300 °F y 350 °F).
- 5 16. El método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por** el enfriamiento de la lámina curada para detener la reacción de la resina.
17. El método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por** la rehidratación de la lámina curada para que tenga un contenido de humedad inferior al 5% en peso.
- 10 18. El método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** las fibras de celulosa en la composición de suministro de fibra comprenden el 0-50% en peso, preferiblemente el 20-50% en peso de pulpa de madera dura, las fibras sintéticas en la composición de suministro de fibra comprenden fibras de poliéster que tienen un denier de 1 a 3 y una longitud de 6,35-12,7 mm (¼ a ½ pulgada) y el aglutinante de resina es un aglutinante de resina fenólica con un agente de reticulación.
- 15 19. El método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por** la aplicación del aglutinante de resina al tejido de fibra en una cantidad igual a aproximadamente 9-15 gramos por metro cuadrado y el curado del tejido de tal manera que la lámina de curado tiene una temperatura entre 149-177 °C (300 °F y 350 °F).
- 20 20. El método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por** el refinado de la composición de suministro de fibra para inducir la fibrilación de las fibras en la composición de suministro de fibra y reducir el calibre del tejido de fibra.
- 25 21. El método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la lámina curada se cura para que tenga una relación de Mullen en mojado del 60 al 80%.
- 30 22. El método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el calibre de los medios de filtración es de aproximadamente 0,15-0,38 mm (6 a 15 milésimas de pulgada).

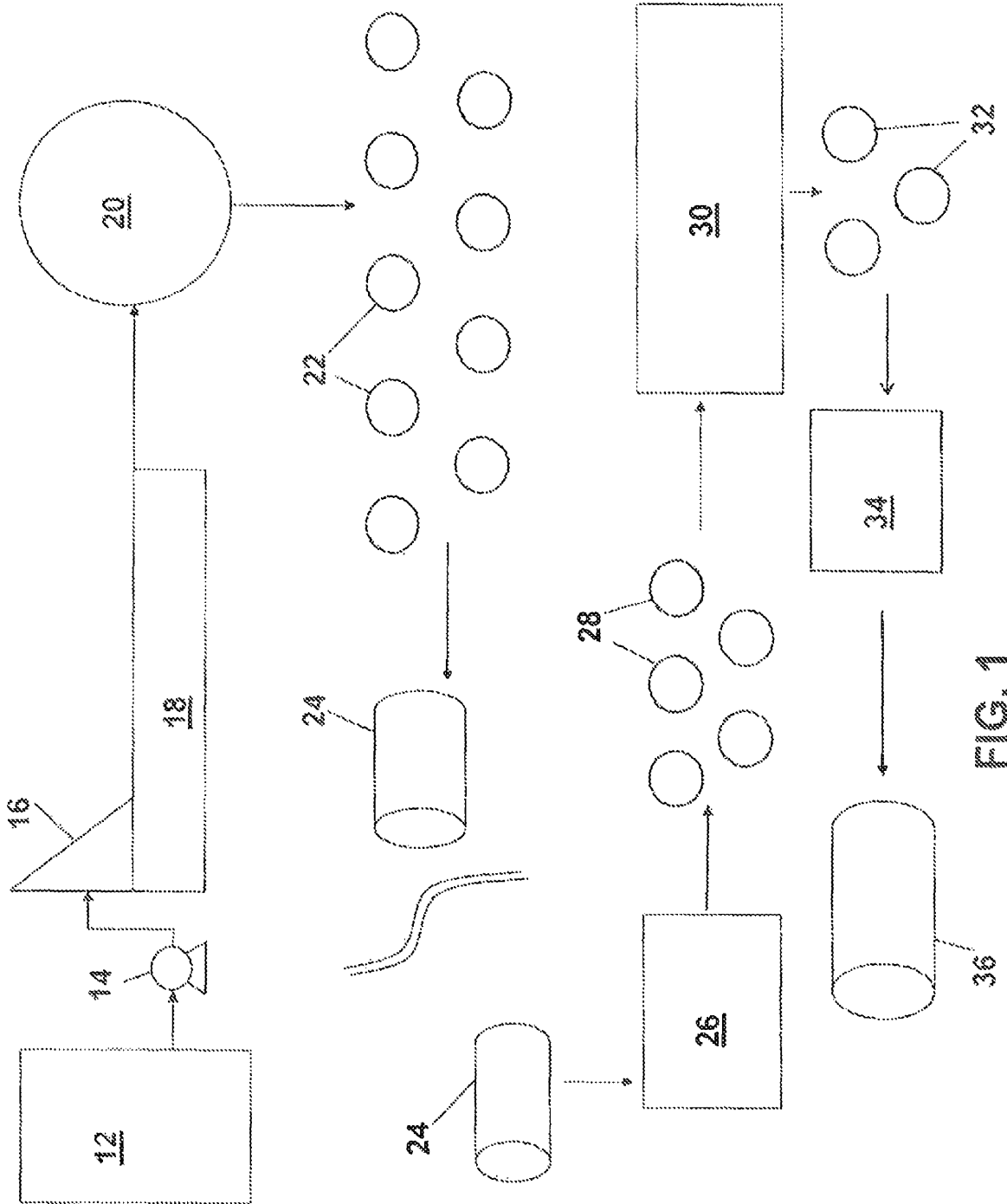


FIG. 1