

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 973 015**

51 Int. Cl.:

D02G 3/08 (2006.01)

D02G 3/04 (2006.01)

D02G 3/36 (2006.01)

D21F 11/16 (2006.01)

D21F 1/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.04.2016** **PCT/FI2016/050269**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.11.2016** **WO16174307**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.04.2016** **E 16786019 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.01.2024** **EP 3289127**

54 Título: **Método químico y sistema para la fabricación de hilo fibroso**

30 Prioridad:

28.04.2015 US 201562153656 P

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

18.06.2024

73 Titular/es:

SPINNOVA OYJ (100.0%)

Palokärjentie 2-4

40320 Jyväskylä, FI

72 Inventor/es:

LIUKKONEN, JOHANNA;

HAAVISTO, SANNA;

SELENIUS, PASI;

SALMELA, JUHA y

PORANEN, JANNE

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 973 015 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 químico y sistema para la fabricación de hilo fibroso

5 Campo de la descripción

La invención se refiere a un método y un sistema para la fabricación de hilo fibroso, especialmente a partir de fibras naturales. Además, la invención se refiere a un hilo fibroso obtenible mediante dicho método, así como a usos de dicho hilo fibroso.

10

Antecedentes de la descripción

En la técnica se conocen muchos tipos diferentes de hilos hechos de fibras naturales. Un ejemplo bien conocido es el hilo de papel, que se fabrica tradicionalmente a partir de hojas de papel. Típicamente, los hilos de papel se fabrican a partir de papel cortando primero el papel en tiras estrechas. Estas tiras luego se tuercen para producir un filamento de hilo de papel. Estos filamentos se enrollan en bobinas grandes y se someten a un proceso posterior para obtener diferentes propiedades finales. Después de esto, los hilos se hilan en carretes más pequeños y finalmente se secan en una unidad de secado especial.

15

20

El hilo de papel tiene aplicaciones limitadas debido a deficiencias en sus propiedades, como una resistencia limitada, un grosor inadecuado, una estructura en capas o plegada, y, además, el método de fabricación es ineficiente.

25

En la fabricación de hilo de papel, la boquilla de extrusión en húmedo juega un papel clave en la orientación de las fibras y en la reticulación de las fibras. Sin embargo, para lograr la máxima resistencia posible del hilo, las fibras deben estar bien torcidas. Además, para mejorar la unión interna de las fibras, las fibras deben estar unidas entre sí. Las soluciones previamente conocidas proporcionan una boquilla con un diámetro menor que la longitud promedio de la fibra, lo cual proporciona un límite superior para el diámetro del hilo alcanzable. Un sistema y método de este tipo ha sido descrito en la publicación WO número 2013/034814.

30

En esta publicación WO '814 se describe un sistema y un método para fabricar un hilo fibroso. El método y sistema consiste en proporcionar una suspensión acuosa que comprende fibras y un modificador reológico. La suspensión proporcionada se pasa a través de una boquilla y luego se deshidrata mediante el uso de un sistema de deshidratación.

35

El sistema de deshidratación descrito en el proceso, sin embargo, generaba tensiones excesivas en el hilo de papel. Estas tensiones indebidas con mayor frecuencia resultan en la rotura del hilo durante los procesos de torsión y deshidratación.

40

Otro documento, la patente concedida de Estados Unidos 8,945,453, describe un método para producir fibra de politetrafluoroetileno. El documento de la patente '453 describe una estructura de boquilla adaptada para producir una fibra de politetrafluoroetileno a partir de una suspensión acuosa. Sin embargo, el documento de la patente '453 no proporciona ninguna solución para mejorar la resistencia del hilo fibroso natural de manera que se pueda evitar la rotura del hilo durante el proceso de deshidratación.

45

En consecuencia, es necesario controlar la resistencia del hilo para evitar la rotura del hilo durante los procesos de torsión y deshidratación. Además, existe la necesidad de un dispositivo y un método para suministrar con éxito el hilo de fibra a la sección de deshidratación o secado del proceso.

50

Además, es necesario usar el conocimiento sobre la estructura y dinámica de los materiales y sus reacciones para permitir la producción continua de hilo fibroso en dichos procesos. Además, se debe encontrar un control preciso de las condiciones operativas (condiciones físicas: temperatura, presión, velocidad, tiempo de residencia; condiciones químicas: pH, concentraciones).

55

El documento US2005022956 describe una composición acuosa de un aglutinante formador de película para el encolado y fortalecimiento de superficies de papel y otros productos celulósicos. La composición puede ser una mezcla que además comprende un polímero aniónico y un polímero catiónico.

60

El documento WO2013070884 se ocupa de formulaciones para añadir volumen al papel de hoja mediante el uso de agentes disgregantes. Se pueden producir hojas de papel con mayor calibre mediante el uso de disgregantes que separan las fibras de celulosa durante su procesamiento y evitan su consolidación durante el proceso de secado.

Resumen

65

Por tanto, los aspectos de la invención se dirigen a un método y sistema para fabricar un hilo fibroso. Inicialmente se prepara una suspensión acuosa que contiene fibras y al menos un modificador de la reología. La suspensión acuosa mencionada se dirige a través de al menos una boquilla y en la salida de la boquilla sale un producto de hilo fibroso

acuoso. En la salida de la boquilla, el mencionado producto de hilo fibroso acuoso se fusiona con un hidrogel. Específicamente, el mencionado hidrogel recubre superficie del producto de hilo fibroso acuoso mencionado. Finalmente, el mencionado producto de hilo fibroso acuoso se somete a un proceso de deshidratación.

- 5 Es un objeto de la presente invención proporcionar un método y sistema para fabricar un hilo fibroso. El hilo fibroso así producido se estira y tuerce simultáneamente mientras la suspensión acuosa fluye a través de la salida de la boquilla para formar un producto de hilo fibroso acuoso.
- 10 Aspectos de la presente invención proporcionan un método y sistema para fabricar un hilo fibroso, en donde la suspensión acuosa en la salida de la boquilla se fusiona con un flujo anular de un hidrogel de alginato de metal. El hidrogel de alginato de metal mencionado está adaptado para reticular el producto acuoso de hilo fibroso. El hidrogel de alginato de metal mencionado se prepara mediante la adición de cationes metálicos bivalentes a una solución de alginato.
- 15 Aspectos de la presente invención proporcionan un método y sistema para fabricar un hilo fibroso, en donde el hilo fibroso se obtiene a través de una pluralidad de canales de flujo anulares. La pluralidad de canales de flujo anulares, tal como se hace referencia en la presente descripción, incluye un canal de flujo anular más interno, un canal de flujo anular más externo y un canal de flujo anular intermedio entre el canal de flujo anular más interno y el canal de flujo anular más externo. El canal de flujo anular más interno está adaptado para alojar la suspensión de fibras y el modificador de la reología. El canal de flujo anular más externo está adaptado para alojar el hidrogel de alginato de metal. El canal de flujo anular intercalado está adaptado para alojar los aditivos que mejoran las propiedades del hilo.
- 20 Aspectos de la presente invención pueden proporcionar un método y sistema para fabricar un hilo fibroso, en donde el hilo fibroso se presiona mecánicamente desde al menos dos lados opuestos con una pluralidad de placas flotantes sobre una base deformable. En una modalidad, se permite que la suspensión acuosa gire alrededor del eje de flujo principal de la al menos una boquilla mediante la alimentación de la suspensión acuosa a la al menos una boquilla de manera asimétrica desde el lado de la dicha al menos una boquilla.
- 25 En otra modalidad, se permite que la suspensión acuosa gire alrededor del eje de flujo principal de la al menos una boquilla mediante la creación, rotación y aceleración de un flujo de la suspensión acuosa, donde todas las fibras se alinean bien con dicho flujo al girar alrededor del eje de flujo principal.
- 30 En otra modalidad, se permite que la suspensión acuosa gire alrededor del eje de flujo principal de la al menos una boquilla mediante la creación de un flujo giratorio mediante el uso de una pluralidad de canales de flujo acanalados.
- 35 En otra modalidad, se permite que la suspensión acuosa gire alrededor del eje de flujo principal de la al menos una boquilla mediante la creación de un flujo giratorio mediante el uso de una pluralidad de canales de flujo curvados. Los canales de flujo curvados pueden comprender canales de flujo curvados en noventa grados.
- 40 Además, y en referencia a lo anteriormente mencionado, las modalidades de la invención comprenden la suspensión acuosa que tiene fibras y se permite que al menos un modificador de la reología gire alrededor del eje de flujo principal de la boquilla. Tal giro de la suspensión acuosa alrededor del eje de flujo principal de la boquilla se completa mediante la alimentación de la suspensión acuosa de manera asimétrica desde el lado de la boquilla.
- 45 Además, también se añaden aditivos que mejoran las propiedades del hilo a la suspensión acuosa. Además, un hidrogel de alginato de metal se fusiona con el flujo de la suspensión acuosa en la salida de la boquilla. Además, la suspensión acuosa en la salida de la boquilla se estira y se tuerce y luego se somete a un proceso de prensado y deshidratación.
- 50 Una formación de hidrogel personalizada proporciona muchas ventajas. El hidrogel permite el suministro exitoso del hilo de fibra a la sección de secado y protege el hilo formado de la rotura durante la torsión y deshidratación. Además de las fibras, también se pueden incorporar otros materiales que mejoren las propiedades del hilo, en la matriz de hidrogel.
- 55 Particularmente, la facilidad de fabricación del hilo fibroso, la posibilidad de diseñar las propiedades del hilo de acuerdo con el uso previsto, la huella de agua reducida y la biodegradabilidad son algunos ejemplos de los beneficios deseados logrados por la presente invención.
- 60 Para una mejor comprensión de la presente descripción, sus ventajas operativas y el objetivo específico alcanzado mediante su uso, se debe hacer referencia al material descriptivo adjunto en el que se ilustran modalidades ilustrativas de la presente invención.
- Descripción de los dibujos
- 65 Los ejemplos y características de la presente invención se comprenderán mejor con referencia a la siguiente descripción detallada tomada junto con los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 ilustra un diagrama de flujo para preparar un hidrogel de alginato de metal de reticulación, de acuerdo con diversas modalidades de la presente invención;

5 La Figura 2 ilustra un diagrama de bloques de la boquilla y el uso de un hidrogel de alginato de metal de reticulación junto con la suspensión fibrosa, de acuerdo con varias modalidades de la presente invención;

La Figura 3 ilustra un diagrama de flujo para el método de selección de diversas materias primas, de acuerdo con diversas modalidades de la presente invención;

10 La Figura 4 ilustra un diagrama de bloques del sistema para producir un hilo fibroso a partir de diversas materias primas, de acuerdo con varias modalidades de la presente invención;

La Figura 5 ilustra un aparato de deshidratación; y

15 La Figura 6 ilustra un diagrama de flujo relacionado con el método de la máquina completa de producción de hilos, de acuerdo con varias modalidades de la presente invención.

Los números de referencia similares se refieren a partes similares en toda la descripción de varias vistas del dibujo.

20 Descripción de la invención

A menos que se especifique de cualquier otra manera, los términos usados en la descripción y las reivindicaciones tienen los significados comúnmente usados en el campo de la fabricación de papel y pulpa, así como en el campo de la fabricación de hilos. Específicamente, los siguientes términos tienen los siguientes significados indicados a continuación.

Los términos "un" y "una" en la presente descripción no denotan una limitación de cantidad, sino que denotan la presencia de al menos uno del elemento referenciado.

30 Los términos "que tiene", "que comprende", "que incluye" y sus variaciones significan la presencia de un componente.

El término "fibra" se refiere aquí a material fibroso crudo producido tanto de forma natural como artificial.

35 El término "hilo" se refiere aquí a cinta, hilo, cuerda, filamento, alambre, cadena, cuerda y hebra.

El término "modificador de la reología" se entiende aquí como un compuesto o agente capaz de modificar la viscosidad, el límite de fluencia y la tixotropía de la suspensión.

40 Se debe señalar que el término "longitud de fibra ponderada por longitud máxima de las fibras", tal como se menciona en la presente descripción a continuación, significa la longitud de fibra ponderada por longitud donde el 90 por ciento de las fibras son más cortas o iguales a esta longitud, en donde la longitud de fibra puede medirse con cualquier método adecuado usado en la técnica.

45 El término "agente de reticulación" se entiende aquí como un compuesto o agente, como un polímero, capaz de reticularse consigo mismo como fibra en la suspensión. Esto típicamente ocurre en la fase de solución acuosa y conduce a la formación de un gel.

50 El término "hidrogel" se entiende aquí como una composición similar a un gel que tiene una pluralidad de partículas sólidas suspendidas en una fase líquida.

El término "suspensión acuosa" en la presente invención se entiende como cualquier suspensión que incluye agua y fibras provenientes de cualquier y al menos una fuente de materia prima vegetal, o fibra sintética. La fuente de materia prima vegetal incluye pulpa de celulosa, pulpa refinada, pulpa de papel reciclado, turba, pulpa de frutas o pulpa de plantas anuales. Las fibras pueden aislarse de cualquier material que contenga celulosa mediante el uso de procesos de pulpa química, mecánica, termomecánica o química-termomecánica. Las fibras sintéticas pueden comprender poliéster, nailon u otros materiales similares.

60 El término "celulosa microfibrilada", "celulosa nanofibrilar" y/o "celulosa nanofibrilada" usado a continuación se refiere a una colección de microfibrillas de celulosa aisladas o conjuntos de microfibrillas derivadas de materia prima de celulosa. Las microfibrillas típicamente tienen una relación de aspecto alta: la longitud puede superar un micrómetro mientras que el diámetro promedio en número típicamente es inferior a 200 nm. El diámetro de los conjuntos de microfibrillas también puede ser mayor, pero generalmente es menor que 1 µm.

65 Las microfibrillas más pequeñas son similares a las llamadas fibrillas elementales, que típicamente tienen un

diámetro de 2- 12 nm. Las dimensiones de las fibrillas o conjuntos de fibrillas dependen de la materia prima y del método de desintegración.

La celulosa nanofibrilar también puede contener algunas hemicelulosas; la cantidad depende de la fuente vegetal. La desintegración mecánica de la celulosa microfibrilar a partir de materia prima de celulosa, pulpa de celulosa o pulpa refinada se lleva a cabo con equipos adecuados como un refinador, molinillo, homogeneizador, formador de coloide, molinillo de fricción, sonificador de ultrasonidos, fluidizador tal como microfluidizador, macrofluidizador o homogeneizador tipo fluidizador. En este caso, la celulosa nanofibrilar se obtiene mediante la desintegración de material de celulosa vegetal y puede llamarse "celulosa nanofibrilada".

"La celulosa nanofibrilar" también puede aislarse directamente de ciertos procesos de fermentación. El microorganismo productor de celulosa de la presente invención puede ser del género *Acetobacter*, *Agrobacterium*, *Rhizobium*, *Pseudomonas* o *Alcaligenes*, preferentemente del género *Acetobacter* y con mayor preferencia de la especie *Acetobacter xylinum* o *Acetobacter pasteurianus*.

"La celulosa nanofibrilar" también puede ser cualquier derivado químico o físicamente modificado de nanofibrillas o conjuntos de nanofibrillas de celulosa. La modificación química podría basarse, por ejemplo, en la carboximetilación, oxidación, esterificación o reacción de eterificación de las moléculas de celulosa. La modificación también puede realizarse mediante la adsorción física de sustancias aniónicas, catiónicas o no iónicas, o cualquier combinación de estas, en la superficie de la celulosa. La modificación descrita puede llevarse a cabo antes, después o durante la producción de celulosa microfibrilar.

La celulosa nanofibrilada puede fabricarse de celulosa que se ha premodificado químicamente para hacerla más lábil. El material de partida de este tipo de celulosa nanofibrilada es pulpa de celulosa lábil o materia prima de celulosa, que resulta de ciertas modificaciones de la materia prima de celulosa o pulpa de celulosa. Por ejemplo, la oxidación mediada por N-óxido (por ejemplo, N-óxido de 2,2,6,6-tetrametil-1-piperidina) conduce a un material de celulosa muy lábil, que es fácil de desintegrar en celulosa microfibrilar. Por ejemplo, las solicitudes de patente WO 09/084566 y JP 20070340371 describen tales modificaciones. La celulosa nanofibrilada fabricada mediante este tipo de premodificación o "labilización" se denomina "NFC-L" abreviadamente, en contraste con la celulosa nanofibrilada que se fabrica de celulosa no labilizada o "normal", NFC-N.

La celulosa nanofibrilada se fabrica preferentemente a partir de material vegetal donde las nanofibrillas pueden obtenerse de las paredes celulares secundarias. Una fuente abundante son las fibras de madera. La celulosa nanofibrilada se fabrica mediante la homogeneización de material fibroso derivado de la madera, que puede ser pulpa química. Cuando se fabrica NFC-L a partir de fibras de madera, la celulosa se labiliza mediante oxidación antes de la desintegración en nanofibrillas. La desintegración en algunos de los equipos mencionados anteriormente produce nanofibrillas que tienen un diámetro de solo algunos nanómetros, que como máximo es de 50 nm y proporciona una dispersión clara en agua. Las nanofibrillas pueden reducirse en tamaño hasta que el diámetro de la mayoría de las fibrillas esté en el intervalo de solo 2-20 nm. Las fibrillas que se originan en las paredes celulares secundarias son esencialmente cristalinas con un grado de cristalinidad de al menos el 55 %.

Las modalidades de la presente invención proporcionan una suspensión de solución acuosa mediante la mezcla de material fibroso crudo con aditivos y luego la adición de espuma en dicha mezcla. Posteriormente, la suspensión acuosa de solución mencionada se administra desde el lado de una boquilla y la suspensión acuosa de solución comienza a girar alrededor de un eje de flujo principal de la boquilla. Debido a la fuerza gravitacional, un producto de hilo fibroso acuoso sale de una salida de la boquilla. También se puede usar presión de fluido para expulsar el hilo de gel fibroso desde la boquilla en algunas modalidades. Además, también se puede usar un alambre para estirar el hilo desde la boquilla, en donde la diferencia de velocidad entre el hilo de gel y el alambre a veces se usa para inducir la salida del hilo de gel desde la boquilla. En la salida de la boquilla, la suspensión acuosa de hilo fibroso mencionada se mezcla con un agente de reticulación y como resultado de la reacción de reticulación se crea un hidrogel de alginato de metal. Específicamente, el hidrogel de alginato de metal mencionado recubre la superficie del producto de hilo fibroso acuoso mencionado.

Posteriormente, el producto de hilo fibroso acuoso recubierto con el hidrogel de alginato de metal se somete a un proceso de torsión, secado y deshidratación. El secado puede incluir métodos basados en vacío, prensado mecánico y/o secado térmico. La deshidratación puede llevarse a cabo mediante métodos que usan vacío, prensado mecánico, convección, conducción o radiación de calor, mediante cualquier medio de calentamiento adecuado como flujo de aire caliente, infrarrojos o contacto con una superficie caliente.

En una modalidad, el hilo fibroso se deshidrata mediante el uso del método de prensado mecánico. El método de prensado mecánico propuesto por la presente invención incluye una pluralidad de placas flotantes sobre una base deformable. La pluralidad de placas flotantes sobre la base deformable está adaptada para deshidratar el hilo fibroso sin causar ningún desgaste al producto de hilo final. Cuando el hilo fibroso pasa a través de estas pluralidades de placas flotantes, solo se aplica la presión necesaria para deshidratar el hilo fibroso. En consecuencia, el uso de una presión mínima durante el proceso de deshidratación es útil para producir un producto de hilo con un grosor adecuado y una estructura uniforme. Después del proceso de deshidratación, el hilo se seca y se obtiene el producto

de hilo seco.

Las Figuras 1-6 describen los aspectos novedosos e inventivos relacionados con el método, sistema y el hilo de la presente invención. Los aspectos novedosos e inventivos, tal como se ilustran en los dibujos, pueden leerse junto con las reivindicaciones de la presente invención.

La Figura 1 proporciona una modalidad adecuada para preparar el hidrogel de alginato de metal de la presente invención. En primer lugar, el alginato se obtiene de forma natural a partir de los polisacáridos de las algas pardas, según la etapa 102. Entonces se forma una solución de alginato extraído naturalmente según la etapa 104. A continuación, el hidrogel de alginato de metal se forma mediante la adición de cationes metálicos bivalentes a dicha solución de alginato según la etapa 106. Además, se añade un aditivo que mejora las propiedades del hilo a dicho hidrogel de alginato de metal según la etapa 108. Además, las propiedades de dicho hidrogel de alginato de metal se ajustan según los requisitos del producto de hilo según la etapa 110. Finalmente, en la salida de la boquilla, el hilo fibroso se recubre con un hidrogel de alginato de metal según la etapa 112.

El recubrimiento de hidrogel de alginato de metal adaptado sobre la superficie del hilo fibroso mencionado permitirá el suministro exitoso del hilo fibroso a la sección de secado y protegerá el hilo fibroso de roturas durante el proceso de torsión y deshidratación. Además de las fibras, también se pueden encontrar otros materiales que mejoran las propiedades del hilo fibroso en la matriz de hidrogel de alginato de metal. Finalmente, el mencionado producto de hilo fibroso acuoso se somete a un proceso de torsión, secado y deshidratación.

Específicamente, el recubrimiento del hidrogel de alginato de metal sobre la superficie del producto de hilo fibroso acuoso proporciona un medio de reticulación de las fibras. En consecuencia, esta reticulación de fibras proporciona un producto de hilo fibroso con una resistencia y elasticidad mejoradas, lo que permite evitar la rotura del hilo durante los procesos de torsión y deshidratación.

Preferentemente, el hidrogel de alginato de metal según se proporciona en la presente descripción incluye alginato derivado naturalmente de polisacáridos de algas pardas y luego se forma una solución acuosa de dicho alginato. La estructura del alginato es un polisacárido no ramificado que consiste en ácido manurónico (M) y ácido gulurónico (G). Cuando se agregan cationes metálicos bivalentes a una solución de alginato, se forma un hidrogel de alginato de metal con una estructura reticulada. Las propiedades de la estructura reticulada del hidrogel de alginato de metal mencionado dependen de los siguientes factores, tales como:

- selección de biopolímeros, es decir, alginato, goma guar, pectina, etc.;
- solubilidad del biopolímero en agua;
- reactividad (densidad y velocidad de reticulación) del biopolímero con los iones metálicos;
- control del hinchamiento/reducción (pH) del hidrogel de alginato de metal para controlar la liberación de agua de la matriz de hidrogel de alginato de metal.

En presencia de cationes metálicos, particularmente cationes divalentes o multivalentes (agente de reticulación), adecuadamente como Ca^{2+} , Al^{2+} , Na^{2+} , Mg^{2+} , Sr^{2+} o Ba^{2+} (agente de reticulación), alginato, pectina y carragenina (la carragenina también se reticula con K^{+}) forman fácilmente un gel estable y resistente. En la reticulación de estos polisacáridos se prefiere usar cloruro de calcio. La concentración de la solución salina puede variar desde 1 % p/p hasta 10 % p/p.

Típicamente, se considera que el contenido de ácido poli-L-gulurónico (bloque G) del alginato, el contenido de ácido poli-D-galacturónico de la pectina o carragenina, y la cantidad de cationes divalentes o multivalentes (iones de calcio) están involucrados en la determinación de la fuerza del gel.

La Figura 2 proporciona el diagrama de bloques de la boquilla adaptada para producir el hilo en conjugación con la reticulación de la suspensión mediante el hidrogel de alginato de metal.

En varias modalidades de la presente invención, se encontró sorprendentemente que el hilo fibroso puede fabricarse de manera muy simple y eficiente directamente a partir de una suspensión fibrosa, sin necesidad de fabricar primero papel u otro producto fibroso, que luego se corta en tiras y se enrolla en un hilo.

El experto en la técnica entenderá que, en el proceso de fabricación de hilo fibroso, generalmente se dirige una suspensión a través de una boquilla y posteriormente se deshidrata el hilo fibroso. Una forma de fabricar dicho hilo fibroso se ha descrito en la publicación WO número WO 2013/034814 A1. Adecuadamente, la cantidad de boquillas requeridas en el sistema se selecciona en función del equipo de fabricación usado y del producto que se fabrica.

Por lo general, cualquier boquilla o extrusor adecuado para líquidos y fluidos viscosos puede usarse en dicho sistema. Cuando la suspensión contiene alginatos, pectina o carragenina, se usa adecuadamente una boquilla que

incluye un troquel u orificio interno para la suspensión y un troquel u orificio externo para una solución acuosa que comprende al menos un catión. El catión puede comprender una sal, como cloruro de calcio o sulfato de magnesio. Alternativamente, la solución que comprende el catión (sal) puede proporcionarse como una pulverización o neblina mediante el uso de boquillas con un orificio. El catión, cuando entra en contacto con, por ejemplo, alginato o ácido algínico, proporciona un efecto de aumento muy rápido en la viscosidad de la suspensión acuosa, lo que aumenta la resistencia del hilo, lo que hace que la modalidad del método que usa la fuerza gravitacional sea muy atractiva. Además, el diámetro interno de la salida de la boquilla se mantiene menor o igual que la longitud de fibra ponderada por longitud máxima de las fibras. Esto ayuda a orientar las fibras esencialmente en la dirección del hilo y proporciona resistencia y flexibilidad al producto.

La boquilla de la presente invención está especialmente diseñada. Esta boquilla especialmente diseñada se ha descrito en la solicitud de patente número WO 2016174306 titulada "MECHANICAL METHOD AND SYSTEM FOR THE MANUFACTURE OF FIBROUS YARN" de los mismos inventores.

Ahora, refiriéndonos a la figura 2, se ha proporcionado una boquilla 200, en donde la suspensión acuosa 210 se dirige desde el lado de la boquilla y se permite que la suspensión acuosa gire alrededor del eje de flujo principal de la boquilla. Además, se añaden aditivos 220 para mejorar las propiedades del hilo a la suspensión acuosa. La suspensión acuosa incluye material fibroso crudo mezclado con material espumoso. En la salida 201 de la boquilla 200, el hilo fibroso acuoso se fusiona con el flujo anular del hidrogel de alginato de metal 230.

Además, la presente invención proporciona un mecanismo mediante el cual el hilo fibroso se estira y se tuerce simultáneamente mientras la suspensión acuosa (210) fluye a través de la salida de la boquilla (200). Tal estiramiento y torsión del hilo fibroso aumenta la resistencia y elasticidad del producto de hilo final. Después de salir de la boquilla (200), la suspensión acuosa de hilos se somete a deshidratación y secado.

En varias modalidades, la boquilla (200) está adaptada para hacer girar el flujo de la suspensión acuosa (210) alrededor de un eje de flujo principal de dicha boquilla (200). En otra modalidad, se permite que la suspensión acuosa (210) gire alrededor del eje de flujo principal de al menos una boquilla (200) al alimentar asimétricamente la suspensión acuosa desde el lado de dicha boquilla (200).

En otra modalidad, la boquilla (200) está diseñada de tal manera que se permite que la suspensión acuosa (210) gire alrededor del eje principal de flujo de al menos una boquilla mediante la creación, rotación y aceleración de un flujo de la suspensión acuosa, donde todas las fibras están bien alineadas con dicho flujo al girar alrededor del eje principal de flujo.

En otra modalidad, la boquilla (200) es tal que permite que la suspensión acuosa (210) gire alrededor del eje principal de flujo de al menos una boquilla mediante la creación de un flujo giratorio a través de una pluralidad de canales de flujo acanalados.

En varias modalidades, se permite que la suspensión acuosa (210) gire alrededor del eje de flujo principal de al menos una boquilla (200) mediante la creación de un flujo giratorio a través de una pluralidad de canales de flujo curvados. Los canales de flujo curvados pueden comprender canales de flujo curvados en noventa grados.

En otra modalidad, el flujo anular del hidrogel de alginato de metal está adaptado para combinar una pluralidad de hilos fibrosos a través de una pluralidad de canales de flujo anular. Las pluralidades de hilos fibrosos se combinan mediante el uso de una pluralidad de pequeñas boquillas dirigidas radialmente dentro del flujo anular del hidrogel de alginato de metal.

La pluralidad de canales de flujo anulares, como se mencionó anteriormente, incluye un canal de flujo anular más interno, un canal de flujo anular más externo y un canal de flujo anular intercalado entre el canal de flujo anular más interno y el canal de flujo anular más externo.

En varias modalidades, el canal de flujo anular más interno está adaptado para alojar la suspensión de fibras y el modificador de la reología. El canal de flujo anular más externo está adaptado para alojar el hidrogel de alginato de metal. El canal de flujo anular intercalado está adaptado para alojar los aditivos que mejoran las propiedades del hilo.

En consecuencia, el producto de hilo final producido de esta manera posee una mayor resistencia del hilo, así como un diámetro de hilo mejorado. El remolino de la suspensión acuosa alrededor del eje de flujo principal de la boquilla y el tratamiento de la suspensión con hidrogel de alginato de metal, así como aditivos que mejoran las propiedades del hilo a través de la pluralidad de canales de flujo anulares, produce un hilo fibroso con mayor resistencia y diámetro mejorado.

La Figura 3 proporciona un diagrama de flujo para el método de selección de materias primas. Además, la figura 4 proporciona un diagrama de bloques para el método de selección de materias primas.

En primer lugar, se selecciona material fibroso crudo a partir de fibras naturales o fibras sintéticas según la etapa 302. Luego se añaden aditivos como celulosa microfibrilada o arcilla (por ejemplo, bentonita, montmorillonita) al material fibroso crudo según las etapas 304 y 306. Además, se añade algún material conductor como el carbón activado en el material fibroso crudo según la etapa 308. Además, se prepara una suspensión acuosa mediante la adición de espuma al material fibroso crudo según la etapa 310. Finalmente, se produce el hilo con las propiedades de resistencia y elasticidad más altas según la etapa 312.

Las fibras naturales según se proporcionan en la presente descripción se seleccionan de una fuente de materia prima a base de plantas que puede ser una fuente virgen, reciclada o cualquier combinación de ambas. Puede ser de madera o de material no maderable. La madera puede ser de árboles de madera blanda como el abeto, pino, abeto, alerce, abeto de douglas o falso abeto, o de árboles de madera dura como el abedul, álamo temblón, álamo, aliso, eucalipto o acacia, o una mezcla de maderas blandas y duras. El material no maderable puede ser de origen vegetal, como paja, hojas, corteza, semillas, cáscaras, flores, vegetales o frutas de maíz, algodón, trigo, avena, centeno, cebada, arroz, lino, cáñamo, cáñamo de manila, sisal, yute, ramio, kenaf, bagazo, bambú, caña o turba.

También pueden usarse adecuadamente fibras vírgenes procedentes de pino. Dichas fibras típicamente pueden tener una longitud de fibra ponderada por longitud promedio de 2 a 3 milímetros. También pueden usarse combinaciones de fibras más largas con fibras más cortas, por ejemplo, fibras de pino con fibras de eucalipto.

La suspensión acuosa según se proporciona en la presente descripción puede opcionalmente comprender fibras vírgenes o recicladas originadas a partir de materiales sintéticos, como fibras de vidrio, fibras poliméricas, fibras metálicas, o a partir de materiales naturales, como fibras de lana o fibras de seda.

La suspensión acuosa según se proporciona en la presente descripción puede comprender de 0,1 a 10 por ciento (%) en peso/peso (p/p), preferentemente de 0,2 a 5 % p/p de fibras originadas de cualquier fuente de materia prima vegetal.

Preferentemente, en las modalidades de la presente invención, la suspensión acuosa puede estar en forma de espuma. En ese caso, la suspensión incluye al menos un surfactante seleccionado de surfactantes aniónicos y surfactantes no iónicos y cualquiera de sus combinaciones, típicamente en una cantidad de 0,001 a 1 % en peso.

La suspensión acuosa incluye al menos un modificador de la reología que forma un gel mediante la reticulación de la suspensión acuosa.

El modificador de la reología puede seleccionarse de ácido algínico, alginatos como el alginato de sodio, pectina, carragenina y celulosa nanofibrilar (NFC), o una combinación de modificadores de la reología.

Preferentemente, el modificador de la reología puede ser un aditivo añadido para mejorar las propiedades del producto de hilo final. Tales aditivos se seleccionan del grupo de componentes que incluye montmorillonita, poliéster, nailon, metales, iones, cualquier material eléctricamente conductor y/o carbón activado.

Dicho modificador de la reología puede usarse en una cantidad de 0,1 a 20 % en peso. La concentración del modificador de la reología, como el alginato, es preferentemente del 0,5 - 20 % en peso.

La suspensión acuosa según se proporciona en la presente descripción también puede incluir al menos un agente dispersante que típicamente es un polímero aniónico de cadena larga o NFC, o una combinación de agentes dispersantes. Ejemplos de agentes dispersantes adecuados son la carboximetil celulosa (CMC), el almidón (aniónico o neutro) y las poliacrilamidas aniónicas (APAM), de alto peso molecular. El agente dispersante modifica la reología de la suspensión para hacerla pseudoplástica. Preferentemente, a altas tasas de cizallamiento (500 1/s), la viscosidad de cizallamiento es inferior al 10 % de la viscosidad de cizallamiento nula de la suspensión.

Dicho agente dispersante puede usarse en una cantidad del 0,1 al 20 % en peso.

La suspensión acuosa tal como se proporciona en la presente descripción se puede obtener mediante el uso de cualquier método de mezcla adecuado conocido en la técnica.

El hilo húmedo con recubrimiento de hidrogel de alginato de metal obtenido de la boquilla (en la etapa 312) inicialmente contiene agua típicamente de 30 a 99,5 % p/p. En la etapa de deshidratación, el hilo puede secado hasta alcanzar el contenido de agua deseado. En consecuencia, el hilo fibroso en forma de gel que sale de la boquilla se somete al proceso de deshidratación y torsión.

Además, y en referencia a lo anteriormente mencionado, las modalidades de la invención comprenden la suspensión acuosa que tiene fibras y se permite que al menos un modificador de la reología gire alrededor del eje de flujo principal de la boquilla. Tal giro de la suspensión acuosa alrededor del eje de flujo principal de la boquilla se completa mediante la alimentación de la suspensión acuosa de manera asimétrica desde el lado de la boquilla. Además, se añaden aditivos que mejoran las propiedades del hilo a la suspensión acuosa. Además, un hidrogel de

alginato de metal se fusiona con el flujo de la suspensión acuosa en la salida de la boquilla. Además, la suspensión acuosa en la salida de la boquilla se estira y se tuerce y luego se somete a un proceso de prensado y deshidratación.

- 5 La deshidratación y torsión del hilo se facilita mediante un aparato de deshidratación (580) como se muestra en la figura 5, que se explica a continuación.

10 El hilo de gel fibroso en la salida de la boquilla, como la boquilla (200), se deja caer sobre un sistema transportador (560) que tiene una cinta transportadora (550) [también conocida como alambre (550) o alambre base (550)] que funciona sobre rodillos (552) y (554). Debido al movimiento del sistema transportador (560), el hilo de gel fibroso es arrastrado en el aparato de deshidratación (580).

15 A continuación, el hilo de gel fibroso estirado se somete a prensado previo a través de una placa de prensado, como la placa de prensado (505) y el rodillo (504) ensamblados para ese propósito, en la etapa 608. A continuación, en la etapa 610, el hilo de gel fibroso se pasa a través de una pluralidad de placas, como las placas (510), en la Figura 5. Las placas flotantes (510) flotan sobre una base deformable (520). En una modalidad, las placas flotantes (510) flotan sobre una base estacionaria (520).

20 Las placas flotantes (510) y la base deformable/estacionaria (520) son soportadas por un sistema transportador que tiene una pluralidad de rodillos (516) que hacen funcionar una cinta transportadora (518) [también conocida como alambre (518) o alambre superior (518)]. Este sistema permite estirar y torcer el hilo fibroso en el aparato de deshidratación (580).

25 La pluralidad de placas flotantes (510) aplica la presión adecuada según sea necesario para la deshidratación del hilo de gel fibroso, en la etapa 610. Además, la pluralidad de placas flotantes (510) está adaptada para torcer y deshidratar el hilo de gel fibroso para la deshidratación en la etapa 612. Además, las placas flotantes (510) están adaptadas para mantener la forma redonda uniforme del hilo durante la fase de deshidratación y proporcionar una buena resistencia a la tracción al producto de hilo final en la etapa 614.

30 Las Figuras 4 y 6 proporcionan el diagrama de bloques y el diagrama de flujo, respectivamente, para el sistema de todo el aparato de producción de hilo (500) propuesto por la presente invención. El sistema incluye una suspensión acuosa que tiene fibras y al menos un modificador de la reología, alimentado en la boquilla (200). El sistema además incluye el aparato de deshidratación (580). La boquilla (200) está adaptada para disponer un flujo giratorio de la suspensión acuosa. El sistema además incluye un mecanismo de prensado que tiene el sistema transportador (560) con rodillos (552), (554) y una correa, que estira el gel fibroso en el aparato de deshidratación (580).

35 El aparato de deshidratación (580) incluye el rodillo de prensado previo (504) y la placa (505) que prensa previamente el hilo para deshidratarlo, y las placas flotantes (510) soportadas en una base estacionaria/flotante (520), que tuerce el hilo.

40 La Figura 6 ilustra específicamente un diagrama de flujo que explica el funcionamiento del aparato de producción de hilo. La suspensión acuosa que tiene fibras y espuma junto con aditivos que mejoran las propiedades del hilo se alimenta desde la boquilla (200). En una modalidad, pueden alimentarse desde el lado de la boquilla, como la boquilla (200), en la etapa 602. La boquilla (200) está adaptada para hacer girar el flujo de la suspensión acuosa a lo largo del eje principal de flujo de la boquilla, en la etapa 604. A continuación, en la salida de la boquilla, la suspensión acuosa se estira y se tuerce y se fusiona con el flujo anular de un hidrogel de alginato de metal, en la etapa 606. A continuación, el hilo de gel fibroso en la salida de la boquilla se somete al proceso de deshidratación como se explicó anteriormente.

50 La invención proporciona varias ventajas. El método de fabricación es muy simple y efectivo, y el equipo necesario es simple y relativamente barato. El hilo se produce directamente a partir de la suspensión de fibras y no es necesario fabricar primero tiras de papel.

55 La reología de la suspensión de fibras puede ajustarse mediante el uso de modificadores de la reología al intervalo de viscosidad y tixotropía donde la suspensión de fibras puede bombearse a través de la boquilla sin obstruirla, pero al mismo tiempo se proporciona un hilo húmedo típicamente en forma de gel, que tiene la suficiente resistencia para mantener su forma durante la etapa de secado. Así, el modificador de la reología le confiere una naturaleza pseudoplástica y resistencia al hilo; en el caso de que se use alginato, típicamente también se necesita un agente dispersante y el tratamiento del hilo húmedo con una solución salina para proporcionar la suficiente resistencia. La selección del diámetro interno de la salida de la boquilla a menor o igual que la longitud de fibra ponderada por longitud máxima de las fibras logra que las fibras se orienten en la dirección del hilo, lo cual proporciona flexibilidad y resistencia al producto final.

65 El agua liberada después del secado puede recuperarse mediante condensación y reciclarse en el método, por ejemplo, mediante el uso de un sistema cerrado, y así prácticamente no se forma agua residual. Además, la cantidad de agua necesaria en el proceso es muy limitada, especialmente en la modalidad en la que la suspensión

de fibras se proporciona en forma de espuma.

El producto es completamente biodegradable cuando se usan materiales naturales como materiales de partida.

- 5 La necesidad de algodón puede reducirse con el método y los productos de la presente invención, donde las fibras se originan al menos en parte a partir de material vegetal más ecológico, como madera y papel reciclado.

Particularmente, la pulpa de fibra larga, fabricada adecuadamente a partir de pino nórdico, puede usarse en el método para proporcionar un hilo con un grosor inferior a 0,1 mm y propiedades de resistencia muy buenas.

10

REIVINDICACIONES

1. Un método para fabricar un hilo fibroso, dicho método comprende
 - 5 proporcionar una suspensión acuosa (210) que comprende fibras provenientes de al menos una fuente de materia prima vegetal y al menos un modificador de la reología, dirigir dicha suspensión (210) a través de al menos una boquilla (200) para formar al menos un hilo, proporcionar un hidrogel de alginato de metal (230) sobre la superficie del hilo que sale de la al menos una boquilla (200),
10 en donde el hilo fibroso acuoso se fusiona en la salida de la boquilla (201) con un flujo anular del hidrogel de alginato de metal que se prepara mediante la adición de cationes metálicos bivalentes a una solución de alginato de manera que el hidrogel de alginato de metal recubra la superficie del hilo y someter el dicho al menos un hilo a deshidratación.
 2. El método como se reivindicó en la reivindicación 1, que comprende proporcionar un aditivo (220) en la dicha
15 suspensión acuosa para alterar las propiedades de dicho hilo.
 3. Un sistema para fabricar un hilo fibroso que comprende un recubrimiento de hidrogel de alginato de metal, el sistema comprende al menos una boquilla (200) que comprende una pluralidad de canales de flujo anulares, la pluralidad de canales de flujo anulares comprende un canal de flujo anular más interno, un canal de flujo
20 anular más externo y un canal de flujo anular intercalado entre el canal de flujo anular más interno y el canal de flujo anular más externo, en donde el canal de flujo anular más interno está adaptado para recibir y proporcionar a través de él una suspensión acuosa (210) que comprende fibras provenientes de al menos una fuente de materia prima vegetal y al menos un modificador de la reología, el canal de flujo anular más externo está adaptado para recibir y proporcionar a través de él un hidrogel de alginato de metal (230). que
25 comprende cationes metálicos bivalentes y una solución de alginato, y el canal de flujo anular intercalado está adaptado para recibir y proporcionar a través de él aditivos que mejoran el hilo (220), en donde el hilo fibroso acuoso se fusiona con el flujo anular de hidrogel de alginato de metal (230) en la salida de la boquilla (201), el sistema comprende adicionalmente medios para someter el hilo a deshidratación.
- 30

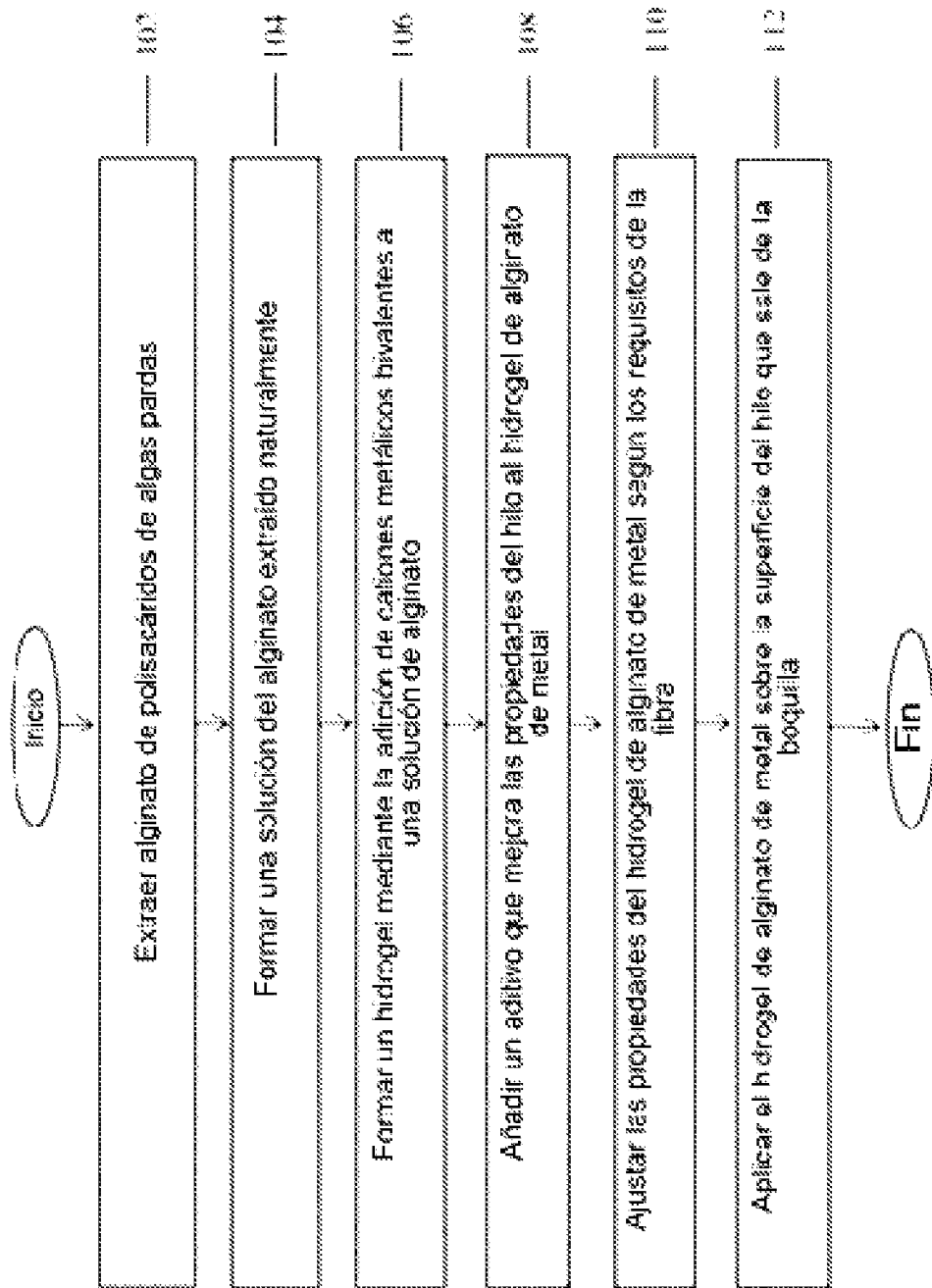


Figura 1

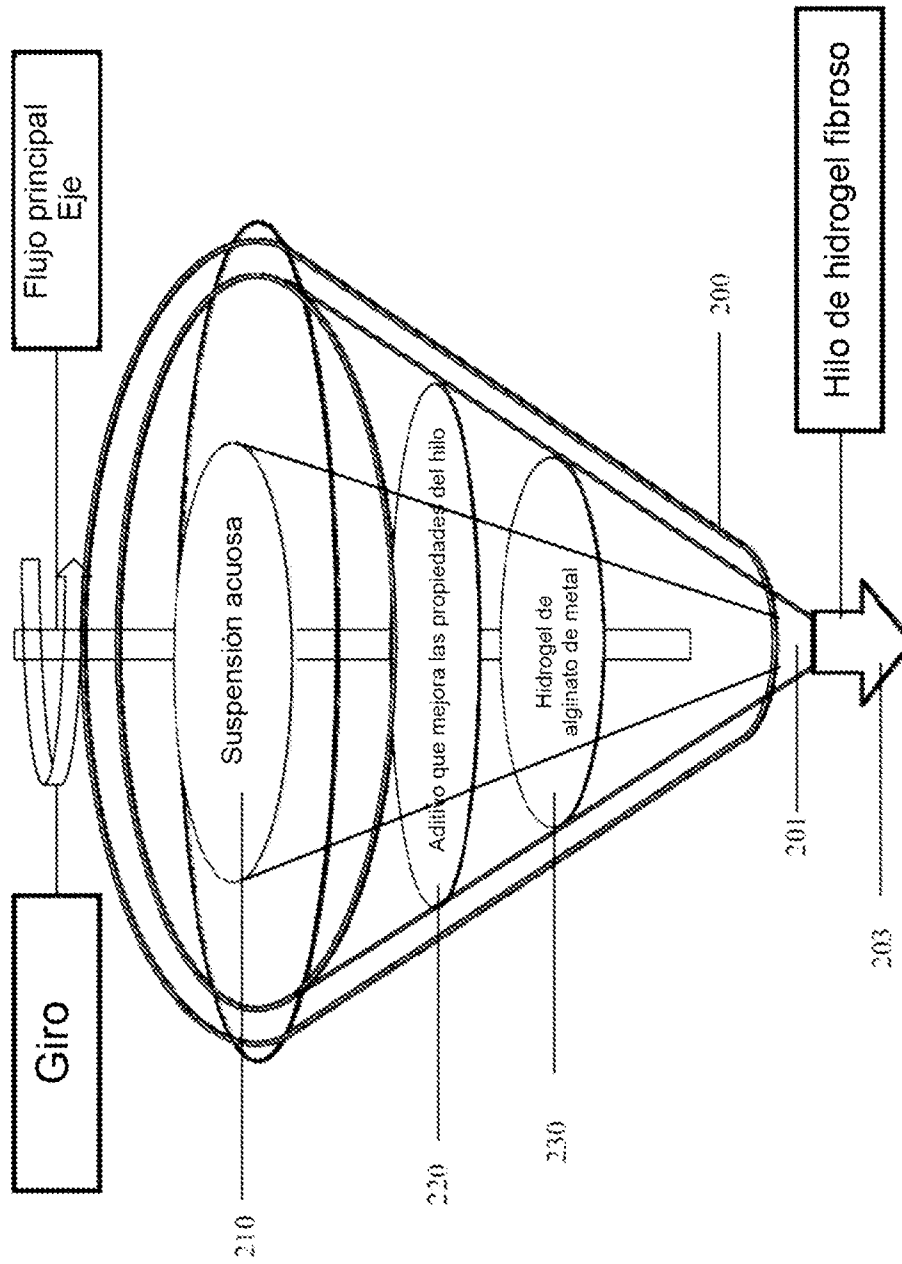


Figura 2

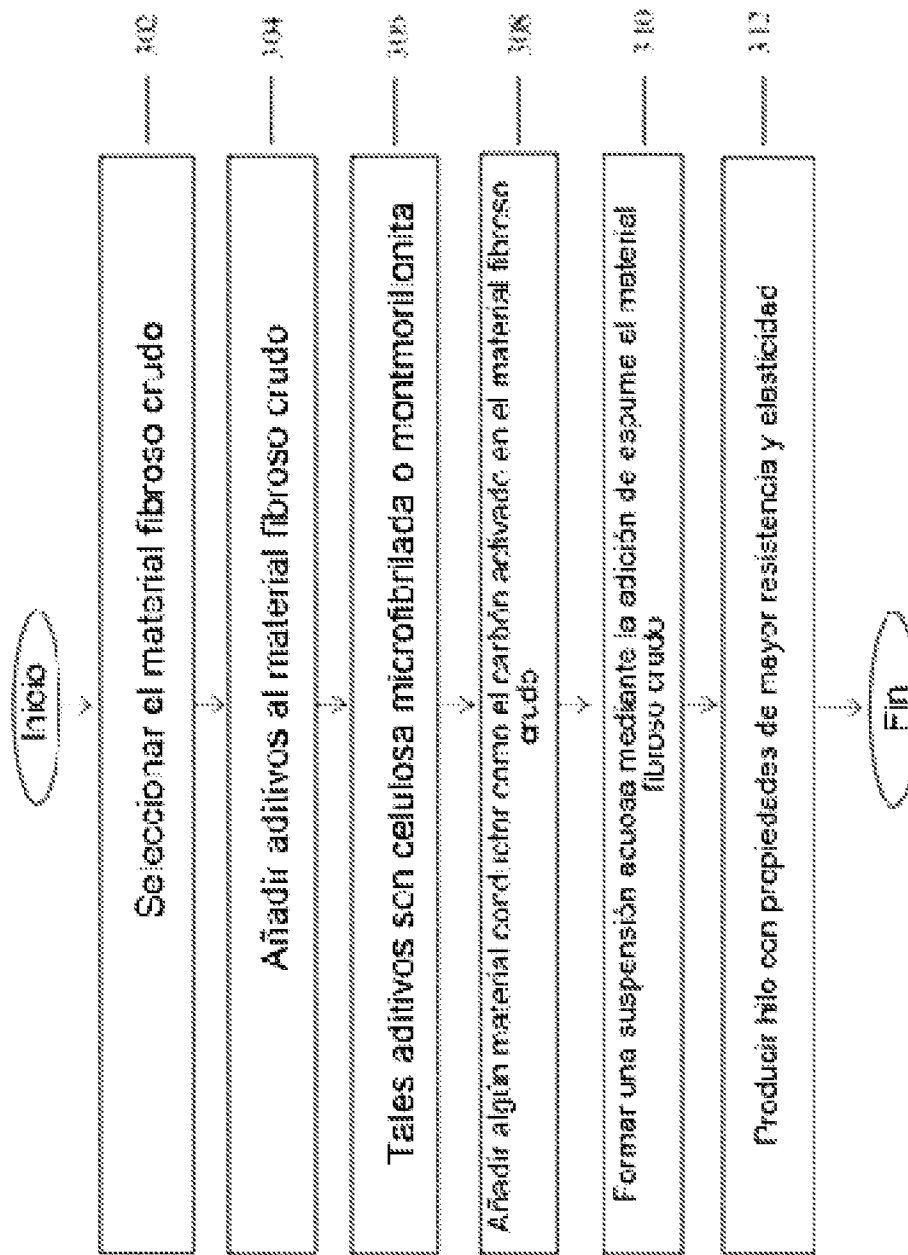


Figura 3

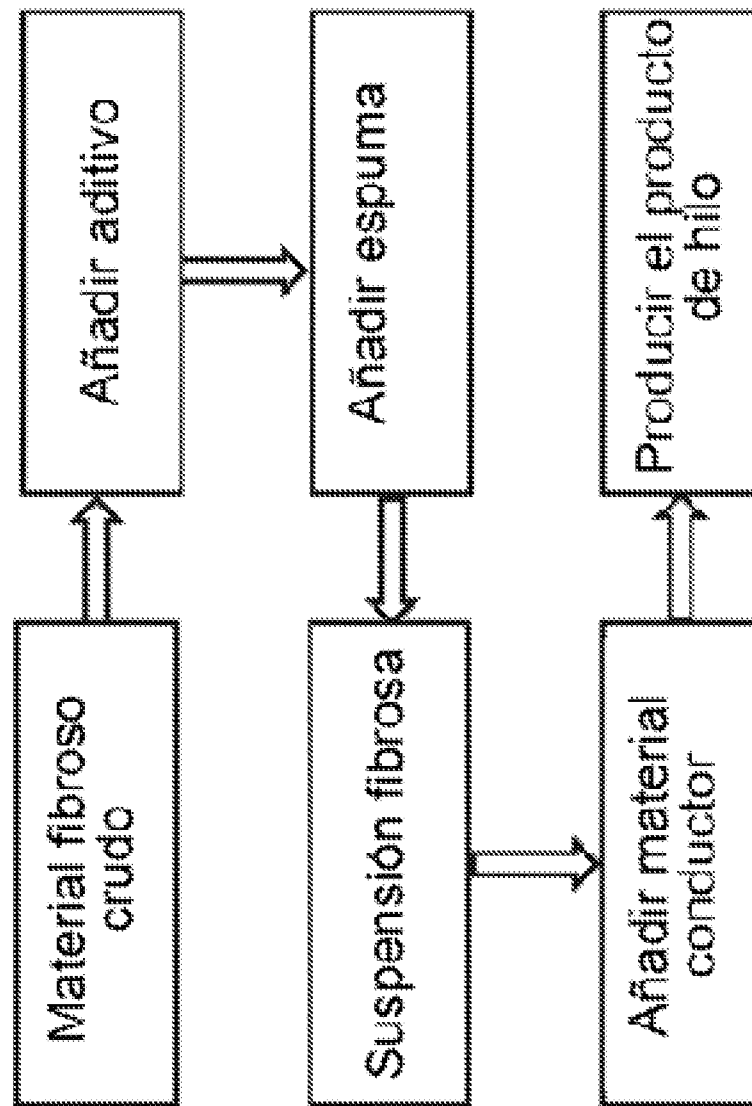


Figura 4

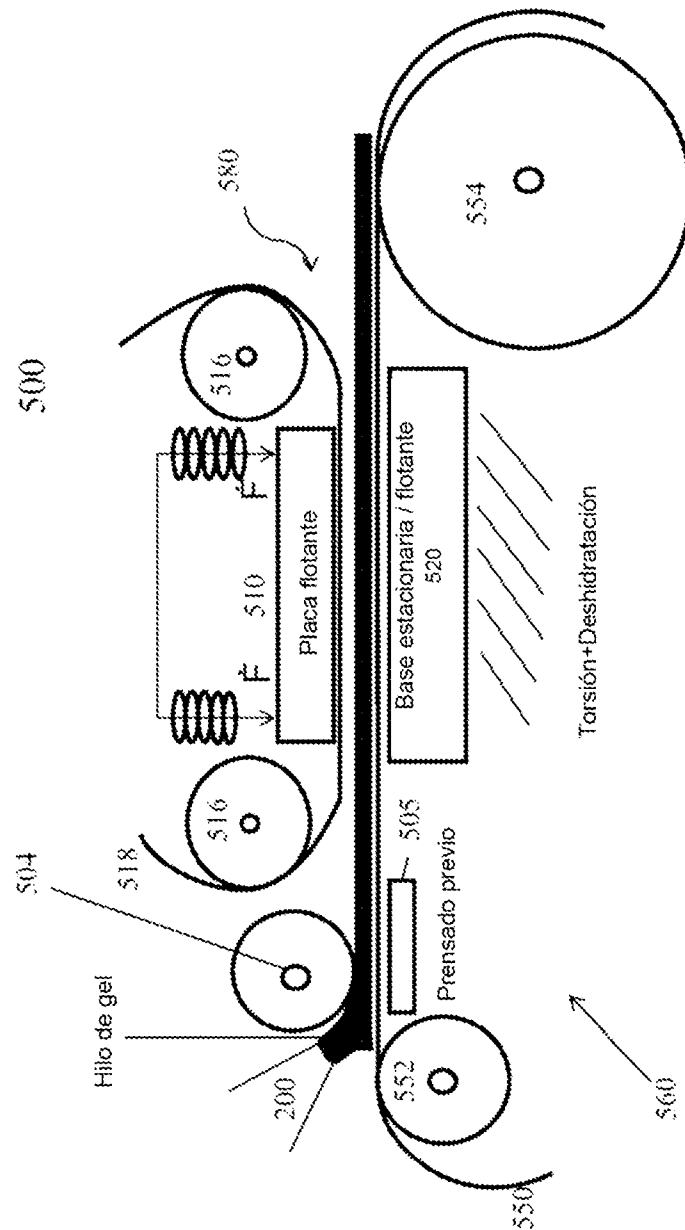


Figura 5

Figura 6

