

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 989 986**

51 Int. Cl.:

D21B 1/30 (2006.01)

D21D 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.11.2020** **PCT/ES2020/070733**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.06.2021** **WO21105538**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.11.2020** **E 20894510 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.07.2024** **EP 4067567**

54 Título: **Procedimiento de trituración y dispositivo para la obtención de nanocelulosa**

30 Prioridad:

28.11.2019 ES 201931057

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

28.11.2024

73 Titular/es:

GRAFICAS NOGUEIRA , S.L.U. (100.0%)

El Greco , n° 20

27600 Sarria (Lugo), ES

72 Inventor/es:

BARAHONA GONZALEZ, RAFAEL

74 Agente/Representante:

TORNER LASALLE, Elisabet

ES 2 989 986 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

Procedimiento de trituración y dispositivo para la obtención de nanocelulosa

Campo técnico

El objeto de la presente invención pertenece al sector para la obtención nanocelulosa. Está relacionada con un procedimiento para obtener nanocelulosa por medio de la trituración a través de la combinación de presión, rozamiento, turbulencia, aceleración, velocidad, descompresión, expansión y colisión de celulosa. Aunque esto se lleva a cabo por medio de un procedimiento mecánico, sigue constituyendo una alternativa eficaz a lo que se conoce hasta ahora para obtener nanocelulosa, proponiendo un procedimiento que está basado en una disolución de celulosa muy homogénea de entre 1% y 6% siendo el resto agua, estando dicha disolución sometida a una presión elevada para hacerla pasar, entonces, a través de una boquilla característica en la que dicha disolución es sometida a una gran aceleración para alcanzar una velocidad elevada (régimen turbulento) que, a su vez, provoca un intenso rozamiento y turbulencia en la salida de la boquilla, provocando la correspondiente expansión y descompresión, así como la colisión del fluido a alta velocidad, de forma que se obtenga la nanocelulosa con dicho procedimiento. La nanocelulosa tiene fibras que son, a su vez, fibras alargadas de estructura homogénea, de tamaño nanométrico. Una vez se separan del agua en la que se diluyen, mediante un proceso de centrifugación, se obtiene la nanocelulosa que ha de ser usada como se desee.

Antecedentes de la invención

En la actualidad, se conocen dos fabricantes de nanocelulosa que también producen dicha nanocelulosa de manera mecánica y son:

A) La empresa MASUKO SANGYO Co. Ltd., que usa una técnica de pulverización por molienda, es decir, molienda por rozamiento por medio de un proceso mecánico que implica ruedas de molienda que produce un rozamiento elevado en fibras de celulosa para reducir su tamaño, lo que da lugar al engomado del material durante la salida del mismo y a la dificultad de repetir los resultados obtenidos. Dicho proceso hace que sea necesario diluir anteriormente la disolución en exceso para reducir su tamaño, además de requerir un tiempo de operación largo, haciéndolo ineficiente, dado que las fibras deben estar sometidas a muchas pasadas hasta obtener la nanocelulosa, con el coste energético elevado por kilogramo que esto conlleva para obtener la nanocelulosa. Aunque este proceso es costoso y lento, hay varias patentes relacionadas con el mismo. A título de ejemplo, se puede hacer referencia al último molino divulgado en el documento JP2019037948; no obstante, ninguna de las patentes de la empresa especifica que el fin sea obtener nanocelulosa, en vez de ello versan sobre la molienda de materiales.

B) GEA NIRO SOAVI usa un sistema que está basado en introducir fibras de celulosa en una disolución a través de una cavidad pequeña donde un pistón provoca el cierre de la cavidad, aumentando la presión en la misma y reduciendo el tamaño de la fibra. Parece que el paso de las fibras a través de la cavidad provoca que se engome la máquina rápidamente, con detenciones y desmontaje continuos para su limpieza y la reanudación del proceso, donde dicha máquina es incapaz de trabajar con suspensiones que contienen una densidad elevada de fibras, limitando el uso y provocando que esta máquina obtenga resultados que son muy inferiores a los obtenidos tanto con la presente invención como con la disolución indicada en el punto A). A título de ejemplo, se puede hacer referencia a las patentes de la empresa: CN102575751 titulada "High-pressure homogenizer with an epicyclic reduction gear unit" o US2010296363 titulada "Homogenizing valve".

Hay otros procedimientos químicos y formas de obtener nanocelulosa; sin embargo, no están en línea con la presente invención, dando lugar a otros tipos de circunstancias y logros que, aunque están siendo estudiados continuamente, no tienen nada que ver con los procedimientos, objeto de la presente invención, usados para obtener nanocelulosa.

El proceso de la presente invención es una evolución de los procedimientos mecánicos existentes, siendo mucho más eficaz y, por lo tanto, conlleva un ahorro significativo de energía para obtener el mismo objetivo y un grado elevado de repetibilidad de resultados, sin generar ningún tipo de desecho, utilizando el 100% del material tratado.

La nanocelulosa se produce después de reducir las fibras de celulosa a una escala nanométrica. Para lograr una escala de entre 50 y 100 nanómetros, la fibra original debe reducirse muchísimo, y esta reducción no se realiza eficazmente con procedimientos y máquinas conocidos en la actualidad tales como los descritos anteriormente.

El documento KR 20170142836A divulga un procedimiento para producir fibras de celulosa y, más en particular, un procedimiento para producir fibras de nanocelulosa que incluye las etapas de someter una disolución de celulosa en agua a presión en una cámara, comprimiendo la disolución, pasando la disolución comprimida a través de una boquilla con una entrada troncocónica que experimenta una gran aceleración, pasando a través de una zona más restringida, donde aumenta la presión de la disolución y se producen rozamiento y colisiones, dando lugar a la trituración y a la precipitación de la disolución en un recipiente de recogida, provocando la expansión. La producción de nanocelulosa también es abordada por el artículo "Production of cellulose nanofibrils: A review of recent advances" de Oleksandr Nechyporchuk y otros, publicado en "Industrial Crops and Products", vol. 93 de 25.12.2016.

Descripción de la invención

La propuesta de esta invención para obtener esta disolución es usar un procedimiento mecánico nuevo que hará pasar la disolución de celulosa mediante una primera etapa de compresión para pasarla, entonces, a través de una abertura pequeña dispuesta en la parte que actúa como un cabezal de extrusión que se denominará "boquilla" dado que presenta las características típicas del paso con una entrada y salida angulares y una porción central cilíndrica, provocando que la intensa trituración de la disolución de celulosa comience en dicha etapa del proceso.

Según la invención se proporciona un procedimiento definido por la reivindicación 1 y un dispositivo definido por la reivindicación 5.

El paso a través de dicha boquilla provoca una gran aceleración en la disolución, lo que provoca una velocidad elevada de la disolución con un rozamiento significativo y que logra el régimen turbulento. Todo esto junto con la presión a la que se introduce en la boquilla (entre 25 y 60 MPa a una velocidad de entrada más el efecto Venturi) y un rozamiento significativo con las paredes de la misma produce un mecanismo combinado de trituración. A continuación, la disolución se mueve a la etapa subsiguiente de salir con una presión negativa elevada y de expansión subsiguiente, junto con una gran inercia debido a la velocidad significativa adquirida para provocar una colisión final de dicha disolución tanto contra las paredes actuales de la cámara de salida como contra el centro exacto delantero de la salida. Este proceso, en su conjunto, conlleva la obtención de nanocelulosa (fibras de entre 50 y 100 nm), las fibras de las cuales tienen, además, una estructura fibrosa alargada y suelta, características que tienen como resultado un material novedoso en bruto, que permite una gama amplia de aplicaciones altamente eficaces y oportunidades en diversos sectores. El procedimiento comprende varias etapas a través de las cuales se convierte celulosa en nanocelulosa y, en ese sentido, tiene:

1. Una etapa anterior opcional que puede ajustar de manera precisa y mejorar las etapas principales del proceso objeto de la invención, donde una etapa anterior es recomendable para un buen resultado del producto, aumentando el rendimiento y la eficacia. En esta etapa anterior, el material en bruto (celulosa blanqueada) es sometido a un proceso de mezclado mediante agitación en un dispositivo convencional, de forma que se obtenga una disolución de partida altamente homogénea, evitando el corte de las fibras y facilitando el proceso que ha de realizarse más adelante en las otras etapas. Esta etapa anterior consiste en diluir en agua la celulosa blanqueada, sin ningún otro componente, a la consistencia deseada, dejando reposar la preparación de la disolución diluida de celulosa en una proporción de entre 1% y 6% durante 12 a 24 horas para someterla, entonces, a una agitación de entre 7.000 y 12.000 revoluciones por minuto (rpm).

2. Una etapa inicial en la que la celulosa diluida en agua está sometida a una presión de entre 25 y 60 MPa en una cámara principal de trabajo. La homogeneización de la disolución de celulosa a diferentes concentraciones de entre 1% y 6% se realiza en esta cámara, lo que conlleva la necesidad de recurrir a partes especialmente diseñadas para soportar estas presiones, con el fin de garantizar la eficacia del proceso y dirigir la disolución comprimida hacia la boquilla.

3. Una etapa intermedia, que es la etapa más novedosa y original, dado que usa una trituración innovadora de la celulosa diluida en agua (en una proporción de entre 1% y 6% y sometida a una presión de entre 25 y 60 MPa) en el proceso; en esta etapa, se hace pasar la disolución a través de la boquilla que, teniendo una entrada de forma troncocónica para facilitar la entrada y el guiado de la disolución hasta el paso central cilíndrico de la misma con una aceleración muy intensa (tras adquirir una velocidad elevada de paso de fluido que puede oscilar entre 50 metros/segundo y 250 metros/segundo), un gran rozamiento en las paredes del paso de la boquilla, con la subsiguiente turbulencia en la disolución que, junto con la presión elevada de la disolución, produce el mecanismo más importante para triturar celulosa, obteniéndose una parte significativa de la nanocelulosa total en esta etapa intermedia del procedimiento. Esta disposición y esta etapa ya permiten obtener diferentes calidades de microfibras y nanofibras, todo esto en combinación con la presión a la que está sometida la disolución y el uso de la boquilla que es usada, además del tamaño de la zona del paso cilíndrico central, pudiendo oscilar el diámetro del mismo entre 0,2 milímetros y 2 milímetros y la longitud del mismo entre 3 y 100 milímetros, en combinación con los tamaños que pueden darse a las entradas y salidas de la boquilla y sus formas troncocónicas fabricadas con ese fin, dado que sus ángulos y profundidades pueden variar según la acometida de entrada más adecuada.

4. Una etapa final de salida de la boquilla hacia una cámara de recogida para recoger la disolución con celulosa parcialmente ya transformada en nanocelulosa. Sin embargo, es en la etapa final, en la salida actual de la boquilla donde se complementa la trituración al someter la disolución a una gran expansión a través de la descompresión libre de la disolución, o incluso ayudada por otra descompresión adicional también de entre los mismos 25 y 60 MPa de la cámara principal, pero negativa en la propia cámara de recogida. Esto, junto con la velocidad a la que sale la disolución de la boquilla, provoca, a su vez, una fuerte colisión contra las paredes de la cámara de recogida y, muy en particular, contra el centro exacto delantero de la salida de la misma ubicada entre 15 y 150 milímetros (amovible o no amovible), dado que la disolución tiene una velocidad y una inercia elevadas.

Las fibras de microcelulosa y nanocelulosa se obtienen con todas estas etapas a las que está sometida la disolución que, en función de las necesidades y los fines de la misma, permite el uso de casi cualquier dispositivo que, sin embargo, siempre presentará un paso a través de la boquilla, reproduciendo el procedimiento tantas veces como se

estime apropiado, y con tantos pasos como pueda tener la boquilla, y el tamaño de los mismos, en combinación con las diferentes presiones para permitir la obtención de la nanocelulosa con más o menos cristalización o transparencia. Todo esto se logra, junto con una mejor calidad para lograr una escala de entre 50 y 100 nanómetros, reduciendo muchísimo la fibra original con una gran homogeneidad.

- 5 Cada una de las etapas ha sido optimizada en las diferentes opciones contempladas. En la etapa inicial de suministro de celulosa y en la etapa intermedia de trituración, se han sometido a ensayo diferentes técnicas y materiales adaptados al comportamiento dinámico de las microfibras. Como resultado de lo anterior, se ha observado que se deben ajustar los diferentes parámetros de la disposición usada en cada caso: a) proporciones para disolver la disolución con agua de entre 1% y 6% de celulosa, agitando la mezcla y dejándola reposar entre 12 y 24 horas para
10 proceder a una agitación nueva de entre 7.000 y 12.000 revoluciones por minuto; en combinación con b) someter la disolución en una cámara a una presión de entre 25 y 60 MPa; en combinación con c) proporcionar una boquilla para que la disolución pase a través de dicha boquilla que tiene un tamaño central con un diámetro de entre 0,2 y 2 milímetros y una longitud de entre 3 y 100 milímetros; para pasar finalmente hasta una cámara de recepción en la que la disolución está sometida a una expansión con una descompresión negativa que puede oscilar entre 25 y 60 MPa,
15 que incluso puede aumentar, dependiendo de la geometría de la boquilla (efecto Venturi y dinámica de fluidos), y la colisión con el centro exacto que puede estar dispuesto más o menos al lado de la salida de la boquilla, entre 15 mm y 150 mm, donde puede ser amovible.

Debido al uso de disoluciones líquidas en el procedimiento, el dispositivo está sometido a las leyes de la termodinámica de fluidos, estando sometido a rozamientos significativos y al cambio de estado de la disolución con las
20 correspondientes transformaciones de energía, que provocan que se despidan calor (debido al rozamiento muy elevado con las paredes de la boquilla), y esto llevará a que tanto las cámaras como la propia boquilla estén complementadas con las correspondientes disposiciones de enfriamiento para soportar los cambios de temperatura con presiones, rozamientos, turbulencias, velocidades elevadas, etc., produciéndose particularmente dentro de la boquilla y durante el paso de la disolución a través de la misma con la trituración significativa durante dicho paso.

25 Breve descripción de los dibujos

Las diferentes etapas del procedimiento, las partes y disposiciones del dispositivo para triturar y obtener nanocelulosa objeto de la invención son explicadas a continuación por medio de los dibujos que complementan la memoria descriptiva, ilustrando el ejemplo preferido, y contribuyendo a un mejor entendimiento de la invención, constando de una realización de dicha invención que, sin embargo, no es en ningún caso limitante de la misma.

- 30 Las anteriores y otras características y ventajas serán mejor entendidas en función de la siguiente descripción detallada de una realización con referencia a los dibujos de las figuras adjuntas, en las que:

La Fig. 1 muestra una vista del dispositivo con la boquilla en combinación con las cámaras de compresión y de entrada, con la cámara para descomprimir y recibir la disolución con su centro exacto de colisión, y el dispositivo para comprimir e impulsar la disolución.

35 La Fig. 2 muestra una vista de la boquilla, sus porciones troncocónicas de entrada y salida, y su paso central cilíndrico.

La Fig. 3 muestra una vista de la boquilla en el momento en el que la disolución pasa a través de todas las porciones de la misma.

40 La Fig. 4 muestra una vista de la disolución y el paso de la misma a través de la boquilla, indicando el rozamiento, la velocidad, la turbulencia, provocándose la descompresión y la expansión con colisión en la cámara de recepción y su centro exacto según sale la disolución de la boquilla.

45 La Fig. 5 muestra una vista del dispositivo enteramente similar en pleno funcionamiento con la entrada, el paso, y la salida de la disolución sujetos a las etapas del procedimiento objeto de la presente invención.

La Fig. 6 muestra una vista del procedimiento en el que se representan las funciones de P=Presión; V=Velocidad; R=Rozamiento; T=Turbulencia y E=Expansión con colisión.

50 Descripción de los diferentes elementos de la invención

1. La disolución de celulosa diluida en agua en una proporción del 1% al 6%.

2. La cámara de compresión para comprimir la disolución (1), que está dispuesta orientada hacia la entrada de la boquilla (3) y tiene un compresor (12).

55 3. La boquilla que tiene un paso (4) para la disolución (1) que está dispuesto en combinación con la cámara (2) de compresión en un lado, y con la cámara (7) de recepción en el otro lado.

4. El paso tubular cilíndrico de la boquilla a través de la cual pasa la disolución (1) provocando una fuerte turbulencia (T) con un rozamiento (R) a una velocidad (V), y que está limitada en los extremos del mismo por la correspondiente entrada troncocónica (5) y del mismo modo la salida troncocónica (6).

5 5. La entrada troncocónica de la boquilla (3).

6. La salida troncocónica de la boquilla (3).

7. La cámara de recepción para recibir la disolución (1).

10

8. El centro exacto de la cámara (7) de recepción contra el cual colisiona la disolución (1).

9. La pared de la entrada troncocónica (5) contra la cual impacta la disolución (1).

15

10. La pared perimetral del paso (4) de la boquilla (3) contra la cual impacta la disolución (1).

11. La pared de la salida troncocónica (6) contra la cual impacta la disolución (1).

20

12. El dispositivo compresor de la cámara (2) de compresión que dirige adicionalmente la disolución hacia la boquilla (3).

13. El dispositivo descompresor de la cámara (7) de recepción para aumentar la expansión de la disolución (1).

25

14. El dispositivo de enfriamiento.

E. Expansión de la disolución (1) en la cámara (7) de recepción debido a la descompresión.

P. Presión sobre la disolución (1) en la cámara (2) de compresión con el compresor (12).

30

R. Rozamiento de la disolución (1) producido en las paredes de la entrada (9) y salida (11) troncocónicas, así como en la pared del paso (4) de la boquilla (3).

T. Turbulencia de la disolución (1) según pasa a través de la boquilla (3) a través del paso (4) de la misma y las entradas (5) y salidas (6) troncocónicas.

35

V. Velocidad alcanzada por la disolución (1) de entre 50 m/s y 250 m/s.

Descripción detallada de una realización

Las figuras adjuntas muestran la realización preferida del procedimiento de trituración y disposición para obtener nanocelulosa objeto de la presente invención, que consiste en:

40

1. Como una etapa o realización anterior opcional, obtener una disolución (1) que, usando un material en bruto de celulosa blanqueada, está sometida a un proceso de mezclado mediante agitación en un dispositivo convencional, de forma que se obtenga una disolución de partida que es tan homogénea como sea posible. Con ese fin, la celulosa es diluida con agua en una proporción media de 2,5% (dependiendo de las calidades que han de ser obtenidas, donde dicha proporción puede variar entre 1% y 6%), dejada reposar entre 12 y 24 horas y, entonces, sometida a una agitación de entre 7.000 y 12.000 rpm.

45

2. Una vez se obtiene la disolución (1), comienza el procedimiento real objeto de la invención, consistiendo dicho procedimiento en someter la disolución (1) en una cámara (2) de compresión a una presión media (P) de aproximadamente 42,5 MPa. Dicha cámara estará dispuesta en contacto con una de las paredes de la misma, y limitada por ella, por medio de la boquilla (3), y la cámara tendrá, a su vez, el compresor (12) que dirige la disolución (1) hacia dicha boquilla (3) y hacia su paso (4).

50

3. Es en la etapa intermedia principal de la presente invención cuando la disolución (1), sometida a una presión (P) de aproximadamente 42,5 MPa, está dirigida hacia la boquilla (3) a través de su entrada troncocónica (5), momento en el que se provoca una gran aceleración en la disolución (1) dado que, en un tramo de aproximadamente 5 milímetros que es la profundidad de la entrada troncocónica (5), la disolución pasa de una velocidad de aproximadamente 0,02 m/s a una velocidad (V) de entre 50 m/s y 250 m/s (límite de velocidad de flujo condicionado por el rozamiento con las paredes y el diámetro de la boquilla) con la que atravesará el paso (4) de la boquilla (3). En este caso, el paso tiene un diámetro de aproximadamente 0,6 mm y una longitud de aproximadamente 8 mm para iniciar la salida hacia la porción de salida troncocónica (6), que tendrá una profundidad de aproximadamente 5 mm en la que comienza una ligera expansión y descompresión. Todo esto provoca, durante dicho paso a través de la boquilla, un fuerte rozamiento (R) de la disolución (1) comprimida (P) a una velocidad (V) en la pared (9) de la entrada troncocónica (5), en la pared perimetral (10) del paso (4), y finalmente sobre la pared (11) de la salida troncocónica (6), rozamiento (R) que

55

60

provocará, a su vez, una fuerte turbulencia (T) en la disolución (1), llevando a una importante trituración de la celulosa en esta etapa intermedia y en combinación con la boquilla (3) y la disposición de la misma. En consecuencia, una cantidad significativa de nanocelulosa será obtenida dado que, con la aceleración de aproximadamente 0,02 m/s a aproximadamente 50 m/s y 250 m/s en un tramo de aproximadamente 5 milímetros, la disolución (1) experimentaría una aceleración al nivel molecular que es tan significativa que, en el paso (4) con un rozamiento (R) en la pared perimetral (10), se provocaría la trituración principalmente longitudinal desde la entrada hasta la salida para la disolución (1), y particularmente en la celulosa blanqueada diluida en la disolución (1).

Se debería indicar que una boquilla (3) puede tener uno o más pasos (4) con sus correspondientes entradas (5) y salidas (6) troncocónicas, respectivamente.

4. Para alcanzar una etapa final complementaria del proceso para obtener nanocelulosa, en la disolución (1), cuando dicha disolución (1) sale de la boquilla (3) a través de la salida troncocónica (6) hasta una cámara (7) de recepción que, en este caso de una realización preferida, tiene una presión igual a cero, pero en la que la disolución que sale de la boquilla (3) a una presión media (P) de aproximadamente 42,5 MPa junto con una velocidad media de entre 50 m/s y 250 m/s se enfrenta a una descompresión total, provocando una fuerte expansión (E) de la disolución (1) que colisionará contra todas las paredes de la cámara (7) de recepción, y muy particularmente y en gran medida, contra el centro exacto (8) dispuesto en la cámara (7) de recepción; esto como resultado de la velocidad elevada y la inercia actual con la que sale la disolución (1) de la boquilla (3) a través de la salida troncocónica (6).

5. Las etapas dos, tres y cuatro pueden repetirse tantas veces como se estime apropiado y necesario para obtener una nanocelulosa más homogénea, donde la tercera etapa intermedia es la etapa en la que se produce la mayor trituración y se obtiene la nanocelulosa. La última etapa por medio de los procedimientos convencionales (centrifugación) separa la disolución (1) en agua por una parte y nanocelulosa por otra. Por lo tanto, el procedimiento para obtener nanocelulosa quedará completado, obteniendo nanocelulosa con las características que se estimen apropiadas y necesarias.

El dispositivo que sería usado para poner este procedimiento en práctica y que, por lo tanto, se deduce a partir de la descripción realizada es la combinación de:

- Una cámara (2) de compresión que tendría, en un lado, el compresor (12) que, a su vez, impulsaría la disolución (1). En el otro lado, estaría orientada hacia una boquilla (3), que tendría un paso (4) hacia el cual se dirigiría la disolución (1) una vez sea comprimida.

- Una boquilla (3) que, junto con la cámara (2) de compresión, recibiría la disolución (1) con la presión (P) a través de su entrada (5) con forma troncocónica que, como un embudo, dirigiría la disolución (1) de manera acelerada hacia el paso (4) a través del cual la disolución (1) pasaría a una velocidad (V) de entre 50 m/s y 250 m/s, con un fuerte rozamiento (R) en su pared perimetral (10) que, a su vez, provocaría turbulencia (T) para que, a través de la salida troncocónica (6), la disolución iría a la cámara (7) de recepción con la que la boquilla (3) también está dispuesta en combinación en el otro lado.

- Una cámara (7) de recepción que, junto con la boquilla (3) y la disolución (1), recibe la disolución con una velocidad (V) de entre 50 m/s y 250 m/s con una compresión de $\pm 42,5$ MPa, para cambiarla a una presión igual a cero, que provocará la descompresión y la correspondiente expansión (E) de la disolución (1) que, como resultado de la propia inercia, colisionará contra el centro exacto (8) de la cámara (7) de recepción.

Este dispositivo puede estar complementado con un sistema (14) de enfriamiento para enfriar todo el conjunto; es decir, la cámara (2) de compresión, la boquilla (3), y la cámara (7) de recepción, debido a la aparición de calor que puede ser demasiado elevado en algunos casos, teniendo en cuenta la presión (P) y los rozamientos (R) en combinación con la turbulencia (T), la velocidad (V), así como la expansión (E) y la descompresión, para que todo el dispositivo pueda o debiera ser enfriado para garantizar el debido funcionamiento del mismo.

Este será el dispositivo con los elementos básicos que ponen el procedimiento en práctica en las etapas principal e intermedia de la presente invención.

En conjunto, la invención versa sobre un procedimiento y un dispositivo objetos de la presente invención para obtener nanocelulosa por medio de la trituración mediante la combinación de presión, aceleración, velocidad, rozamiento, turbulencia, expansión, descompresión y colisión, de una forma mecánica y no química.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de trituración para obtener nanocelulosa de los tipos que son mecánicos y a base de celulosa blanqueada diluida en agua, siendo la celulosa blanqueada sometida de forma combinada a presión (P), aceleración, velocidad (V), rozamiento (R), turbulencia (T), expansión (E), estando basado el procedimiento en una disolución (1) que comprende una celulosa blanqueada diluida en agua a un porcentaje de 1% a 6%, estando sometida dicha disolución (1) a:
 - una presión (P) de entre 25 y 60 MPa en una cámara (2) de compresión para forzar el paso de la disolución (1) a través de la boquilla (3).
 - un paso forzado de la disolución comprimida (1) a través de una boquilla (3) en el que:
 - a) en una entrada troncocónica (5) que tiene una longitud de aproximadamente 5 mm con un perímetro anular externo que coincide con la cámara (2) de compresión, mayor que un perímetro anular interno que coincida con el perímetro del paso (4), la disolución (1) pasa de una velocidad (V) de aproximadamente 0,02 m/s en la cámara (2) de compresión a una velocidad de entre 50 m/s y 250 m/s en la boquilla (3), dando lugar a una primera trituración de la disolución (1).
 - b) en el paso cilíndrico (4) y estando la disolución (1) a una presión (P) de entre 25 y 60 MPa y a una velocidad (V) de entre 50 m/s y 250 m/s, se produce un rozamiento (R) en la pared perimetral (10) del paso tubular (4), lo que provoca un régimen turbulento (T) en la disolución (1), provocando una segunda trituración.
 - c) en una salida troncocónica (6) de la boquilla (3), dispuesta de manera inversa con respecto a la de la entrada (5), se provoca el comienzo de una expansión (E) y la descompresión de la disolución (1),
 - la expansión (E), la descompresión y la colisión de la disolución (1) en la salida de la boquilla (3) donde la disolución (1) avanza rápidamente hasta una cámara (7) de recepción que se encuentra a una presión de entre cero y entre menos de 25 y menos de 60 MPa, lo que provoca una expansión (E) y la descompresión de la disolución (1) que, junto con la velocidad (V) con la que sale la disolución de la boquilla (3), provoca la colisión de la disolución (1) contra todas las paredes de la cámara (7) de recepción y, particularmente, contra una pared que funciona como un centro exacto (8), que está dispuesta orientada hacia la salida troncocónica de la boquilla a una distancia de entre 15 mm y 150 mm, lo que provoca, de nuevo, una tercera trituración de la disolución (1), obteniendo, de ese modo, la trituración y la nanocelulosa.
2. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que incluye una etapa anterior en la que dicha disolución (1):
 - es sometida a un mezclado anterior mediante agitación para obtener la disolución diluida (1) de celulosa blanqueada en agua en una proporción de entre 1% y 6% de forma homogénea;
 - se deja reposar la disolución (1) entre 12 y 24 horas para someterla, entonces, a la misma agitación de entre 7.000 y 12.000 rpm.
3. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que se repite el procedimiento descrito en la reivindicación 1 hasta obtener una nanocelulosa más homogénea en una escala de entre 50 y 100 nanómetros.
4. El procedimiento según la reivindicación 1 o 3, en el que la disolución (1), después de las etapas de presión en la cámara (2) de compresión, paso forzado a través de la boquilla (3), expansión, descompresión y colisión en la cámara de recepción, es separada de forma convencional mediante centrifugación o decantación del agua y de la nanocelulosa obtenida en las proporciones en las que había sido diluida del 1% al 6%.
5. Un dispositivo triturador para obtener nanocelulosa de los tipos que son mecánicos, que comprende en combinación:
 - a) una cámara (2) de compresión, dotada de un compresor (12), para comprimir la disolución (1) entre 25 y 60 MPa, dirigiendo la disolución (1) hacia una boquilla (3);
 - b) una boquilla (3) a través de la cual pasa la disolución (1) a través de una entrada troncocónica (5) que tiene una longitud de aproximadamente 5 mm, el perímetro mayor de la cual está siempre dispuesto junto a la cámara (2) de compresión y el perímetro menor de la cual siempre coincide con el perímetro de un paso central (4) que tiene una forma cilíndrica, el diámetro del cual es de entre 0,2 mm y 2 mm y la longitud del cual oscila entre 3 mm y 100 mm; y una salida troncocónica (6) que es igual que la entrada troncocónica (5) pero dispuesta de manera inversa, siendo el perímetro menor de la misma del mismo tamaño que el del paso (4); y
 - c) una cámara (7) de recepción que está dispuesta en el otro lado de la boquilla (3) y recibe la salida troncocónica (6), que tiene una pared que funciona como un centro exacto (8) que está dispuesta a una distancia de entre 15 mm y 150 mm desde la salida troncocónica (6) de la boquilla (3), cámara en la cual se descomprime y expande la disolución (1) colisionando contra todas las paredes de la misma y, en particular, contra el centro exacto (8).

- 5
6. El dispositivo según la reivindicación 5, en el que dicho centro exacto (8) es debidamente amovible para proporcionar mayor o menor colisión en combinación con la descompresión en la cámara (7) de recepción.
 7. El dispositivo según la reivindicación 5, que tiene un dispositivo (13) de descompresión que, con independencia del centro exacto (8), provoca una descompresión inferior a cero, es decir, una compresión negativa, para aumentar la expansión de la disolución (1) en la cámara (7) de recepción.
 8. El dispositivo según la reivindicación 5, que tiene una refrigeración (14) para enfriar la cámara (2) de compresión, la boquilla (3) y la cámara (7) de recepción.
 9. El dispositivo según la reivindicación 5, en el que la boquilla (3) tiene uno o más pasos (4) con sus correspondientes entradas (5) y salidas (6) troncocónicas, respectivamente.

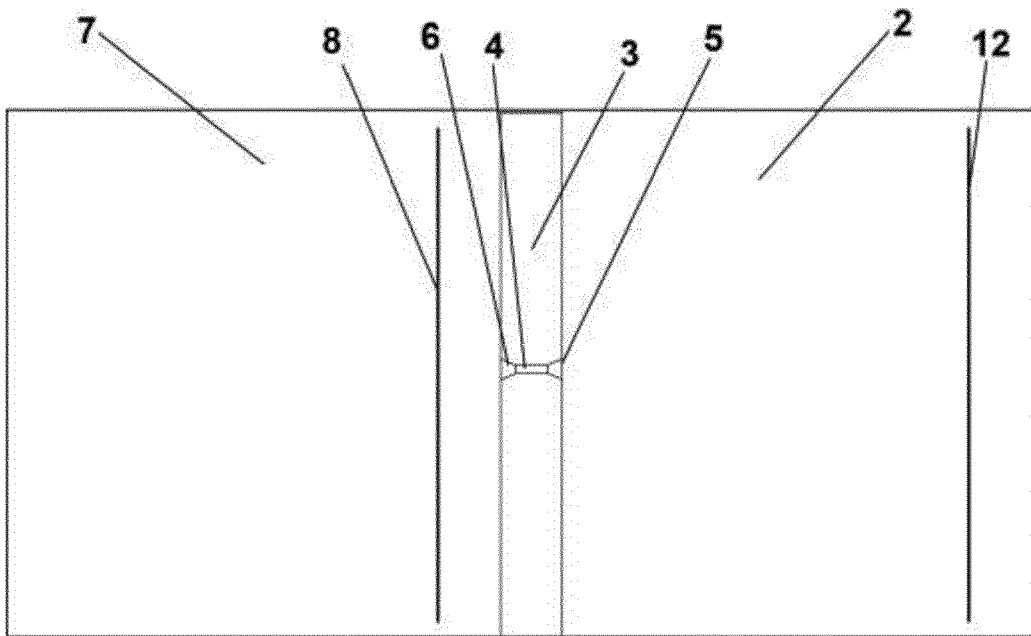


FIG. 1

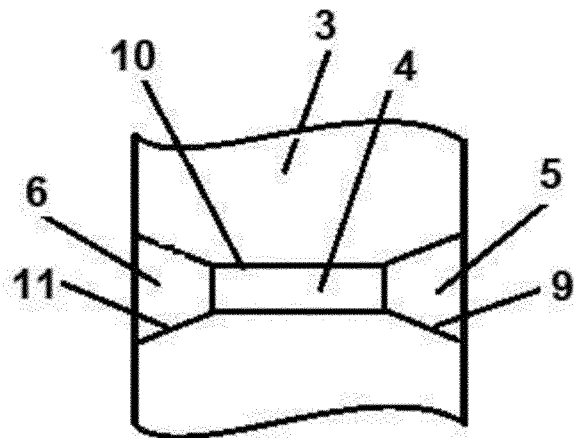


FIG. 2

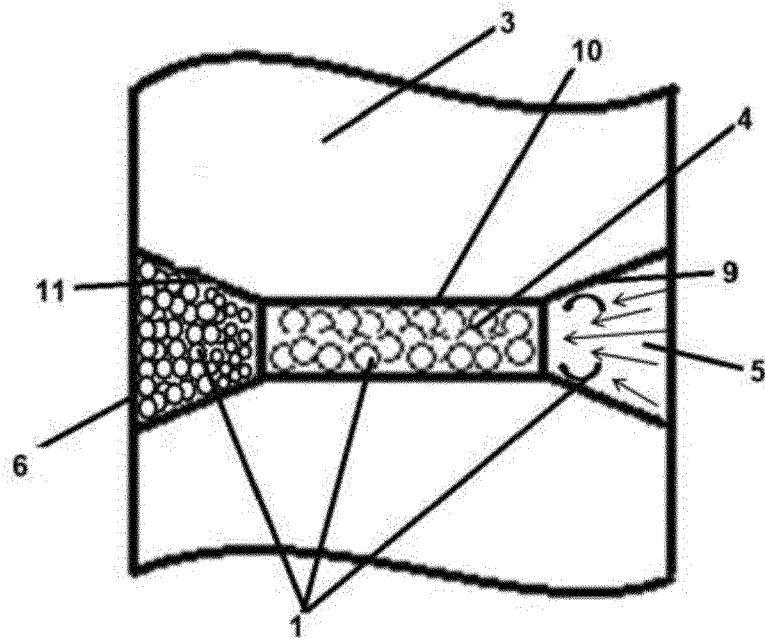


FIG. 3

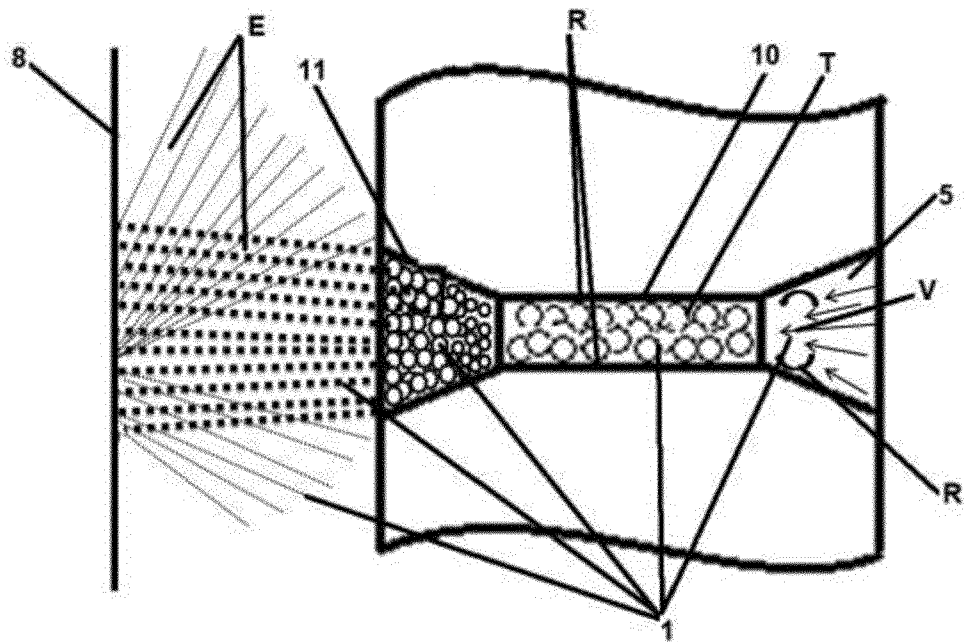


FIG. 4

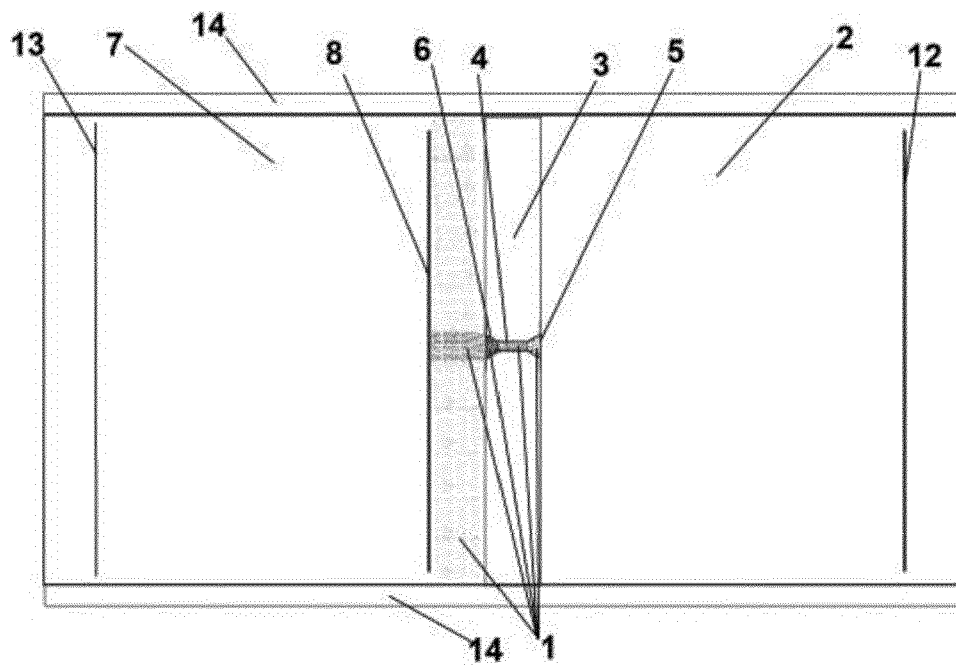


FIG. 5

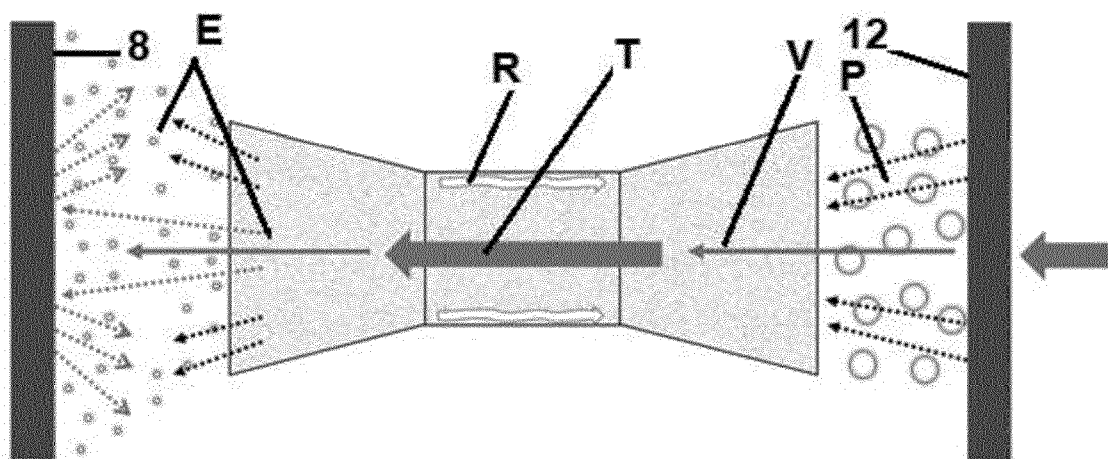


FIG. 6