

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 871 864**

51 Int. Cl.:

D21H 11/18 (2006.01)

D21H 11/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.08.2017** **PCT/EP2017/070846**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.03.2018** **WO18041640**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.08.2017** **E 17764336 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.02.2021** **EP 3507417**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para producir nanoláminas**

30 Prioridad:

01.09.2016 DE 102016116308

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

02.11.2021

73 Titular/es:

SUMET TECHNOLOGIES LTD. & CO. KG (100.0%)
Gewerbestraße 4
86920 Denklingen, DE

72 Inventor/es:

SUTTNER, BERND

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 871 864 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 y dispositivo para producir nanoláminas

5 La invención se refiere a un procedimiento para producir nanoláminas según el preámbulo de la reivindicación 1 y un dispositivo para ello.

10 Las láminas de plástico y, en particular, las láminas de plástico delgadas se utilizan casi universalmente como medios de envasado, por un lado esto se refiere a bolsas de la compra, pero por otro lado también a las láminas que forman parte de los envases de alimentos.

En particular, a través de los sistemas de recuperación de envases, partes de estas láminas se pueden reconducir de nuevo al ciclo o al menos utilizarse por incineración.

15 Sin embargo, cada vez más se convierte en un problema global, que en particular las bolsas de la compra de plástico lleguen al medio ambiente y, debido a su falta de degradabilidad, estén presentes de manera masiva en el medio ambiente y causen problemas en particular también en las aguas, y en este caso no solo en los mares.

20 Las láminas que se descomponen, que dan lugar a nanopartículas de plástico, también han provocado una concentración considerable en las aguas.

En las naciones industrializadas más desarrolladas se intenta contrarrestar esto mediante envases de papel o también de fibras. En este caso, la desventaja es que estos en parte no son competitivos en términos de precio y también se demandan menos de otra manera.

25 Parcialmente también se intenta desplazar los plásticos en el sector del envasado por maíz y otros sistemas de almidón. No obstante, la desventaja es que estos no son muy duraderos con respecto al agua.

30 Un procedimiento para producir un producto a partir de un bioplástico que contiene nanofibras se conoce por el documento AT 516198 A1. En este caso se entiende un bioplástico que se produce a partir de biopolímeros y que contiene fibras de nanocelulosa. El procedimiento para producir el bioplástico que contiene nanofibras comprende la aplicación y distribución de una masa del bioplástico con nanofibras en un estado fluido sobre una superficie de al menos un soporte que se mueve en una dirección circunferencial y el transporte de la masa del bioplástico aplicada y distribuida sobre la superficie del al menos un soporte en la dirección circunferencial del al menos un soporte. Además, está previsto que el bioplástico, que contiene nanofibras, se seque al menos parcialmente y, además, que la masa parcialmente seca se desprenda de la superficie.

35 Por el documento EP 3006622 A1 se conoce un procedimiento para producir capas delgadas, en el que las capas delgadas contienen nanofibras con un diámetro de 1000 nm o menos. En este caso, la capa se aplica sobre un material de soporte y se seca en dos etapas sucesivas. La primera etapa de secado comprende el secado sin contacto, por ejemplo con rayos infrarrojos. En la segunda etapa, la capa se seca en estado tensado.

40 Un procedimiento para producir una lámina delgada de nanocelulosa se conoce por el documento US 2010/0124651 A1. En este caso, la capa se aplica directamente sobre una superficie de un material portador de plástico, de modo que las fibras de nanocelulosa forman una capa delgada. La suspensión nanocristalina se aplica en este caso sobre una banda de tejido impermeable, a lo cual a continuación se inicia un primer proceso de secado, en el que este proceso de secado tiene lugar con aire caliente. Después del primer proceso de secado se coloca una capa de tejido adicional sobre el lado superior del film, en el que esta capa de tejido es preferentemente semipermeable, por lo que se debe producir un efecto sándwich. La capa de tejido semipermeable debe ser capaz de dejar pasar líquidos y gases. Después de que se ha introducido el film nanocristalino entre las dos capas de tejido, se lleva a cabo un segundo proceso de secado, en el que el compuesto de tres capas se enrolla sobre un secador metálico cilíndrico. Luego, el secador conduce el calor a través del tejido no permeable, en el que el calor hace que se evapore la humedad en el film de nanocelulosa y escape a través de la capa de tejido semipermeable. Las dos capas de tejido son necesarias para estabilizar el film nanocristalino. En este caso, el compuesto de tres capas también se puede conducir sobre una pluralidad de unidades de secado. Sólo después del segundo secado se ha gelificado el film nanocristalino hasta que el film se puede secar sin la capa de soporte impermeable. Pero aún se requiere la segunda capa de soporte semipermeable. Solo después de abandonar la tercera etapa de secado, el film es tan resistente que se puede seguir procesando sin capas de soporte. En este caso, la desventaja es que este procedimiento es muy costoso, requiere un alto coste en aparatos y se necesita un procesamiento posterior de la superficie del film.

45 Por el documento US 2014/0255688 A1 se conoce otro procedimiento para fabricar un film de nanocelulosa, en el que este film se aplica igualmente sobre al menos una superficie de un material de soporte. En este documento se comentan una pluralidad de disolventes, con lo que la suspensión producida correspondientemente debe contener dos o 0,25-2 % en peso de nanocelulosa. Adicionalmente se pueden utilizar plastificantes como glicol o sorbitol.

50 El film se aplica sobre la capa portante de tal manera que se logre un espesor de 50-150 µm. A continuación, se realiza

con aire caliente a 60-95 °C, preferentemente a 80 °C.

En la práctica se ha comprobado que en este procedimiento debido al secado con aire caliente se cierran superficialmente los poros del film, de modo que este no se seca de forma fiable. Además, este procedimiento no se ha probado en la práctica porque los espesores de capa en la práctica se sitúan en realidad por encima de 150 µm y, por consiguiente, no se pueden producir láminas realmente delgadas.

El objeto de la invención es crear un procedimiento para producir láminas, con el que se puedan crear láminas compatibles con el medio ambiente en base a materias primas renovables.

El objetivo se logra con un procedimiento de la reivindicación 1. Perfeccionamientos ventajosos están caracterizados en las reivindicaciones dependientes.

Además, un objeto es crear un dispositivo para producir las láminas, el cual permita producir las láminas a gran escala industrial.

Este objetivo se consigue con un dispositivo con las características de la reivindicación 10.

Perfeccionamientos ventajosos están caracterizados en las reivindicaciones dependientes de ella.

Según la invención se produce una lámina a partir de nanocelulosa. En principio se conoce el material base de nanocelulosa o nanofibras de celulosa. Pero hasta ahora no se ha realizado un procesamiento a gran escala dado que los intentos de hacer esto han fracasado, de modo que solo ha habido láminas delgadas fabricadas manualmente, pero que no pueden cumplir los requisitos de una lámina.

En particular, hasta ahora las capas delgadas de este tipo se han producido manualmente y han tenido un grosor desigual y también han sido claramente demasiado gruesas para el uso como lámina. Aparte de eso, las capas delgadas de este tipo eran más como un papel que una lámina.

Según la invención, las nanofibras se disuelven en un disolvente adecuado. Es deseable un disolvente adecuado debido a las nanofibras especiales porque estas poseen una superficie activada. En este caso, el disolvente puede ser un disolvente orgánico o agua o una mezcla de los mismos. En particular, pueden ser alcoholes o mezclas de alcohol y agua.

Se ha encontrado que un lote con un contenido de sólidos del 1 al 4 % da como resultado una buena dispersabilidad con una densidad correspondiente. El contenido de sólidos también puede ser mayor en determinadas aplicaciones.

Este lote se homogeneiza completamente mediante agitación o batido.

En este caso es razonable prever al menos 1.000 revoluciones por minuto en la velocidad del agitador y agitar este lote durante 24 horas, preferentemente 48 horas.

Al usar agua se usa al menos agua desionizada, eventualmente agua destilada.

Después de la correspondiente disolución de las nanofibras, estas se introducen en un recipiente como recipiente de almacenamiento. Para evitar una sedimentación y segregación, el recipiente está configurado con un mecanismo de agitación correspondiente o similares. Entre otras cosas, también se puede bombear gas. En principio, todos los procedimientos que se aplican en contenedores de almacenamiento son adecuados para evitar la sedimentación correspondiente.

El transporte desde el contenedor de almacenamiento se puede realizar con bombas dosificadoras conocidas convencionales, en el que en particular son adecuadas bombas peristálticas o bombas de tornillo excéntrico. Además, aquí se pueden utilizar contenedores controlados por aire comprimido. Al suministrar flema también es esencial que no se tengan lugar espesamientos, pero tampoco deshidrataciones ni segregaciones.

Luego se introduce mediante una infusión de barbotina sobre un material de soporte alrededor de la lámina real.

En este caso, la aplicación se realiza a través de una rasqueta que puede estar perfilada. También es adecuada una varilla con bisel, una boquilla de salida en forma de cuchilla correspondiente, una boquilla ranurada o una denominada boquilla de matriz - corredera o boquillas de aplicación controlada por volumen.

El espesor de la capa se controla mediante el control del volumen o el control de la apertura de la boquilla y del intersticio de la boquilla o de la raqueta o cuchilla adecuada.

Evidentemente, la velocidad de evacuación del material de soporte también tiene influencia en esto.

El material de soporte es preferentemente un material de soporte muy liso, en particular un transportador de cinta, en el que la cinta transportadora puede ser una cinta de metal o plástico.

5 Si como cinta se utiliza una cinta de metal, p. ej. se utiliza una cinta de acero, en particular una cinta de acero inoxidable, que es resistente a la corrosión.

En este caso, una cinta de metal semejante posee grosores de 0,5 a 0,35 mm y, en el caso de anchuras muy grandes y diámetros de cilindros transportadores muy grandes, también puede llegar hasta 1 mm de espesor o más.

10 Además, evidentemente también son adecuados plásticos adecuados y conocidos, en particular también cintas de PTFE o cintas recubiertas de PTFE.

15 Para producir una lámina fina a partir de la flema muy dispersada, que es muy fluida en el momento de la aplicación, la flema se debe secar correspondientemente sobre la cinta. Sin embargo, debido al bajo contenido de sólidos, este es un proceso extremadamente sensible, ya que las flemas de nanofibras de este tipo tienen una tendencia muy fuerte a formar burbujas.

20 En particular, es importante coordinar los tipos de secado entre sí y también adaptarlos además a los parámetros del carril como velocidad, grosor de capa, anchura de aplicación y similares.

Además del riesgo de formación de burbujas, con estas láminas especiales existe el riesgo de que se desarrollen fuertes tensiones internas, que disminuyen fuertemente la resistencia de la lámina.

25 Según la invención, el secado se compone de tres componentes de secado.

Un primer componente es la cinta de soporte calentada. En este caso, la cinta se calienta con rodillos calefactores a través de conductos térmicos, con lo que en este caso son ventajosas en particular las cintas metálicas.

30 La temperatura de la cinta se ajusta entre 40 y 95 °C.

35 Temporalmente después de la aplicación y simultáneamente a la cinta calentada se puede realizar un presecado por medio de emisores de infrarrojos de onda corta a media dispuestos longitudinalmente y transversalmente, en el que está prevista preferentemente una batería de emisores en la que los emisores individuales se pueden controlar por separado. En este caso es ventajoso si el suministro de aire se puede regular durante el presecado por infrarrojos, es decir, si está presente un flujo transversal o longitudinal que puede ajustar una presión de vapor correspondiente en el material o por encima del material.

40 Para ello, puede estar previsto guiar la cinta de forma encapsulada en un espacio cerrado hacia fuera, de modo que sea posible una ventilación dirigida y sea posible la disipación de calor tanto del calor incorporado a través de la cinta transportadora como también del calor incorporado por los emisores de infrarrojos con la ventilación correspondiente.

45 Como secado principal se actúa a continuación sobre la barbotina presecada con unidades de emisores de infrarrojos de onda media u onda corta con una alta densidad de potencia y capacidad de control individual. En este caso también es extremadamente importante disipar de manera fiable el vapor de disolvente, que proviene de la alta fracción de líquido del 95 al 99 %, de modo que no se produzca una formación de burbujas o una coacción o aglomeración de la barbotina aplicada

50 Para garantizarlo, la gran cantidad de aire necesaria para el secado se conduce sobre la barbotina de forma dirigida con salidas difusas para no generar presión sobre la barbotina. Según la invención, se ha comprobado que una conducción de aire demasiado directa sobre el material conduce a la formación de ondas en el material húmedo y a grietas en el material seco.

55 Según la invención, el material se vuelve a humedecer eventualmente después del secado, para ajustar una flexibilidad predeterminada. El secado completo del material hace que se vuelva relativamente rígido e inflexible, de modo que se puede ajustar una flexibilidad dirigida a través de una rehumidificación.

La rehumidificación se puede realizar en una cámara de vapor o neblina, en la que está ajustada una humedad relativa predeterminada del aire y la humedad se reajusta correspondientemente.

60 Después del secado realizado y eventualmente rehumidificación, la lámina se desprende del lecho de soporte con la ayuda de cuchillas raspadoras y se someten a un recorte de los bordes. A continuación, se enrolla la lámina recortada y depredada, con lo que un accionamiento de bobinado controlado por par realiza el enrollado.

65 Con el procedimiento especificado es posible producir una lámina a partir de nanomateriales apropiados, como la nanocelulosa, que no sea inferior a una lámina de plástico en términos de usabilidad, pero que esté hecha de materias primas renovables y sea biodegradable.

En este caso, esta lámina es adecuada para laminados para la industria eléctrica, pero también para envases de alimentos, envases exteriores de alimentos, reemplazo de bolsas de plástico, guantes y similares.

A este respecto, la barbotina se aplica en particular en un grosor de lecho de 1 a 20 mm y, después de secar y retirar, alcanza un grosor de 1 a 200 μm o más. En este caso, el grosor obtenido se logra con un grado de uniformidad muy alto, con lo que finalmente la lámina tiene una anchura de 1 m, por ejemplo, y se pueden fabricar 50 m de lámina por minuto sin más, lo que es conveniente en la reutilización económica. Además, es posible fabricar esteras o placas a partir de nanomaterial en la instalación, en las que la aplicación de barbotina puede ser de 20 a 40 mm y más, según el límite lateral.

La invención y en particular el dispositivo utilizado se explica a modo de ejemplo mediante un dibujo. En este caso, la única figura muestra un dispositivo correspondiente en una vista lateral de manera muy esquemática.

El dispositivo según la invención para la producción de nanoláminas 1 posee una unidad de dispersión 2, en el que la unidad de dispersión 2 dispone de un recipiente 3 y un mecanismo de agitación o batido 4. Además, la unidad de dispersión 2 posee un suministro para material de nanofibras y un suministro para los disolventes correspondientes. A este respecto, el dispositivo de agitación o batido 4 es preferentemente un dispositivo electromotor 4 con un correspondiente mecanismo de agitación o batido 5, en el que el mecanismo de agitación o batido 5 y el motor 4 estén configurados de modo que sean posibles velocidades de rotación superiores a 1.000 revoluciones por minuto y además el mecanismo de agitación agite en este caso todo el contenido y lo disperse.

El material suficientemente disperso o la barbotina producida de este modo se puede transferir a un recipiente de almacenamiento 6, en el que el recipiente de almacenamiento 6 posee dispositivos de suministro correspondientes para suministrar la barbotina desde la unidad de dispersión 2 al recipiente de almacenamiento 6. El recipiente de almacenamiento 6 posee igualmente un agitador 7, que dispone de un accionamiento 8 y un agitador 9 correspondiente, en el que estos están dimensionados de modo que mantienen la barbotina en estado dispersado, no segregado.

Correspondientemente, la barbotina se le puede suministrar a un mecanismo de aplicación 13 a través de una guía de manguera 10, una bomba 11 correspondiente y una manguera 12 siguiente correspondiente. El mecanismo de aplicación 13 es una rasqueta, una boquilla ranurada o similares y se extiende a lo largo de la anchura de la instalación. Desde el mecanismo de aplicación 13, la barbotina se vierte sobre una cinta transportadora 14 que se mueve conforme a la dirección de la flecha 15. Para tensar la cinta transportadora 14 están previstos al menos un primer cilindro 16 y un último cilindro 17, con lo que entre los cilindros 16, 17 pueden estar presentes una pluralidad de cilindros de soporte y calefactores 18 adicionales. En este caso, los cilindros 16, 17 están en contacto con la cinta 14 gracias a una circunferencia parcial, mientras que los cilindros 18 adicionales están en contacto con la cinta soportando preferentemente la cinta 14 sólo en una zona relativamente estrecha.

Preferentemente, los cilindros 16, 17, 18 están configurados todos de forma calentable, en particular eléctricamente calentable, en los que las temperaturas se pueden ajustar entre 40 y 85° en la cinta 14.

Después del mecanismo de aplicación 13 está presente un dispositivo de presecado 19, en el que el dispositivo de presecado 19 está configurado a partir de una pluralidad de unidades de emisores de infrarrojos 20 dispuestas a lo largo de la dirección de marcha 15 de la cinta 14 y una pluralidad de emisores de infrarrojos 21 presentes transversalmente a la dirección de marcha de la cinta 14.

Evidentemente, también es posible disponer los emisores 20, 21 respectivamente oblicuamente o en ángulo respecto a la dirección de marcha 15 de la cinta 14.

Además, es posible configurar los emisores de infrarrojos con diferentes distancias a la superficie de la cinta.

En la zona del presecado 19 también puede estar presente un recinto (no mostrado) de todo el dispositivo de presecado 19, que apantalla el presecado de la atmósfera exterior o contra un acceso incontrolado, pero prevé una ventilación dirigida, p. ej. una ventilación cruzada a través de las boquillas correspondientes y dispositivos de aspiración opuestos correspondientes.

Después del dispositivo de presecado 19 está dispuesta la unidad de secado 22, con lo que la unidad de secado dispone de al menos uno, pero preferentemente de una pluralidad de emisores de infrarrojos 23, que pueden estar dispuestos de manera similar a los emisores del presecado, pero también pueden ser emisores de infrarrojos que funcionan de forma puntual, que se puede excitar preferentemente de forma individual.

La temperatura de la superficie de la barbotina se puede registrar preferentemente y la intensidad de calentamiento por parte de los emisores de infrarrojos puede estar adaptada a una temperatura de superficie deseada, que puede variar en particular desde la entrada de la unidad de secado hasta la salida de la unidad de secado.

Para ajustar una presión de vapor definida por encima de la barbotina 24, la unidad de secado 22 puede disponer igualmente de un recinto que impida el acceso incontrolado de la atmósfera ambiental, pero permita un suministro correspondiente de aire u otro gas. La zona por encima de la barbotina 24 se recorre por el aire o el gas, que está ajustado con respecto a la humedad relativa del aire, de modo que sea capaz de absorber ciertas cantidades de humedad de la barbotina 24.

En este caso es importante que el flujo discurra de forma difusa y no esté dirigido directamente sobre la superficie, ya que una circulación directa en la superficie en el caso de la barbotina muy húmeda puede provocar ondulaciones en la zona de la entrada de la unidad de secado 22 y grietas en la salida en el material de barbotina, que luego ya es correspondientemente delgado y tipo lámina.

A la unidad de secado 22 le sigue un dispositivo de rehumidificación 25, que puede estar configurado como una cámara de niebla o humedad o de otra manera provoca una rehumidificación definida.

Para ello, puede estar previsto tomar el contenido de humedad de la barbotina preferentemente sin contacto y regular la humidificación correspondientemente.

La lámina 26 producida de este modo se retira del último rollo 17 eventualmente con una cuchilla de extracción correspondiente (no mostrada) y se soporta con un rollo de soporte 27. A continuación, pasa por un rodillo de ensanchado 28 hasta un enrollado 29 donde se enrolla correspondientemente.

Dado que durante la fabricación de la lámina puede suceder que esta se cargue estáticamente, puede estar presente un dispositivo de ionización de aire u otro dispositivo para reducir o eliminar la carga 30 después de que la lámina 26 se haya retirado de la cinta transportadora 14.

Para guiar y tensar la cinta transportadora correspondientemente, pueden estar presentes otros rodillos 31 correspondientemente, en particular como rodillos tensores 31, en la zona del ramal inferior de la cinta.

En la invención es ventajoso que, por primera vez, en un procedimiento comprensible y de alta calidad se puede fabricar una lámina de nanofibras con gran uniformidad en términos de grosor tanto en la longitud como también en la anchura, en el que la fabricación se realiza en anchuras desde 1 m y con velocidades de 50 m por minuto, lo que permite un aprovechamiento económico.

Lista de referencias

- 1 Nanolámina
- 2 Unidad de dispersión
- 3 Recipiente
- 4 Motor
- 5 Mecanismo de batido
- 6 Recipiente de almacenamiento
- 7 Mecanismo de agitación
- 8 Accionamiento
- 9 Agitador
- 10 Guía de manguera
- 11 Bomba
- 12 Manguera
- 13 Mecanismo de aplicación
- 14 Cinta transportadora
- 15 Dirección de marcha
- 16 Cilindro
- 17 Cilindro
- 18 Cilindro
- 19 Dispositivo de presecado
- 20 Emisor de infrarrojos
- 21 Emisor de infrarrojos
- 22 Dispositivo de secado principal
- 23 Emisor de infrarrojos
- 24 Barbotina
- 25 Dispositivo de rehumidificación
- 26 Lámina
- 27 Rodillo de soporte
- 28 Cilindro de ensanchado
- 29 Enrollado
- 30 Carga
- 31 Rodillo

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para producir láminas o esteras y placas a partir de nanofibras, en particular láminas o esteras y placas a partir de nanofibras de celulosa, en el que
 - el material de nanofibras se dispersa en un disolvente, en el que
 - la fracción de sólidos se sitúa entre el 1 y el 4 % en volumen y la barbotina así producida se aplica mediante un dispositivo de aplicación (13) sobre una cinta transportadora (14) que se mueve en la dirección de transporte (15) y
 - a continuación la barbotina vertida se seca previamente y
 - la barbotina presecada se somete al secado principal después del presecado y se retira de la cinta transportadora después de alcanzar un contenido de humedad predefinido, en el que el presecado se seca previamente por medio de emisores de infrarrojos dispuestos longitudinalmente y/o transversalmente o dispuestos diagonalmente a la dirección de marcha de la cinta transportadora (14) y el secado principal se realiza con unidades de emisores de infrarrojos de onda media y/u onda corta con alta densidad de potencia, en el que los emisores de infrarrojos se excitan individualmente o en grupos, en el que el vapor de disolvente se evacúa de forma dirigida y además se suministran aire y/u otros gases para evacuar la humedad durante el secado principal y se introducen de forma difusa en la zona del secado principal.
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** el material de nanofibras se dispersa en agua y/o un disolvente orgánico y/o alcohol.
3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que** la barbotina se vierte sobre la cinta transportadora (14) a través de una rasqueta, una rasqueta perfilada, una varilla con bisel, una boquilla de cuchilla, una boquilla ranurada o una boquilla de matriz/corredera o una boquilla de aplicación controlada por volumen.
4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la barbotina se vierte sobre una cinta transportadora lisa (14).
5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la cinta transportadora se calienta a 40 a 95 °C.
6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el presecado se realiza en una carcasa con suministro de gas o suministro de aire controlado.
7. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** los emisores de infrarrojos se pueden excitar individualmente.
8. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el flujo de gas o aire utilizado está ajustado con respecto a su humedad relativa y/o velocidad de flujo.
9. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el material de barbotina seco se humedece posteriormente hasta un contenido de humedad deseado después del secado principal.
10. Dispositivo para realizar el procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores para producir láminas a partir de nanofibras, en particular láminas a partir de nanofibras de celulosa, **caracterizado por que** está presente una cinta transportadora (14) y la cinta transportadora (14) se guía con rodillos (16, 17, 18, 31) a lo largo de su dirección longitudinal en círculo a modo de ramal superior e inferior, en el que en una primera zona está dispuesta por medio de un dispositivo de aplicación (13) para aplicar una barbotina de lámina sobre la cinta transportadora (14), en el que un dispositivo de presecado (19), que comprende emisores de infrarrojos (20, 21) que actúan sobre la barbotina vertida (24), está dispuesto aguas abajo en la dirección de transporte de la cinta transportadora (14) y un dispositivo de secado principal (22) con emisores de infrarrojos (23) está presente aguas abajo en la dirección de transporte (15) y en el que la cinta transportadora se mantiene por los rodillos (16, 17, 18) en la zona de la colocación de la barbotina (24), en el que al menos partes de los rodillos están configuradas de forma calentables, en el que un rehumidificador (25) está dispuesto aguas abajo después del dispositivo de secado principal (22) en la dirección de transporte (15).
11. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 10 u 11, **caracterizado por que** está presente un dispositivo de dispersión (2) que comprende un recipiente (3) y un dispositivo de agitación (4, 5), en el que el dispositivo de agitación está configurado de modo que puede agitar con más de 1.000 revoluciones por minuto.

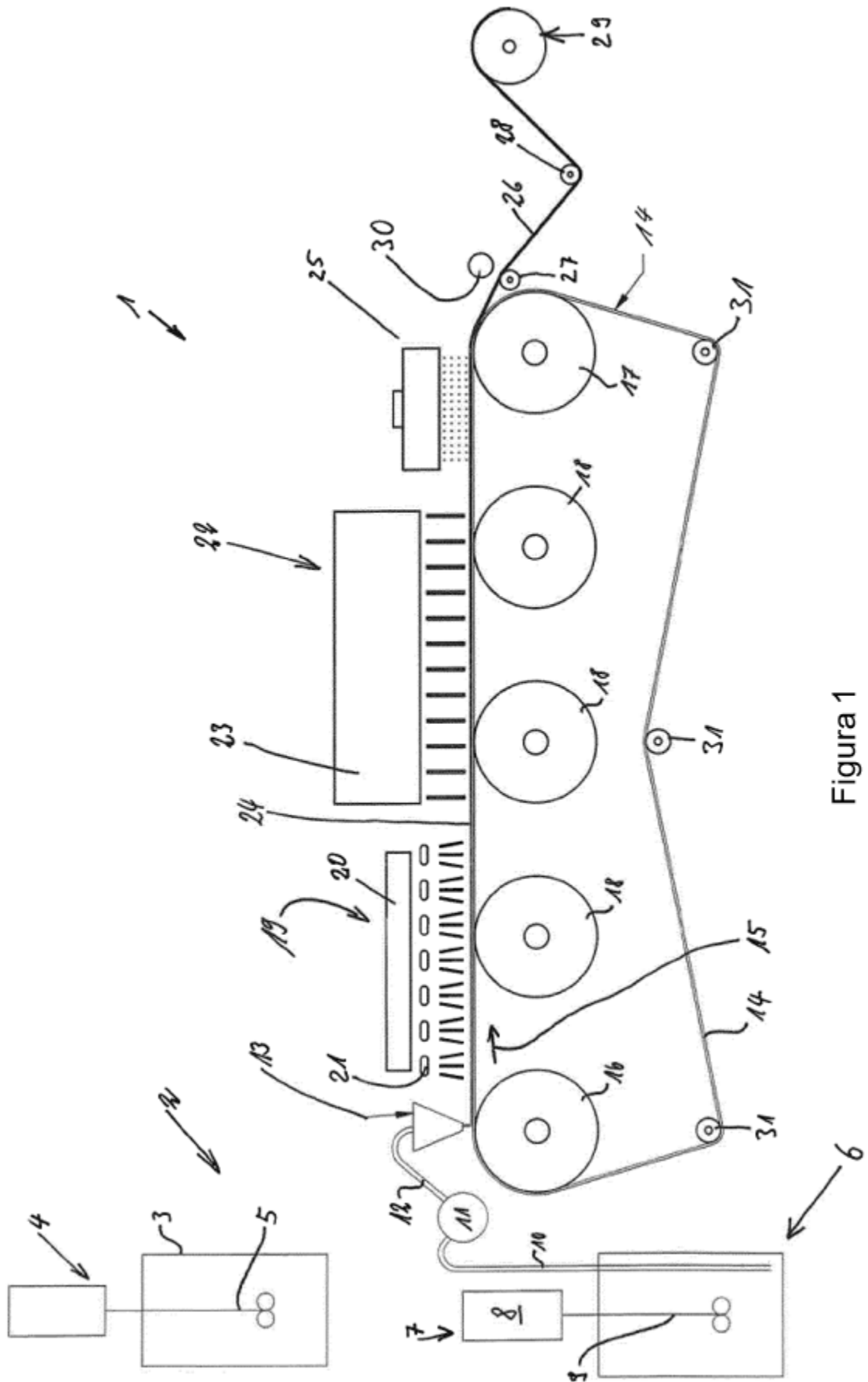


Figure 1