

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 788 773**

51 Int. Cl.:

C02F 11/12 (2009.01)

F26B 3/347 (2006.01)

F26B 17/02 (2006.01)

F26B 23/00 (2006.01)

F16C 13/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.04.2016 PCT/SG2016/050170**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.10.2016 WO16163955**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.04.2016 E 16776998 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.01.2020 EP 3280686**

54 Título: **Aparato y método de secado de evaporación mejorado**

30 Prioridad:

07.04.2015 SG 10201502704V

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

22.10.2020

73 Titular/es:

SINGENERGY CORPORATION PTE LTD. (100.0%)

63 Ubi Avenue 1, 06-01 63 UBI

Singapore 408937, SG

72 Inventor/es:

CHUA, KENG TAI

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 788 773 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

Aparato y método de secado de evaporación mejorado

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere en general a aparatos y métodos para el secado de sustancias, en particular, pero no limitado a, el secado por evaporación de lodos.

Antecedentes de la invención

10 La siguiente exposición sobre los antecedentes de la invención está destinada a facilitar una comprensión de la presente invención. Sin embargo, debe apreciarse que la exposición no es un reconocimiento o admisión de ninguno de los materiales mencionados publicados, conocidos o parte del conocimiento general común en cualquier jurisdicción en la fecha de prioridad de la solicitud.

15 El lodo es un fango semisólido que incluye, entre otros, lodo de aguas residuales, residuos de biogás, lodo de papel y lodo de alimentos y bebidas. Las variantes de lodo pueden transportar metales pesados, toxinas, contaminantes y patógenos. Por lo tanto, si el lodo no se trata adecuadamente antes de desecharlo, habrá riesgo de propagación de enfermedades, envenenamiento por metales pesados y daños ambientales. El tratamiento de lodos de aguas negras o residuales generados a partir de plantas de tratamiento de aguas residuales típicamente comprende los siguientes pasos: espesamiento, deshidratación y secado. El secado por calor elimina el contenido de humedad del lodo y puede destruir los patógenos y neutralizar las toxinas. La eliminación de la humedad y la aplicación de calor para secar el lodo pueden dar como resultado un manejo seguro y fácil del lodo seco para el tratamiento/desecho aguas abajo.

20 Se han desarrollado varios métodos para secar el lodo y estos incluyen, entre otros, los métodos de convección, radiación y secado indirecto (contacto o conducción).

En los métodos de convección, el aire seco calentado se pone en contacto con el lodo en un tambor o secador de cinta; en los métodos de radiación, el calor irradiado por los elementos de calentamiento se utiliza para secar el lodo, en donde dicho calor puede provenir de la radiación solar o de elementos de calentamiento por infrarrojos; y en los métodos indirectos, el lodo se pone en contacto con una superficie calentada por una fuente de calor para su secado.

25 El documento US 2.301.589 se refiere al secado de pulpa de fruta o similar y particularmente a la aplicación eficiente de calor a la misma.

30 La patente de EE.UU. No. 5.091.079 describe un aparato que usa dos hornos para proporcionar calentamiento por inducción para reducir el lodo, especialmente aquellos que contienen metales pesados y una cámara de evacuación al vacío para extraer gases y vapores del lodo que está siendo reducido, en donde el lodo viaja a través del aparato a lo largo de una sola cinta transportadora.

35 El Registro de Patente de Corea No. 10-1005086 y el Registro de Patente de Corea No. 10-0976243 divulgan un aparato de secado de lodo que utiliza un rodillo o tambor calentado para secar el lodo. El aceite térmico se usa como medio de calentamiento donde se bombea al interior del rodillo y conduce calor a la superficie circunferencial interior del rodillo. El calor conducido viaja después a la superficie circunferencial exterior del rodillo, contra el cual el lodo que está siendo secado se comprime a través de una cinta. Hay varias desventajas asociadas con estos aparatos de secado. En primer lugar, el calor se conduce desde el lado del lodo en contacto con el rodillo hacia el otro lado, donde la humedad y el vapor evaporado tienen que viajar a través del espesor del lodo para escapar, ya que el rodillo probablemente tendrá una superficie impenetrable/no porosa para evitar fugas de aceite térmico. Por lo tanto, el espesor del lodo que se está tratando es limitado debido a la forma en que se conduce el calor solo en un lado del lodo y la ruta de escape relativamente larga de la humedad y del vapor desde un lado del lodo al otro. En segundo lugar, el aceite térmico debe ser recirculado continuamente desde los rodillos a las calderas/calentadores para reponer cualquier pérdida de calor. Durante dicha recirculación, hay una pérdida de calor inherente a lo largo de la tubería de aceite térmico, de la caldera/calentador y partes de los rodillos que no se utilizan para secar el lodo, lo que conduce a ineficiencias de energía.

45 En tercer lugar, las calderas/calentadores, las tuberías térmicas y las bombas grandes para hacer circular el aceite generarán un gran espacio en todo el aparato. En cuarto lugar, para configuraciones de rodillos simples o múltiples, el aceite térmico generalmente se extrae de la misma fuente, es decir, una sola caldera. Por lo tanto, la temperatura de secado no se puede controlar con precisión y variar en diferentes etapas de secado. En quinto lugar, la temperatura de calentamiento está limitada por la temperatura máxima de funcionamiento del aceite térmico. Finalmente, se requiere una cantidad considerable de tiempo (aproximadamente una hora) para calentar los aparatos desde la temperatura ambiente hasta la temperatura de secado deseada. Además, como no será seguro realizar trabajos de mantenimiento y reparación mientras los aparatos aún están calientes, se requiere una cantidad considerable de tiempo para enfriarlos por completo, generalmente más de 3 horas para enfriarse y alcanzar los 100 °C.

55 Por lo tanto, existe la necesidad de paliar los problemas en la técnica anterior, tales como aumentar las eficiencias del proceso de secado de los aparatos de la técnica anterior, reducir aún más el contenido de humedad del lodo tratado,

mejorar la calidad de los productos finales, disminuir el espacio de los aparatos anteriores, y mejorar el tiempo requerido para el calentamiento y el enfriamiento.

Sumario de la invención

5 A lo largo de este documento, a menos que se indique lo contrario, las expresiones "que comprende", "que consiste en" y similares, deben interpretarse como no exhaustivas, o en otras palabras, como "incluyendo, pero sin limitarse a".

La necesidad mencionada anteriormente se satisface al menos en parte y se realiza una mejora en la técnica mediante un aparato de acuerdo con esta invención.

10 De acuerdo con un primer aspecto de la invención, se proporciona un aparato para secar una sustancia, el aparato comprende: al menos un rodillo giratorio alrededor de un eje central; un primera cinta que tiene un primer y un segundo lado, el primer lado de la primera cinta adaptado para recibir la sustancia; y una pluralidad de elementos de inducción de calor dispuestos para inducir calor en la primera cinta para calentar la sustancia, en donde durante el funcionamiento, la primera cinta impulsa por medio de su primer lado, la sustancia hacia una porción de una superficie circunferencial exterior del rodillo, y la sustancia es calentada para eliminar fluidos de la sustancia.

15 El hecho de que los elementos de calentamiento por inducción estén dispuestos para calentar la primera cinta permite que una porción de la sustancia en contacto con el primer lado de la primera cinta se caliente más rápido que las otras partes de la sustancia, creando así una ruta de escape de humedad y vapor más corta porque la humedad y el vapor ubicados en el mismo lado que la primera cinta se evaporarán primero, y por presión capilar, atraerá más humedad y agua a esa superficie. Además, hay una mayor presión impartida sobre el lodo cuando la cinta comprime el lodo contra una porción de la superficie circunferencial exterior del rodillo. Esto aumenta la compacidad y el área de superficie del
20 lodo que está en contacto con la cinta calentada. Como resultado, la humedad y el agua se evaporan a una velocidad mucho mayor que en los aparatos de la técnica anterior. Además, se pueden procesar lodos más gruesos, lo que aumenta la capacidad de tratamiento. Además, en lugar de usar un fluido térmico, la presente invención usa elementos de calentamiento por inducción que se prefieren porque, en primer lugar, ya no se requiere una caldera/calentador, tuberías ni bomba, lo que da como resultado que el aparato tenga una mejor eficiencia energética (por ejemplo, menos pérdida de calor innecesaria para otros componentes del aparato) y ocupe menos espacio; en segundo lugar, se pueden utilizar temperaturas de funcionamiento más altas y se puede lograr un mayor control con ajustes de temperatura precisos y sensibles en diversas etapas de secado; y en tercer lugar, la temperatura de funcionamiento deseada se puede lograr en un corto período de tiempo y el aparato se puede enfriar rápidamente.

30 El al menos un rodillo está construido sustancialmente de un material no metálico. La primera cinta comprende un metal, y puede estar hecha de fibras metálicas finas, y cuyo caso la primera cinta es porosa. Al menos un elemento de inducción de calor está dispuesto dentro del rodillo, próximo y alrededor de una porción de una superficie circunferencial interior del rodillo. Preferiblemente, al menos un elemento de inducción de calor está dispuesto cerca y alrededor de la porción de la superficie circunferencial exterior del rodillo, en donde durante el funcionamiento, la sustancia y la primera cinta son conducidas entre la porción de la superficie circunferencial exterior del rodillo y el
35 elemento de inducción de calor.

Preferiblemente, el aparato comprende además al menos un medio tensor adaptado para tensar la primera cinta.

Preferiblemente, el aparato comprende además un medio de retirada para retirar la sustancia de la primera cinta.

40 Preferiblemente, el aparato comprende además una segunda cinta que tiene un primer y segundo lado, donde en funcionamiento, la sustancia se intercala entre el primer lado de la primera cinta y el primer lado de la segunda cinta, y en donde la primera cinta se impulsa a través de su primer lado, la sustancia y la segunda cinta hacia la porción de la superficie circunferencial exterior del rodillo.

Preferiblemente, la segunda cinta comprende un metal, más preferiblemente, la segunda cinta está hecha de fibras metálicas finas, y en cuyo caso la segunda cinta es porosa.

45 Preferiblemente, la pluralidad de elementos de inducción de calor está dispuesta para inducir calor en la segunda cinta para calentar la sustancia.

Preferiblemente, el aparato tiene una pluralidad de rodillos, en donde durante el funcionamiento, la segunda cinta impulsa a través de su primer lado, la sustancia y la primera cinta hacia una porción de una superficie circunferencial exterior de al menos un rodillo.

Preferiblemente, el aparato comprende además al menos un medio tensor adaptado para tensar la segunda cinta.

50 Preferiblemente, el aparato comprende además un medio de retirada para retirar la sustancia de la segunda cinta.

Preferiblemente, el aparato comprende además un elemento de escape adaptado para eliminar fluidos del aparato.

Preferiblemente, el aparato comprende además un ventilador adaptado para eliminar fluidos de una superficie de la sustancia.

Preferiblemente, el aparato comprende además un dispositivo adaptado para distribuir la sustancia en el primer lado de la primera cinta.

5 De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, hay un rodillo para usar en un aparato de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, comprendiendo el rodillo una pluralidad de protuberancias dispuestas en una porción de la superficie circunferencial exterior del rodillo.

Preferiblemente, las protuberancias se construyen a partir de un material diferente del material del rodillo.

Preferiblemente, la pluralidad de protuberancias comprende crestas dispuestas sustancialmente a lo largo de la longitud del rodillo en la superficie circunferencial exterior del rodillo.

10 Preferiblemente, la pluralidad de protuberancias comprende crestas dispuestas circunferencialmente sobre y alrededor de una parte de la superficie circunferencial exterior del rodillo.

Preferiblemente, la superficie circunferencial exterior del rodillo comprende canales para permitir el escape del vapor.

Preferiblemente, la pluralidad de protuberancias y canales están dispuestos en una superficie de un manguito, y en cuyo caso el rodillo está adaptado para encajar en el manguito.

15 Preferiblemente, el rodillo comprende una capa de metal en una parte de la superficie circunferencial exterior del rodillo.

20 De acuerdo con un tercer aspecto de la presente invención, hay un método para secar una sustancia, el método comprende los pasos de: distribuir la sustancia sobre una primera cinta que tiene un primer y un segundo lado, estando el primer lado de la primera cinta adaptado recibir la sustancia; inducir calor en la primera cinta a través de una pluralidad de elementos de inducción de calor; empujar la sustancia a través del primer lado de la primera cinta hacia una parte de una superficie circunferencial exterior de al menos un rodillo giratorio alrededor de un eje central; y calentar la sustancia para eliminar fluidos de la sustancia.

Preferiblemente, al menos un elemento de inducción de calor está dispuesto dentro del rodillo, próximo y alrededor de una porción de una superficie circunferencial interior del rodillo.

25 Preferiblemente, al menos un elemento de inducción de calor está dispuesto cerca y alrededor de la porción de la superficie circunferencial exterior del rodillo, y en donde el método comprende además el paso de conducir la sustancia y la primera cinta entre la porción de la superficie circunferencial exterior del rodillo y al menos uno de los elementos de inducción de calor.

Preferiblemente, el método comprende además tensar la primera cinta.

Preferiblemente, el método comprende además la etapa de retirar la sustancia de la primera cinta.

30 Preferiblemente, el método comprende además la etapa de intercalar la sustancia entre un primer lado de una segunda cinta y el primer lado de la primera cinta, y presionar a través del primer lado de la primera cinta, la sustancia y la segunda cinta hacia una porción de la superficie circunferencial exterior del rodillo.

Preferiblemente, el método comprende además la etapa de inducir calor en la segunda cinta a través de los elementos de inducción de calor para calentar la sustancia.

35 Preferiblemente, el método comprende además la etapa de empujar a través del primer lado de la segunda cinta, la sustancia y la primera cinta hacia una porción de una superficie circunferencial exterior de al menos un rodillo, en donde hay una pluralidad de rodillos.

Preferiblemente, el método comprende además tensar la segunda cinta.

Preferiblemente, el método comprende además la etapa de retirar la sustancia de la segunda cinta.

40 Preferiblemente, el método comprende además la etapa de eliminar fluidos a través de un elemento de escape.

Preferiblemente, el método comprende además la etapa de eliminar fluidos de una superficie de la sustancia por medio de un ventilador.

Breve descripción de los dibujos

La invención se describirá ahora, solo a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

45 La figura 1 muestra una vista ilustrativa de una primera realización de un aparato de la presente invención.

La figura 2 muestra una vista ampliada en sección transversal de una realización de un rodillo del aparato de la figura 1.

Las figuras 2a y 2b muestran realizaciones de un rodillo del aparato de la figura 1.

La figura 3 muestra una vista ampliada en sección transversal de otra realización de un rodillo del aparato de la figura 1.

La figura 4 muestra una vista ilustrativa de una segunda realización de un aparato de la presente invención.

La figura 5 muestra una vista ampliada en sección transversal de una realización de un rodillo del aparato de la figura 4.

5 Las figuras 5a y 5b muestran otras realizaciones de un rodillo del aparato de la figura 4.

La figura 6 muestra una vista ilustrativa de una tercera realización de un aparato de la presente invención.

La figura 7 muestra una vista ilustrativa de una cuarta realización de un aparato de la presente invención.

Son posibles otras disposiciones de la invención y, en consecuencia, no debe entenderse que los dibujos adjuntos reemplazan la generalidad de la descripción anterior de la invención.

10 Realizaciones preferidas de la invención

A continuación se describirán realizaciones particulares de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos. La terminología utilizada en el presente documento tiene el propósito de describir únicamente realizaciones particulares y no pretende limitar el alcance de la presente invención. Otras definiciones para los términos seleccionados utilizados en este documento se pueden encontrar dentro de la descripción detallada de la invención y se aplican en todas partes. Además, a menos que se defina lo contrario, todos los términos técnicos y científicos utilizados en este documento tienen los mismos significados que los entendidos comúnmente por un experto en la materia a la que pertenece esta invención. Siempre que sea posible, se utilizan los mismos números de referencia en todas las figuras para mayor claridad y coherencia.

20 El término "sustancia" utilizado en toda la especificación se refiere a un material o materiales que contienen fluidos que deben eliminarse o reducirse, y tales materiales incluyen, pero no se limitan a, desechos industriales tales como lodos de tratamiento de aguas residuales, alimentos y/o productos lácteos, desperdicios de alimentos y productos farmacéuticos. Los "fluidos" utilizados en toda la especificación incluyen líquidos (por ejemplo, agua y humedad) y gases (por ejemplo, vapor).

25 Un "elemento calefactor" utilizado en toda la especificación puede ser cualquier elemento adecuado que produzca, conduzca, desplace por convección, irradie y/o induzca calor en un componente del aparato, tal como las cintas, e incluya, entre otros, metal, cerámica, material compuesto elementos de calentamiento. Por lo tanto, el término "calor" utilizado en toda la especificación incluye calentamiento por conducción, convección, radiación e inducción. Un ejemplo de elemento calefactor es un elemento de inducción de calor (por ejemplo, una bobina de calentamiento por inducción) o una bobina de calentamiento eléctrico.

30 Haciendo referencia a la Figura 1, que proporciona una primera realización de la presente invención, un aparato de secado 100 incluye un alimentador 110, una cámara de secado 120, un ventilador 130 y una estación de descarga 140. El aparato 100 también incluye dos cintas de filtro sin fin, superior (segunda) cinta 111 y la cinta inferior (primera) 112, rodillos de procesamiento 121 y elementos de inducción de calor 123. Como se utiliza en toda la especificación, un "elemento de inducción de calor" se refiere a un elemento que produce un campo magnético oscilante como resultado de una corriente eléctrica alterna pasando por él. El campo magnético oscilante es capaz de inducir un flujo magnético y producir corrientes de Foucault en un metal próximo que, como resultado de la resistencia del metal vecino, se induce calor en el metal próximo. La cinta 111 tiene un primer lado 111' y un segundo lado 111" y la cinta 112 tiene un primer lado 112' y un segundo lado 112". Las cintas 111, 112 pueden tensarse mediante cilindros de aire 113 que están conectados a ambos extremos del eje de los rodillos de recogida 114.

40 Las correas 111 y 112 están hechas de metal, que incluye, pero no se limita a, aluminio, cobre, latón, hierro, acero, aleaciones y compuestos de los mismos. Se apreciaría que el material seleccionado para formar las cintas 111 y 112 comprende un material resistivo que permite la generación eficiente de calor por inducción y un material conductor que permite la distribución sustancialmente homogénea del calor. Las cintas 111 y 112 tienen preferiblemente poros y/o ranuras. Preferiblemente, las cintas 111 y 112 están hechas de alambre de metal fino, donde las cintas 111, 112 son porosas con un tamaño de poro muy fino. Las cintas 111, 112 son preferiblemente porosas de modo que los campos magnéticos y las corrientes inducidas generadas por los elementos de inducción de calor 123 pueden penetrar efectivamente en las cintas 111, 112 y calentar eficientemente las cintas 111, 112. Sin embargo, dependiendo de la aplicación, se apreciaría que las cintas 111, 112 pueden estar hechas de otro material adecuado, tal como telas sintéticas, que pueden incorporar metales que pueden ser calentados por inducción mediante elementos de inducción de calor 123.

50 Los rodillos de procesamiento 121 están contruidos sustancialmente de un material no metálico que incluye, pero no se limita a, cerámica, fibras de vidrio y compuestos de los mismos. Preferiblemente, al menos la parte cilíndrica de los rodillos 121, con la que las cintas 111, 112 estarán en contacto durante el funcionamiento de la presente invención, está hecha de un material no metálico. Incluso más preferiblemente, los rodillos de procesamiento 121 no comprenden

metal en absoluto. La ausencia de metal o una cantidad mínima de metal en los rodillos de procesamiento 121 asegurará que el calor no sea inducido innecesariamente en los rodillos 121 por los elementos de inducción de calor 123. Esto permitirá una transferencia de energía y la utilización de energía más efectivas del aparato 100 ya que los elementos de inducción de calor 123 solo inducirán calor en las cintas 111, 112 para calentar el lodo 190. Cada rodillo de procesamiento 121 puede girar sobre su propio eje central en, por ejemplo, una dirección A. Dependiendo de la colocación del rodillo de procesamiento 121, dicho rodillo puede girar en sentido horario o antihorario según se ve desde un lado del aparato 100 - por ejemplo, el rodillo de procesamiento 121a está girando en sentido antihorario según se ve en la Figura 1.

Cuando está en funcionamiento, un motor (no mostrado) hace girar los rodillos de procesamiento 121 que a su vez mueven y conducen las cintas 111, 112 junto con el lodo de entrada 190 a través de la cámara de secado 120. Se entenderá que las cintas 111, 112 pueden ser accionadas por otro rodillo que no sea un rodillo de procesamiento 121, o por cualquier otro medio adecuado. También se entenderá que solo unos medios de conducción pueden estar involucrados en mover y conducir las cintas 111, 112.

La figura 2 proporciona una vista en sección transversal ampliada de una realización del rodillo 121, las cintas 111, 112 y el lodo 190 de la figura 1. Los elementos de inducción de calor 123 están dispuestos dentro del rodillo 121, cerca y alrededor de una parte de una superficie circunferencial interior del rodillo 121. El número de elementos de inducción de calor 123 instalados dentro del rodillo 121 dependerá de la aplicación y de los requisitos. Es ventajoso que los elementos de inducción de calor 123 estén ubicados dentro del rodillo 121, para proporcionar modularidad a los rodillos 121, lo que permite una configuración más fácil del aparato 100 ya que cada rodillo 121 puede ser suministrado e instalado en el aparato 100 como un solo módulo. Como resultado de la modularidad de los rodillos 121, todo el aparato 100 requerirá menos espacio para operar. La capacidad modular del rodillo 121 también mejora la adaptación a necesidades particulares del rodillo 121 donde cada rodillo 121 en el aparato 100 puede tener características diferentes, por ejemplo, dimensiones, número de elementos calefactores 123 y características de las superficies circunferenciales exteriores. Los elementos de inducción de calor 123 son preferiblemente estacionarios durante el funcionamiento del aparato 100, de modo que se logra una inducción de calor óptima en la parte en la que las cintas 111, 112 están en contacto máximo con el rodillo 121. Sin embargo, dependiendo de la aplicación, los elementos de inducción de calor 123 pueden girar junto con el rodillo 121 cuando está en funcionamiento, alrededor del eje central del rodillo 121. El rodillo 121 también incluye un eje hueco 150, alrededor del cual gira el rodillo 121 en funcionamiento y al cual el rodillo 121 está unido al aparato 100, y una entrada 151 para cables para alimentar cables de inducción de calor 123. Se apreciará que la distancia entre los elementos de inducción de calor 123 y la superficie circunferencial interior de los rodillos 121 se puede ajustar individualmente dependiendo de la aplicación y de los requisitos.

Los elementos de inducción de calor 123 están conectados a una fuente de alimentación energía eléctrica de alta frecuencia que es capaz de proporcionar corriente alterna de alta frecuencia (no mostrada). Los campos magnéticos y las corrientes inducidas se producen en los elementos de inducción de calor 123. Ejemplos de elementos de inducción de calor adecuados utilizados en la generación de calor en las cintas 111, 112 se describen en la Patente de EE.UU. No. 5.133.402 y en la publicación EE.UU. No. 2012/0318461 A1. Se entenderá que, dependiendo de la aplicación y de los requisitos, se pueden usar otras formas de métodos de calentamiento por inducción y elementos de calentamiento por inducción. Se apreciaría que otras formas de elementos calefactores, por ejemplo, bobinas de calentamiento eléctrico que transmiten calor por convección, conducción y/o radiación también se pueden utilizar en la presente invención, como reemplazo o preferiblemente como una adición a los elementos de inducción de calor 123. El uso de elementos de inducción de calor 123 permite que se alcance rápidamente la temperatura de funcionamiento del aparato de secado 100 desde la temperatura ambiente, en unos pocos segundos, y también permite que el aparato de secado 100 se enfríe muy rápidamente, en unos pocos minutos, a lo que pueden ayudar los medios de enfriamiento conocidos en la técnica, por ejemplo, un ventilador o un soplador. Las temperaturas de funcionamiento del aparato de secado 100, pueden variar de 100 °C a 400 °C, preferiblemente pueden oscilar entre 200 °C y 400 °C, y aún más preferiblemente, oscilar entre 200 °C y 300 °C. Se prefieren temperaturas tan altas como 400 °C, más preferiblemente 350 °C, para ciertos lodos inorgánicos, mientras que se prefieren temperaturas tan bajas tales como ligeramente superiores a 100 °C para ciertas aplicaciones de secado sin lodos.

La superficie circunferencial exterior del rodillo 121 tiene protuberancias 128 que son integrales y unitarias con el rodillo 121. Las protuberancias 128 pueden estar formadas a partir de la superficie circunferencial exterior del rodillo 121. Las protuberancias 128 pueden estar dispuestas en toda la superficie circunferencial exterior del rodillo 121 o en una parte de la misma. Las protuberancias 128 preferiblemente tienen una forma de sección transversal semiesférica como se muestra en la Figura 2.

Por lo tanto, en funcionamiento, los segundos lados 111", 112" de las cintas 111, 112 estarán en contacto con la parte apical de las protuberancias semiesféricas 128. Sin embargo, dependiendo de la aplicación, las protuberancias 128 pueden tener otras formas de sección transversal, por ejemplo, una sección transversal poligonal. Cuando las cintas 111, 112 se calientan, el líquido en el lado exterior del lodo 190 se convertirá en vapor 195a y escapará a través de las cintas 111, 112. El vapor 195a escapará a través de la cinta exterior (es decir, la cinta más alejada del rodillo 121, que es la cinta inferior (primera) 112 en la Figura 2) como se muestra mediante las flechas B' y el vapor 195a escapará a través de la cinta interna (es decir, la cinta más cercana al rodillo 121, que es la cinta superior (segunda) 111 en la Figura 2) a través de los canales 129 como se muestra por las flechas B". Las protuberancias 128 pueden ser protuberancias discretas o como se muestra en la Figura 2a, las protuberancias 128 son crestas 128 que discurren

sustancialmente a lo largo del rodillo 121 en su superficie circunferencial exterior.

Las crestas 128 definen canales 129 que también discurren sustancialmente a lo largo de la longitud del rodillo 121 en su superficie circunferencial exterior. En una disposición alternativa como se muestra en la Figura 2b, las protuberancias 128 comprenden crestas 128 dispuestas circunferencialmente (es decir, transversales a la longitud del rodillo 121) sobre y alrededor de una porción de la superficie circunferencial exterior del rodillo 121. Los canales 129 también discurren circunferencialmente sobre y alrededor la superficie circunferencial exterior del rodillo 121. Esta disposición es preferible porque durante el funcionamiento, el esfuerzo cortante entre las cintas 111, 112 y las crestas 128 se reduce en comparación con la disposición de las crestas 128 en la Figura 2a. Esto a su vez reduce el desgaste del rodillo 121, las crestas 128 y las cintas 111, 112. Además, la disposición de las crestas 128 en la Figura 2b permite que el vapor 195a escape de la cinta interior, para salir fácilmente a través de los canales 129, por ejemplo, en un área donde la cinta 111, 112 no está en contacto con el rodillo 121. Se apreciará que las crestas 128 y los canales 129 pueden estar formados en un manguito separado 160, por lo que el rodillo 121 se adapta para encajar en el manguito 160. Esto proporcionará una adaptación a las necesidades particulares más fácil de la superficie circunferencial exterior del rodillo 121 para que el aparato 100 pueda adaptarse para diversas aplicaciones.

La Figura 3 proporciona una vista en sección transversal de otra realización del rodillo 121, en donde las protuberancias 128 están formadas a partir de un material diferente al del rodillo 121. Esto es ventajoso porque conduce a una mejor adaptación a las necesidades particulares, en donde el material que forma las protuberancias 128 puede tener diferentes propiedades en comparación con el material que forma el rodillo 121. Por ejemplo, las protuberancias 128 pueden estar hechas de un material que puede soportar altas temperaturas (por ejemplo, temperaturas que oscilan entre 100 °C y 400 °C), es resistente al desgaste y es antiabrasivo, mientras que el rodillo 121 puede estar hecho de un material que puede soportar altas temperaturas (por ejemplo, temperaturas que oscilan entre 100 °C y 400 °C) y es lo suficientemente fuerte como para soportar la compresión. Preferiblemente, el material que forma las protuberancias 128 es no metálico.

Las protuberancias 128 pueden estar formadas a partir de materiales que incluyen, pero no están limitados a cerámica, polímero de silicona y sus compuestos, y el rodillo 121 puede estar formado a partir de materiales que incluyen, pero no están limitados a cerámica, fibras de vidrio o composiciones de los mismos. Las protuberancias 128 están embebidas, integradas y unidas/unidas a la superficie circunferencial exterior del rodillo 121 por medios conocidos en la técnica que incluyen, pero no se limitan a soldadura. Como se muestra en la Figura 3, las protuberancias 128 tienen una sección transversal generalmente anular, en donde sustancialmente la mitad del área de la sección transversal de las proyecciones 128 está embebida en el rodillo 121 a lo largo de su superficie circunferencial exterior, y la mitad expuesta de las protuberancias 128 entra contacto con las cintas 111, 112 durante el funcionamiento. Las protuberancias 128 pueden tener forma de crestas 128 como se muestra en las Figuras 2a y 2b.

Las superficies de los rodillos 121 son preferiblemente continuas, es decir, no tienen ranuras y/o poros, de modo que los elementos de inducción de calor 123 en el interior de los rodillos 121 no estarán expuestos a fluidos, por ejemplo, vapores emitidos por el lodo 190, que podrían dañar los elementos de inducción de calor 123.

Volviendo a la realización de la Figura 1, cuando está en funcionamiento, el alimentador 110 alimenta y distribuye el lodo 190 en el primer lado 112' de la cinta inferior 112, y el primer lado 111' de la cinta superior 111 entra en contacto con el lodo 190, que se mantiene en el medio y se intercala por las cintas 111, 112 antes de entrar en contacto con el primer rodillo de procesamiento 121a.

Cuando está en contacto con el primer rodillo 121a, los elementos de inducción de calor 123 inducen calor en las cintas 111, 112 a través de campos magnéticos generados por los elementos de inducción de calor 123. Preferiblemente, el calor se genera simultáneamente en ambas cintas 111, 112. Sin embargo, se aprecia que el calor en la cinta superior 111 puede generarse más rápido que el calor en la cinta inferior 112 porque la cinta superior 111 está más cerca de los elementos de inducción de calor 123 en comparación con la cinta inferior 112. En tal situación, la tasa de eliminación de fluidos (por ejemplo, la evaporación de humedad) en la cinta superior puede ser más alta que la de la cinta inferior 112. Mientras el lodo 190 retenido entre las cintas 111, 112 pasa alrededor del arco de la superficie circunferencial exterior de los rodillos de procesamiento 121, el lodo 190 se aprieta debido al movimiento radial, aumentando el impacto de presión y el cizallamiento sobre el lodo 190, lo que da como resultado una mayor compactación y un área de contacto más grande con las cintas 111, 112. Usando el rodillo de procesamiento 121a como ejemplo, cuando está en funcionamiento, la cinta inferior 112 empuja a través de su primer lado 112', el lodo 190 y la cinta superior 111 hacia la superficie circunferencial exterior de dicho rodillo de procesamiento 121a, apretando y compactando el lodo 190. El mecanismo de empuje de las cintas 111, 112 hacia la superficie circunferencial exterior de los rodillos de procesamiento 121 se logra mediante el tensado de las cintas 111, 112 por medio de los cilindros de aire 113 y rodillos de recogida 114. Los cilindros de aire 113 y los rodillos de recogida 114 pueden mantener o variar la tensión en las cintas 111, 112, y afectan la compactación del lodo 190.

Al comienzo del proceso de secado, los fluidos dentro del lodo 190 se evaporan por medio de la conducción de calor, teniendo contacto con los primeros lados 111', 112' de las cintas calentadas 111, 112. A medida que los fluidos se calientan en la superficie del lodo (por ejemplo, evaporación de humedad), se crean áreas de baja presión en la superficie del lodo que harán que los fluidos fluyan desde las partes internas del lodo 190 a la superficie del lodo 190 en contacto con los primeros lados 111', 112' de las cintas 111, 112 por presión capilar.

Después del primer rodillo de procesamiento 121a, las cintas 111, 112 y el lodo 190 avanzan hacia el segundo rodillo de procesamiento 121b y los elementos de inducción de calor 123. En esta etapa, el calor es generado nuevamente por los elementos de inducción de calor 123 en las cintas 111, 112 y los fluidos dentro los lodos 190 se calientan, de forma similar al proceso de secado descrito anteriormente en el primer rodillo de procesamiento 121a.

5 Procesos similares de calentamiento y secado continúan en los siguientes tercer y cuarto rodillos de procesamiento 121c, 121d. A medida que se calientan más fluidos dentro del lodo 190, por ejemplo, a través de la evaporación a lo largo del proceso de secado, el lodo 190 se hace más delgado, lo que permite una mejor penetración del calor en el centro del lodo 190.

10 El número de rodillos de procesamiento se puede aumentar o reducir según la aplicación y los requisitos. La velocidad de movimiento de las cintas 111, 112 y la temperatura generada en las cintas 111, 112 por medio de los elementos de inducción de calor 123 son ajustables, lo que permite al usuario configurar fácilmente el aparato 100 para lograr la sequedad deseada de la sustancia (por ejemplo, lodo 190) al final del proceso de secado.

15 La temperatura de secado y la duración del secado son dos parámetros principales para lograr el secado óptimo de una sustancia. Para el secado de lodos inorgánicos tales como lodos de hidróxido/metál, se preferiría un tiempo de secado corto con temperaturas de secado altas de aproximadamente 200 °C - 400 °C, donde serían suficientes de dos a cuatro rodillos de procesamiento 121. Para el secado de ciertas sustancias alimenticias, se preferiría una duración de secado más larga con temperaturas de secado bajas de aproximadamente 100 °C - 200 °C, donde cuatro o más rodillos de procesamiento 121 serían suficientes.

20 Inmediatamente después del proceso de secado, el lodo 190 se calienta y se adhieren fluidos tales como humedad y vapor de agua a la superficie de la torta de lodo seco 191. Se instala un ventilador de humedad 130 inmediatamente después del proceso de secado para mejorar aún más la sequedad de la masa seca de lodo 191. El ventilador de humedad 130 incluye dos campanas 131 que se encuentran muy cerca de las cintas 111, 112. Se instalan sopladores 132 en las entradas de las campanas 131, que crean una corriente de aire a través de la superficie de la masa seca de lodo 191, eliminando así los fluidos adheridos a la superficie de la torta de lodo 191 y expulsarlos a la campana 134 del aparato de secado 100 a través de tuberías 133. Con los fluidos retirados de la superficie de la masa seca de lodo 191, la masa seca de lodo evita que los fluidos vuelvan a ser absorbidos.

25 Una campana 134 ubicada en la parte superior de la cámara de secado 120 está conectada a un soplador (no mostrado). El vapor y los gases producidos y acumulados durante el proceso de secado se eliminan a través de la campana 134 para un tratamiento adicional.

30 La masa seca de lodo 191 continúa hacia la estación de descarga 140 en el extremo del aparato de secado 100, donde están instalados dos cepillos accionados por motor 141 para barrer el lodo seco 191 de las cintas 111, 112, y también limpiar simultáneamente las cintas 111, 112. La masa seca de lodo 191 se aplastaría en trozos pequeños 192 a medida que se barre, especialmente aquellos en forma de "panqueque", y finalmente caerá en el conducto de descarga 142. Los pedazos pequeños de masa seca de lodo 192 aumentan el área de superficie total para una mayor evaporación de fluidos residuales que, como resultado, mejora la sequedad de la masa seca final de lodo.

35 En una segunda realización de la presente invención como se muestra en la Figura 4, un aparato de secado 200 incluye una cámara de secado 220 que tiene rodillos de procesamiento 221 y elementos de inducción de calor 223. En esta realización, los elementos de inducción de calor 223 están dispuestos cerca de una parte de la superficie circunferencial exterior de los rodillos de procesamiento 221. El aparato de secado 200 funciona de manera similar al aparato de secado 100, excepto en que cuando está en funcionamiento, las cintas 211, 212 se mueven o son accionadas entre los elementos de inducción de calor 223 y los rodillos de procesamiento 221. Los elementos de inducción de calor 223 inducirán calor en las cintas 211, 212 a través de campos magnéticos generados por los elementos de inducción de calor 223. Preferiblemente, el calor se genera simultáneamente en ambas cintas 211, 212. Sin embargo, se apreciaría que el calor en la cinta está más cercana a los elementos de inducción de calor 223 puede ser inducido a una velocidad más rápida en comparación con el calor en la cinta más alejada de los elementos de inducción de calor 223. En tal situación, la tasa de eliminación de fluidos (por ejemplo, la evaporación de humedad) en una cinta (es decir, la cinta que se calienta más rápido) puede ser más alta que la de la otra cinta.

40 La figura 5 proporciona una vista en sección transversal ampliada del rodillo 221, las cintas 211, 212 y el lodo 290 de la figura 5. Los elementos de inducción de calor 223 están dispuestos cerca de una parte de la superficie circunferencial exterior del rodillo de procesamiento 221. La distancia entre los elementos de inducción de calor 223 y las cintas 211, 212 puede ajustarse individualmente (D) para obtener los resultados de secado deseados. Dependiendo de la aplicación y de los requisitos, esta distancia puede variar. Esta distancia también puede predeterminarse de modo que una vez que se determine una distancia óptima, dicha distancia entre los elementos de inducción de calor 223 y las cintas 211, 212 no cambie.

55 A medida que se induce calor en las cintas 211, 212, los fluidos, como la humedad, se expulsan del lodo 290. El vapor 295a en el lado externo del lodo 290 escapa a través de la cinta más externa 212 (se apreciará que esto dependerá de sobre qué rodillo de procesamiento 221, se coloquen las cintas 211, 212) a través de las ranuras/poros en la cinta 212 como se indica por las flechas C' y el vapor 295a en el lado interno del lodo 290 más cercano al rodillo de

procesamiento 221 se escapa a través de la cinta más interna, por ejemplo cinta 211 a través de las ranuras/poros de la cinta 211 y las ranuras o poros 222 de la pared del rodillo de procesamiento 221 como se indica mediante las flechas C".

Las Figuras 5a y 5b muestran una primera y segunda realización del rodillo de procesamiento 221 de la Figura 4. En la Figura 5a, el rodillo de procesamiento 221 tiene una superficie circunferencial 224 con una serie de ranuras 222. Las ranuras 222 permiten el escape del vapor, los gases y/o la humedad de la parte del lodo 290 más cercana al rodillo 221. En la Figura 5b, el rodillo de procesamiento 221 tiene varillas 226 que se unen en las pestañas externas 227 a distancias predeterminadas para crear ranuras 222 en la superficie circunferencial del rodillo de procesamiento 221, que permiten el escape de vapor, gases y/o humedad de la parte del lodo 290 más cercana al rodillo 221. El rodillo 221 se puede instalar en el aparato 200 a través del eje o el árbol 225. El rodillo 221 es giratorio alrededor de su eje central que discurre longitudinalmente a través del eje o el árbol 225.

El rodillo 221 está construido preferiblemente de un material no metálico que incluye, pero no se limita a, cerámica y compuestos de las mismas. Preferiblemente, al menos la parte cilíndrica de los rodillos 221, con la cual las cintas 211, 212 estarán en contacto durante el funcionamiento del aparato 200, están hechas de un material no metálico. Incluso más preferiblemente, los rodillos de procesamiento 221 no comprenden metal en absoluto. La ausencia de metal o una cantidad mínima de metal en los rodillos de procesamiento 221 asegurará que el calor no sea inducido innecesariamente en los rodillos 221 por los elementos de inducción de calor 223. Esto permitirá una transferencia de energía y la utilización de energía más efectivas del aparato 200 ya que los elementos de inducción de calor 223 solo inducirán calor en las cintas 211, 212 para calentar el lodo 290.

En una tercera realización de la presente invención como se muestra en la Figura 6, un aparato de secado 300 incluye una cámara de secado 320 que tiene rodillos de procesamiento 321 y elementos de inducción de calor 323. En esta realización, los elementos de inducción de calor 323 no están dispuestos en y alrededor de la circunferencia exterior de los rodillos de procesamiento 321, sino que los elementos de inducción de calor 323 están dispuestos a lo largo y próximos a los segundos lados 311", 312" de las cintas 311, 312, entre los rodillos de procesamiento próximos 321. En esta disposición, el lodo 390 experimenta un calentamiento secuencial por ambas cintas 311, 312 y una compresión por las cintas 311, 312 y los rodillos de procesamiento 321. Se prefiere tener al menos un elemento de calentamiento por inducción 323 en esta disposición porque el secado puede ocurrir en ambos lados del lodo 390, lo que permite que un lodo más grueso sea procesado cada vez. Por lo tanto, hay un aumento en la capacidad de procesamiento de lodos. El calentamiento de las superficies del lodo 390 en contacto con los primeros lados 311', 312' de las cintas 311, 312 se produce al mismo tiempo porque el calor es inducido simultáneamente en las cintas 311, 312 por los elementos de inducción de calor 323 colocados en el lado de las cintas 311, 312. Sin embargo, se apreciará que un conjunto de elementos de inducción de calor dispuestos solo en el lado de una de las cintas puede ser suficiente para inducir simultáneamente calor en ambas cintas 311, 312. Aparte de las diferencias entre la cámara de secado 320, la cámara de secado 220 y la cámara de secado 120 como se describió anteriormente, el aparato de secado 300 funciona de manera similar a la del aparato de secado 100 y el aparato de secado 200.

Una cuarta realización de la presente invención se proporciona en la Figura 7, en donde un aparato de secado 400 incluye una cinta de filtro sin fin 412 que se acciona alrededor de un rodillo de procesamiento 421. La cinta 412 está hecha de metal que incluye, pero no se limita a, aluminio, cobre, latón, hierro, acero, aleaciones y compuestos de los mismos. Se aprecia que el material seleccionado para formar la cinta 412 comprende un material resistivo que permite la generación eficiente de calor por inducción y un material conductor que permite la distribución sustancialmente homogénea del calor. La cinta 412 preferiblemente tiene poros y/o ranuras. Preferiblemente, la cinta 412 está hecha de alambre de metal fino, el cuyo caso la cinta 412 es porosa con un tamaño de poro muy fino. La cinta 412 es preferiblemente porosa, de modo que los campos magnéticos y las corrientes inducidas generadas por los elementos de inducción de calor 423 pueden penetrar efectivamente la cinta 412 y calentar eficientemente la cinta 412. Sin embargo, dependiendo de la aplicación, se apreciará que la cinta 412 se puede fabricar de otro material adecuado, tal como tejidos sintéticos, que pueden incorporar material, tal como el metal, para permitir la inducción de calor a través de los elementos de inducción de calor 423 en la cinta 412. La cinta 412 tiene un primer lado 412' y un segundo lado 412". El rodillo de procesamiento 421 está construido preferiblemente de un material no metálico que incluye, pero no se limita a, cerámica, fibras de vidrio y compuestos de los mismos. Preferiblemente, el rodillo 421 comprende una capa de metal (no mostrada) en su superficie circunferencial exterior. La capa de metal puede ser un manguito en el que el rodillo 421 está adaptado para encajar. La capa de metal permitirá la inducción de calor solo en la superficie circunferencial exterior del rodillo 421, para calentar el lodo 490 que está en contacto con el rodillo 421. La superficie circunferencial exterior del rodillo 421 puede comprender protuberancias (no mostradas), como las protuberancias 128 en las Figuras 2, 2a, 2b y 3.

Durante el funcionamiento, la cinta 412 es tensada por dos cilindros de aire 413 conectados a los extremos del eje de un rodillo de recogida 414. El rodillo de procesamiento 421 puede girar sobre su propio eje central. Un motor (no mostrado) gira el rodillo de procesamiento 421 que a su vez mueve y conduce la cinta 412 junto con el lodo de entrada 490 a través de la cámara de secado 420. Se entenderá que la cinta 412 puede ser accionada por otro rodillo que no sea el rodillo de procesamiento 421, o por cualquier medio adecuado. También se entenderá que solo un medio de conducción puede estar involucrado en mover y conducir la cinta 412. Un alimentador 410 suministra y distribuye el lodo 490 en el primer lado 412' de la cinta 412.

Los elementos de inducción de calor 423 están ubicados en el interior del rodillo de procesamiento 421, alrededor de

una parte de una superficie circunferencial interior, y también en el exterior del rodillo de procesamiento 421, cerca de una parte de una superficie circunferencial exterior. Se entenderá que la parte de las superficies circunferenciales interiores y exteriores donde están dispuestos los elementos 423 de inducción de calor, puede ser una parte sustancial, por lo que los elementos 423 de inducción de calor cubren la mayoría de las superficies circunferenciales interiores y exteriores. Los elementos de inducción de calor 423 están conectados a una fuente de energía de alta frecuencia (no mostrada). Los campos magnéticos y las corrientes inducidas se producen en los elementos de inducción de calor 423. El uso de elementos de inducción de calor 423 permite que la temperatura de funcionamiento del aparato de secado 400 se alcance muy rápidamente desde la temperatura ambiente, en unos pocos segundos, y también permite que el aparato de secado 400 se enfríe muy rápidamente, en pocos minutos, lo que puede ser asistido por medios de enfriamiento conocidos en la técnica por ejemplo un ventilador o soplador. La cinta 412 y el rodillo de procesamiento 421 están muy cerca de los elementos de inducción de calor 423, por lo tanto, la cinta 412 y la capa de metal sobre el rodillo 421 se calientan por inducción por los campos magnéticos de los elementos de inducción de calor 423. Dependiendo de la aplicación, el número de elementos de inducción de calor 423 puede variar.

Mientras que el lodo 490 que está sujeto entre y confinado por la cinta 412 y el rodillo de procesamiento 421 pasa alrededor del arco de la superficie circunferencial del rodillo de procesamiento 421, la cinta 412 empuja por medio de su primer lado 412', el lodo 490 hacia la superficie circunferencial exterior del rodillo de procesamiento 421 de manera que el lodo 490 es apretado debido al movimiento radial, lo que aumenta el impacto de presión y el cizallamiento en el lodo 490, lo que da lugar a una mayor compactación y mayor área de contacto con la cinta 412 y el rodillo de procesamiento 421. El mecanismo de empuje de la cinta 412 hacia la superficie circunferencial exterior de los rodillos de procesamiento 421 se logra tensando la cinta 412 mediante los cilindros de aire 413 y los rodillos de recogida 414. Los cilindros de aire 413 y los rodillos de recogida 414 pueden mantener o variar la tensión en la cinta 412 y afectar a la compactación del lodo 490.

El calor inducido en la cinta 412 y la capa de metal en el rodillo 421 se transfiere directamente al lodo de entrada compactado 490, y la humedad dentro del lodo se evapora.

Al comienzo y durante el proceso de secado, los fluidos dentro del lodo 490 en contacto con el primer lado 412' de la cinta 412 y la capa de metal en la superficie circunferencial exterior del rodillo de procesamiento 421 se eliminan mediante conducción de calor. A medida que los fluidos se calientan en la superficie del lodo (por ejemplo, la evaporación de la humedad), se crean áreas de baja presión en la superficie del lodo, lo que hará que los fluidos fluyan desde las partes internas del lodo 490 a la superficie del lodo 490 en contacto con el primer lado 412' de la cinta 412 y capa de metal sobre el rodillo de procesamiento 421 por presión capilar.

Al final del proceso de secado, el lodo seco en el rodillo de procesamiento 421 se separa del rodillo de procesamiento 421 con un raspador de tambor 445 y un cepillo accionado por motor 441 para barrer el lodo 490 en el primer lado 412' de la cinta 412. El lodo seco final 492 cae en un transportador de tornillo 446 y es descargado desde el lado del aparato de secado 400.

Debe entenderse que las realizaciones anteriores se han proporcionado solo a modo de ejemplo de esta invención, como las que se detallan a continuación, y que se consideran que las modificaciones y mejoras adicionales a las mismas, como sería evidente para los expertos en la materia relevante, caen dentro del alcance de la presente invención descrita. En particular, se pueden realizar las siguientes adiciones y/o modificaciones sin salirse del alcance de la invención:

- El ventilador de humedad puede omitirse dependiendo de la aplicación y de los requisitos, o puede ser sustituido por otro dispositivo o aparato adecuado.
- El diámetro de los rodillos de procesamiento y, en consecuencia, de la circunferencia de la sección transversal de los rodillos de procesamiento puede variar dependiendo de la aplicación y de los requisitos.
- La tensión de las cintas no necesita lograrse solo con cilindros de aire y rodillos de recogida, y puede lograrse por otros medios adecuados conocidos en la técnica.
- El número de cilindros de aire y rodillos de recogida en el aparato de secado dependerá de la aplicación y de los requisitos.
- El ancho de las cintas (distancia desde un extremo de la cinta a su otro extremo, donde dicha distancia es perpendicular a la dirección en que se acciona la cinta) puede ser igual o menor que la longitud de los rodillos de procesamiento, es decir, la distancia desde un extremo de un rodillo de procesamiento al otro extremo, a lo largo del eje central en el que gira el rodillo de procesamiento.

Además, aunque se han expuesto realizaciones individuales, debe entenderse que la invención cubre combinaciones de las realizaciones que también se han expuesto.

La invención descrita en el presente documento puede incluir uno o más intervalos de valores (por ejemplo, distancia y temperatura). Se entenderá que un rango de valores incluye todos los valores dentro del rango, incluidos los valores

que definen el rango, y los valores adyacentes al rango que conducen al mismo o sustancialmente el mismo resultado que los valores inmediatamente adyacentes a ese valor que define el límite del rango.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato (100) para secar una sustancia (190), comprendiendo el aparato (100):
 - al menos un rodillo no metálico (121) giratorio alrededor de un eje central;
 - una primera cinta de metal (112) que tiene un primer y un segundo lado, estando el primer lado de la primera cinta (112) adaptado para recibir la sustancia (190); y
 - uno o más elementos de inducción de calor (123) dispuestos cerca y alrededor de una parte de una superficie del rodillo (121),
 - donde en funcionamiento, uno o más elementos de inducción de calor (123) inducen calor en la primera cinta (112) para calentar la sustancia (190) para eliminar fluidos de la sustancia (190), y no inducen calor en el rodillo (121), y en donde la primera cinta (112) empuja por medio de su primer lado, la sustancia (190) hacia una parte de una superficie circunferencial exterior del rodillo (121).
2. El aparato (100) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la primera cinta (112) está hecha de fibras metálicas finas, y en el que la primera cinta (112) es porosa.
3. El aparato (100) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos un elemento de inducción de calor (123) está dispuesto dentro del rodillo (121), próximo a y alrededor de una parte de una superficie circunferencial interior del rodillo (121), y en el que preferiblemente al menos un elemento de inducción de calor (123) está dispuesto cerca y alrededor de la parte de la superficie circunferencial exterior del rodillo (121), en donde en funcionamiento, la sustancia (190) y la primera cinta (112) son conducidas entre la parte de la superficie circunferencial exterior del rodillo (121) y el elemento de inducción de calor (123).
4. El aparato (100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo el aparato (100) además una segunda cinta metálica que tiene un primer y segundo lado, en donde, durante el funcionamiento, la sustancia (190) está intercalada entre el primer lado de la primera cinta (112) y el primer lado de la segunda cinta, y en donde la primera cinta (112) empuja por medio de su primer lado, la sustancia (190) y la segunda cinta hacia la parte de la superficie circunferencial exterior del rodillo (121).
5. El aparato (100) de acuerdo con la reivindicación 4, en el que la segunda cinta está hecha de fibras metálicas finas, y en el que la segunda cinta es porosa, en el que, cuando están en funcionamiento, el uno o más elementos de inducción de calor (123) inducen preferiblemente calor en la segunda cinta para calentar la sustancia (190) y no inducen calor en el rodillo (121).
6. El aparato (100) de acuerdo con la reivindicación 4 o 5, teniendo el aparato (100) una pluralidad de rodillos, en donde durante funcionamiento, la segunda cinta impulsa por medio de su primer lado, la sustancia (190) y la primera cinta (112) hacia una parte de una superficie circunferencial exterior de al menos un rodillo.
7. El aparato (100) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 6, comprendiendo el aparato (100) además al menos un medio tensor adaptado para tensar la primera cinta (112) y preferiblemente la segunda cinta, en donde preferiblemente, el aparato (100) comprende además un medio de retirada para retirar la sustancia (190) de la primera cinta (112) y preferiblemente de la segunda cinta.
8. El aparato (100) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo el aparato (100) además un elemento de escape adaptado para eliminar fluidos del aparato (100), en donde preferiblemente, el aparato (100) comprende además un ventilador adaptado para eliminar fluidos de una superficie de la sustancia (190), en donde preferiblemente, el aparato (100) comprende además un dispositivo adaptado para distribuir la sustancia (190) sobre el primer lado de la primera cinta (112).
9. El aparato (100) de acuerdo con la reivindicación 1, comprendiendo el rodillo (121) una pluralidad de protuberancias y una pluralidad de canales, estando las protuberancias y los canales dispuestos en una parte de la superficie circunferencial exterior del rodillo (121), en donde los canales están adaptados para permitir el escape de fluidos de la sustancia (190) durante el funcionamiento.
10. El aparato (100) de acuerdo con la reivindicación 9, en donde el rodillo (121) es operable en un rango de temperatura de 100 °C a 400 °C, en donde preferiblemente, las protuberancias están construidas de un material diferente del material del rodillo (121), y en donde preferiblemente, el rodillo (121) comprende una capa metálica sobre una parte de la superficie circunferencial exterior del rodillo (121).
11. El aparato (100) de acuerdo con la reivindicación 9 o 10, en donde la pluralidad de protuberancias comprende crestas dispuestas sustancialmente a lo largo de la longitud del rodillo (121) en la superficie circunferencial exterior del rodillo (121), u opcionalmente, en donde la pluralidad de proyecciones comprende crestas dispuestas circunferencialmente sobre y alrededor de una parte de la superficie circunferencial exterior del rodillo (121).
12. El aparato (100) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, en el que las protuberancias

comprenden varillas, y los canales comprenden ranuras, y en el que opcionalmente, el rodillo (121) comprende además un manguito en la superficie circunferencial exterior del mismo, y la pluralidad de protuberancias y canales están dispuestos en una superficie externa del manguito.

13. Un método para secar una sustancia (190), comprendiendo el método comprende las etapas de:

5 distribuir la sustancia (190) sobre una primera cinta metálica (112) que tiene un primer y un segundo lado, estando el primer lado de la primera cinta (112) adaptado para recibir la sustancia (190);

10 inducir calor en la primera cinta (112) a través de uno o más elementos de inducción de calor (123) dispuestos cerca y alrededor de una parte de una superficie de al menos un rodillo no metálico (121) giratorio alrededor de un eje central, para calentar la sustancia (190) para eliminar fluidos de la sustancia (190), en donde el calor no es inducido en el rodillo (121) por el uno o más elementos de inducción de calor (123); y

empujar la sustancia (190) por medio del primer lado de la primera cinta (112) hacia una parte de una superficie circunferencial exterior del rodillo (121).

15 **14.** El método de acuerdo con la reivindicación 13, en el que al menos un elemento de inducción de calor (123) está dispuesto dentro del rodillo (121), próximo y alrededor de una porción de una superficie circunferencial interior del rodillo (121), y en el que preferiblemente al menos uno El elemento de inducción de calor (123) está dispuesto cerca y alrededor de la porción de la superficie circunferencial exterior del rodillo (121), y en donde el método comprende además el paso de conducir la sustancia (190) y la primera cinta (112) entre el porción de la superficie circunferencial exterior del rodillo (121) y el al menos un elemento de inducción de calor (123).

20 **15.** El método de acuerdo con la reivindicación 13 o 14, que comprende además la etapa de intercalar la sustancia (190) entre un primer lado de una segunda cinta de metal y el primer lado de la primera cinta (112), y presionar a través del primer lado de la primera cinta (112), la sustancia (190) y la segunda cinta hacia una parte de la superficie circunferencial exterior del rodillo (121), y en donde preferiblemente, el método comprende además la etapa de inducir calor en la segunda cinta a través del uno o más elementos de inducción de calor (123) para calentar la sustancia (190), en donde el calor no es inducido en el rodillo (121) por el uno o más elementos de inducción de calor (123).

25 **16.** El método de acuerdo con la reivindicación 15, que comprende además la etapa de empujar por medio del primer lado de la segunda cinta, la sustancia (190) y la primera cinta (112) hacia una parte de una superficie circunferencial exterior de al menos un rodillo (121), en el que hay una pluralidad de rodillos.

30 **17.** El método de acuerdo con la reivindicación 15 o 16, comprendiendo el método además tensar la primera cinta (112) y preferiblemente la segunda cinta, en donde preferiblemente, el método comprende además la etapa de retirar la sustancia (190) de la primera cinta (112) y preferiblemente de la segunda cinta.

18. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 13 a 17, comprendiendo el método además la etapa de eliminar fluidos a través de un elemento de escape, y en donde preferiblemente, el método comprende además la etapa de eliminar fluidos de una superficie de la sustancia (190) por medio de un ventilador.

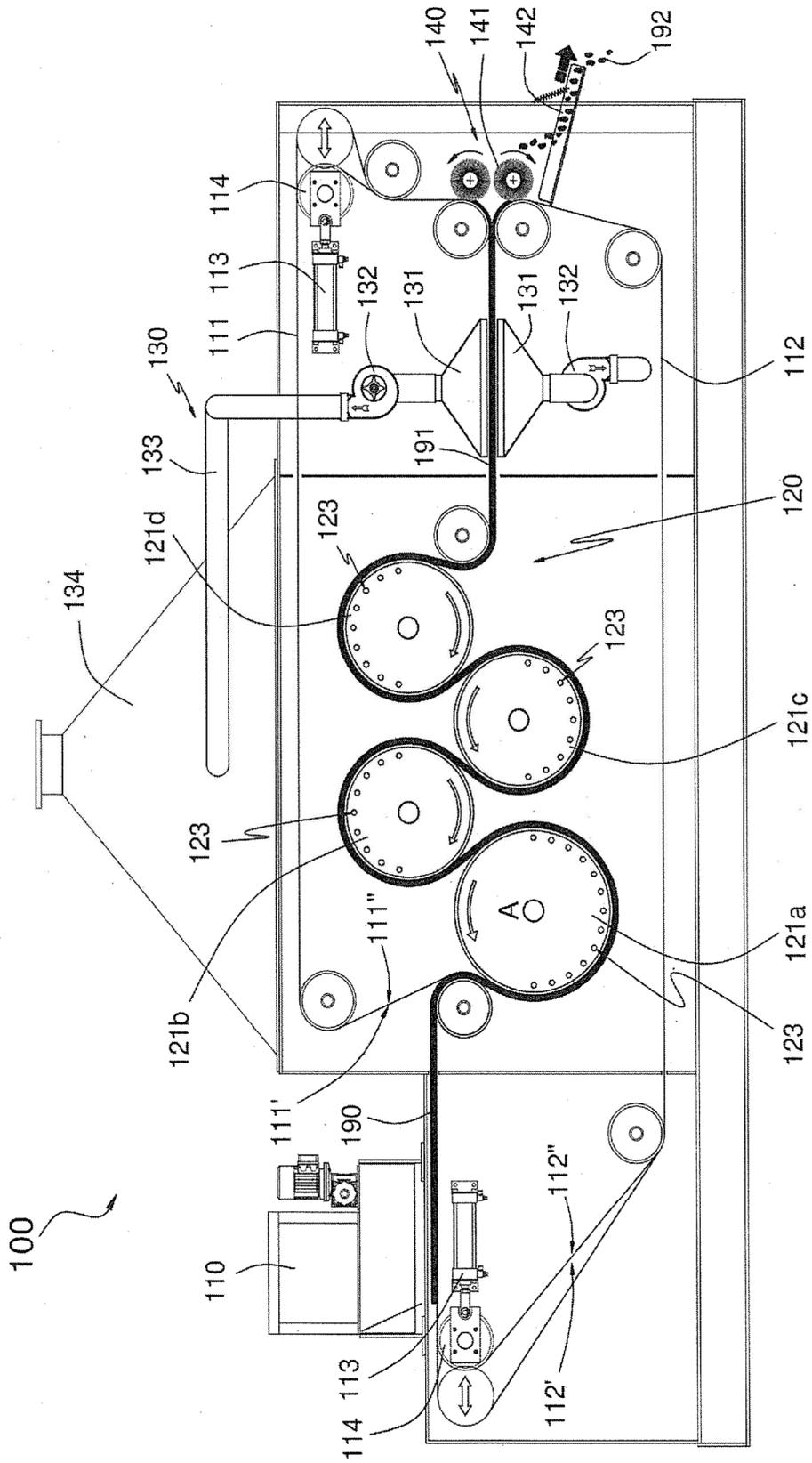


Figura 1

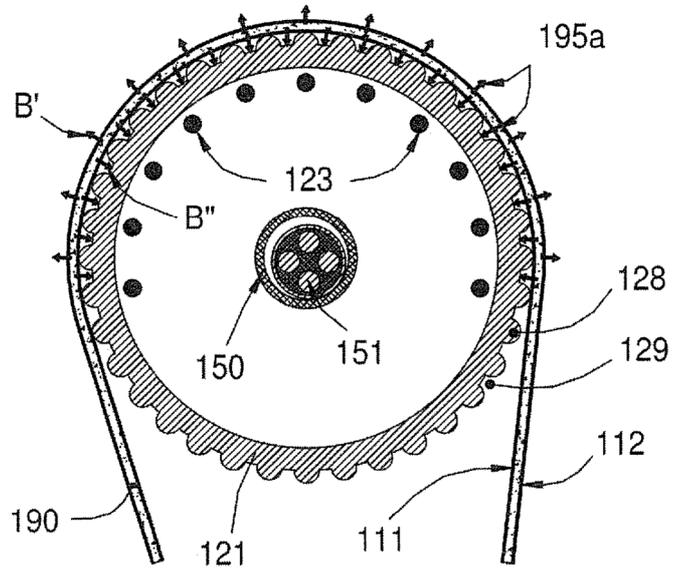


Figura 2

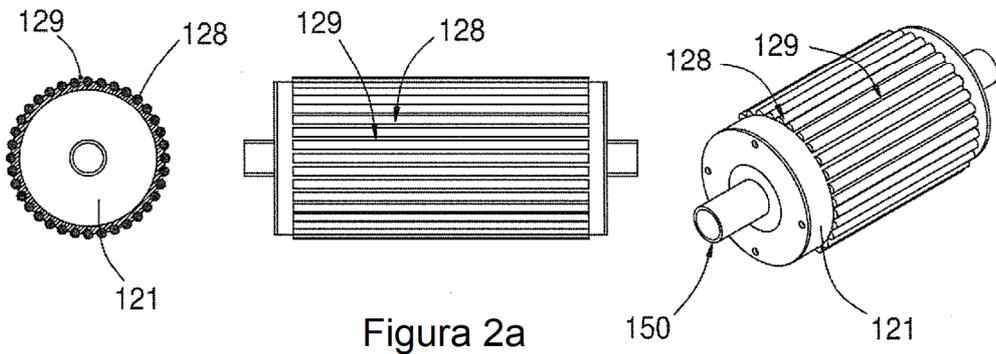


Figura 2a

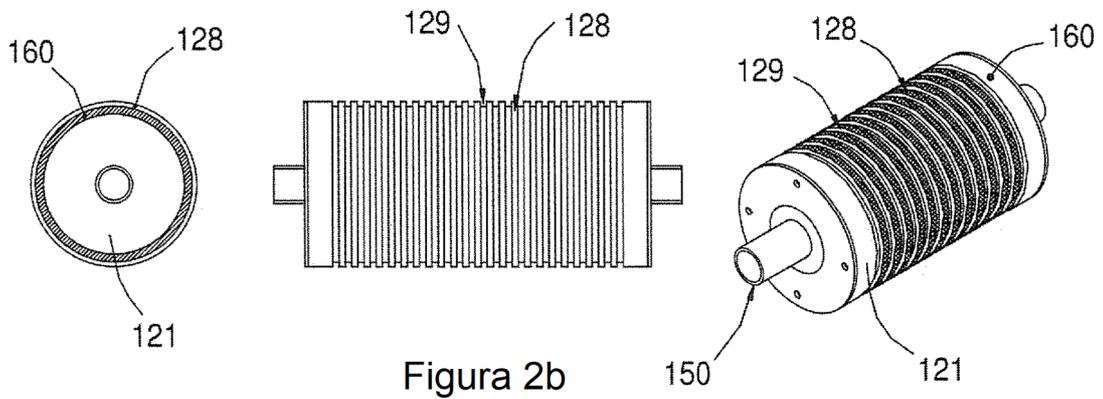


Figura 2b

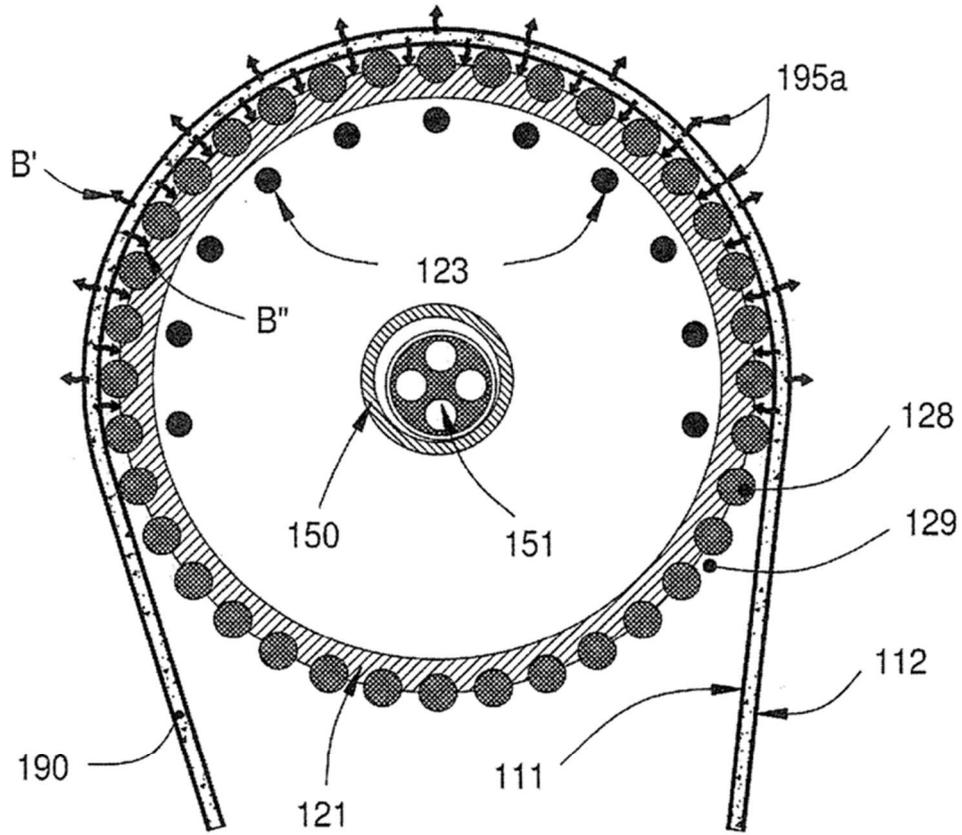


Figura 3

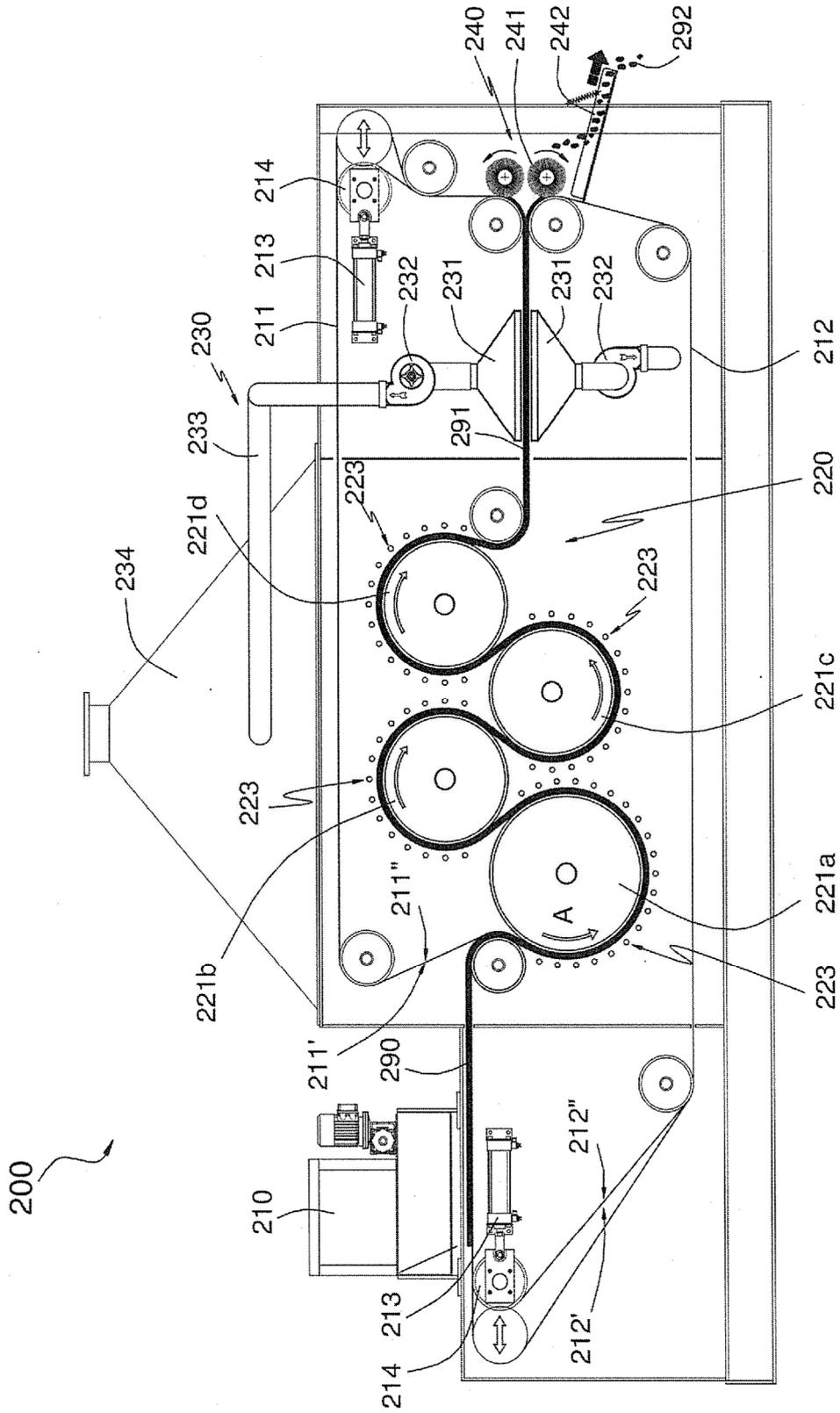


Figura 4

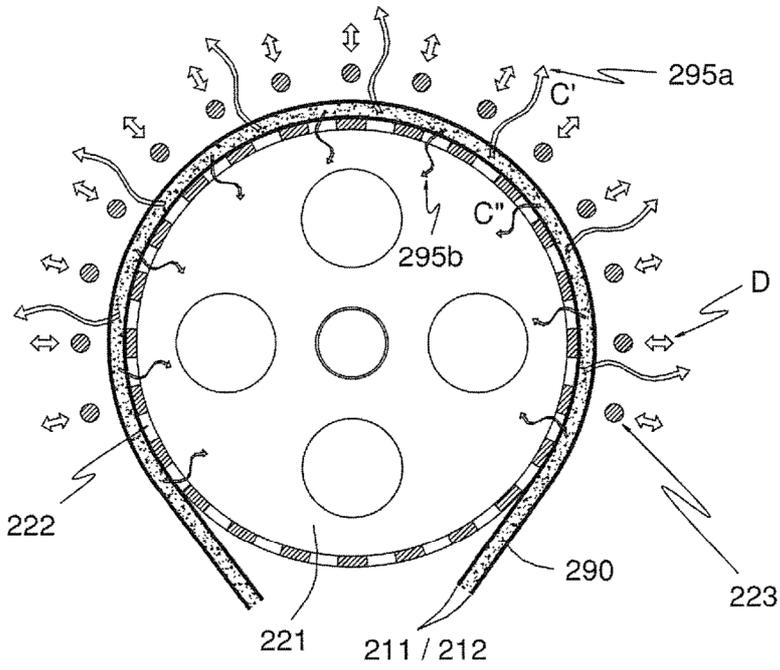


Figura 5

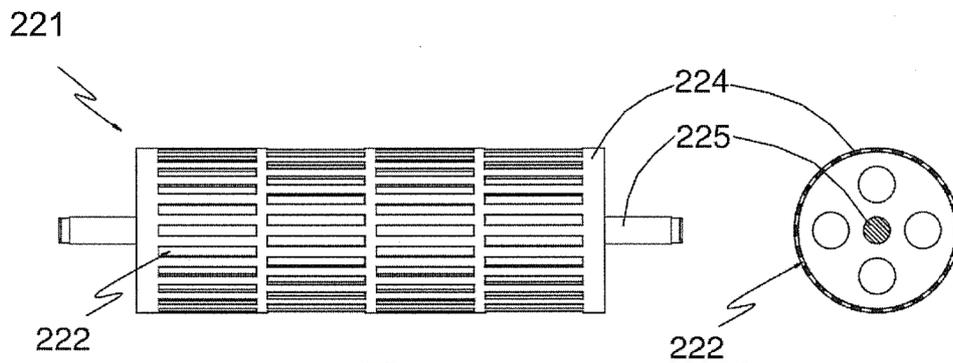


Figura 5a

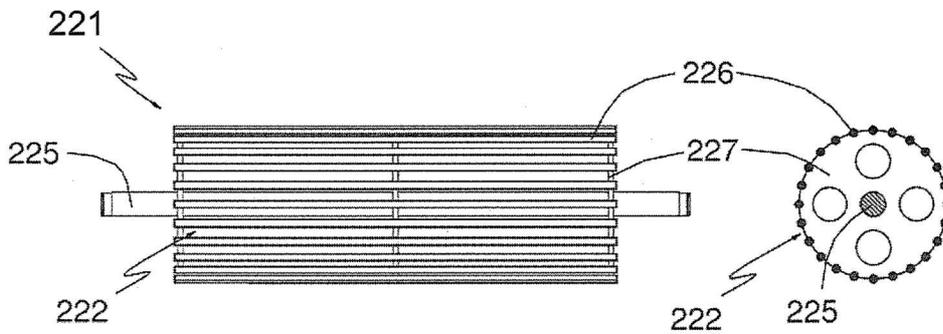


Figura 5b

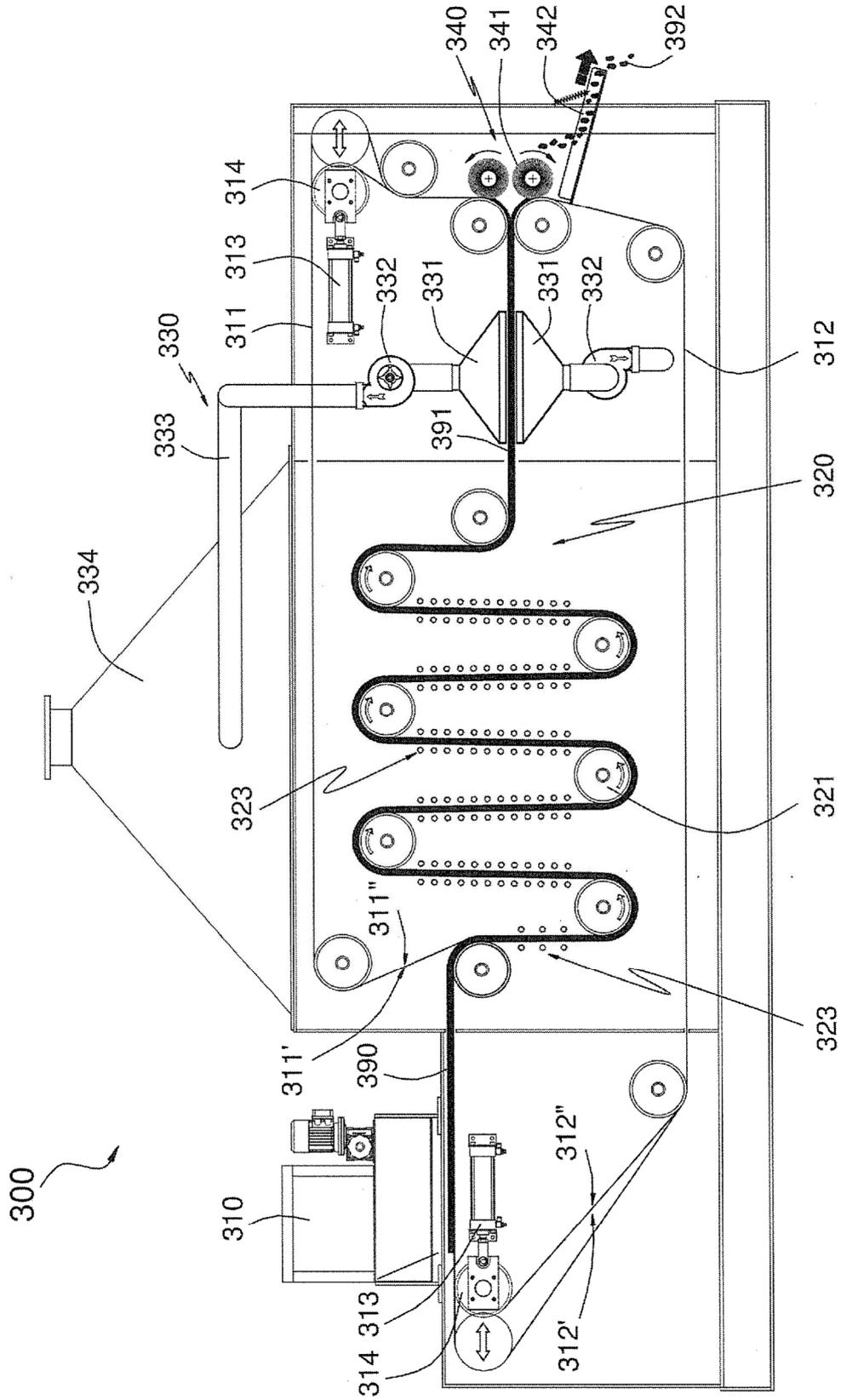


Figura 6

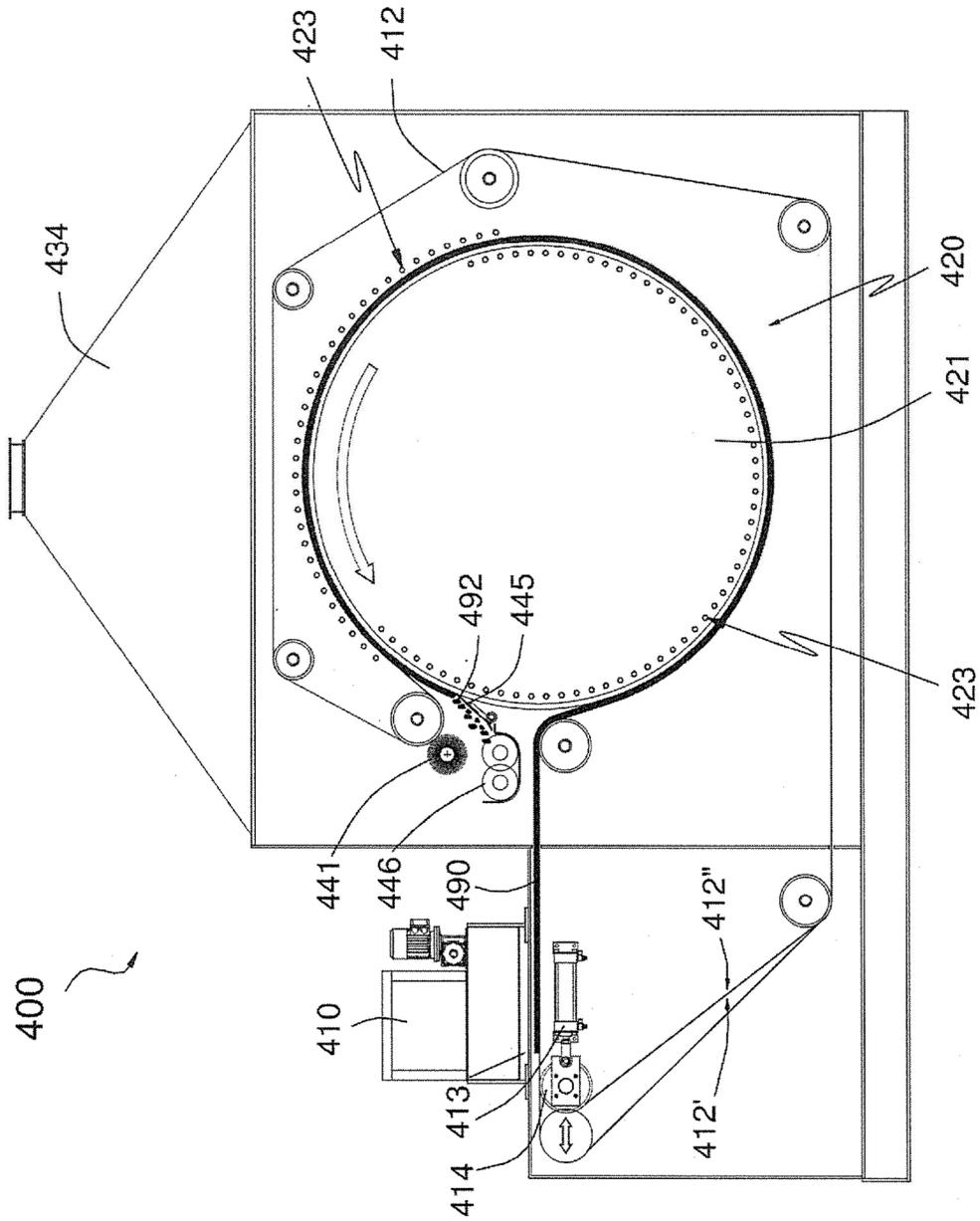


Figura 7