

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 625 072**

51 Int. Cl.:

F26B 21/14 (2006.01)

F26B 25/00 (2006.01)

F26B 13/10 (2006.01)

F26B 21/04 (2006.01)

F26B 21/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.08.2012 PCT/US2012/050145**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.02.2013 WO13023058**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.08.2012 E 12759842 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.05.2017 EP 2742302**

54 Título: **Secador de placas y método de secado de revestimientos a base de disolvente**

30 Prioridad:

11.08.2011 US 201161522547 P

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

18.07.2017

73 Titular/es:

**AVERY DENNISON CORPORATION (100.0%)
150 North Orange Grove Blvd.
Pasadena, CA 91103, US**

72 Inventor/es:

**DE SANTOS AVILA, JUAN;
CHRISTODOULOU, KOSTAS, N.;
KHODAEI, AHMAD;
MEHRABI, ALI, R.;
SARTOR, LUIGI;
DE KONING, HENK y
ARKESTEIJN, GEORGE**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 625 072 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

Secador de placas y método de secado de revestimientos a base de disolvente

Campo

5 La presente invención se refiere a un aparato y método para secar revestimientos líquidos sobre un sustrato. Más específicamente, la invención se refiere a un secador de placas inertizado y su uso en el secado de revestimientos a base de disolvente.

Antecedentes

10 El secado o curado de revestimientos líquidos sobre un sustrato o banda se logra típicamente pasando el sustrato a través de una cámara de secado, en la mayoría de los casos, un horno convencional (ya sea un horno de flotación o soportado por rodillo), donde el líquido se evapora y el revestimiento se seca o cura. El horno se calienta con elementos calentadores. El calor se hace pasar sobre el revestimiento a través de flujo de gas de convección o forzado, típicamente aire. Se pueden emplear múltiples zonas del horno para permitir flexibilidad en el ajuste de temperatura. Cuando se usa el disolvente orgánico en el revestimiento en el que explosión e incendio pueden ser peligros potenciales, la normativa impone una concentración máxima de disolvente permitida en la cámara de secado para asegurar la seguridad de la operación. Esta concentración máxima se define en términos de una fracción o con mayor frecuencia como un porcentaje (% de LEL) del límite explosivo inferior (LEL, por sus siglas en inglés) del disolvente o mezcla de disolventes retirados del revestimiento sometido a secado o curado. LEL es la menor concentración en la que se puede propagar una conflagración o explosión a partir de un punto de ignición inicial; LEL es una propiedad del disolvente o mezcla de disolventes, mientras que el % de LEL es sólo una medida de la concentración de un disolvente o mezcla de disolvente particular referido al LEL de ese disolvente o mezcla de disolvente. La máxima concentración de disolvente permitida en un secador determinado (en términos de % de LEL) que un secador es capaz de procesar de forma segura por normativa, limita en última instancia la velocidad del sustrato o banda.

25 El disolvente retirado del revestimiento, o bien se condensa en forma de líquido a través de un sistema de condensación, o más comúnmente se quema usando una unidad de oxidación térmica (TOX, por sus siglas en inglés). Cuando se usa un sistema de condensación, este suele incluir un tándem de condensadores, típicamente y necesita funcionar a baja temperatura (inferior a 0°C) para condensar la mayor parte del disolvente, con una demanda correspondientemente alta de energía. Cuando se usa una unidad TOX, hay una máxima cantidad de disolvente por unidad de tiempo que puede pasar a través de una unidad TOX por razones de seguridad (explosividad, que limita la concentración de disolvente, y la liberación de energía, es decir, una temperatura de funcionamiento máxima, que limita el rendimiento). Esto impone un límite sobre el contenido de disolvente de las corrientes combinadas enviadas a las unidades TOX, y por lo tanto impone en última instancia un límite sobre la velocidad máxima del sustrato que pasa por el horno.

35 Hacer que un horno convencional sea inerte, es decir, que use gas inerte en lugar de aire rico en oxígeno, podría aliviar el potencial de explosión e incendio, y por lo tanto, aumentar el rendimiento del disolvente que un secador puede procesar. Sin embargo, los volúmenes y caudales del gas inerte implicado en esa operación pueden aumentar el coste y afectar adversamente la viabilidad económica del procedimiento.

40 Otro problema típico asociado con el horno convencional es la formación de ampollas, es decir, la aparición de burbujas en el revestimiento seco. Esto se produce por el rápido crecimiento de burbujas a partir de gases disueltos o atrapados en el líquido de revestimiento procedentes de disolventes volátiles en el revestimiento, que presentan una alta presión de vapor. Para reducir la formación de ampollas o permitir solucionar la formación de ampollas, se reduce usualmente tanto la temperatura como la velocidad del gas (comúnmente aire), típicamente en la primera zona o zonas del horno cuando se usan múltiples zonas.

45 Otro enfoque para aumentar el rendimiento de un horno convencional es añadir zonas de calentamiento adicionales a ese horno. Sin embargo, el tamaño y el volumen de los hornos convencionales hace difícil añadir nuevas zonas para acondicionar instalaciones ya existentes. Los accidentes que implican explosión o conflagración de aire cargado de disolvente por encima de la concentración LEL también implica un mayor volumen de mezcla explosiva; la inertización se hace más costosa con las zonas adicionales de inertización y puede tardar un tiempo considerable (de 15 a 30 minutos o más). Esto crea otros retrasos en caso de rotura de la banda, que requiere abrir, limpiar, re-enhebrar la banda, y re-inertización del secador.

50 Otro tipo de secador que se puede usar para secar revestimientos líquidos es un secador de placas. Este tipo de secador puede incluir placas calentadas en uno o en ambos lados de una banda en movimiento. Se ha usado en pultrusión y otros procedimientos de curado. En estas aplicaciones, las velocidades de procedimiento son bajas (< 30 m/min). Los flujos típicos de la mezcla de gas de inertización-disolvente están en el intervalo de 1 m/s con baja transferencia de masa y transferencia de calor, lo que los hacen no adecuados para líneas de revestimientos a mayor velocidad.

La patente de EE.UU. 4.894.927, concedida a Fuji Photo, enseña los beneficios de un secador de placas inertizado

de bajo volumen y cómo el sistema puede incluir la recuperación de disolvente mediante condensación y cómo se puede recuperar el calor colocando un intercambiador de calor entre el secador y el condensador. Además, la patente de EE.UU. 4.926.567, también concedida a Fuji Photo, enseña cómo la corriente inerte entrante puede ser calentada por intercambio de calor con los gases de escape de un incinerador donde se quema el disolvente recuperado. Ninguna de las patentes enseña cómo se cierran herméticamente los sistemas para evitar la contaminación del aire ambiente al calentador y vice versa. Tampoco enseñan cuales son las condiciones necesarias para que el sistema sea beneficioso. Además, ambas patentes consideran que toda la corriente de escape del secador se somete a condensación.

Un tipo de secadores de placas se diseña con superficies de condensación internas, los cuales a veces son referidos como "secadores con separación". En este tipo de secador el calor es proporcionado por una placa caliente o cualquier otra fuente adecuada. La banda transportadora se mueve sobre la placa o cerca. La condensación tiene lugar dentro del secador, sobre una superficie fría que crea un gradiente de concentración que dirige una difusión significativa del disolvente. El documento de patente de EE.UU. 05581905 (y secuelas) concedido a 3M enseña configuraciones sustancialmente horizontales de las placas donde la superficie fría se mantiene lo más cerca a ~ 0,5 cm por encima del revestimiento húmedo en proceso de secado. La condensación tiene lugar sobre la superficie inferior de la placa superior fría la cual esta ranurada de tal modo que la capilaridad hace que el líquido fluya hacia los bordes donde se drena. No tiene lugar un flujo de gas convectivo significativo dentro del secador aparte del inducido por el arrastre de la banda. Hay la posibilidad de que el disolvente gotee sobre el revestimiento seco, así como condensación de agua si entra aire en el sistema.

Por lo tanto, existe la necesidad de un secador que pueda secar revestimientos a base de disolvente con alta eficacia, alto rendimiento y en modo más económico que los secadores existentes.

Breve compendio de la invención

Las realizaciones de la presente invención descritas más delante no pretenden ser exhaustivas o que limiten la invención a las formas precisas descritas en la siguiente descripción detallada. Más bien, las realizaciones se eligen y describen de modo que otros expertos en la técnica puedan apreciar y entender los principios y prácticas de la presente invención.

La presente invención se refiere a un secador de placas inertizado y al método de usarlo para secar revestimientos a base de disolventes orgánicos.

El aparato para secar una banda en continuo movimiento que porta una capa de líquido según la invención, comprende las características según la reivindicación 1.

El método para secar una banda en continuo movimiento que porta un líquido según la invención, comprende las características según la reivindicación 11.

Otras realizaciones de la invención, se describen en las reivindicaciones dependientes

Otras características y ventajas según la presente invención serán evidentes a los expertos en la técnica a partir de la siguiente descripción detallada. Se debe de entender, sin embargo, que la descripción detallada de las diversas realizaciones y ejemplos específicos, aunque indican realizaciones preferidas y otras de la presente invención, se dan a modo de ilustración y no de limitación. Se pueden realizar muchos cambios y modificaciones dentro del alcance de la presente invención.

Breve descripción de los dibujos

Estos, así como otros objetos y ventajas sobre este tema, se podrán entender y apreciar completamente en referencia a la siguiente descripción más detallada de estos ejemplos de realizaciones preferidos sobre este tema junto con los dibujos anexos, de los cuales:

La Figura 1, es un dibujo esquemático de un ejemplo de realización de la invención;

La Figura 2, es un dibujo esquemático de un mecanismo de cierre hermético (compuerta) de un ejemplo de realización de la invención;

La Figura 3, es un dibujo esquemático de un ejemplo de realización de la invención;

La Figura 4, es un esquema del flujo de gas; y

La Figura 5, es un esquema del flujo de gas en una configuración alternativa.

A menos que se indique lo contrario, las ilustraciones de las figuras anteriores no están necesariamente dibujadas a escala.

Análisis detallado de la invención

Con referencia a la Figura 1, una realización del secador de placas inertizado 10 de la invención comprende una carcasa 140, una cámara de secado 150 encerrada por la carcasa, una ranura de entrada y una ranura de salida 160 por donde pasa una banda en movimiento 120 con una capa de revestimiento líquido 130 por la cámara a través de las ranuras de entrada y salida. Una placa calentada superior 180 y una placa calentada inferior 170 son sustancialmente paralelas entre sí dentro de la cámara de secado. Al menos una entrada 191 y al menos una salida 192 están situadas en la carcasa. La presente invención contempla que al menos una entrada 191 comprende una boquilla y la boquilla apunta hacia la dirección de al menos una salida 192. La corriente de gas 200 fluye a la cámara de secado a través de las entradas y el gas de escape cargado de disolvente 300 sale de la cámara a través de las salidas. La distancia entre la banda en movimiento 120 y la placa calentada superior 180 es h1. La distancia entre la banda en movimiento 120 y la placa calentada inferior 170 es h2. Los cierres herméticos de entrada y salida 110 sirven para minimizar, tanto el arrastre o la convección de aire ambiente al horno como el gas de escape cargado de disolvente del horno. Un cierre hermético puede incluir corrientes de gas inerte emitidas desde una o ambas caras del cierre hermético, para mejorar la contención. Una fracción de la corriente cargada de disolvente 300 que puede circular entre las placas calentadas de la presente invención, puede ser alimentada a un cierre hermético de salida. La presente invención contempla en una realización que el gas alimentado a través del cierre hermético de salida puede ser capturado por una corriente de aire de un secador convencional aguas arriba que tiene una entrada que se mantiene a presión subatmosférica, a través de un túnel de conexión adecuado. Aguas abajo del secador de placas inertizado, se puede usar un sistema de condensación 20 para condensar el disolvente que sale de la salida de gas expulsado. La corriente evaporada de disolvente puede pasar después a través de un ventilador e intercambiador de calor o recuperador antes de ser enviada de vuelta como corriente de gas de entrada. Se puede añadir una cantidad de reposición de gas inerte a la corriente de entrada. Esta corriente de reposición puede ser una fracción del gas inerte alimentada a los cierres herméticos en los extremos del secador.

A lo largo de esta divulgación, la expresión placa calentada superior se refiere a la placa calentada que se sitúa en frente del lado revestido de líquido de la banda o sustrato. La expresión placa calentada inferior se refiere a la placa calentada que se sitúa del otro lado de la banda o sustrato.

El horno se puede hacer inerte saturándolo con un gas inerte apropiado, y manteniendo la concentración de oxígeno por debajo de un valor crítico, típicamente de aproximadamente 8% en volumen o inferior. La Tabla 1, enumera la concentración máxima de oxígeno en porcentaje de volumen por debajo de la cual no se puede producir una explosión o deflagración o la mezcla gaseosa que contiene un disolvente. Durante el funcionamiento del secador inertizado, se proporcionaría gas inerte de nueva aportación al cierre hermético de entrada y adicionalmente, si fuese necesario, al sistema de recirculación. El sistema debe estar provisto de un número apropiado de sensores O₂ con el fin de controlar eficazmente la concentración O₂ presente en la cámara y ductos de recirculación del horno. El 90% del tiempo de respuesta del sistema de control debiera ser preferiblemente inferior a 20 s, lo que significa que el sistema señalará 90% de la magnitud de un cambio de concentración en 20 s desde su aparición. La alarma del sistema se puede fijar a un nivel mucho más bajo, tal como de 3% en volumen de oxígeno, y detener el revestimiento en 4% en volumen de oxígeno.

El gas inerte puede ser cualquier gas apropiado, tal como nitrógeno o CO₂. Debido a una baja o ninguna concentración de oxígeno, el riesgo de explosión e incendio disminuye en gran medida y por lo tanto, la restricción de la cantidad de disolvente en una corriente de gas ya no es relevante. Esto da lugar a una ventaja del secador de placas inertizado donde puede existir un mayor porcentaje de disolvente en la corriente de gas dentro de la cámara de secado. Por lo tanto, una parte significativa del disolvente en la corriente de gas de escape se puede reciclar de nuevo al secador. La exigencia sobre el condensador aguas abajo disminuye en gran medida puesto que se necesita condensar menor cantidad de disolventes.

La existencia de mayor cantidad de vapor de disolvente en la corriente de gas tiene otro beneficio: disminuye la formación de ampollas y produce revestimientos exentos de defectos. La cantidad máxima de vapor de disolvente que se puede usar en la corriente de gas depende del tipo de disolvente. La presencia de los disolventes más volátiles en concentraciones significativas pero bastante por debajo de la concentración de saturación, reducirá la formación de ampollas al inhibir la evaporación de los disolventes más volátiles sin una reducción drástica de la capacidad de secado. Por otra parte, si algunos de estos disolventes más volátiles son buenos disolventes, éstos plastificarán la capa superior del revestimiento que se está secando, evitando o retrasando la piel de transferencia (formación de una capa densa que presenta fuerte resistencia a la transferencia del disolvente), y por lo tanto reducirá la formación de ampollas que consiste en burbujas atapadas por la capa de piel. En general, siempre que la concentración de ese disolvente en la corriente de gas sea una fracción (por ejemplo inferior a 60%) de la concentración de equilibrio, aún se puede lograr una transferencia de masa significativa dentro del secador. Con fines de estimación aproximada, esto significaría que la presión parcial del disolvente en la corriente de gas sobre el revestimiento en proceso de secado es inferior a la presión de vapor del disolvente a la temperatura de la corriente de gas multiplicado por la fracción en moles del disolvente en el revestimiento justo por debajo de la corriente de gas.

El secador de placas inertizado también puede ser beneficioso cuando funciona como un desaireador. Cuando hay una cantidad significativa de gas disuelto o atrapado en el revestimiento líquido, hacer funcionar el secador de

placas inertizado con la corriente de gas inertizada saturada o cercana a la saturación con disolvente inhibirá la evaporación del disolvente, mientras que calentar el revestimiento líquido facilitará el escape del gas disuelto o atrapado. Estas condiciones también son las más adecuadas para que el revestimiento líquido se recupere en el caso de estallido de las burbujas.

5 Par asegurar un ambiente inertizado dentro de la cámara de calentamiento, las ranuras de entrada y salida 160 necesitan cerrarse herméticamente de manera apropiada. Una realización de la invención usa cierres herméticos con caras superiores e inferiores suficientemente próximas al sustrato revestido para minimizar acumulación o convección de aire ambiente en ese horno y el escape de gas cargado de disolvente fuera del horno. Con referencia a la Figura 2, un sustrato 120 revestido con una capa líquida 130 entra o sale del mecanismo de cierre hermético (o compuerta) 110 a través de la ranura 160. La ranura 160 puede ser un pasadizo estrecho específicamente para el sustrato. Se puede hacer que tanto una como ambas partes superior e inferior del cierre hermético se muevan perpendicularmente con respecto al sustrato revestido. Estos cierres herméticos funcionan a una distancia mínima de la banda en una magnitud de algunos mm, de manera uniforme por la anchura del secador. Se puede configurar un mecanismo de control de tal modo que los cierres herméticos superiores en la entrada y salida puedan abrirse, preferiblemente de 15 a 30 mm para permitir el paso de empalme o cualquier otro defecto importante que pudiera interferir en el tránsito de la entrada y salida. Este mecanismo de control puede incluir una señal que es emitida tanto por el accionador de empalme desenrollador de protector como por eventos en la cabeza de revestimiento, por ejemplo, una apertura de la sujeción del rodillo inverso y rodillo de respaldo, o la retirada de una boquilla de revestimiento. Se prefiere que los cierres herméticos se abran en un tiempo de demora apropiado. También, es deseable ser capaces de enviar manualmente una señal para que se abra el cierre hermético en cualquier momento. La apertura de los cierres herméticos debe coordinarse de manera apropiada con el control de flujo del gas en el horno, con el fin de no perder inertización del horno durante un tiempo de apertura corto (inferior a 10 s). Cuando están en posición, los cierres herméticos se fijarán, p.ej., a través de muelles/presión, de manera que puedan ser abiertos con presión por una interferencia imprevista debida a una obstrucción transportada por la banda, o un empalme no detectado. Esto evitará daños severos a los cierres herméticos.

Además de una separación estrecha, también se pueden usar otros métodos para evitar fugas por las ranuras de entrada o salida, tales como chorros incidentes, cortinas de gas de inertización, laberintos, cámaras acondicionadoras, aberturas de extracción de gas, etc. Por ejemplo, aún con referencia a la Figura 2, además de la ranura de pequeña separación 160 una o más corrientes de gas inerte 410 se alimentan a través de las aberturas estrechas 420 para crear un chorro incidente; las aberturas pueden estar en ángulo para aumentar la contención y el aislamiento de la cámara de secado 150 del ambiente exterior. Para refinar aún más el ejemplo, las aberturas 420 podrían proporcionar un par de chorros planos N2 (uno desde arriba y otro desde abajo de la banda) que cubrirán de manera uniforme toda la anchura de la banda. Los cierres herméticos a la salida del horno también podrían tener chorros similares. Estos chorros a la salida de los cierres herméticos se pueden alimentar a un caudal deseado para impedir la entrada de O2 al horno.

Si el secador de placas inertizado se instala antes de un horno convencional cuya entrada está ligeramente por debajo de la presión atmosférica, el cierre hermético de salida puede usar el procedimiento N2 procedente del bucle de recirculación del secador inertizado (contaminado con vapor de disolventes orgánicos) siempre que el gas cargado de disolvente emitido por el cierre hermético de salida se envíe a la entrada del horno convencional a través de un medio de conexión.

La corriente de gas se puede alimentar a la cámara de calentamiento en direcciones concurrente o contracorriente con respecto al sustrato revestido en movimiento. En la alimentación concurrente, la corriente de gas entra a través de entradas próximas a la entrada del sustrato, y el gas de escape se descarga a través de las salidas próximas a la salida del sustrato. En la alimentación contracorriente, la corriente de gas entra a través de entradas próximas a la salida, y se descarga a través de las salidas próximas a la entrada. Una alimentación concurrente inicial, seguida de una alimentación contracorriente se puede lograr al alimentar a través de entradas próximas tanto a la ranura de entrada como a la de salida, y descargar a través de una salida en el medio de la cámara. Análogamente, una alimentación contracorriente inicial seguida de una alimentación concurrente se puede lograr al alimentar a través de una entrada en el medio del secador y descargar a través de salidas próximas tanto a la ranura de entrada como a la de salida. También, un único secador de placas inertizado puede incluir varias secciones concurrentes y contracorrientes, con la colocación adecuada de entradas y salidas de la corriente de gas. La dirección de alimentación produce un impacto en la interacción entre la corriente de gas de inertización caliente y la capa líquida revestida, y por lo tanto en la historia de secado y, en consecuencia, en la eficacia del secado.

Ahora con referencia a la Figura 6, esta es un dibujo esquemático de cómo el gas fluye dentro y fuera del secador de placas inertizado. Se alimenta gas inerte de nueva aportación 601 a los cierres herméticos 110 para mejorar la contención. Parte de estas corrientes inertes entra en el horno inertizado y parte se libera en la atmósfera. Si se requiere como reposición, un gas inerte de nueva aportación 610 se mezcla con un cierta cantidad de gas de escape desviado 617 y corriente evaporada de disolvente 620 para producir la corriente 630, que puede ser condicionada por un intercambiador de calor para producir la alimentación 635. Después de pasar por la cámara de calentamiento 10 y recoger vapor de disolvente 640 procedente del revestimiento, el gas de escape 650 se divide en dos corrientes 616 que se condensan y 617 como la derivación. Las corrientes 616 se enfría, a través de un recuperador de calor, a la corriente 618 que pasa a través de un condensador para recoger el disolvente 680 en un depósito de disolvente.

El resto de la corriente 616, que incluye el gas de inertización y el disolvente sin condensar forman la corriente 619 que después se divide en una pequeña corriente 662 que se purga a TOX y la corriente 626 que luego pasa a través de un recuperador de calor para producir la corriente evaporada de disolvente templada 620 que se mezcla con el gas de escape desviado y el gas inerte de nueva aportación para convertirse en la corriente 630 la cual después de calentarse se convierte en la alimentación 635, como se describe al comienzo de esta sección. Cuando el gas fluye a través de la cámara de secado a una alta velocidad del gas, la caída de presión en la cámara de secado puede ser significativa. Por ejemplo, si la presión dentro de la cámara de secado cerca de un cierre hermético se ajusta para que se aproxime a la atmosférica, luego la presión dentro de la cámara de secado cerca del otro cierre hermético puede alejarse significativamente de la atmosférica. Esta caída significativa de la presión puede deteriorar el rendimiento del cierre hermético, por ejemplo, induciendo un flujo tan grande que barrería los chorros incidentes dentro del cierre hermético: esta situación se puede resolver introduciendo la alimentación de gas en sitios cercanos a los cierres herméticos de entrada y salida mientras que la expulsión del gas se haría a través de una ranura cerca del medio del secador (o alternativamente, alimentar cerca del medio del secador y expulsar a través de puertos cercanos a los cierres herméticos de entrada y salida). Ahora con referencia a la Figura 8, esta es un dibujo esquemático de cómo el gas fluye dentro y fuera de una configuración alternativa del secador de placas inertizado. Se alimenta gas inerte de nueva aportación 601 a los cierres herméticos 110 para mejorar la contención. Parte de estas corrientes inertes entra en el horno inertizado. Si se requiere como reposición, se mezcla un gas inerte de nueva aportación 610 con una cierta cantidad de gas de escape desviado 617 y corriente evaporada de disolvente 620 para producir las corrientes 630 y 631, las cuales pueden ser acondicionadas por uno o más intercambiadores de calor para producir las alimentaciones 635 y 636. Después de pasar a través de la cámara de calentamiento 10 y recoger el vapor de disolvente 640 procedente del revestimiento, el gas expulsado 650 se divide en dos corrientes 616 que se va a condensar y 617 como la derivación. La corriente 616 se enfría, a través de un recuperador de calor, a la corriente 618 que pasa por un condensador para recoger el disolvente 680 en un depósito de disolvente. El resto de la corriente 616, que incluye el gas de inertización y el disolvente sin condensar forman la corriente 619 que luego se divide en una corriente pequeña 662 que será purgada a TOX y la corriente 626 que luego pasa por un recuperador de calor para producir la corriente evaporada de disolvente templada 620 que se mezcla con el gas expulsado desviado y el gas inerte de nueva aportación para convertirse en las corrientes 630 y 631 las cuales después de ser calentadas se convierten en las alimentaciones 635 y 636, como se ha descrito anteriormente en esta sección.

Cabe destacar que una unidad individual de secador de placas inertizado puede comprender una o más secciones de corriente de gas de inertización concurrente y contracorriente, con la colocación de múltiples puertos de alimentación y de expulsión de la corriente de gas de inertización.

La placa calentada superior y la placa calentada inferior se pueden calentar a través de cualquier mecanismo adecuado conocido por los expertos en la técnica. Las placas pueden ser unidades individuales o conjuntos de placas más pequeñas, como puede ser requerido para adaptar una trayectoria curva, y también para permitir un control de temperatura flexible. Cada placa o conjunto de placas calentadas puede tener una o más zonas de calentamiento. La temperatura de cada zona se puede ajustar de forma independiente, de tal modo que, por ejemplo, las temperaturas de placas sobre la banda pueden ser diferentes a las de la placa debajo de la banda, o una de estas placas se puede calentar y la otra se deja a temperatura ambiente. La temperatura también puede variar de una zona a otra para la misma placa o conjunto de placas a lo largo de la trayectoria de la banda. También, las placas superiores se pueden sustituir total o parcialmente o se pueden intercalar con unidades especiales tales como La separación h entre las dos placas se mantiene reducida para asegurar una transferencia de calor eficaz, y una velocidad suficientemente alta dentro de la cámara. Esta separación entre las placas se prefiere que sea no superior a 10 cm. Es incluso más preferible que sea inferior a 5 cm y lo más preferible cuando está entre 0,5 y 3,5 cm. El espacio entre las placas cerca de los extremos puede ser mayor que en el resto del secador para alojar los sistemas de alimentación y expulsión así como el montaje de los cierres herméticos. La banda en movimiento se coloca entre las dos placas calentadas, estando más cerca de una de las placas, preferiblemente la placa inferior. La distancia h_2 entre la placa calentada inferior y la banda en movimiento debería mantenerse lo más reducida posible. Se prefiere que sea inferior a 20 mm. Es incluso más preferible que sea inferior a 10 mm. La distancia h_1 entre la placa calentada superior y la banda en movimiento también debería mantenerse para que no sea superior a unos pocos cm. Se prefiere que sea inferior a 5 cm. Las placas pueden tener un mecanismo que permite el ajuste de la distancia entre las placas superior e inferior correspondientes. La distancia desde la placa inferior a la banda, que se puede mover sobre rodillos, se puede fijar ajustando la placa inferior.

Las placas superior e inferior calentadas pueden estar en ángulo una con respecto a la otra. El ángulo entre las placas superior e inferior puede variar a lo largo de la trayectoria de la banda para un mejor efecto de secado o para alojar otros accesorios. Estas secciones donde las placas superiores y las placas inferiores están en ángulo entre sí, se pueden usar para controlar la presión a lo largo de la trayectoria de la corriente de gas de inertización mientras se intercambian la energía cinética y de presión, con ciertas pérdidas, en los pasos convergentes y divergentes que crean las placas. Así, la colocación adecuada de zonas convergentes y divergentes cerca de los cierres herméticos de entrada y salida para regular la presión puede facilitar la acción del cierre hermético. También, una mayor velocidad en las secciones más estrechas aumentaría la transferencia de calor y la transferencia de masa asociada.

La superficie de cada placa calentada puede ser suave, o texturizada. Las texturas se pueden diseñar para mejorar el mezclamiento (probablemente turbulenta sobre el sustrato y laminar entre el sustrato y la placa inferior) para

mejorar la velocidad de transferencia de calor y masa dentro de la cámara. Las texturas en la placa inferior también se pueden diseñar para crear una capa laminar entre la placa inferior y la banda de tal modo que la banda se pueda mover lo más cerca posible a la placa calentada sin realmente tocar la placa. También se pueden usar remolinos en cavidades sobre la placa inferior para aumentar o mantener velocidades de transferencia de calor suficientemente altas. La textura más sencilla es en forma de ranuras poco profundas que se extienden a través de la anchura de las placas. También, se pueden producir depresiones localizadas sobre la superficie de la placa, en un patrón escalonado con respecto a la dirección de flujo de la corriente de gas de inertización (o dirección de la máquina). Alternativamente, se pueden montar fijaciones sobre las placas, como tiras estrechas que se extienden a través de la anchura de las placas. También otras formas tales como, pero no limitadas a, discos delgados, óvalos o planos con forma de lágrima se podrían montar en un patrón escalonado, en la dirección de la máquina, para mejorar los flujos secundarios. Si estas fijaciones están realizadas en material blando, se pueden usar para sostener el sustrato, que se resbalaría sobre las sujeciones, en lugar de o además de en los rodillos.

En otra realización de la invención, se pueden usar múltiples secadores de placas inertizados a lo largo de la dirección de la banda en movimiento. Esto puede ser eficaz cuando un solo secador de placas inertizado no es capaz de secar el revestimiento de manera satisfactoria, incluso en condiciones de funcionamiento optimizadas. La longitud del diseño de una zona individual de secador inertizado está limitada en última instancia por la caída de presión en la cámara de secado, lo que puede reducir la eficacia del cierre hermético. También cuando la longitud del horno es muy grande, una alta concentración de disolvente se puede acumular en la corriente de gas, lo cual deterioraría la transferencia de masa en la longitud restante del horno y hacer que el horno sea ineficaz.

El secador de placas inertizado de esta invención se puede usar como una unidad de secado independiente, o como una extensión de una instalación ya existente, debido a su menor volumen y formato más estrecho. Por ejemplo, se puede colocar antes de un horno convencional. El secador de placas inertizado se puede usar para evaporar una cantidad significativa de disolvente del revestimiento inicial rico en disolvente para enviar un revestimiento parcialmente seco al horno convencional, y por lo tanto aliviar la cantidad de disolvente a procesar por el horno convencional aguas abajo y la TOX instalada. Por lo tanto, el uso del secador de placas inertizado como una primera zona de secado puede aumentar la eficacia global de secado para una longitud total determinada de horno. Esto puede ser ventajoso cuando se usa para aumentar la capacidad de hornos más antiguos. La Figura 3 ilustra dicho ejemplo de uso del secador de placas inertizado. El secador de placas inertizado 10 se coloca después de la estación de revestimiento 40, en la elevación del sustrato 120 a un horno convencional. Cuando se usa el secador de placas inertizado en esta disposición, se debe tener cuidado en establecer los parámetros de funcionamiento de tal modo que el secador de placas inertizado no haga que el revestimiento se sobrecaliente y por lo tanto producir una severa formación de ampollas en el mismo, y/o exceda el límite de LEL en el horno convencional aguas abajo.

Aparte de especificar la velocidad de línea y la concentración de disolvente final residual, hay una longitud mínima del secador de placas inertizado necesaria para producir un revestimiento seco exento de defectos. Si el secador de placas inertizado es más corto que su longitud mínima, no es beneficioso ya sea porque a) el revestimiento seco al final de los secadores retiene una alta concentración de disolvente, a bajas temperaturas de la corriente de gas de inertización y las placas calentadas, y/o b) la formación de ampollas que se produce dentro del secador de placas inertizado y/o por la concentración de disolvente que aumenta en el siguiente secador convencional conforme aumentan las temperaturas de la corriente de gas de inertización y/o placa calentada. Aunque un secador de placas inertizado (IPD, por sus siglas en inglés) es bien adecuado como una primera zona de secado que precede a un secador convencional, la eficacia de secado, como se mide por la velocidad máxima a la que se puede secar un revestimiento dado, puede alcanzar un máximo conforme aumenta la relación de la longitud del secador de placas inertizado a la longitud global del horno; esto podría pasar cuando los secadores convencionales presentan mejores eficacias de transferencia de calor y masa, como las que los hornos de flotación a alta velocidad modernos están obligados a tener, pese a su límite de LEL, que en cualquier caso llega a ser irrelevante en las etapas posteriores de secado. Por lo tanto, hay una ventana óptima para diseño y funcionamiento de un secador de placas inertizado.

La Tabla 2, es un ejemplo de parámetros operacionales para demostrar el concepto de una longitud mínima de las placas. El secador de placas inertizado se coloca antes de un horno convencional con múltiple zonas. La cantidad de disolvente en el revestimiento después de entrar en la zona 1 del horno convencional se calcula como un porcentaje con respecto al límite de explosividad inferior (LEL) permitido en la condición operacional en la zona convencional subsiguiente 1. A partir de un caso con % de LEL marginal (45% de LEL) en esa zona y manteniendo las placas a 2,2 m de largo, aumentar o disminuir la temperatura de las placas y del gas inerte no disminuye la cantidad de disolvente en el gas de la zona convencional subsiguiente 1. Por lo tanto, el secador inertizado no puede ser beneficioso cuando se produce un aumento de la velocidad de línea. Cuando la longitud de la placa se aumenta a 3,2 m, y las temperaturas del gas y la placa a 120°C, la cantidad de disolvente en el revestimiento que entra en la zona 1 es significativamente menor que sin el secador de placa inerte. Por lo tanto, la velocidad de línea se puede aumentar hasta que el LEL en la zona convencional alcance de nuevo el límite de 45% LEL. El secador de placas inertizado pasaría a ser beneficioso.

Al poner a funcionar el secador de placas inertizado, encontrar la ventana de diseño y funcionamiento requiere la optimización del diseño y parámetros operacionales, tales como número de placa, longitudes de placa, temperatura de placa, velocidades del gas, fracción de la corriente de gas que se somete a condensación, condiciones del condensador, etc. En general, el diseño y los parámetros operacionales óptimos dependen de las composiciones de

los disolventes del revestimiento. Tanto la optimización del diseño como del funcionamiento implica el análisis de la masa, equilibrios de energía y momento para cada zona de secado, junto con restricciones de tamaño y operacionales. Dado el tamaño y la complejidad de este análisis y optimización, un completo análisis requiere el uso de moderna simulación de procedimiento numérico, como es obvio para un profesional conocedor de la técnica.

- 5 En los procedimientos descritos anteriormente, también se pueden usar otros equipos auxiliares, tales como ventiladores, equipo de desempañado, separadores de agua, válvulas (controladas o no), etc., como es evidente para un profesional conocedor de la técnica.

- 10 La descripción detallada anterior de la presente invención se proporciona con fines de ilustración, y no se pretende que sea exhaustiva o limite la invención a realizaciones particulares descritas. Las realizaciones pueden proporcionar diferentes capacidades y beneficios, dependiendo de la configuración usada para implementar las características claves de la invención. En consecuencia, el alcance de la invención se define mediante las siguientes reivindicaciones.

Tabla 1 - Concentración máxima de oxígeno (MOC, por sus siglas en inglés) de disolventes seleccionados. Por debajo de MOC las explosiones y las conflagraciones no se pueden propagar.

Temperatura	IPA	Acetato de etilo	Hexano	Tolueno
20	8,7	9,8	9,3	9,5
100	8,1	9,1	8,9	NA

15

Tabla 2 - Caso de ejemplo: secado de un revestimiento a base de disolvente de 1,5 m de ancho, 24 g/m² con un contenido en sólidos de 24,5%, conteniendo el disolvente 60% de tolueno, 6,5% de hexano, 25,7% de acetato de etilo y 8,1% de n-propanol.

Longitud total de las placas de IPD (m)	Temperatura de corriente de gas de inertización (N ₂ + disolvente) y placa (°C)	Velocidad del gas de inertización (m/s)	Velocidad de la banda (m/min)	Condensación del disolvente en la primera zona del horno convencional aguas abajo (% de LEL)
0 (sin secador inertizado)	-	-	70	45
2,2	80	4	70	46
2,2	140	4	70	48
3,22,2	140	4	70	42
	160	4	70	51

- 20 Todas las patentes, solicitudes de patente publicadas, y artículos mencionados en la presente memoria se incorporan en ésta en su totalidad como referencia.

- 25 Mientras que el objeto de estudio ha sido descrito en conexión con lo que se considera actualmente que son las realizaciones más prácticas y preferidas, será evidente a los expertos en la técnica que el objeto de estudio no se limita a las realizaciones descritas, y que se pueden realizar muchas modificaciones y disposiciones equivalentes de las mismas dentro del alcance del objeto de estudio, a cuyo alcance se le concede la interpretación más amplia de las reivindicaciones anexas. Se contempla particularmente que una o más características o aspectos de una cualquiera o más realizaciones descritas en la presente memoria, se pueden combinar con uno o más de otras características o aspectos de otras realizaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato (10) para secar, curar, o desairear una banda en continuo movimiento (120) que porta una capa de disolvente (130), que comprende:
- 5 una carcasa (140) que encierra una cámara de secado (150), teniendo dicha carcasa (140) ranuras de entrada y de salida (160) a través de las cuales puede pasar dicha banda (120) por dicha cámara (150); teniendo dichas ranuras de entrada y de salida (160) un mecanismo de cierre hermético para evitar que se filtre aire ambiente al interior de la cámara de secado (150), o fugas de la corriente de gas desde la cámara (150) al ambiente;
- una placa calentada inferior (170) y una placa calentada superior (180) sustancialmente paralelas entre sí con un espacio (4) entre ellas,
- 10 al menos una entrada (191) para una corriente de gas (200) que fluye a la cámara (150);
- al menos una salida (192) para que la corriente de escape fluya fuera de la cámara (150), caracterizada porque dicho espacio (4) no es mayor que una distancia de 10 cm;
- la banda que porta una capa de disolvente se encuentra a menos de 20 mm de la placa calentada inferior; y
- 15 la banda portadora (120) está más cerca de la placa calentada inferior (170) que de la placa calentada superior (180).
2. El aparato (10) según la reivindicación 1, que comprende además una unidad de condensador (20) situada fuera de la cámara (150).
3. El aparato (10) según la reivindicación 1 o 2, en donde la al menos una entrada (191) comprende una boquilla, y la boquilla apunta en dirección a al menos una salida (192).
- 20 4. El aparato (10) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende dos entradas (191) y una salida (192), en donde las dos entradas (191) se sitúan junto a la ranura de entrada (160) y la ranura de salida (160) de la carcasa (140) y la salida (192) se sitúa en el medio de la cámara (150).
5. El aparato (10) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende una entrada (191) y dos salidas (192), en donde las dos salidas (192) se sitúan junto a la ranura de entrada (160) y la ranura de salida (160) de la carcasa (140) y la entrada (191) se sitúa en el medio de la cámara (150).
- 25 6. El aparato (10) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde la placa calentada superior (180) está provista al menos parcialmente de fuentes de energía de calentamiento y curado.
7. El aparato (10) según la reivindicación 6, en donde las fuentes de energía de calentamiento y curado se seleccionan del grupo que consiste en lámparas IR, lámparas UV, emisores de haz de electrones, emisores de radio frecuencia, emisores de ultrasonido, o combinaciones de estas fuentes.
- 30 8. El aparato (10) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde el mecanismo de cierre hermético en la entrada y salida (160) incluye un pasadizo estrecho para la banda (120).
9. El aparato (10) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en donde la concentración de disolvente en la corriente de gas de inertización se puede ajustar variando la proporción de la corriente que circunvala el condensador (20), ajustando las condiciones del condensador (temperatura, presión), o introduciendo en el sistema una corriente de gas de inertización rica en disolvente.
- 35 10. El aparato (10) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en donde al menos una de la placa calentada superior (180) y de la placa calentada inferior (170) tiene múltiples zonas de calentamiento; y
- la temperatura de cada zona de calentamiento se controla de forma independiente.
- 40 11. Un método de secar, curar, o desairear una banda en continuo movimiento (120) que porta una capa de disolvente (130), que comprende:
- pasar la banda (120) a través de un secador cerrado (10) que comprende una carcasa (140) que encierra una cámara de secado (150) por medio de ranuras de entrada y de salida (160) de la carcasa (140) en comunicación con la misma;
- 45 calentar la banda (120) desde arriba y abajo usando una placa calentada superior y una placa calentada inferior (180, 170), situándose dicha banda (120) más cerca de la placa calentada inferior (170);
- pasar una corriente de gas (200) desde al menos una entrada (191) sobre la banda a una velocidad de al menos 2 m/s para generar una gas de escape,

descargar el gas de escape a través de al menos una salida (192) situada ya sea en el medio del secador (10) o cerca de cualquiera de la entrada (160) y salida (160);

dividir el gas de escape en una corriente de condensación y una corriente desviada,

pasar la corriente de condensación a través de un condensador (20); y

5 mezclar la corriente evaporada de disolvente con la corriente desviada y con corriente de gas inerte de reposición como sea necesario para formar una corriente de gas de entrada.

12. El método según la reivindicación 11, en donde la corriente de gas (200) pasa al secador (10) a través de dos entradas (191) situadas cerca de las ranuras de entrada y salida (160), y el gas de escape se descarga a través de una salida (192) situada en el medio de la cámara (150).

10 **13.** El método según la reivindicación 11 o reivindicación 12, en donde la corriente de gas (200) pasa al secador (10) a través de una entrada (191) situada en el medio de la cámara (150), y el gas de escape se descarga a través de dos salidas (192) situadas cerca de las ranuras de entrada y salida (160).

15 **14.** El método según una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, en donde hay a multiplicidad de secciones donde la corriente de gas (200) fluye en direcciones concurrente y contracorriente con respecto a la trayectoria de la banda, especialmente en el caso donde la corriente de gas de inertización fluye en dirección concurrente a la banda (120) cerca de un cierre hermético mientras que la corriente de gas de inertización fluye en dirección contracorriente cerca del otro cierre hermético.

15. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 14, en donde la placa calentada superior (180) tiene una primera temperatura y la placa calentada inferior (170) tiene una segunda temperatura; y

20 la primera temperatura es diferente a la segunda temperatura.

16. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 15, en donde al menos una de la placa calentada superior (180) y de la placa calentada inferior (170) tiene múltiples zonas de calentamiento; y

la temperatura de cada zona de calentamiento se controla de forma independiente.

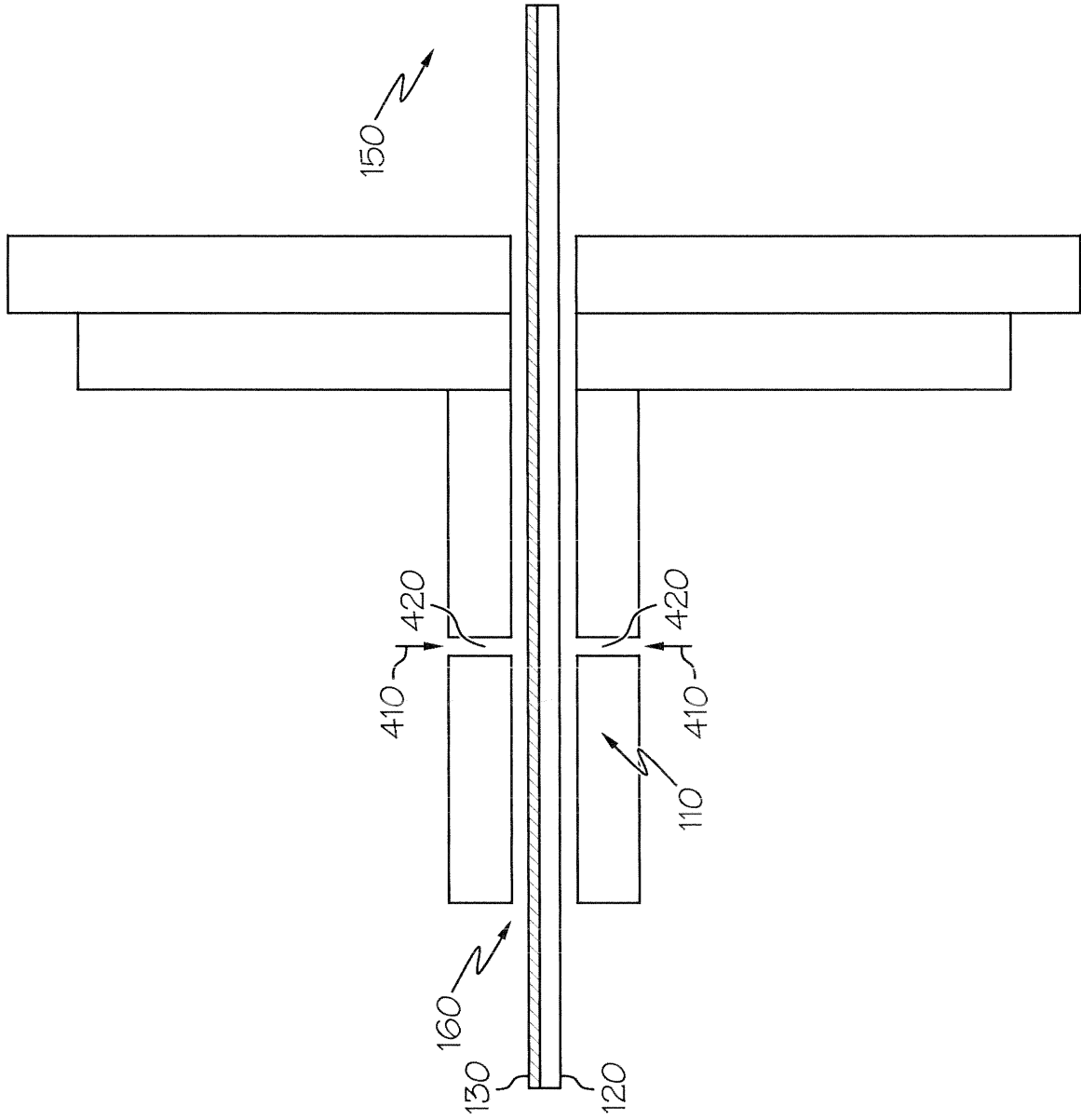


FIG. 2

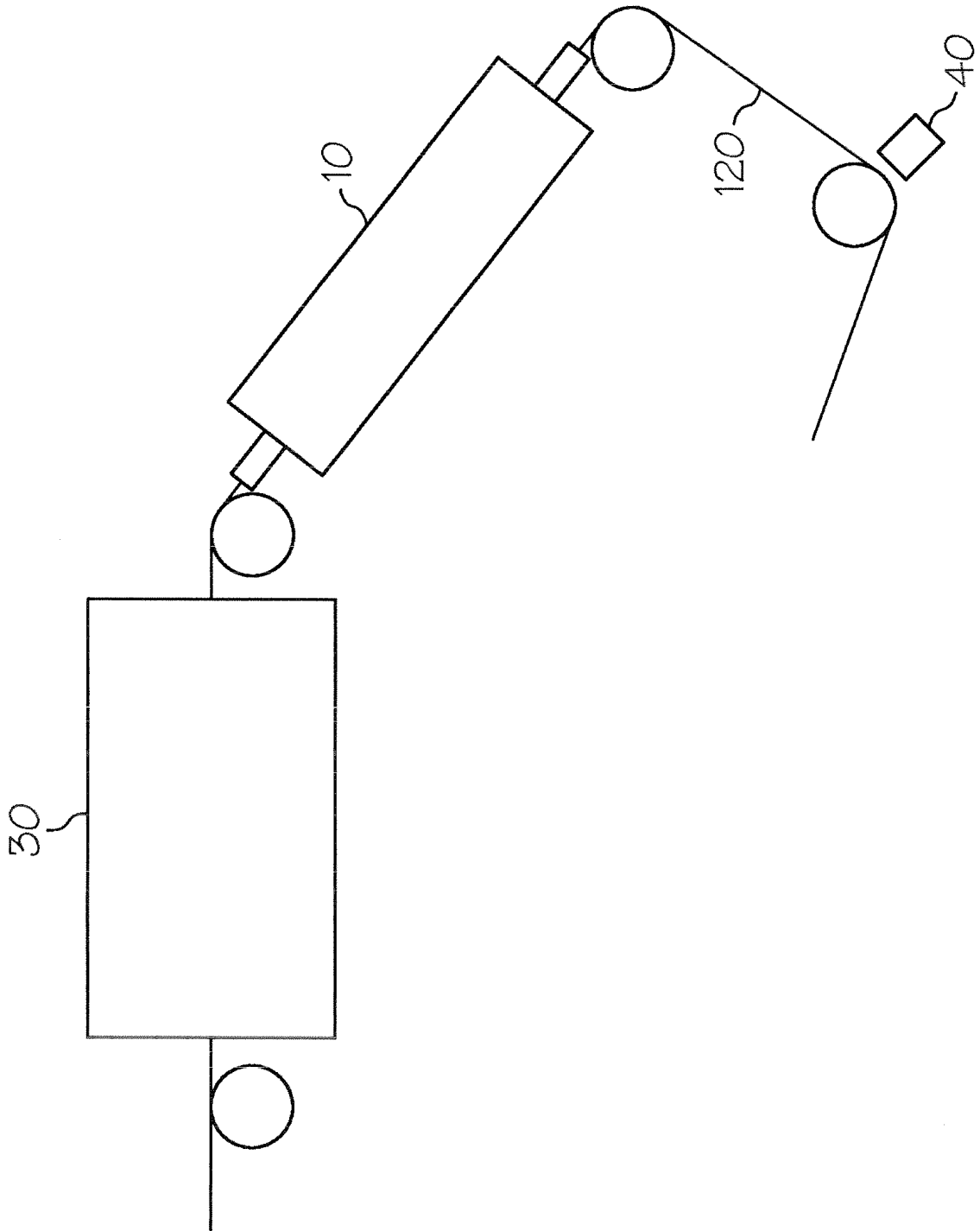


FIG. 3

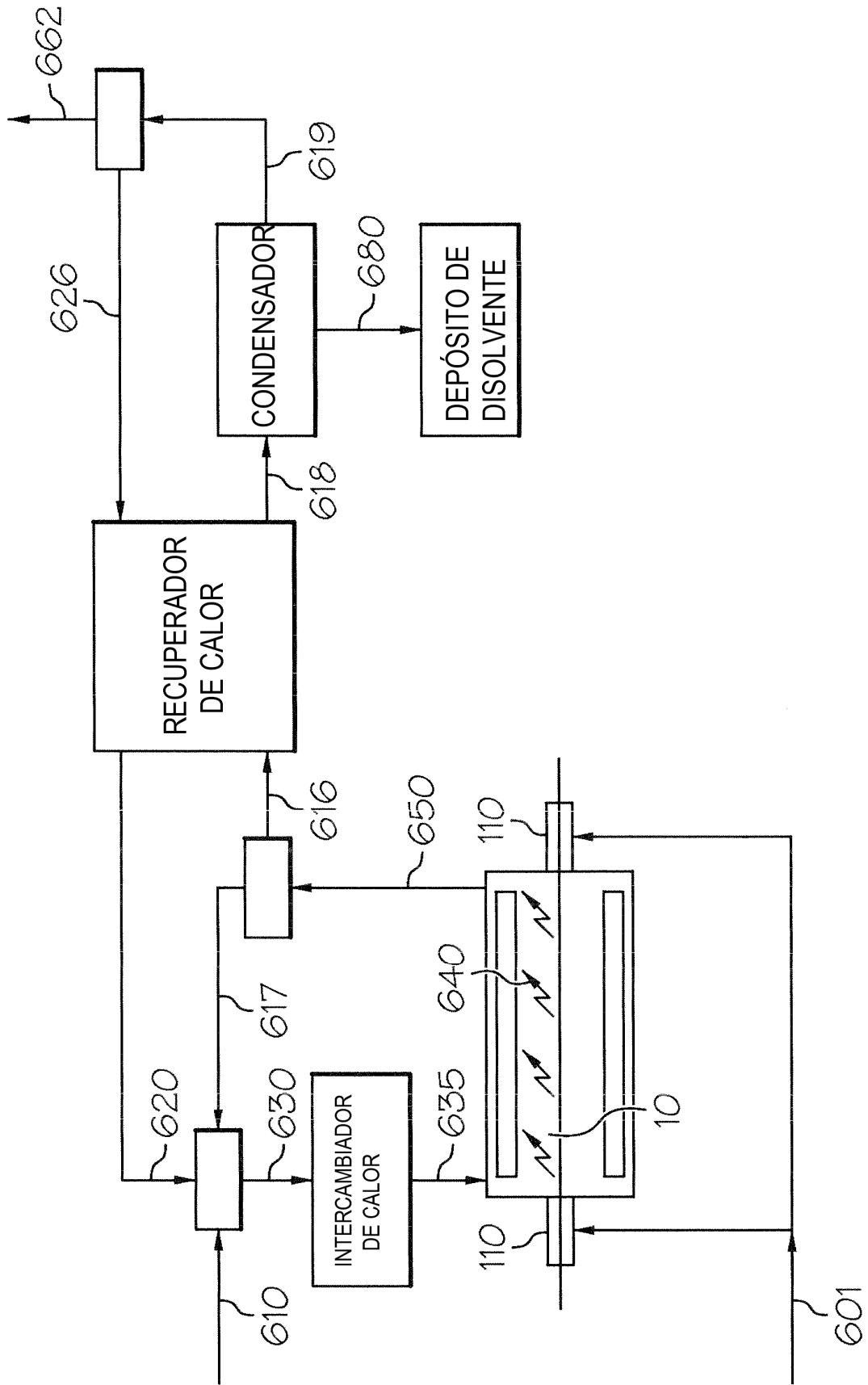


FIG. 4

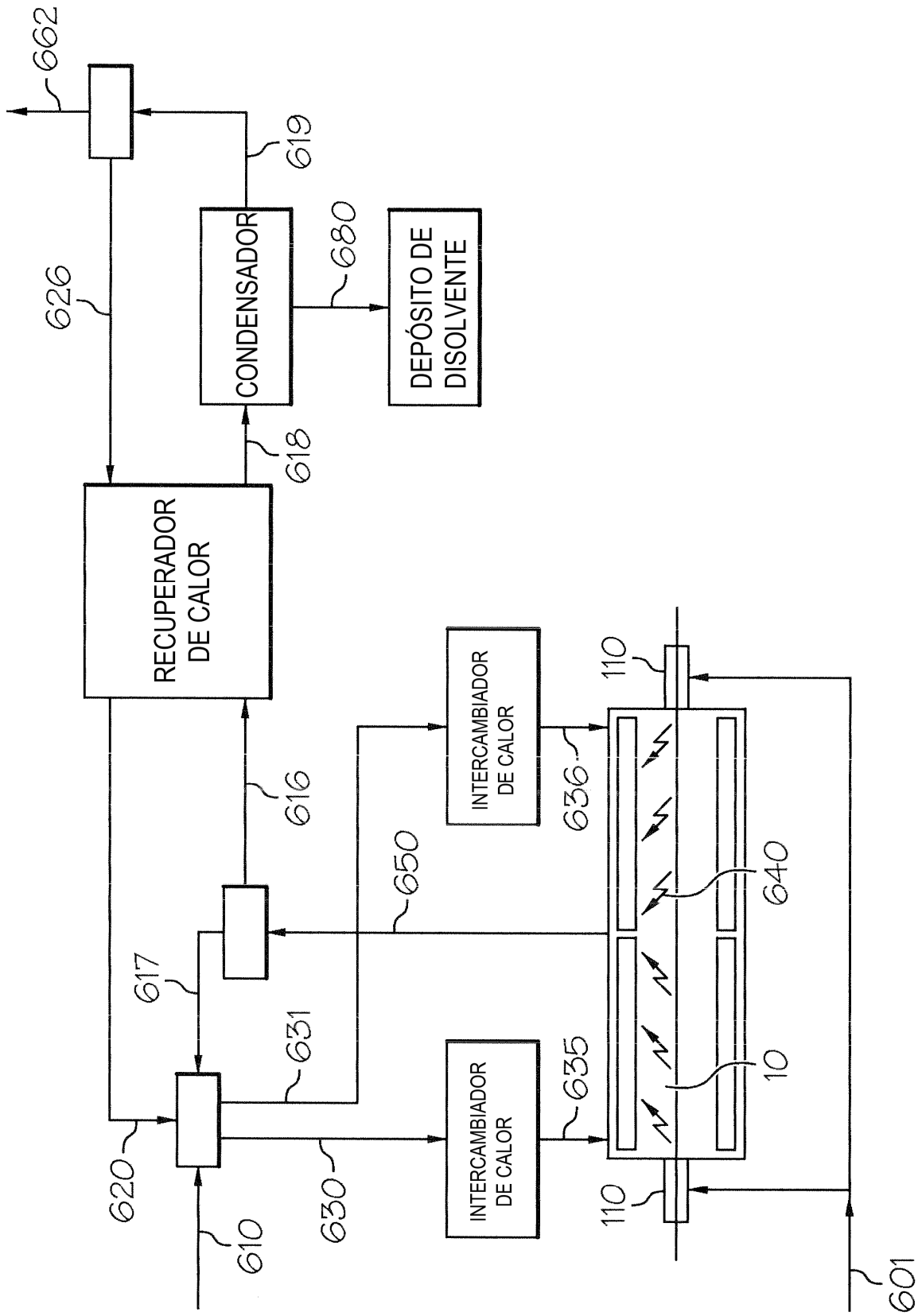


FIG. 5