

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 651 175**

51 Int. Cl.:

B41F 23/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.06.2010** **E 15165027 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.11.2017** **EP 2942196**

54 Título: **Barra flotante de infrarrojos mejorada**

30 Prioridad:

05.06.2009 US 184353 P

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

24.01.2018

73 Titular/es:

BABCOCK & WILCOX MEGTEC, LLC (100.0%)
830 Prosper Street
De Pere, WI 54115, US

72 Inventor/es:

ZAGAR, STEVEN J;
ROCHELEAU, MICHAEL O y
PETERSON, LES

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 651 175 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

Barra flotante de infrarrojos mejorada

Antecedentes de la invención

5 Las realizaciones descritas en la presente memoria se refieren a una barra flotante de aire para su uso para posicionar, secar o curar un material flexible plano, generalmente continuo, tal como una banda, banda impresa, papel prensa, material de película o lámina de plástico. Más particularmente, pertenecen a una barra flotante de aire cuya área de la almohadilla de presión incluye una fuente de luz infrarroja, tal como una bombilla de infrarrojos, una superficie reflectora y una lente para mejorar el calentamiento acelerado por infrarrojos del material en banda para provocar evaporación de disolvente, secado y/o curado. La energía de calor de infrarrojos electromagnética en combinación con chorros de aire que inciden sobre la superficie de la banda, proporcionados para la calefacción concentrada del material en banda, proporcionan de este modo una rápida evaporación, secado y/o curado posterior de la superficie del material.

10 La Patente de EE.UU. N° 5.035.066 (Wimberger) enseña la integración de un emisor de infrarrojos en una barra de aire flotante del tipo Coanda. El aire de refrigeración se lleva a través de un conjunto de canal que encierra el emisor. Se utiliza una lente de cuarzo para encerrar el emisor mientras que permite pasar la transmisión de energía electromagnética en el rango de longitudes de onda infrarrojas desde el recinto del conjunto de canal a la banda. En una realización, el mencionado aire de refrigeración, después de pasar alrededor del emisor dentro del mencionado conjunto de canal, se descarga a través de agujeros en una lente de cuarzo del mencionado conjunto de canal emisor. Aunque esta disposición proporciona una cierta recuperación de calor al descargar el mencionado aire de refrigeración a la superficie de la banda después de fluir alrededor del mencionado emisor, la trayectoria del flujo no está optimizado tanto para enfriar el emisor como para reponer el calor al aire que se hace incidir posteriormente en la banda. La disposición de la técnica anterior, con el paso de aire a través de agujeros en la lente de cuarzo no proporciona el contacto de fluido óptimo para enfriar eficazmente el emisor y la lente como se desea, con el fin de mantener la longevidad de estos componentes frente a la degradación térmica o la contaminación. Tampoco se maximiza la recuperación de calor desde el emisor, la lente y el reflector. Además, es deseable mantener el emisor y la lente libres de contaminación por vapores de disolventes agresivos, líquidos tales como tintas y/o materiales de revestimiento, y otros contaminantes tales como polvo de papel o tiras de material de la banda rotas. El enfriamiento y la prevención de la contaminación del reflector es también deseable por las mismas razones que se discutieron para la lente. Si se produce tal contaminación, la energía infrarroja es absorbida por el material de cuarzo del emisor y la lente de cuarzo, en lugar de ser transmitida a través del mencionado cuarzo a la superficie de la banda, lo que da como resultado la pérdida de secado y de la eficiencia de transferencia de calor, y también promueve la degradación térmica ya que las temperaturas de diseño de los materiales del emisor y de las lentes se pueden exceder fácilmente. De forma similar, la contaminación reducirá la reflectividad del reflector, lo que resulta en la pérdida de eficiencia en la transferencia de calor y el secado y la degradación térmica del material.

35 Como es sabido por los expertos en la técnica de secadores de infrarrojos, se desea evitar la posible ignición de los materiales combustibles, tales como una banda de papel, en caso de que los mencionados materiales combustibles entren en contacto con superficies calientes. Se desea además tener un medio rápido de actuación para interrumpir el flujo de calor desde el emisor de infrarrojos, desde que alcanza la banca, para evitar la ignición de una banda estacionaria o rota. Se enseña un medio de bloquear el flujo de calor por infrarrojos en las Patentes de EE.UU. N°s. 6.049.995 y 6.195.909 (Rogne et al.), pero requiere detección y un medio mecánico activo para asegurar que la banda no se expone a temperaturas superiores a la temperatura de ignición de los materiales que se están procesando. Como se conoce por los expertos en la técnica, con frecuencia es deseable utilizar emisores de filamentos de tungsteno o de carbono de enfriamiento rápido, que están disponibles en Heraeus Noblelight de Hanau, Alemania. Estos elementos de enfriamiento rápido deberían minimizar el tiempo necesario para llevar suficientemente abajo el flujo de calor de infrarrojos y las temperaturas superficiales asociadas para evitar la ignición de los mencionados materiales combustibles, en caso de que la banda se pare o rompa durante un contratiempo en el proceso de secado. Incluso con estos emisores de enfriamiento rápido, es deseable mantener las superficies expuestas de la barra flotante de aire tan frescas como sea posible en todo momento, para evitar la posible ignición de dichos materiales combustibles, incluso cuando pueden pasar desapercibidos un contratiempo de parada de la banda o rotura de la banda.

45 También es conocido por los expertos en la técnica de materiales de secado por medio de energía infrarroja que la cantidad de calor absorbido eficazmente por el material es dependiente de una serie de factores clave, que incluyen la temperatura del emisor, la geometría que define la trayectoria de la luz infrarroja hacia los materiales y la característica de absorción de los materiales que se van a secar. Se desea seleccionar un tipo de emisor de tal manera que su temperatura emitirá el máximo flujo de energía electromagnética en el rango de las longitudes de onda que se corresponden con las longitudes de onda de la máxima absorción del material que se va a secar. En el caso de una banda revestida los materiales incluyen típicamente el sustrato de la banda base y un recubrimiento compuesto de sólidos y un disolvente tal como agua o un disolvente orgánico, el mencionado disolvente para secarse. Cada uno de estos materiales presenta una característica de absorción de infrarrojos, según una función de la longitud de onda infrarroja, o espectro, que se va a considerar en la selección del tipo de emisor que se va a utilizar.

En algunos casos, tales como la impresión, el recubrimiento o la tinta no se aplica al sustrato de manera uniforme en todas las áreas. En tales casos, es deseable maximizar el flujo de energía infrarroja hacia las áreas que tienen revestimiento o tinta mientras se minimiza el flujo de energía a las áreas no recubiertas (no impresas). Las ubicaciones de las áreas con y sin recubrimiento son variables de acuerdo con el producto que se va a secar. Uno de los métodos de la técnica anterior utilizado para efectuar la dirección de la energía de secado hacia las áreas que requieren secado, que limita al mismo tiempo la energía en las áreas que no requieren secado, prescribe la selección del emisor de tal manera que proporcionará alto flujo de calor infrarrojo en un intervalo de longitudes de onda que coinciden con las longitudes de onda de alta absorción para el disolvente, mientras que se minimiza la emisión de energía infrarroja en las longitudes de onda en las que la absorción en los sólidos secos y el sustrato es baja. Otro método de la técnica anterior dispone una multitud de lámparas emisoras en una matriz en la que las lámparas emisoras se pueden activar (dar energía) o desactivar (quitar energía) para emitir energía infrarroja emparejando aproximadamente la ubicación física de las áreas que se van a secar. En el secado de bandas de movimiento continuo que tiene patrones ampliamente variables de áreas impresas y no impresas, este método de activación y desactivación de una matriz fija sólo es capaz prácticamente de dirigir la energía de secado en una escala espacialmente gruesa. La energía infrarroja se puede aplicar más o menos en los carriles a lo largo de la longitud de la banda que se va a secar, lo que no aborda la necesidad de limitar el calor de secado para las áreas no impresas que se encuentran entre las áreas impresas a lo largo de la dirección de desplazamiento de la banda. El documento US 5.092.059 (realización de la figura 7) describe una barra flotante de aire según el preámbulo de la reivindicación 1.

20 Compendio

La presente invención se define en las reivindicaciones anejas.

Las realizaciones descritas en la presente memoria ofrecen una mejora sobre la técnica anterior al guiar el aire de refrigeración en una trayectoria que maximiza el enfriamiento de un emisor, una lente opcional y las superficies reflectoras, al mismo tiempo que proporciona la transferencia de calor de convección adicional a la banda y apoyo adicional de flotación de la banda, al mismo tiempo que protege las superficies del mencionado emisor, la lente y el reflector de los contaminantes descritos anteriormente. Las superficies expuestas de la barra flotante de aire se mantienen a la temperatura más baja posible para minimizar el riesgo de ignición de la banda o de otros materiales que se procesan, sin el uso de obturadores mecánicos o escudos.

El propósito general de las realizaciones descritas es proporcionar una barra flotante de aire de infrarrojos para su uso en la calefacción y/o secado de bandas, tal como para su uso en una secadora de bandas. El diseño del elemento de barra flotante de aire se puede seleccionar entre varios tipos, según son conocidos para los expertos en la técnica. Ejemplos de diseños de barras flotantes se enseñan por Frost, en la patente de EE.UU. N° 3.549.070, y Rocheleau, en el documento US Publ. N° 2005/223593, pero se debe entender que el elemento de barra de flotación de la presente invención no se limita a estos ejemplos particulares. Se incluyen uno o más emisores de infrarrojos integrados en la barra flotante de aire para la generación y transmisión de la radiación electromagnética infrarroja a la banda, y el calor adicional se transfiere a la banda mediante aire de convección, que ha sido calentado por convección en el proceso de enfriamiento de los elementos del emisor, el reflector y la lente asociados.

Se puede apreciar por los expertos en la técnica que las barras flotantes de aire proporcionan calor por convección y/o transferencia de masa debido a la acción de los chorros de aire en la banda, ya que se soporta de forma flotante en una matriz de una o más barras de aire. El aire suministrado a los mencionados chorros se puede calentar mediante una fuente de calor independiente, como una bobina de resistencia eléctrica, aceite caliente o bobina de vapor, o un quemador situado en el conducto de suministro de aire para una o más barras de aire en el secador. En el caso de una barra flotante de aire de infrarrojos, el aire de refrigeración se calienta mediante el emisor de infrarrojos y así calentado se convierte en un medio para mejorar la transferencia de calor por convección y transferencia de masa a la banda dentro del secador. El mencionado aire de refrigeración, ahora caliente, se puede llevar por contacto de convección a la banda para mejorar la transferencia de calor. En las realizaciones descritas en la presente memoria, la trayectoria de aire de enfriamiento se dispone y la masa de flujo de aire se ajusta, para proporcionar una refrigeración suficiente para proteger las superficies de los elementos, como se ha mencionado anteriormente, y para evitar el potencial de ignición de materiales de la banda al tiempo que maximiza la temperatura y por lo tanto la cantidad de energía utilizable tomado por el aire de refrigeración para su uso en el calentamiento y el secado de la banda. Por otra parte, el aire de refrigeración caliente y los chorros de aire flotante se descargan y se mezclaban en la zona, directamente entre la banda y la barra de aire y transfieren calor por convección mientras apoyan de forma flotante la banda.

Después de contactar con la banda por convección, el aire combinado puede devolverse de nuevo al suministro de aire del secador y una parte recircularse de nuevo para suministrar a una o más barras de aire. El consumo de energía para funcionar la secadora se minimiza cuando la cantidad de aire recirculado se maximiza. La tasa de ventilación de escape, que es el saldo de aire no recirculado, se puede establecer por los expertos en la técnica de secado para mantener una temperatura de bulbo húmedo deseada dentro de la secadora de tal manera que la tasa de secado se maximiza. Típicamente, en el caso de secado de disolventes no inflamables, tales como el agua, la tasa de re-circulación puede ser maximizada a un alto nivel, a menudo en el intervalo del 50 al 95% del flujo de aire de secado por convección total suministrado a las barras de aire. En el caso de disolventes inflamables, la tasa de

ventilación se establece con la mayor frecuencia para satisfacer los requisitos de seguridad de la ventilación, lo que requiere que la secadora funcione muy por debajo de, típicamente el 25%, la concentración límite inferior de explosividad del disolvente o los disolventes que se secan. En una realización preferida, el aire suministrado a una o más boquillas de las barras de aire flotantes de infrarrojos se calienta sólo mediante los elementos emisores de infrarrojos, es decir, no se requiere ningún otro calentador independiente para calentar el aire suministrado, esto ahorra espacio y costes de los componentes para la manipulación de los equipos de aire. En una realización más preferida, al maximizar el aire recirculado dentro del secador en un intervalo del 70 al 95%, el aire de convección suministrado a las boquillas flotantes de infrarrojos se puede calentar a una temperatura deseada, preferiblemente en el intervalo de 65,6 a 148,9°C (150 a 300°F) para el secado de revestimientos con base de agua y tintas.

En una realización adicional, el flujo y la temperatura del aire suministrado a la barra de aire de infrarrojos se regula para obtener un flujo de calor de convección deseado para complementar el flujo de calor de infrarrojos para la banda que se seca. Esto proporciona un medio único para dirigir preferentemente el calentamiento de la banda, al mismo tiempo que se secan tanto las zonas húmedas como las secas en la misma banda, como en el caso de la impresión. Aunque se seca bajo condiciones de temperatura constante del emisor de infrarrojos y de velocidad del aire de convección y temperatura constantes, las zonas húmedas de la banda se enfrían sustancialmente mediante la energía de evaporación necesaria para vaporizar el disolvente, tal como el agua. Como es bien conocido por los expertos en el secado, las zonas húmedas tienden a acercarse a la temperatura de bulbo húmedo y permanecen aproximadamente a esa temperatura durante el período de secado a tasa constante, hasta que se evapora suficiente líquido y la tasa de evaporación se limita por el período de secado de tasa decreciente. Al entrar en el período de secado de tasa decreciente, la temperatura de la banda sube a continuación según disminuye el enfriamiento por evaporación. En el caso de impresión, algunas zonas de la banda están fuertemente cubiertas de tinta, mientras que algunas zonas pueden tener poca o ninguna cobertura. Estas áreas de baja cobertura están relativamente secas y a menudo entran en el período de secado a tasa decreciente casi inmediatamente que entran en el secador. Así, la temperatura de la banda en estas áreas aumenta significativamente en contraste con las zonas relativamente húmedas, y a menudo alcanza una temperatura a la salida de la secadora que supera el nivel deseado. Esto puede dar lugar a daños al producto en banda, así como que se desperdicia energía en sobrecalentar estas áreas.

En las realizaciones descritas en la presente memoria, la característica de alta transferencia de calor de convección de las barras flotantes de infrarrojos se aplica en combinación con el modo de radiación infrarroja de tal manera que se puede reducir la diferencia de temperatura entre las zonas de la banda relativamente húmedas y secas en la salida del secador. Esto se realiza mediante la acción combinada de los dos modos de transferencia de calor: convección y radiación. Los expertos en la técnica de la transferencia de calor reconocen que el flujo de calor a través de los dos modos actúan de forma simultánea y la contribución de cada modo puede ser aditiva o de trabajo opuesto al otro. Es decir, mientras que la energía infrarroja está calentando un objeto, puede al mismo tiempo se pierda calor por convección. Es un objeto de las realizaciones descritas en la presente memoria proporcionar un equilibrio de los dos modos de flujo de calor antes mencionados, de tal manera que el sobrecalentamiento de zonas relativamente secas, tales como las áreas no impresas, se evita o mitiga sin las limitaciones de la técnica anterior ya descrita.

Típicamente, cuando la banda entra al principio en el secador, es más fría que la temperatura del aire y por lo tanto se calienta eficazmente de forma aditiva mediante ambos modos de radiación y de convección. A medida que la banda aumenta de temperatura, especialmente en las zonas relativamente secas (baja cobertura), la energía infrarroja continúa calentando la banda, pero cuando la temperatura de la banda finalmente supera la temperatura del aire regulada en las zonas secas, la transferencia de calor por convección actúa en ese momento opuesta a la radiación infrarroja y el aire tiende a mantener las zonas de la banda relativamente más frías. Mientras tanto, las zonas más húmedas (mayor cobertura) se mantendrán a una temperatura inferior (por debajo de la temperatura del aire regulada) debido al efecto de enfriamiento por evaporación descrito anteriormente. En consecuencia, la tasa de secado se ve reforzada por ambos modos de transferencia de calor en las zonas más húmedas, tanto por la calefacción por radiación como por convección. Mediante la regulación de la temperatura del aire a un nivel justo por encima de la temperatura de bulbo húmedo en el secador, las características de secado combinado por infrarrojos y convección de la presente invención, habilitan una condición de secado selectiva en la que el secado rápido se promueve en las áreas de alta cobertura al tiempo que mitiga la tendencia a sobrecalentarse de la banda en las zonas de baja cobertura.

En la técnica anterior, el único requerimiento del aire de refrigeración ha sido limitar la temperatura del emisor y elementos asociados, tales como el reflector y la lente. Como se mencionó anteriormente, es un objeto de las realizaciones descritas en este documento para regular la temperatura del aire suministrado a la barra de aire de infrarrojos, encontrar una temperatura de equilibrio de calentamiento de la banda en las áreas húmedas frente a las secas. Como la temperatura del aire de enfriamiento ahora se desea que sea una variable regulada, esto supone requisitos de diseño adicionales sobre la realización de las disposiciones de refrigeración para emisor y elementos asociados. En las realizaciones descritas en la presente memoria, el volumen de flujo de aire de refrigeración y la ruta tienen en cuenta esta variación en la temperatura del aire. Mirando más específicamente al diseño de la barra de aire de infrarrojos, las ondas infrarrojas de energía electromagnética pasan desde un filamento emisor, por transmisión de una manera directa simple, para incidir sobre una banda que se desplaza.

Las mencionadas ondas infrarrojas pasan por transmisión a través de la carcasa de la bombilla emisora que se utiliza para mantener y proteger el filamento, y a través de una lente plana. La carcasa de la bombilla y los materiales de la lente son típicamente de material de cuarzo, que tiene propiedades transmisoras en el rango de longitud de onda de energía electromagnética infrarroja. Las ondas electromagnéticas infrarrojas también se reflejan de una manera indirecta desde el emisor a una superficie reflectora que refleja las ondas, que a continuación pasan a través de la lente plana para incidir sobre la banda que se desplaza. Como es sabido por los expertos en la técnica de la energía infrarroja, se absorbe una parte de la energía electromagnética que entra en un material transmisor o que incide sobre una superficie reflectante. Esta energía absorbida eleva la temperatura del material transmisor o reflectante y puede conducir a la degradación de la propiedad de transmisión o de reflexión, lo que reduce sustancialmente la energía que llega a la banda, y también resulta en un fallo prematuro del material emisor y de la lente. Esta energía es útil para calentar y secar la banda cuando se recupera en una corriente de aire, que se pone entonces en contacto de fluido con la banda. La recuperación de energía y la efectividad de la refrigeración se maximizan cuando se lleva a cabo de una manera que proporciona contacto de fluido uniforme con una cantidad controlada de aire. La optimización de las presentes realizaciones ha demostrado que esto se puede lograr mediante el paso desde el 5 al 40%, preferiblemente del 7 al 15%, del suministro de aire total suministrado a presión a la barra flotante a través de unos medios de distribución de aire en contacto de fluido uniforme con la bombilla emisora, y además guiando uniformemente la trayectoria del flujo en contacto de fluido sobre la superficie del reflector, y además en contacto de fluido uniforme con ambas caras de la lente plana. Más preferiblemente, este flujo de aire de refrigeración está en el intervalo del 7 al 15% del aire total suministrado a la barra flotante. Además, el contacto de fluido uniforme del aire de refrigeración con la bombilla emisora, las superficies reflectoras y la lente previene la contaminación por disolventes y otros materiales mencionados anteriormente.

En ciertas realizaciones, hay descrito un conjunto de canal adaptado para insertarse o adaptarse en una barra de aire, en las que el conjunto de canal tiene un compartimento definido por una parte inferior que tiene al menos una abertura y un par de lados opuestos, el compartimento que comprende una fuente de luz infrarroja, un reflector de luz infrarroja y una lente de transmisión de luz infrarroja. La abertura permite el flujo de fluido de refrigeración sobre la fuente de luz infrarroja, el reflector y la lente en el compartimento. El conjunto de canal extraíble se configura para la sustitución del emisor de infrarrojos y para permitir el ajuste del flujo de aire de refrigeración a presión a un nivel óptimo. Por lo tanto, el canal se puede quitar y la fuente de luz infrarroja reemplazarse o repararse, y el canal, a continuación, reinsertarse en la barra de aire, o el canal se puede retirar y se puede insertar un nuevo canal en la barra de aire.

En una realización preferida, el ajuste del flujo de aire de refrigeración a través de la al menos una abertura es ajustable. El flujo a través de al menos una abertura se configura mediante un ajuste de un elemento móvil en relación a un elemento fijo, a fin de permitir un aumento o una disminución en el área de flujo de apertura de los elementos móviles y estacionarios combinados. Esta configuración se realiza mediante el ajuste de la posición del mencionado elemento móvil para obtener suficiente refrigeración del emisor y los elementos asociados con la configuración de la regulación máxima de la temperatura del aire de suministro, con el fin de evitar la degradación térmica de los materiales seleccionados. Además, el flujo de aire de refrigeración se configura para mantener las temperaturas de la superficie de la lente y de la barra de aire y otras superficies que puedan ponerse en contacto con la banda, en caso de rotura de la banda o de una pérdida de la tensión, a una temperatura inferior a la temperatura de ignición del material en banda, preferiblemente $<204^{\circ}\text{C}$ ($<400^{\circ}\text{F}$). El intervalo práctico para la configuración del flujo de aire de refrigeración se ha encontrado que debe ser del 5 al 40%, lo más preferiblemente del 7 al 15%, del aire del suministro total entregado a la barra de aire de infrarrojos.

Breve descripción de los dibujos

- La FIG. 1 es una vista en sección transversal de una barra flotante IR de acuerdo con una primera realización;
- La FIG. 2 es una vista en sección transversal de la barra flotante IR de la FIG. 1 que muestra las ondas de energía infrarroja;
- La FIG. 3 es una vista en sección transversal de la barra flotante IR de la FIG. 1 que muestra los patrones de flujo de aire;
- La FIG. 4 es una vista en sección transversal de una lámina de aire IR flotante de un solo lado de acuerdo con una segunda realización;
- La FIG. 5 es una vista en sección transversal de una lámina de aire IR flotante de un solo lado de acuerdo con una tercera realización;
- Las FIGS. 6A-6D son ilustraciones esquemáticas de varias configuraciones de barras IR de acuerdo con las realizaciones;
- La FIG. 7 es una vista en sección transversal de una barra flotante de aire Coanda que tiene dos fuentes de luz IR de acuerdo con una primera disposición;

La FIG. 8A es una vista superior de una barra de aire que muestra un mecanismo de ajuste del flujo de aire de acuerdo con las realizaciones;

La FIG. 8B es una vista lateral de una barra de aire que muestra un mecanismo de ajuste del flujo de aire de acuerdo con las realizaciones;

- 5 La FIG. 8CA es una vista inferior de una barra de aire que muestra un mecanismo de ajuste del flujo de aire de acuerdo con las realizaciones;

La FIG. 8D es una vista en sección transversal final de una barra de aire que muestra un mecanismo de ajuste del flujo de aire de acuerdo con las realizaciones;

La FIG. 9A es una vista superior de mecanismo de ajuste del flujo de acuerdo con las realizaciones;

- 10 La FIG. 9B es una vista en sección transversal final de una barra de aire que muestra un mecanismo de ajuste del flujo de aire de acuerdo con las realizaciones;

La FIG. 10A es un diagrama esquemático de un secador que incorpora una multitud de barras flotantes IR en conjunción con las características del aire suministrado, del aire recirculado y del aire de escape de acuerdo con las realizaciones;

- 15 La FIG. 11 es un diagrama esquemático del secador de la FIG. 10A que representa las trayectorias del flujo del aire suministrado, del aire recirculado y del aire de escape;

La FIG. 12 es un diagrama esquemático de un secador que incorpora una multitud de barras flotantes IR en conjunción con las características del aire suministrado, del aire recirculado y del aire de escape de acuerdo con las realizaciones; y

- 20 La FIG. 13 es un diagrama esquemático de un secador que incorpora una multitud de barras flotantes IR con controles en conjunción con las características del aire suministrado, del aire recirculado y del aire de escape de acuerdo con las realizaciones.

Descripción detallada

- 25 En general, las barras flotantes descritas en la presente memoria tienen uno o más chorros de aire primarios que descargan desde ranuras. Los chorros primarios crean un campo de presión para apoyar de manera flotante una banda. El aire suministrado a los chorros primarios puede calentarse opcionalmente para mejorar la transferencia de calor y/o masa para el secado de la banda. El aire para la refrigeración de los elementos de emisor, el reflector y la lente contenidos en un canal extraíble se puede tomar de la misma cámara impelente de suministro que el aire de flotación primario, o alternativamente, canalizarse desde una fuente de aire independiente al conjunto del canal.
- 30 Después de contactar con el emisor, el reflector y la lente plana opcional, el aire de refrigeración se descarga a través de uno o más chorros secundarios que barren la cara de la lente plana e impiden el contacto de la banda y materiales disolventes de la lente.

- 35 Las FIGS. 1 y 2 muestran una realización preferida en la que el elemento de barra flotante 10 es del tipo Coanda, que tiene dos chorros de flotación primarios; una primera ranura 12A de flotación primaria y una segunda ranura 12B de flotación primaria. Dos ranuras secundarias de aire 14A y 14B, que son preferentemente del 5 al 40% de las ranuras primarias 12A, 12B, más preferiblemente también se proporcionan del 15 al 30%, como se muestra. El aire de suministro entra en la cámara impelente de suministro 15 de la barra 10 de aire a través de una entrada 16 de alimentación de aire de suministro (por ejemplo, una multitud de aberturas de forma ovalada) situada en la parte inferior 18 de la barra 10 de aire y se distribuye a lo largo de la longitud de la barra de aire para obtener
- 40 la distribución adecuada para los chorros flotantes según se conoce en la técnica. Un elemento de infrarrojos se configura como un conjunto de canal compuesto de un canal de apoyo 20, que contiene un reflector 21 en comunicación de fluido con la cámara 15 de aire de suministro, o una fuente de aire de refrigeración separada como se mencionó anteriormente, por medio de una o más aberturas 22 que penetran el canal base y están en alineación sustancial con las aberturas 23 equivalentes en el reflector 21 en el punto de contacto de tangencia con el canal base 20. El área total de las aberturas es preferentemente equivalente en área de flujo a entre el 20 y el 100% de la superficie de las ranuras flotantes primarias 12A, 12B, es decir, la longitud de la ranura x la anchura de la ranura x el número de ranuras. El área activa de las aberturas se puede ajustar mediante la alineación de la matriz de aberturas en el reflector 21 con una matriz equivalente de aberturas en el canal base 20, que van desde la alineación completa para completar el cierre, lo que opera así como un amortiguador ajustable para la configuración del flujo de aire de
- 45 refrigeración. Los expertos en la técnica pueden lograr fácilmente los medios mecánicos adecuados de deslizamiento del reflector con respecto al canal base para lograr la alineación deseada.

- 50 Las FIGS. 8A-8D muestran realizaciones preferidas para los elementos deslizantes y fijos en el conjunto del canal para permitir el ajuste del flujo de aire de refrigeración del emisor de infrarrojos. Las FIGS. 8A y 8B muestran un elemento de ajuste de deslizamiento 27 con aberturas circulares 22a que se puede alinear con las aberturas 22 correspondientes preferiblemente más grandes en el canal extraíble 20. Las aberturas correspondientes de gran
- 55

tamaño se encuentran en el elemento reflector 21 de tal manera que estas aberturas coinciden con las aberturas 22 en el canal extraíble 20. El elemento de ajuste 27 deslizante tiene ranuras de ajuste 27a para permitir que el elemento móvil 27 se deslice en posición con relación al reflector 21 y al canal 20 extraíble, de tal manera que el área abierta de la abertura 22 se reduce desde la posición de alineación totalmente concéntrica. Una vez que se encuentra la posición adecuada del elemento de ajuste, el elemento de ajuste se puede fijar en su lugar al apretar pernos o similares en la ranura 27a. Las FIGS. 9A y 9B muestran una realización más preferida en la que las aberturas 22a en el elemento de ajuste de deslizamiento 27 y las aberturas 22 en el canal extraíble 20 son en forma de diamante, lo que permite un ajuste más fino de flujo cuando se mueve el elemento de ajuste de deslizamiento cuando se reduce el área de flujo de la abertura 22. Las aberturas 23 en el reflector 21 son oblongas.

El canal extraíble 20 incluye un elemento inferior 40 que se apoya sobre el elemento de distribución 24, y los elementos laterales opuestos 41A, 41B que terminan cada uno en los extremos terminales 11A, 11B que miran hacia dentro. La superficie exterior de la cámara 20 de transición entre los lados 41A, 41B y los respectivos terminales extremos 11A, 11B está curvada con el fin de definir, con los correspondiente extremos de los terminales de los lados 7A, 7B de la barra 10 de aire, las ranuras de Coanda, que son las ranuras flotantes primarias 12A, 12B. El canal extraíble 20 se puede retirar de forma deslizante de la barra 10 de aire, junto con su contenido, y, o bien ser sustituido por otro canal, o bien por el mismo canal después del mantenimiento o la sustitución de la lente y/o la bombilla contenidas en el mismo.

Un elemento de distribución de aire inicial 19, tal como una placa perforada, se puede proporcionar en la barra 10 de aire para mejorar la distribución uniforme del aire de suministro. Se ha encontrado que es adecuada un área abierta de aproximadamente un 13% en tal elemento. Un elemento de distribución de aire secundario 24, tal como una placa perforada con ranuras o agujeros, se puede colocar aguas abajo del elemento de distribución de aire inicial 19 como se muestra, y también puede servir para apoyar el canal 20 extraíble.

El canal 20 contiene una fuente de luz infrarroja 30, tal como una bombilla emisora de IR disponible comercialmente en Heraeus Noblelight GmbH. Una lente 32, preferiblemente una lente de cuarzo plana, se puede colocar por encima de la fuente de luz IR 30 como se muestra. La lente encierra el emisor mientras que permite la transmisión de energía electromagnética en el intervalo de longitudes de onda de infrarrojos que pasan a su través y llegan a la banda 50 flotante por encima de la barra 10 (FIG. 2). La energía electromagnética emitida desde la fuente de luz IR 30 pasa a través de la lente 32 y se irradia directamente sobre la banda 50. También está contenido en el canal 20 un reflector 21, y es preferiblemente parabólico y hecho de un material reflectante adecuado, tal como acero inoxidable o aluminio. Preferiblemente, el reflector 21 se extiende desde la lente hacia abajo, por debajo de la fuente de luz IR, por lo que rodea la fuente de luz IR excepto en el área ocupada por la lente, de modo que la luz emitida desde la fuente de luz irradia, bien directamente a través de la lente o bien es reflejada por el reflector hacia la lente, y a continuación se irradia en última instancia, sobre la banda 50, como se muestra esquemáticamente en la FIG. 2.

Las ranuras secundarias 14A, 14B se definen por la holgura (por ejemplo, 0,0254-0,0762 mm (0,0010" a 0,003")) proporcionada entre la lente 32 y los extremos terminales que miran hacia dentro 11A, 11B de la cámara 20. Como se ilustra esquemáticamente en la FIG. 3, el aire suministrado introducido en la barra de aire en la entrada 16 fluye a través del elemento de distribución de aire inicial 19 perforado, a través del elemento de distribución de aire secundario 24 perforado, a través de las ranuras flotantes primarias 12A, 12B, en las que se crea una almohadilla o campo de presión para apoyar de manera flotante la banda 50. El aire suministrado también pasa a través de los chorros de entrada de aire de refrigeración en el elemento 24, la parte inferior 40 del canal 20 y el reflector 21, y fluye en la zona definida por el reflector 21 y la lente 32. Ese aire, por lo tanto, enfría el emisor 30, el reflector y la lente. El aire caliente resultante fluye entonces fuera del interior del canal 20 a través de una de las ranuras secundarias 14A, 14B, y barre la cara de la lente 32, evitando así el contacto de la banda y los materiales disolventes y otros residuos o contaminantes con la lente 32. Los expertos en la técnica apreciarán que el líquido para refrigerar los elementos del emisor, el reflector y la lente puede ser canalizado a partir de una fuente de aire independiente para el conjunto del canal.

En ciertas realizaciones, la lente 32 se puede omitir, y la descarga de aire desde el conjunto de canal se puede utilizar como una lente virtual, lo que protege efectivamente el emisor 30 de la banda y los residuos o contaminantes potencialmente peligrosos.

La FIG. 4 ilustra una realización en la que la barra flotante es una lámina de aire flotante 10' de un solo lado. En esta realización, se proporciona un único chorro 12' flotante para descargar el aire suministrado para flotar la banda 50, y se proporciona un único chorro secundario 14' para descargar el aire de refrigeración desde el conjunto de canal extraíble 20'. La lámina de aire 10' se define en parte mediante un cabezal, que en la realización mostrada, es generalmente rectangular en sección transversal, a excepción de su parte superior. Los lados opuestos 7A', 7B' del cabezal terminan en las respectivas partes 8A', 8B' de la pestaña superior. La parte 8A' de la pestaña superior está en ángulo, preferiblemente a aproximadamente 65° respecto a la vertical, y termina en una parte doblada 13'. La parte 8B' de la pestaña superior se extiende hacia el lado opuesto 7A' de una manera sustancialmente horizontal. El cabezal define un espacio interior 15' que sirve como una cámara impelente para el gas que se recibe a través de uno o más de los orificios (no mostrados) en la base de la lámina de aire 10' que están en comunicación de gas de recepción con un suministro de gas (no mostrado). El cabezal se posiciona en los conductos adecuados al alinear los alineadores 3 en cada placa final del cabezal y se sella mediante la junta de retención 4. Se puede colocar una

placa difusora que tiene una multitud de orificios separadores en el cabezal para ayudar a distribuir el suministro de gas de manera uniforme a medida que fluye hacia las ranuras.

La parte de pestaña 8A' y la parte doblada 13' del cabezal, junto con la parte plana 23 del elemento 25, define la ranura primaria de la lámina de aire. El aire fluye hacia fuera de la ranura primaria 12', y continúa en la dirección de desplazamiento de la banda hacia el ala 35 de la lámina de aire, ala 35 que termina en una pestaña 34 que se extiende hacia abajo en un ángulo recto aproximadamente 12,7 mm (0,5 pulgadas). El aire se desplaza a continuación a lo largo de la cara superior del ala en la dirección de desplazamiento de la banda para apoyar la banda. Como en la realización de la FIG. 1, se proporciona un conjunto de canal 20 opcionalmente extraíble, y contiene un reflector 21, una lente 32, y una fuente de luz IR 30. El aire entra en el conjunto de canal 20 a través de una o más aberturas 22' en el elemento 25, cada una alineada con una respectiva abertura 23' en la parte inferior 40' del canal 20, y enfría el reflector 21, la fuente de luz 30 y la lente 32. El aire de refrigeración (ahora caliente) se descarga desde el canal 20 a través de la holgura entre la lente 32 y la lumbreira plana 23.

La FIG. 5 ilustra una realización en la que la barra flotante es una lámina de paso flotante 25,4 cm (10") de un solo lado, tal como la descrita en la Patente de EE.UU. N.º 7.530.179. Al igual que la lámina de aire 10' de la FIG. 4, se puede proporcionar un conjunto de canal opcionalmente extraíble 20, que contiene el reflector 21, la fuente de luz IR 30 y la lente 32. Las diferencias entre la forma de realización de la FIG. 5 y la de la FIG. 4 incluyen en la realización de la FIG. 5, la provisión de una segunda ranura 14B' secundaria, separada de y bajo la primaria ranura 12A, para ayudar en la flotación de la banda 50. El aire descargado desde la ranura de descarga secundaria 14B se desplaza paralelo a la banda. El aire descargado desde la ranura de descarga primaria 12A se reúne en la corriente de aire de la ranura de descarga secundaria 14B' en una dirección paralela a la dirección de transporte de la banda. Entre la ranura de descarga primaria y la ranura de descarga secundaria está una superficie de apoyo de la banda generalmente plana, que incluye la cara de la lente 32. Aguas abajo de la ranura de descarga secundaria, en la dirección de desplazamiento de la banda, está una segunda superficie de apoyo de la banda que comprende una parte del ala que se inclina hacia abajo así como que se extiende lejos de la ranura de descarga secundaria 14B'. Esta segunda superficie de apoyo de la banda puede incluir, opcionalmente, una segunda lente 332 que forma parte de un segundo conjunto de canal opcional 200 que comprende un reflector 221, una fuente de luz IR 300, y la lente 332. El lado 7B de la lámina de paso puede incluir una o más aberturas 60 para permitir al aire suministrado (o al aire de otra fuente) entrar en el conjunto de canal y enfriar los componentes en el mismo, como anteriormente.

La FIG. 7 ilustra una disposición, en una boquilla Coanda que tiene dos ranuras de descarga Coanda 12A", 12B". Como se muestra, se coloca una fuente de luz IR 30" aguas arriba, en la dirección de desplazamiento de la banda, de la primera ranura de descarga 12A Coanda. El elemento 8A" doblado que define en parte la ranura de descarga Coanda 12A" incluye una o más aberturas que permiten que el aire pase a través de y fluya sobre la fuente de luz IR 30" para enfriar la misma. Se puede colocar una lente 32" por encima de la fuente de luz 30" que es transmisora de la energía electromagnética, y si se proporciona, la lente también se enfría mediante el flujo de aire que enfría la fuente de luz 30". Alternativamente, el aire de refrigeración puede funcionar como una lente virtual, manteniendo la fuente de luz 30" fresco y libre de residuos y contaminantes. Se puede colocar una segunda fuente de luz IR 30A" aguas abajo, en la dirección de desplazamiento de la banda, de la segunda ranura de Coanda 12B" dispuesta de una manera similar al conjunto de aguas arriba. El conjunto de aguas abajo se muestra sin una lente, aunque una se podría utilizar como en el conjunto de aguas arriba.

Las FIGS. 6A-6D ilustran disposiciones adecuadas de multitudes de barras de infrarrojos con respecto a una banda 270 que se desplaza. Se observa que las barras de aire que se muestran son sólo ilustrativas; cualquiera de las realizaciones de barra de aire descritas en la presente memoria (por ejemplo, se pueden utilizar Coanda, lámina de aire, lámina de paso, etc.). También son posibles otras disposiciones.

La FIG. 6A ilustra una multitud de barras de aire de infrarrojos 272a-272n colocadas debajo de una banda 270 que se desplaza.

La FIG. 6B ilustra una multitud de barras de aire de infrarrojos 274a-274n colocadas encima de una banda 270 que se desplaza.

La FIG. 6C ilustra una multitud de barras de aire de infrarrojos 276a-276n y una multitud de barras de aire de infrarrojos 278a-278n en una disposición alineada verticalmente opuesta sobre una banda 270 que se desplaza para el rápido secado de la banda 270 que se desplaza.

La FIG. 6D ilustra una multitud de barras de aire de infrarrojos 280a-280n y una multitud de barras de aire de infrarrojos 282a-282n dispuestas en una disposición alineada verticalmente opuesta sobre una banda 270 que se desplaza que crea una forma sinusoidal para la banda 270 que se desplaza.

Las FIGS. 10-13 ilustran realizaciones de barras flotantes de aire infrarrojas dispuestas en un recinto secador 301 que tiene una banda 270 entrando en el mencionado recinto a través de la ranura 305A de banda y que salen a través de la ranura de salida 305b, la mencionada banda flotante se desplaza a través de una zona calentada por la combinación de convección y radiación infrarroja creado por las barras de aire infrarrojas que dirigen energía infrarroja a la banda y se encargan de la distribución de los chorros de aire suministrado caliente que inciden en la

banda. El recinto 301 contiene el aire caliente gastado después del contacto de fluido con la banda, de tal manera que la recolección de al menos una parte del aire gastado se puede recuperar para su recirculación a las barras de aire. Al menos una parte del aire gastado se expulsa desde el recinto como se describe en las realizaciones de la presente memoria.

5 La FIG. 10 ilustra una realización de secador 300a compuesto por una multitud de barras de aire de infrarrojos 280a-280n montado en, y en comunicación de fluido con, un cabezal 310a de distribución de suministro de aire, y una pluralidad de barras de aire infrarrojas 282a-282n montado en, y en comunicación de fluido con, un cabezal 310b de distribución de suministro de aire. La comunicación de fluido entre la multitud de barras de aire de infrarrojos 280a-280n y 282a-282n para cada cabezal respectivo 310a y 310b se hace a través de aberturas de alimentación 315a-315n. Las aberturas de alimentación de aire 315a-315n se conectan y se sellan a la entrada de alimentación 16 de la barra de aire (FIG. 1) por medio de las juntas de separación 316a-316n que permiten una fácil desconexión y retirada de las barras de aire de infrarrojos del secador. Las juntas 316a-316n se pueden sellar con material de la junta, asientos de compresión, u otros medios similares que son conocidos por los expertos en la técnica del diseño del secador flotante. La FIG. 11 ilustra las trayectorias de flujo de aire creadas por los elementos de flujo de aire dentro del recinto 301 del secador 300a de la FIG. 10 descrito en la presente memoria. Un ventilador 320 de suministro de la zona acumula aire caliente desde el interior del recinto 301 y descarga el mencionado aire a presión en una cámara impelente 322 que tiene una fuente de calor 325 opcional. Esta fuente de calor puede ser un quemador de combustible, una bobina de intercambio de calor a partir de un medio calefactor tal como agua caliente, vapor o aceite térmico o preferiblemente un calentador de conducto de elemento eléctrico. Después de pasar a través del calentador opcional 325, el aire caliente se dirige a los cabezales de distribución de aire 310a y 310b a través de los conductos 326a y 326b, respectivamente. El calentador opcional 325, si se proporciona, puede controlarse mediante un bucle 340 de control de la temperatura del aire. El aire caliente se distribuye a continuación a las barras de aire de infrarrojos a través de aberturas de alimentación 315a-315n en las que se utiliza para enfriar los elementos internos de las barras de aire infrarrojos. La trayectorias de flujo de aire y la función de enfriamiento dentro de cada barra de aire de infrarrojos se han descrito anteriormente. La energía eléctrica alimentada a los emisores se regula mediante un operador a través de una interfaz de usuario en comunicación con un SCR según la carga de secado de la banda con el fin de lograr un producto satisfactoriamente seco. Una vez descargada la barra de aire, el aire entra en contacto de fluido con la banda para intercambiar masa y calor por convección con la banda 270. Después de esta etapa de intercambio, al menos una parte de este aire "gastado" se devuelve a la entrada del ventilador de suministro 320. Una cantidad de aire de la sala se introduce dentro del recinto 301 a través de las ranuras 305a y 305b de la banda. Deben ventilarse continuamente fuera del recinto un flujo de escape que equilibra este aire de la sala y cualesquiera disolventes evaporados de la banda. Para este propósito, un extractor 331 de aire por separado extrae al menos una parte del mencionado aire gastado a través del conducto de escape 332 y del amortiguador 336 de control de flujo y lo descarga a la atmósfera. Alternativamente, la tasa de flujo de escape podría controlarse mediante un motor de velocidad variable y accionarse conectado al extractor 331 en vez de al amortiguador 336 de control. Es necesario el extractor 331 de aire por separado de la realización 300a del secador para manejar con seguridad materiales disolventes volátiles inflamables y/o en el caso de un quemador de combustible de disparo directo se utiliza para el calentador 325. Se pueden requerir el volumen de ventilación de seguridad del flujo de escape y los equipos de tratamiento (que no se muestran) para los materiales contaminantes del aire en el mencionado escape, sobre la base de los requerimientos establecidos por las partes que tienen dicha jurisdicción, como se entenderá por quienes están familiarizados con este tipo de regulaciones en su zona.

La FIG 12 ilustra una realización preferida 300a del secador para el secado de un disolvente no inflamable, tal como agua, en el que calor suplementario en exceso que se proporciona mediante las barras de aire de infrarrojos no es necesario para satisfacer la carga térmica requerida por la banda. En algunos casos, cuando los requisitos de carga de calor de secado de la banda son menores de lo que sería la salida mediante la población completa de todas las posiciones de la barra de aire en los cabezales de distribución 310a y 310b, se pueden ocupar una o más posiciones para el montaje de las barras de aire por una barra de aire sin un emisor de infrarrojos activo, lo que así reduce la carga de potencia conectada al secador. En la ilustración de la FIG 12, el cabezal de aire de suministro no está completamente lleno con barras de aire de infrarrojos, sino que incluye dos barras de aire no infrarrojas 281a y 281b. Se observa que estas barras de aire no infrarrojas pueden ser de varios tipos, que son familiares para los expertos en la técnica de diseño de barras de aire. Las barras de aire no infrarrojas están preferentemente situadas cerca del extremo de salida de la banda del secador, y en el caso de un recubrimiento de un solo lado en la banda, situadas en el lado sin recubrir. La energía eléctrica alimentada a los emisores se regula mediante un operador a través de una interfaz de usuario en comunicación con un SCR según la carga de secado de la banda con el fin de lograr un producto satisfactoriamente seco. La temperatura del aire de suministro se regula mediante un bucle 340 de control para mantener un punto de ajuste mediante la modulación de la cantidad de gases de escape a través del conducto de escape 330 por medio del amortiguador 335.

La FIG. 13 ilustra una realización preferida para una banda revestida o impresa de un solo lado en la que la tinta o el recubrimiento está en el lado inferior de la banda. La energía eléctrica alimentada a los emisores 282a-282n se regula mediante un operador a través de una interfaz de usuario en comunicación con un SCR 342 según la carga de secado de la banda con el fin de lograr un producto satisfactoriamente seco. La temperatura del aire se controla a través del bucle 340a de control que regula el nivel de potencia del SCR 341 que a su vez modula la potencia de los emisores en las barras de aire de infrarrojos 280a-280n que se enfrentan al lado no recubierto de la banda.

El funcionamiento de las barras de aire se ilustrará con referencia a la realización mostrada en la FIG. 3. Una multitud de radiación de energía electromagnética infrarroja aumenta la capacidad de secado porque la fuente de infrarrojos se sitúa en el punto más alto de transferencia de calor, por ejemplo, entre las ranuras de descarga e irradia desde la fuente de infrarrojos 32, ya sea directamente o indirectamente a través de la lente 32. La energía infrarroja de secado se transmite para calentar una banda que se desplaza que se está procesando en un secador. Una parte de los rayos infrarrojos se reflejan en el reflector parabólico 21 y a través de la lente 32 para impartir energía de secado por infrarrojos sobre la banda calentándola. La longitud de onda de los rayos electromagnéticos infrarrojos emitidos desde la fuente infrarroja 32 puede ser de onda corta con una longitud de onda de 0,78 a 1,2 micras, de longitud de onda media con una longitud de onda de 1,2 a 4,0 micras o de longitud de onda larga de 4,0 a al menos 10 o más micras. En ciertas realizaciones, la fuente de infrarrojos 32 se coloca en un punto de máxima transferencia de energía.

El aire presurizado para flotar la banda entra en la barra de aire de infrarrojos a través de la multitud de entradas de aire 16 con forma ovalada para flotar la banda. A partir de las entradas de aire, el aire presurizado continua según se indica mediante las líneas de flechas discontinuas (FIG. 3) a través de los orificios del elemento de distribución de aire inicial 19, a través de los orificios del elemento de distribución de aire secundario 24, a través de las ranuras Coanda 12A y 12B, a lo largo de las curvas Coanda definidas por los elementos laterales 41A, 41B del conjunto 20 de canal, y a continuación hacia el interior a lo largo de la superficie superior de la lente 32 y hacia arriba, lo que así proporciona la elevación flotante para la banda 50 y lo que también lleva lejos los vapores de disolvente de la banda. El aire también fluye en el canal 20 y alrededor de los elementos dispuestos en el mismo para enfriar el mismo, y en última instancia, a continuación, se filtra a través de la holgura entre la lente 32 y los elementos laterales 41A, 41B y barre la cara exterior de la lente 32.

La radiación de energía de infrarrojos directa e indirecta incide sobre la banda 50 y calienta la banda a medida que pasa por encima de la almohadilla de presión creado por las ranuras Coanda, secando de este modo y evaporando los disolventes de la banda. Esto, en combinación con flujo de aire que incide, maximiza la transferencia de calor en el área de la almohadilla de presión.

La salida de la fuente 30 de infrarrojos se puede controlar de forma variable, tal como mediante un SCR de manera que la cantidad de salida de la energía transmitida desde la fuente de infrarrojos incluye un intervalo desde la plena potencia a ninguna potencia, y cualquier intervalo variable dentro del mismo.

Las realizaciones descritas en la presente memoria proporcionan una barra flotante de aire con al menos un chorro de aire primario para el flujo de flotación y la transferencia de calor a la banda y al menos un emisor de infrarrojos integrado para su uso en el secado o tratamiento térmico de bandas, a fin de maximizar la utilización de la energía de infrarrojos para calentar y/o secar la banda en combinación con al menos un chorro de aire secundario. Al menos el único chorro de aire secundario se suministra con aproximadamente el 5 al 40% del aire total (preferiblemente del 7 al 15%), que se calienta primero, al pasar en contacto de fluido con al menos un emisor de infrarrojos y también se guía preferiblemente en contacto de fluido con un reflector, y además se guía en contacto de fluido con una lente que es transmisora de la energía infrarroja. El chorro secundario se guía en contacto de fluido en una dirección de flujo sustancialmente paralela a las superficies de la lente y proporciona al menos una parte del aire de flotación en conjunción con al menos un chorro de aire primario, proporcionando el flujo paralelo una refrigeración suficiente para los elementos del emisor, del reflector y de la lente para impedir la ignición de la banda o los materiales de revestimiento combustibles, incluso bajo condiciones irregulares. Se guía una cantidad óptima de aire de refrigeración en contacto con las superficies del emisor, del reflector y de la lente para promover la refrigeración eficaz del emisor, del reflector y de la lente, y además el aire de refrigeración se guía después de contactar y obtener calor desde dichas superficies para entregar flujo de masa y energía térmica a la banda por convección. El aire de refrigeración también se guía sobre las superficies para impedir que el aire cargado de disolvente en el interior del recinto de secado entre en contacto con las mencionadas superficies, impidiendo así su contaminación.

De la discusión anterior, se puede apreciar que los modos de transferencia de calor por convección y por radiación combinados de la presente invención son accionados de forma sustancialmente independiente en virtud de la temperatura del aire de convección y de la temperatura del emisor, respectivamente. Esta característica se puede utilizar con ventaja en las realizaciones descritas en la presente memoria con el propósito de secar rápidamente zonas de alta humedad sin calentar excesivamente zonas de baja humedad. Estas disparidades en la humedad a través de una banda son comunes en la impresión, en la que las imágenes de tinta pesadas están presentes junto a áreas de baja cobertura o no impresas. Las disposiciones descritas en la presente memoria proporcionan una selección en zonas húmedas de calentamiento en que las áreas de impresión pesadas requieren gran flujo de calor para secar rápidamente y permanecen en o cerca de la temperatura de bulbo húmedo debido al efecto de enfriamiento por evaporación, por lo que estas áreas se calientan sustancialmente tanto por la radiación como por los modos de convección de alta velocidad proporcionados por esta barra de aire de flotación de infrarrojos. Por otro lado, aquellas áreas que tienen poca o ninguna cobertura tenderán a aumentar la temperatura por la radiación infrarroja de los emisores, pero cerca de la salida del secador se pueden enfriar mediante el aire de convección para evitar el sobrecalentamiento. La energía electromagnética de los elementos infrarrojos se emite a una temperatura relativamente alta (típicamente $> 1093,3^{\circ}\text{C}$ ($> 2000^{\circ}\text{F}$)) en comparación con la temperatura de la banda (típicamente de $65,6$ a $148,9^{\circ}\text{C}$ (de 150 a 300°F)). Como resultado, según la ley de Stefan-Boltzman, el flujo de calor de emisión hacia la banda cambia relativamente poco a medida que la temperatura de la banda aumenta porque la temperatura

del emisor es bastante alta y la temperatura del emisor domina el potencial de flujo de radiación según la cuarta potencia de la temperatura absoluta. Por el contrario, la transferencia de calor por convección se acciona por un potencial lineal entre la temperatura del aire y la temperatura de la banda. La temperatura de la banda máxima para un material de banda dado que se procesa térmicamente está con frecuencia limitada durante la operación de secado con el fin de evitar defectos de calidad en la banda o en el revestimiento. Cuando los materiales de revestimiento o la tinta se sobrecalientan más allá de su calificación térmica máxima especificada por el fabricante, pueden degradarse en su función y apariencia, volviéndose descoloridos, quebradizos o blanquecinos. Del mismo modo, si los materiales de sustrato de la banda se sobrecalientan más allá de su calificación térmica máxima según lo especificado por el fabricante, se pueden degradar en su rendimiento mecánico, así como en la apariencia, con frecuencia volviéndose descoloridos, quebradizos o deformados. Por ejemplo, materiales de banda de polímero tales como el PET se pueden ablandar y estirar causando la distorsión de la banda, inicialmente plana que resulta en ondulaciones o arrugas, especialmente a temperaturas superiores a 93,3°C (200°F). Las bandas de papel pueden presentar similares distorsión fuera de plano debido a la contracción higroscópica de las áreas sobre-secadas que tienen humedad inferior al 3% en la proximidad de las áreas fuertemente revestidas o impresas que tienen niveles de humedad varios puntos porcentuales mayores que las áreas adyacentes. El cartón tiende a curvarse si la humedad en un lado se reduce a niveles varios puntos porcentuales menores que el lado opuesto. Adicionalmente, el material de papel y de cartón tenderá a marrón y se volverá frágil a temperaturas en el intervalo de 148,9°C a 204,4°C (350 a 400°F), y al final se quemará a temperaturas más altas. Con el fin de evitar estos problemas, los impresores y transformadores de materiales de banda estarán familiarizados con las limitaciones de temperatura máxima para el procesamiento de la banda y del revestimiento a través de las especificaciones proporcionadas por los proveedores de los materiales, o a partir de ensayos de secado piloto, o mediante la experiencia con los mismos o materiales similares en el procesado de la producción anterior. En las realizaciones descritas en la presente memoria, si se selecciona el punto de ajuste de la temperatura del aire a una temperatura justo por debajo de la temperatura máxima de la banda que se va a tolerar en las zonas más calientes (secas) de la banda, el calentamiento por infrarrojos en estas zonas se contrarrestará por un enfriamiento por convección, lo que mitiga la temperatura excesiva en las mencionadas zonas más secas. Se encontraron puntos de ajuste de temperatura del aire desde -12,2 a 10°C (desde 10 a 50 grados Fahrenheit) por debajo de la temperatura máxima de la banda que se tolera para ser eficaz en evitar el sobrecalentamiento de la banda. Alternativamente, la temperatura del aire se puede seleccionar y regular para estar típicamente en el intervalo de 1,1 a 37,8°C (de 30 a 100 grados Fahrenheit), por encima de la temperatura de bulbo húmedo en el secador (bulbo húmedo típicamente a <82,2°C (<180°F)) el potencial de flujo de convección disminuye e incluso se invierte, lo que frena la velocidad de calentamiento de la banda en las zonas más secas una vez que la temperatura de la banda en esas áreas excede la temperatura del aire.

Con el fin de limitar el sobrecalentamiento de las zonas más secas según se describe, el coeficiente de convección proporcionada por las barras de aire de infrarrojos debe ser adecuadamente alto, superior al de los sistemas de aire de refrigeración convencionales empleados en secadores de infrarrojos sin flotación. Los coeficientes adecuados de transferencia de calor por convección de calor de las barras de aire están en el intervalo de aproximadamente 56,8 a 227,1 W/m²-K (10 a aproximadamente 40 BTU/hr-ft²-F). Las velocidades adecuadas del chorro de ranura de la barra de aire están en el intervalo desde aproximadamente 25,4 a aproximadamente 81,3 m/s (aproximadamente 5.000 a aproximadamente 16.000 pies por minuto).

La temperatura del aire suministrado a las boquillas se puede regular mediante la adición de una entrada controlada de calor desde una fuente de calor independiente, como una bobina de resistencia eléctrica, bobina de aceite caliente o vapor, o un quemador situado en el conducto de suministro de aire a las barras. En las realizaciones preferidas, la necesidad de una fuente independiente de calor se evita mediante la recuperación del calor de los emisores que no es absorbido por el modo de radiación en la banda en el aire recirculado. Esto incluye el calor tomado en el emisor de aire de refrigeración como se ha descrito previamente, y de manera similar el calor recuperado de la energía infrarroja desviada (ondas electromagnéticas que se reflejan o de otra manera inciden en superficies que no son la banda) que tiende a elevar la temperatura de otras superficies en el interior del secador sobre el cual fluye el aire de recirculación, y el calor de las zonas de la banda que se han calentado por encima de la temperatura del aire suministrado por el modo de radiación como se describió anteriormente. Este calor recuperado en el aire de recirculación se puede retener al minimizar la cantidad de aire escapado a aproximadamente el 10% o menos del aire suministrado de la barra de aire, lo que maximiza la temperatura del aire de recirculación. Por otro lado, si se desea disminuir la temperatura del aire, la cantidad de gases de escape se puede aumentar a alrededor del 30% o más, que por lo tanto introduce más aire en el ambiente que se debe calentar en el flujo de recirculación. Los expertos en la técnica del secador estarán familiarizados con la regulación del flujo de escape por medio de un amortiguador o un ventilador con un accionamiento de velocidad variable, con el fin de lograr la regulación del flujo de aire descrita. Esta regulación se puede realizar de forma manual por un operador o mediante un controlador de circuito cerrado que detecta la temperatura del aire y modular el flujo de escape en consecuencia. En otra realización preferida, la temperatura del aire se puede regular mediante la modulación de la potencia de entrada en al menos un emisor de infrarrojos a través de un controlador de bucle cerrado. En la realización más preferida, la regulación primaria de la temperatura del aire se hace mediante la configuración de la salida del secador para lograr una temperatura deseada como se ha mencionado anteriormente y además se controla, mediante la regulación de la potencia, al menos un emisor con un controlador de bucle cerrado que regula el punto de ajuste para la potencia de salida de un SCR que suministra energía para al menos un emisor.

ES 2 651 175 T3

- En un ejemplo de aplicación, se va a secar una banda de papel impreso con una tinta con base de agua. La temperatura de bulbo húmedo esperado es de 57,2°C (135°F) y la temperatura del aire de convección se ajusta a 76,7°C (170°F). El flujo de calor radiado neto de los emisores a la banda sin imprimir es de 36.908,7 W/m²K (6.500 BTU/hr-ft²) y el coeficiente de convección por lado es de 142 W/m²-K (25 BTU/hr-ft²-F). Así, la tasa de calentamiento por convección y radiación combinada inicial es de 65.300 W/m² K (11.500 BTU/hr-ft²) y la temperatura terminal de la banda, en la que el flujo de radiación se compensa por enfriamiento en las zonas no impresas de la banda de convección será ≈149°C (300°F). Sin los efectos que contribuyen al aire de convección de la barra de aire flotante, la tasa de calentamiento inicial es de sólo 36.908,7 W/m²-K (6.500 BTU/hr-ft²) que resulta en el calentamiento más lento, y la temperatura final calculada es más de 426,7°C (800°F), muy por encima del punto de ignición de papel.
- 5
- 10 En la realización preferida del secador, las barras de aire de infrarrojos se colocan de 20,3 a 50,8 cm (8 a 20 pulgadas) separadas en cada lado de la banda, con velocidades de chorro de aire de la boquilla en el intervalo de 25,4 a 81,3 m/s (5.000 a 16.000 fpm), con el flujo total de calor del emisor por elemento emisor montado en cada barra de aire en el intervalo de 3937 a 7874 mkg/s³ (100 a 200 vatios por pulgada), para emisores de carbono de onda media, y de 7874 a 15748 mkg/s³ (200 a 400 vatios por pulgada) para emisores de IR cercano. Se prefieren los puntos de fijación de la temperatura del aire en el intervalo de 65,6 a 121,1°C (150 a 250°F) para los revestimientos con base de agua sobre los sustratos de papel.
- 15

REIVINDICACIONES

1. Una barra de flotación de aire (10), que comprende:
un cabezal (7A, 7B, 310a, 310b),
al menos una ranura de descarga primaria (12A, 12B, 12') para descargar fluido para soportar una banda (50);
- 5 un conjunto de canal (20) que contiene:
una fuente (30) de luz infrarroja para emitir energía electromagnética
un reflector (21) para reflejar la energía electromagnética emitida por la mencionada fuente (30) de luz infrarroja, y
una lente (32) que tiene una superficie que mira a la banda;
- 10 al menos una apertura (22; 22') en dicho conjunto de canal (20) para introducir fluido en dicho conjunto de canal (20) para enfriar dicha fuente de luz infrarroja (30) y dicho reflector (21); y caracterizada por que además comprende al menos una ranura de descarga secundaria (14A, 14B; 14') configurada para descargar dicho fluido introducido en dicho conjunto de canal (20) paralela a dicha superficie que mira a la banda de dicha lente (32) y a dicha banda (50);
en donde dicha al menos una ranura de descarga primaria (12A, 12B; 12') y dicha al menos una ranura de descarga secundaria (14A, 14B; 14') están configuradas de forma tal que de 5% a 40% del aire total se descarga a través de dicha al menos una ranura de descarga secundaria (14A, 14B; 14').
- 15
2. La barra de flotación de aire de la reivindicación 1, en donde dicho canal (20) es extraíble de dicha barra (10).
3. La barra de flotación de aire de la reivindicación 1, en donde dicha ranura de descarga primaria (12A, 1 2B; 12') es una ranura Coanda.
4. La barra de flotación de aire de la reivindicación 1, que además comprende una segunda ranura de descarga primaria (12A, 12B) aguas abajo, en la dirección del desplazamiento de la banda, de dicha al menos una ranura de descarga primaria (12A, 12B).
- 20
5. La barra de flotación de aire de la reivindicación 1, en donde dicha lente (32) es transmisora de la luz infrarroja emitida desde dicha fuente de luz infrarroja (30).
6. La barra de flotación de aire de la reivindicación 5, en donde dicha fuente de luz infrarroja (30) irradia directamente a través de dicha lente (32) para transmitir energía infrarroja a una banda que se desplaza (50).
- 25
7. La barra de flotación de aire de la reivindicación 5, en donde dicha fuente de luz infrarroja (30) irradia energía infrarroja que se refleja desde dicho reflector (21) y a través de dicha lente (32) para impartir energía infrarroja a una banda que se desplaza (50).
8. La barra de flotación de aire de la reivindicación 1, en donde al área abierta de dicha al menos una abertura (22; 22') es ajustable.
- 30
9. La barra de flotación de aire de la reivindicación 8, que además comprende un miembro de ajuste (27) que tiene al menos una abertura de ajuste (22a), siendo dicho miembro (27) deslizable con respecto a dicho canal (20) para ajustar la posición relativa de dicha al menos una abertura de ajuste (22a) y dicha abertura (22; 22') en dicho canal para ajustar el área abierta de dicha abertura (22; 22') en dicha abertura (20).
- 35
10. La barra de flotación de aire de la reivindicación 1, en donde dicha al menos una ranura de aire de descarga secundaria (14A, 14B; 14') se suministra con 7% a 15% del aire descargado total.
11. Una secadora de bandas (300a; 300b) que comprende un recinto (301) que contiene una pluralidad de barras de flotación de aire (280a-280n; 281a, 281b, 282a-282n) de acuerdo con la reivindicación 1.

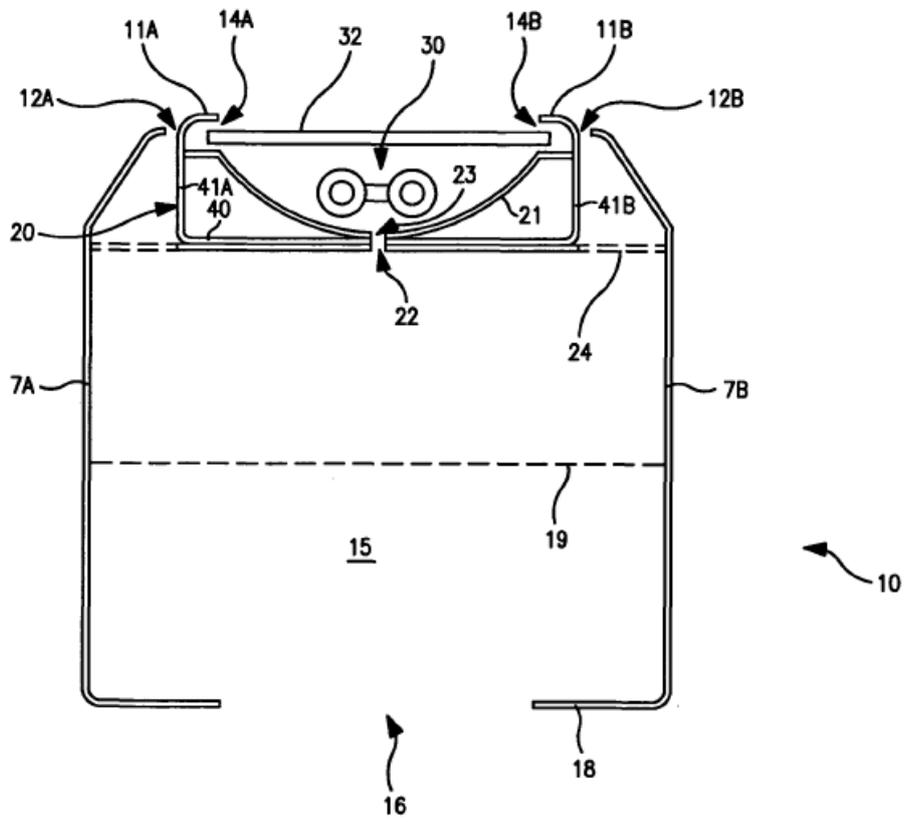


FIG. 1

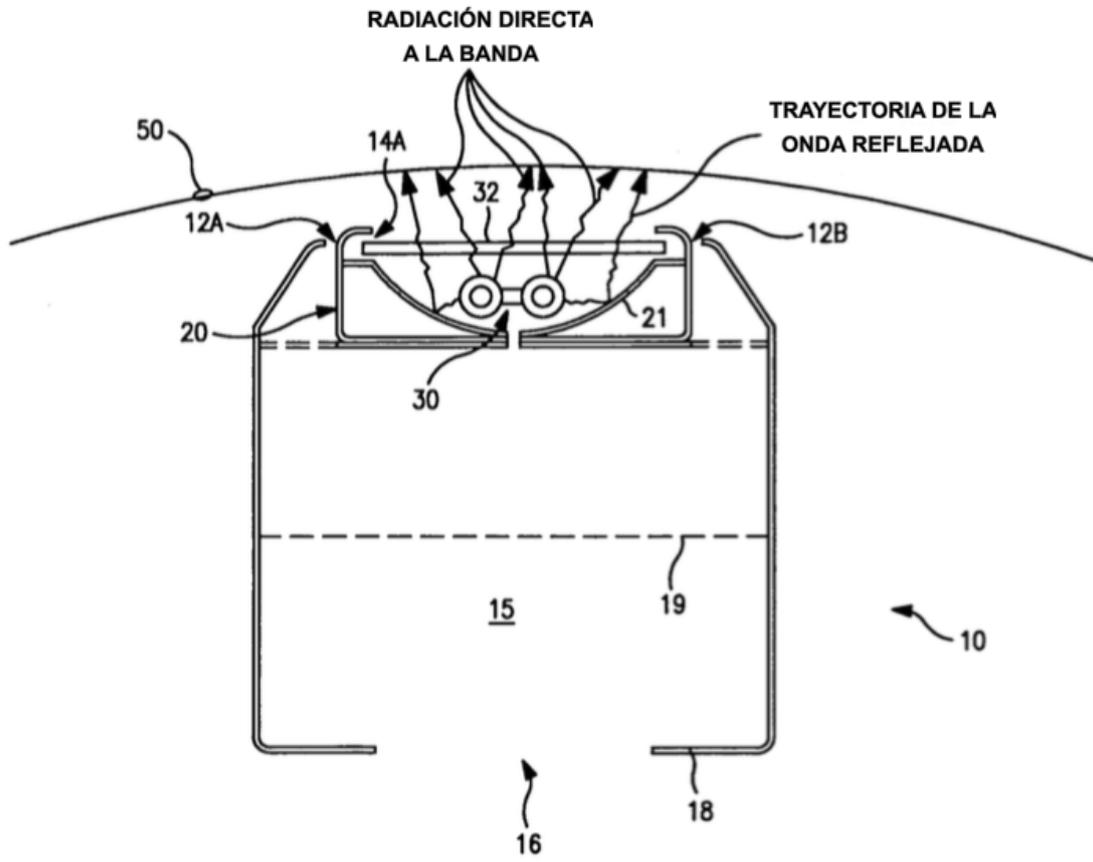


FIG. 2

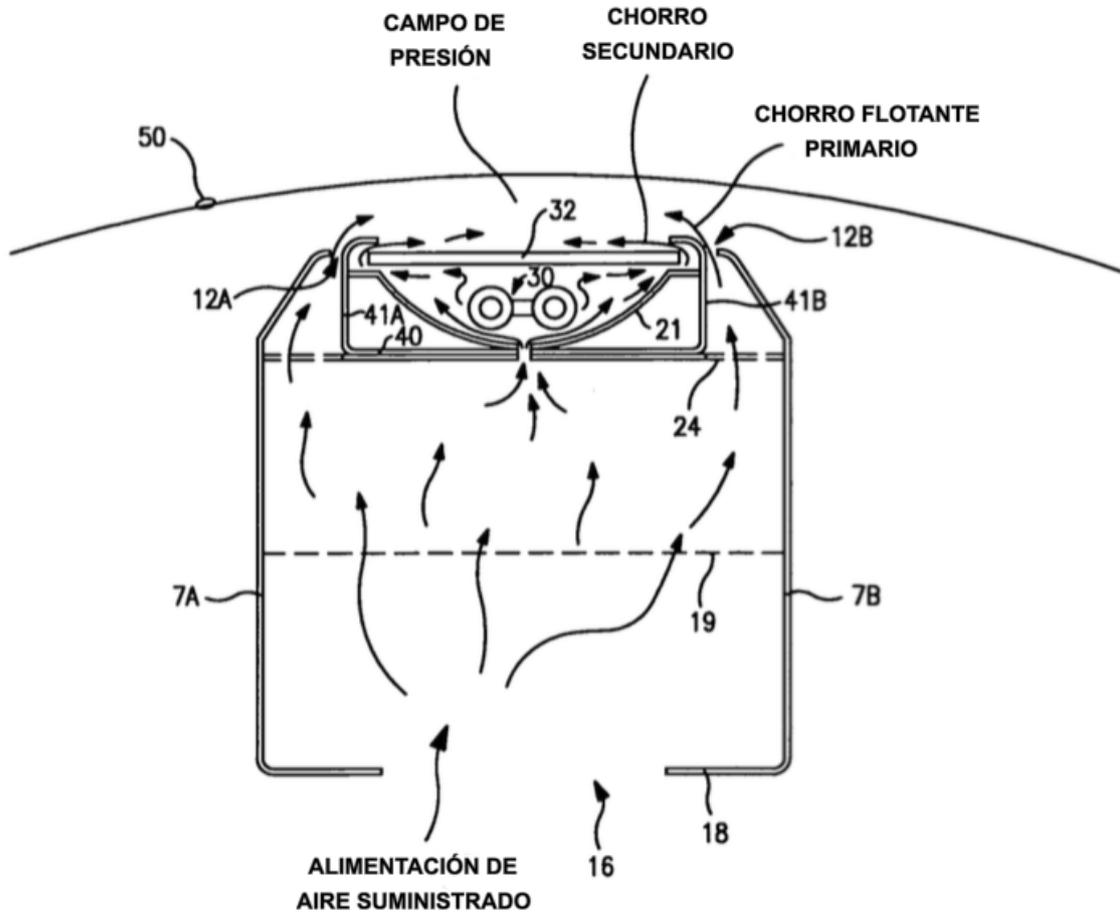


FIG. 3

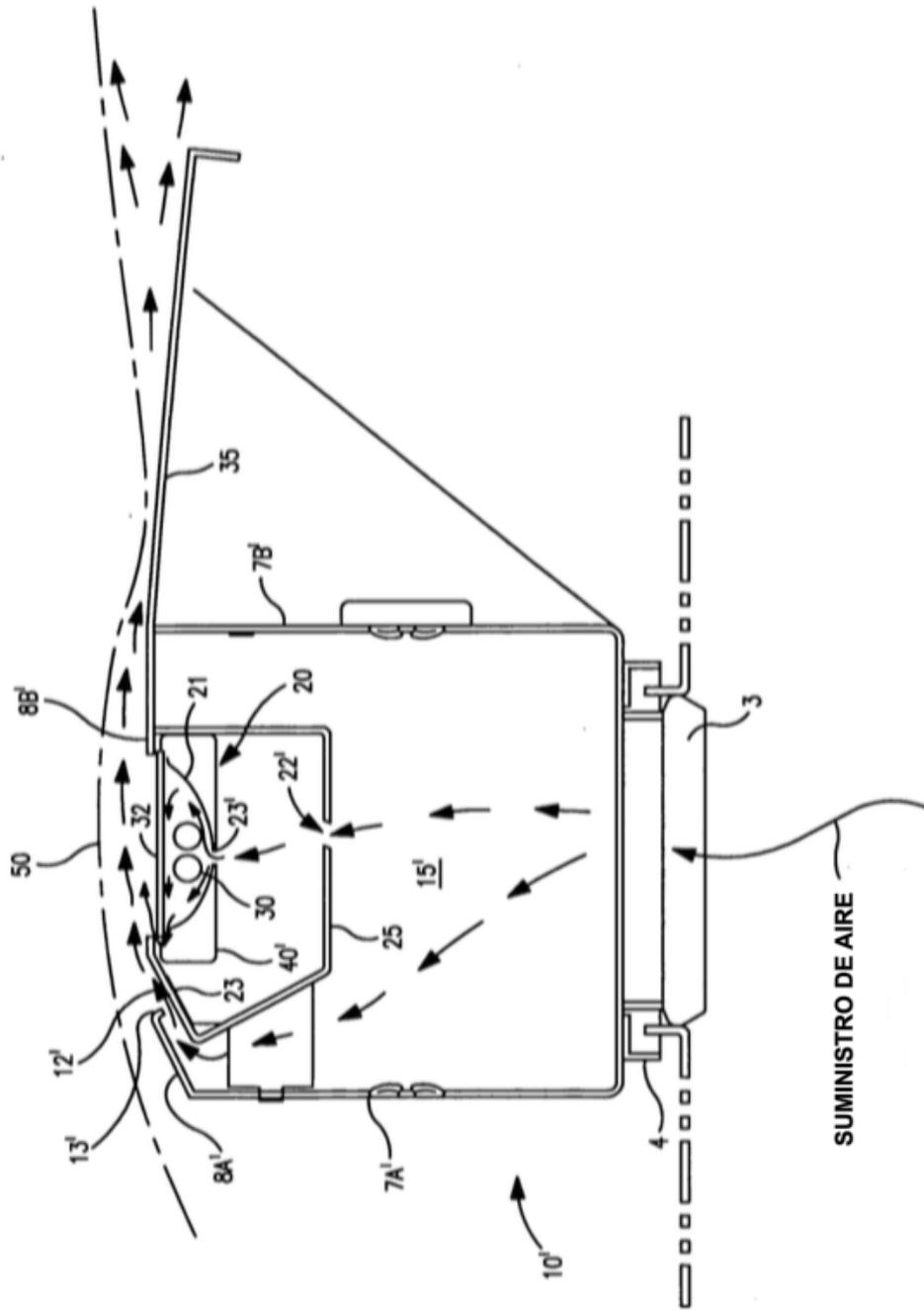


FIG. 4

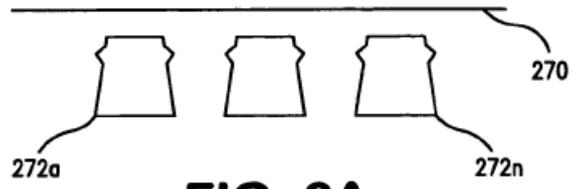


FIG. 6A

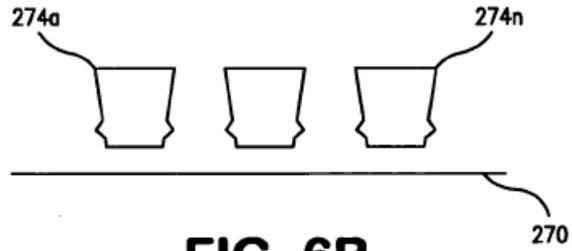


FIG. 6B

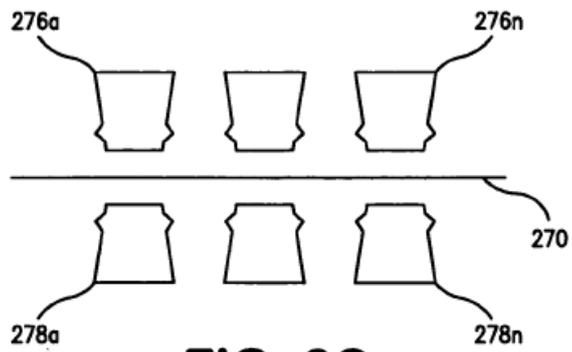


FIG. 6C

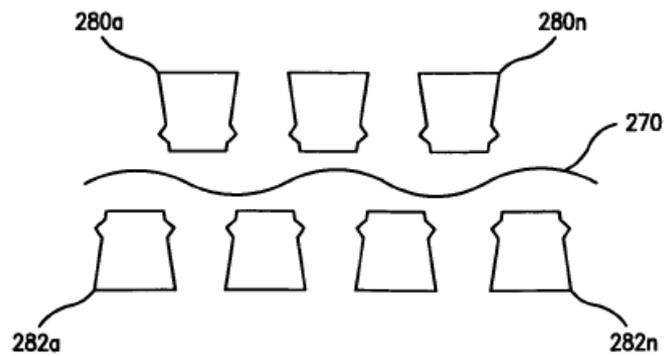


FIG. 6D

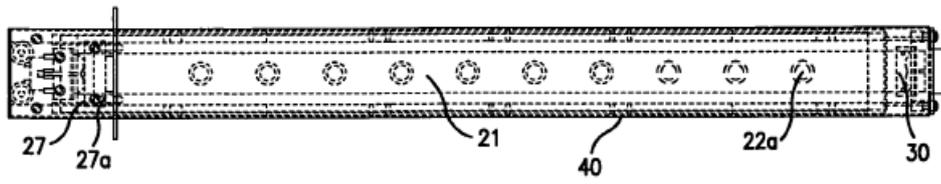


FIG. 8A

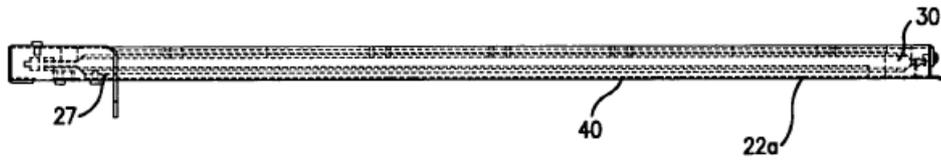


FIG. 8B

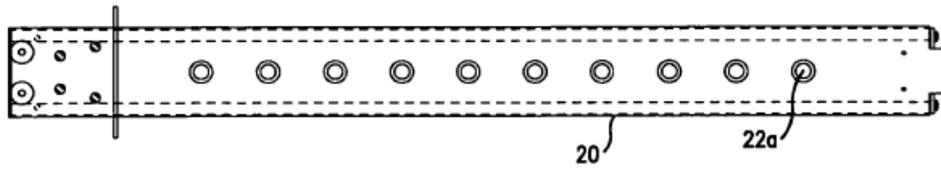


FIG. 8C

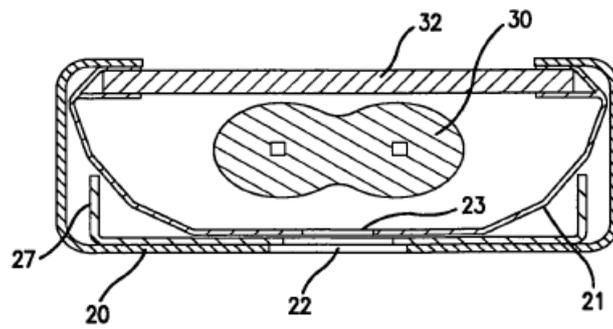


FIG. 8D

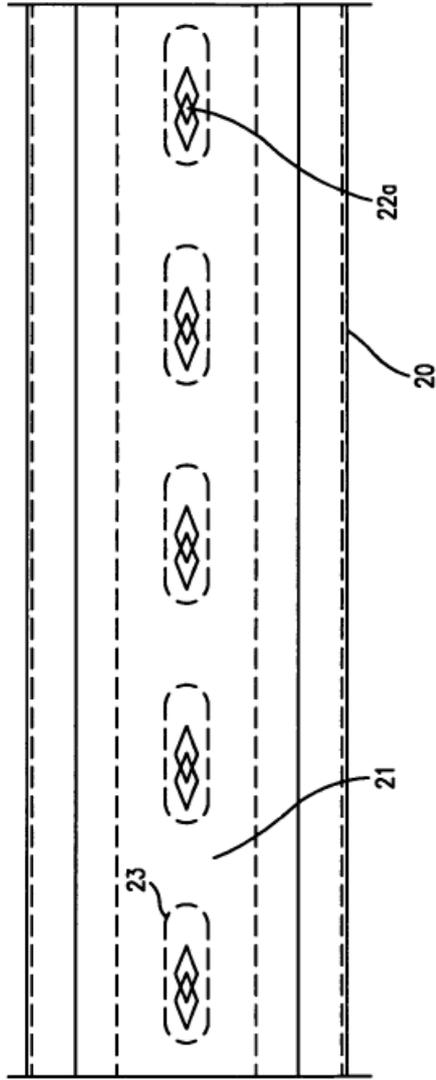


FIG. 9A

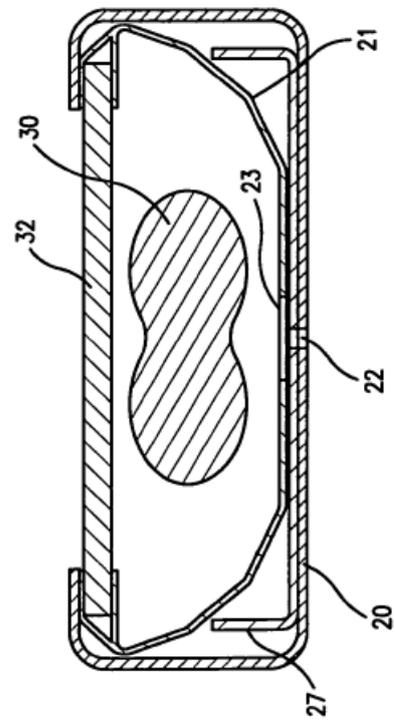


FIG. 9B

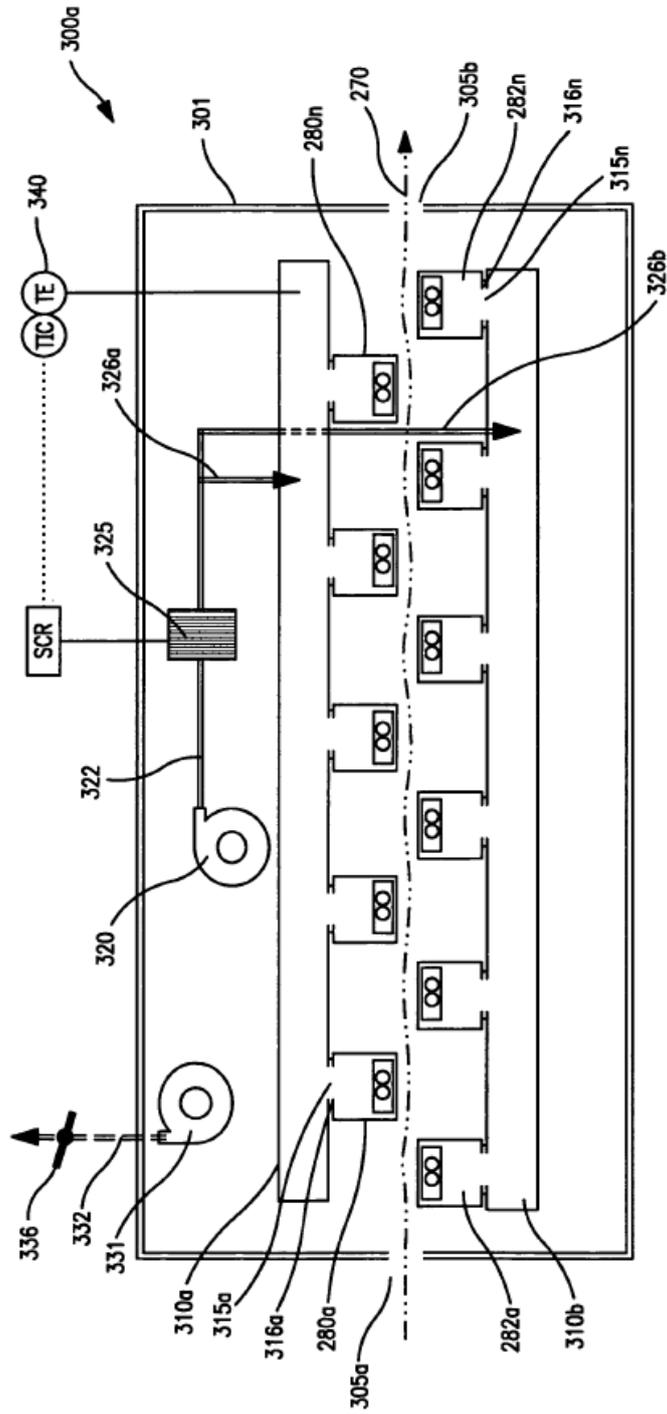


FIG. 10

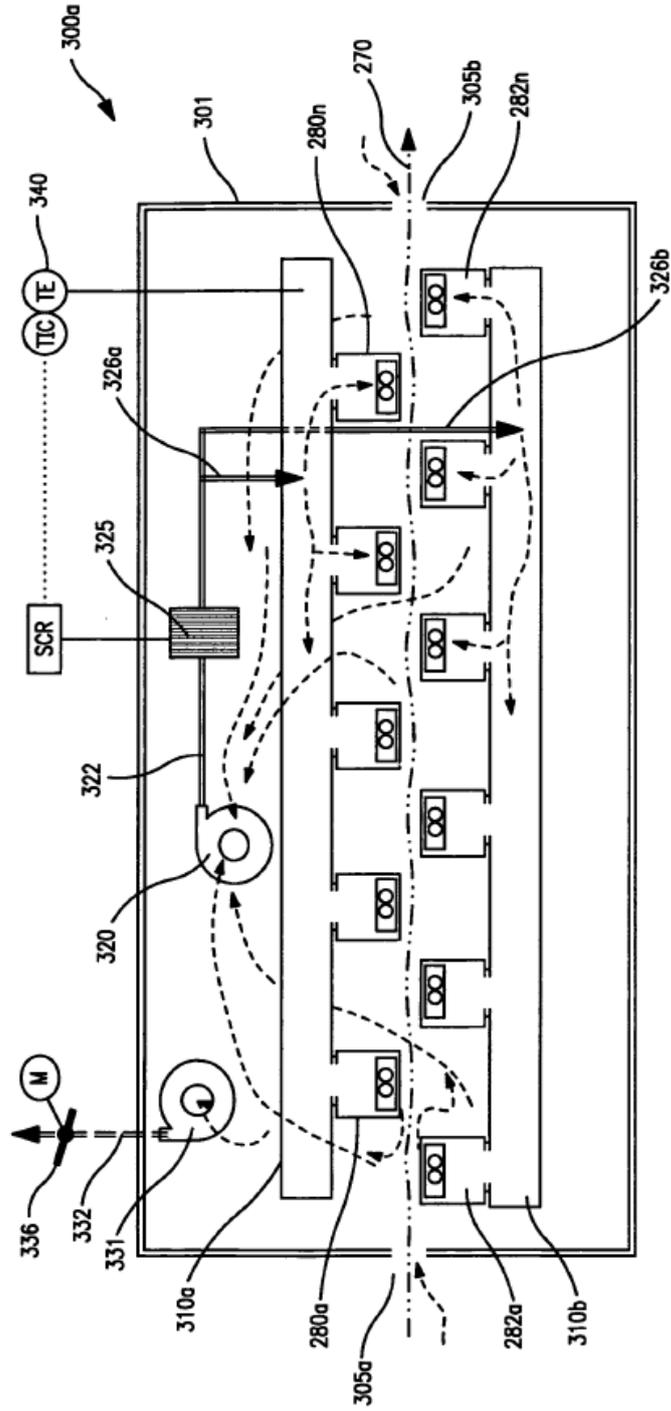


FIG. 11

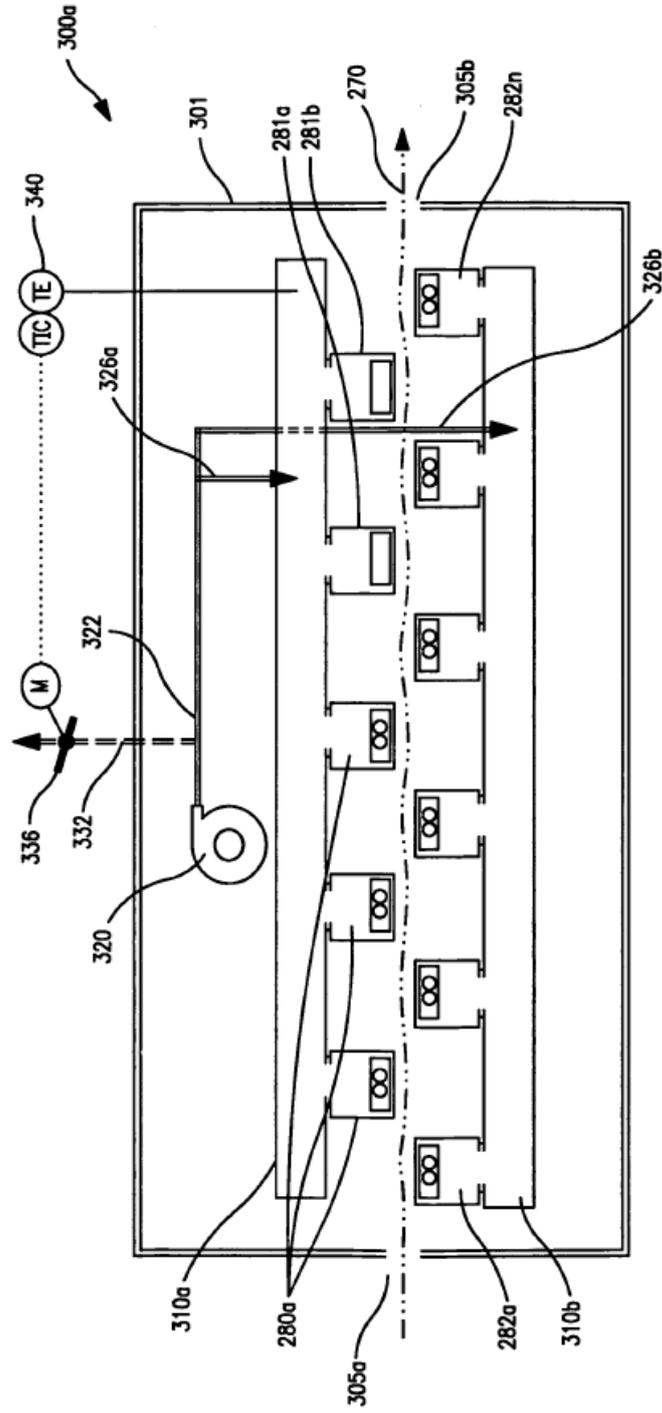


FIG. 12

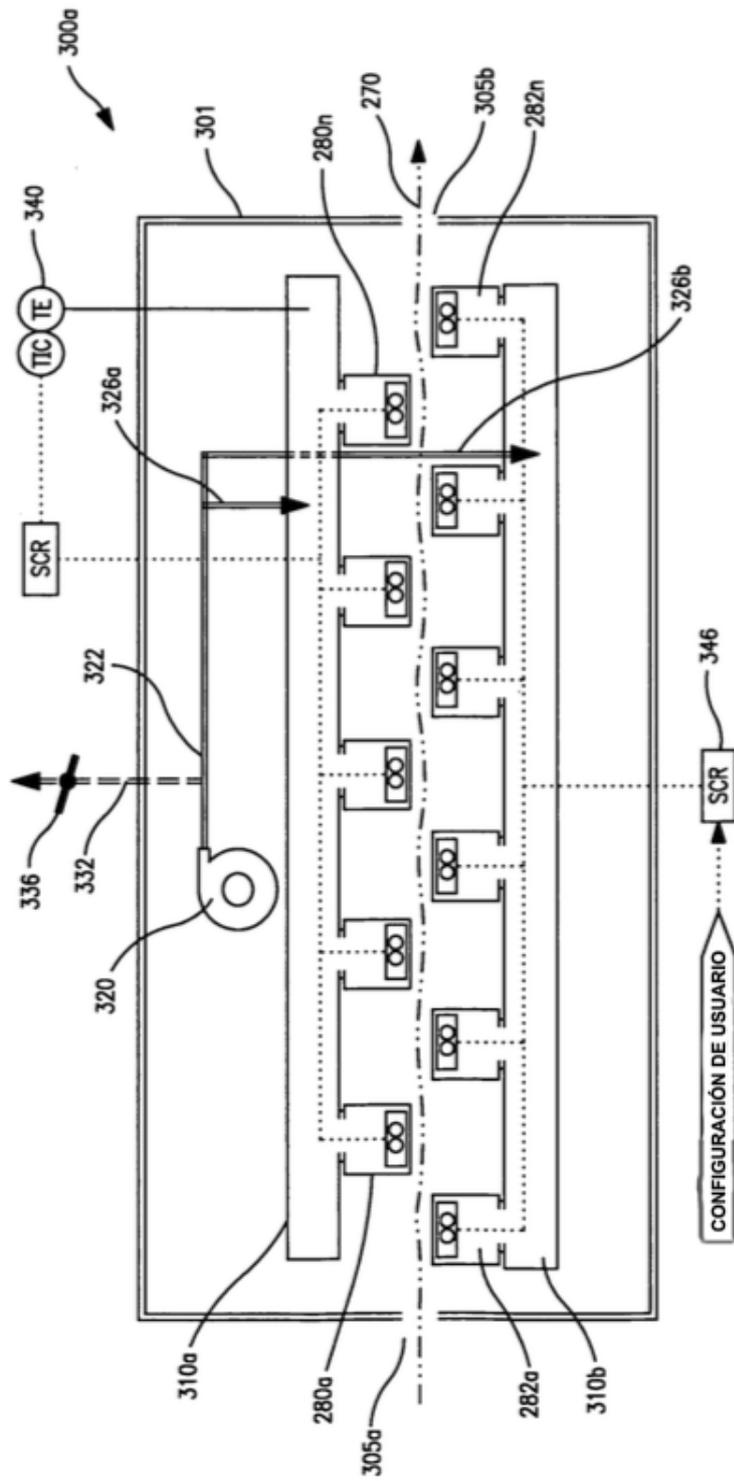


FIG. 13