

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 523 835**

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 13169131 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.11.2014 EP 2631069**

54 Título: **Conjunto de canal adaptado para ser insertado en una barra de aire y un método para configurar el flujo de aire en el conjunto de canal**

30 Prioridad:

05.06.2009 US 184353 P

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

01.12.2014

73 Titular/es:

**MEGTEC SYSTEMS, INC. (100.0%)
830 Prosper Road
Depere, Wisconsin 54115, US**

72 Inventor/es:

**ZAGAR, STEVEN J y
PETERSON, LES**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 523 835 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

Conjunto de canal adaptado para ser insertado en una barra de aire y un método para configurar el flujo de aire en el conjunto de canal.

Antecedentes

- 5 La presente invención se refiere al secado de una banda en un secador mediante transmisión de calor por convección y por radiación.

En esta solicitud de patente se describen barras de aire para flotación para ser usadas en el posicionamiento, secado o curado de un material flexible generalmente plano continuo tal como una banda, una banda impresa, papel-prensa, material en forma de película, o lámina de plástico. Más en concreto, la solicitud de patente está relacionada con una barra de aire para flotación cuya zona de colchón de presión incluye una fuente de luz infrarroja, tal como por ejemplo una bombilla infrarroja, una superficie reflectante y una lente para mejorar el calentamiento por infrarrojos acelerado de material en forma de banda con el fin de provocar evaporación del disolvente, secado y/o curado. La energía térmica infrarroja electromagnética en combinación con chorros de aire que impactan sobre la superficie de la banda proporcionan un calentamiento concentrado del material en forma de banda, proporcionando de este modo evaporación, secado, y/o curado rápidos posteriores en la superficie del material.

La Patente de EE.UU. N° 5.035.066 (Wimberger) explica la integración de un emisor infrarrojo en una barra de aire para flotación de tipo Coanda. Aire de enfriamiento es conducido a través de un conjunto de canal que rodea al emisor. Se usa una lente de cuarzo para encerrar al emisor, y para permitir al mismo tiempo la transmisión de energía electromagnética en el rango de longitudes de onda infrarrojas desde la envolvente del conjunto de canal a la banda. En una realización, el citado aire de enfriamiento, después de pasar alrededor del emisor situado en el interior del conjunto de canal, es expulsado a través de agujeros practicados en una lente de cuarzo de dicho conjunto de canal del emisor. Aunque este sistema proporciona una cierta recuperación de calor por la expulsión de dicho aire de enfriamiento hacia la superficie de la banda después de que haya fluido alrededor de dicho emisor, la trayectoria del fluido no está optimizada para el enfriamiento del emisor y para la recuperación de calor en el aire que es lanzado posteriormente sobre la banda. El sistema de la técnica anterior con paso de aire a través de agujeros practicados en la lente de cuarzo no proporciona un contacto fluido óptimo para enfriar de manera efectiva el emisor y la lente, como sería deseable para mantener la longevidad de estos componentes contra la degradación térmica o la contaminación. El sistema tampoco maximiza la recuperación del calor procedente del emisor, de la lente y del reflector. Además, es deseable mantener el emisor y la lente libres de contaminación provocada por vapores de disolventes agresivos, líquidos como por ejemplo tintas y/o materiales de recubrimiento, y de otros contaminantes tales como polvo de papel o fragmentos de material procedente de bandas rotas. Por las mismas razones que se explicaron para la lente, también son deseables el enfriamiento y la prevención de la contaminación del reflector. Si se produce dicha contaminación, la energía infrarroja es absorbida por el material de cuarzo del emisor y de la lente en lugar de ser transmitida a través de dicho cuarzo a la superficie de la banda, lo cual produce una pérdida de eficiencia de secado y de transmisión de calor, y también promueve la degradación térmica, ya que se pueden superar fácilmente las temperaturas de diseño de los materiales del emisor y de la lente. De manera similar, la contaminación reducirá el índice de reflexión del reflector produciendo una pérdida de eficiencia de secado y de transmisión de calor y una degradación térmica del material.

Como saben las personas con experiencia en la técnica de los secadores infrarrojos, es deseable impedir una posible ignición de materiales combustibles, tales como banda continua de papel, en el caso de que dichos materiales combustibles entren en contacto con superficies calientes. Es deseable además disponer de un medio de acción rápida para interrumpir el flujo de calor procedente del emisor infrarrojo evitando que alcance la banda para impedir la ignición de una banda estacionaria o rota. Un medio de bloquear el flujo de calor infrarrojo se explica en las Patentes de EE.UU. N° 6.049.995 y N° 6.195.909 (Rogne et al.), pero dicho medio requiere detección y un medio mecánico activo para garantizar que la banda no es expuesta a temperaturas que superen la temperatura de ignición de los materiales que se estén procesando. Como saben las personas con experiencia en la técnica, a menudo es deseable utilizar emisores con filamentos de carbono o de tungsteno de enfriamiento rápido como los comercializados por la empresa Heraeus Noblelight de Hanau, Alemania. Estos elementos de enfriamiento rápido minimizan el tiempo necesario para reducir el flujo de calor infrarrojo y las temperaturas superficiales asociadas hasta valores lo suficientemente bajos para evitar la ignición de los citados materiales combustibles en el caso de que la banda se detenga o se rompa durante una perturbación del proceso de secado. Incluso con estos emisores de enfriamiento rápido, es deseable mantener en todo momento las superficies expuestas de la barra de aire para flotación lo más frías que sea posible para impedir una posible ignición de los citados materiales combustibles, incluso cuando se puedan producir una parada de la banda o una perturbación por rotura de la banda sin ser detectadas.

Las personas con experiencia en la técnica del secado de materiales por medio de energía infrarroja también saben que la cantidad de calor absorbida de forma efectiva por el material depende de varios factores clave, incluidas la temperatura del emisor, la geometría que definen las trayectorias de la luz infrarroja hacia los materiales, y la característica de absorción de los materiales que se quieren secar. Es deseable seleccionar un tipo de emisor tal que su temperatura emita un flujo de energía electromagnética máximo en el rango de longitudes de onda que

corresponden con las longitudes de onda cuya absorción en el material que se quiere secar es máxima. En el caso de una banda recubierta los materiales típicamente incluyen el sustrato base de la banda, y un recubrimiento compuesto por sólidos, y un disolvente como por ejemplo agua o un disolvente orgánico, siendo ese disolvente el que se quiere secar. Cada uno de estos materiales exhibe una característica, o espectro, de absorción de infrarrojos que es función de la longitud de onda infrarroja, lo cual se debe considerar a la hora de seleccionar el tipo de emisor a utilizar.

En algunos casos, como por ejemplo en impresión, el recubrimiento o la tinta no están aplicados al sustrato uniformemente en todas las zonas. En estos casos es deseable maximizar el flujo de energía infrarroja enviado a las zonas que tienen recubrimiento o tinta, al mismo tiempo que se minimiza el flujo de energía enviado a las zonas no recubiertas (no impresas). Las posiciones de las zonas recubiertas y no recubiertas varían en función del producto a secar. Un método de la técnica anterior usado para dirigir la energía de secado a zonas que requieren secado, al mismo tiempo que se limita la energía enviada a zonas que no requieren secado, prescribe la selección de un emisor tal que proporcione un gran flujo de calor infrarrojo en un rango de longitudes de onda que coincidan con las longitudes de onda de gran absorción del disolvente, al mismo tiempo que se minimiza la emisión de energía infrarroja a longitudes de onda para las que la absorción en los sólidos secos y en el sustrato es baja. Otro método de la técnica anterior consiste en colocar una pluralidad de lámparas emisoras en una matriz, en la cual las lámparas emisoras se pueden activar (energizar) o desactivar (desenergizar) para emitir energía infrarroja que coincida aproximadamente con la posición física de las zonas que se quiere secar. En la práctica, en el secado de bandas que se mueven de manera continua y que tienen patrones muy variables de zonas impresas y no impresas, este método de activación y desactivación de una matriz fija es sólo capaz de dirigir energía en una escala espacial grande. La energía infrarroja se puede aplicar más o menos en carriles a lo largo de la longitud de la banda que se quiere secar, lo cual no elimina la necesidad de limitar el calor de secado que es enviado a las zonas no impresas que quedan entre zonas impresas a lo largo de la dirección de desplazamiento de la banda.

La Patente de EE.UU. US-A-5.092.059 describe una barra de aire para flotación infrarroja para ser usada para hacer flotar y para secar una banda plana continua de un material en un secador. La energía electromagnética infrarroja irradiada directamente o reflejada, procedente de una bombilla infrarroja situada dentro de un conjunto de canal de barra de aire desmontable, acelera el secado, o la evaporación de disolventes, o el curado del material en forma de banda plano que pase cerca de la barra de aire para flotación infrarroja ya sea mediante la energía electromagnética infrarroja, o por combinación de ésta con un flujo de aire de tipo Coanda. La bombilla infrarroja es enfriada por aire presurizado que pasa a través de una porción interior del canal de la barra de aire.

La Patente de EE.UU. US-A-4.606.137 describe un conjunto de tobera que está diseñada para ser colocada en el interior de la cámara de un secador de banda y muy cerca de una ranura para la banda en la carcasa. El conjunto de tobera comprende generalmente una tobera de tipo Coanda y una tobera suplementaria situada en el conjunto de tal manera que esté colocada entre la tobera de tipo Coanda y la pared de la carcasa. Tanto la tobera de tipo Coanda como las toberas suplementarias son alimentadas con aire procedente de un colector común conectado a una fuente de aire exterior. En el conjunto se proporciona un dispositivo de control del flujo de aire para las trayectorias individuales de flujo de aire, para equilibrar de forma apropiada las velocidades de los dos chorros de aire de salida. Para impedir que cualquier corriente de aire transitoria en el interior de la cámara del secador provoque inestabilidad de la banda o del flujo de aire, se proporciona una junta entre la tobera mejorada y la pared de la carcasa del secador. La junta se coloca a lo largo del extremo de cabeza de la tobera; es decir, muy cerca de los orificios de salida del chorro de la tobera. Una pareja de toberas mejoradas se suelen colocar junto a cada ranura para la banda en la carcasa, una a cada lado de la banda. La colocación relativa exacta de las toberas de una pareja puede variar en función de las condiciones particulares encontradas. Para solucionar cualquier problema provocado por bandas estrechas o por una pequeña cantidad de aire ambiente frío que se infiltre en el entorno más caliente del secador, se puede colocar un laberinto de cámaras de expansión entre la pared interior del secador contigua a las ranuras y las toberas mejoradas.

La Patente de EE.UU. US-A-4.949.478 describe un sistema para una planta de proceso que proporciona tratamiento térmico de productos con forma de tira, tales como una banda de papel, incluyendo el sistema una pluralidad de lámparas que funcionan con radiación infrarroja. Se proporcionan medios de canal para conducir un suministro de aire o algún otro medio de tratamiento térmico y éste es dirigido contra la tira que está siendo sometida al procesamiento por medio de una rampa de tratamiento térmico situada contigua a la tira. El aire o algún otro medio de tratamiento térmico apropiado es dirigido y suministrado de manera que fluya esencialmente paralelo a la tira del producto. El aparato para suministrar el aire dirige dicho aire en paralelo al producto que se está secando, para evitar soplar a través del producto.

La Patente de EE.UU. US-A-6.049.995 describe una combinación de secador u horno de convección por aire/infrarrojos para bandas en movimiento. Entre la fuente de radiación infrarroja y la banda en movimiento se proporciona un conjunto de persiana para exponer de manera selectiva la banda a la radiación infrarroja, y para crear una cámara de aire sellada cuando dicho conjunto de persiana está en la posición cerrada. Se consiguen un secado mejorado de la banda y/o de un recubrimiento de la banda a alta velocidad sin un aumento simultáneo de la longitud del secador. Cuando la atmósfera de secado tiene una alta concentración de disolvente, el accionamiento de las persianas elimina la exposición de esa atmósfera a los elementos de calentamiento, lo cual podría provocar explosiones.

La Patente de EE.UU. US-A-4.756.091 describe un horno híbrido para secar un recubrimiento sobre una banda continua, incluyendo dicho horno una cámara, un plenum para acumular y distribuir aire caliente a alta velocidad y situado contiguo a dicha cámara, una pluralidad de toberas de expulsión de aire que conectan dicho plenum y dicha cámara y que dirigen aire de calentamiento desde el plenum a la banda que se está secando, y uno o más calentadores por infrarrojos controlables situados entre las citadas toberas de aire que incluyen al menos un elemento infrarrojo, un sensor para proporcionar una señal de control relativa a la temperatura y medios de controlador para controlar la potencia suministrada al elemento infrarrojo. El sensor detecta que el elemento infrarrojo está funcionando a una temperatura menor que una temperatura predeterminada y que está proporcionando una salida infrarroja menor que una salida deseada, por lo cual el controlador proporciona una tensión mayor hasta que se alcanza la salida infrarroja predeterminada.

La Patente de EE.UU. US-A-2003/-110659 describe un dispositivo secador para secar tinta de impresión, lacas o recubrimientos similares que comprende una unidad emisora eléctrica montada en una máquina de impresión o similar para irradiar folios o material en forma de banda, con una alta capacidad de secado, y que al mismo tiempo garantiza que las piezas circundantes de la máquina se calientan lo menos posible. Para conseguir esto, la unidad emisora está provista de uno o más emisores de onda-media IR de arranque rápido.

La Patente de EE.UU. US-A-5.261.166 describe un aparato para el secado sin contacto de una banda de material con una combinación de radiación infrarroja y aire caliente. El aparato incluye un cerramiento del secador dentro del cual está montada una pluralidad de barras de aire en comunicación de recepción de aire con colectores superiores e inferiores situados tanto por encima como por debajo de la banda para el secado por convección sin contacto de la citada banda. Entre las barras de aire están montados quemadores infrarrojos de gas. Con el fin de alojar a los quemadores infrarrojos entre las barras de aire, se colocan espaciadores sobre el sistema de colector que suministra aire a las barras de aire. De esta forma, la superficie de la banda que se está secando es calentada de forma alternativa por radiación infrarroja y a continuación es barrida por aire a gran velocidad para eliminar la capa límite húmeda. Dado que los quemadores están completamente encerrados, toda la energía térmica es capturada en el sistema de salida de aire del conjunto secador y una parte de ella se puede usar para enviar aire de convección caliente de vuelta al secador. El resto del aire está lo suficientemente caliente para ser usado en otros secadores de convección situados en serie con el secador de combinación en cuestión, o para recuperar su calor mediante el uso de un intercambiador de calor.

La presente invención es como se reivindica en las reivindicaciones.

Sumario

Las realizaciones de la presente invención de acuerdo con las reivindicaciones 1 y 8 ofrecen una mejora con respecto a la técnica anterior al guiar el aire de enfriamiento por una trayectoria que maximiza el enfriamiento de un emisor, de una lente opcional y de superficies del reflector, al mismo tiempo que proporciona a la banda transmisión de calor por convección adicional y soporte de flotación adicional, protegiendo a la vez a las superficies de los citados emisor, lente y reflector de los contaminantes descritos anteriormente. Las superficies expuestas de la barra de aire para flotación se mantienen a la temperatura más baja posible para minimizar el riesgo de ignición de la banda o de otros materiales que se estén procesando sin el uso de persianas o pantallas mecánicas.

Se describirá una barra de aire para flotación infrarroja para ser usada en el calentamiento y/o secado de bandas, por ejemplo para su uso en un secador de banda. Como saben las personas con experiencia en la técnica, el diseño del elemento de barra de aire para flotación se puede seleccionar de entre varios tipos. Diseños de ejemplo de barras para flotación son explicados por Frost, patente de EE.UU. N° 3.549.070, y Rocheleau, Publicación de EE.UU. N° 2005/223593. Se incluyen uno o más emisores infrarrojos integrados en la barra de aire para flotación para la generación de radiación electromagnética infrarroja y su transmisión a la banda, y el aire de convección que ha sido calentado por convección en el proceso de enfriamiento del emisor y del reflector y de los elementos de lente asociados transmite calor adicional a la banda.

Las personas con experiencia en la técnica pueden apreciar que las barras de aire para flotación proporcionan transmisión de calor por convección y/o de masa debido a la acción de los chorros de aire sobre la banda cuando ésta es soportada por flotación en una matriz de una o más barras de aire. El aire suministrado a dichos chorros puede ser calentado por una fuente de calor independiente, tal como una bobina de resistencia eléctrica, un serpentín intercambiador de aceite caliente o de vapor, o un quemador situado en la conducción que suministra el aire a una o más barras de aire del secador. En el caso de una barra de aire para flotación infrarroja, el emisor infrarrojo calienta al aire de enfriamiento y de esta forma el aire caliente se convierte en un medio para una mejor transmisión de calor y una mejor transferencia de masa por convección a la banda en el interior del secador. Este aire de enfriamiento, ahora caliente, puede ser puesto en contacto de convección con la banda para mejorar la transmisión de calor. En los sistemas descritos en este documento, la trayectoria del aire de enfriamiento está diseñada, y el flujo másico de aire está ajustado, para proporcionar enfriamiento suficiente para proteger las superficies de los elementos como se ha mencionado anteriormente, y para evitar una potencial ignición de los materiales de la banda, al mismo tiempo que se maximiza la temperatura y por lo tanto la cantidad de energía utilizable absorbida por el aire de enfriamiento que se usará para calentar y secar la banda. Además, el aire de enfriamiento caliente y los chorros de aire para flotación se expulsan a la zona situada directamente entre la banda y la barra de aire, donde se mezclan, y transmiten calor por convección mientras soportan por flotación a la banda.

Después de hacer contacto por convección con la banda, el aire combinado puede ser aspirado de vuelta al suministro de aire del secador y una parte de él puede ser recirculada de nuevo para alimentar a las una o más barras de aire. El consumo de energía para hacer funcionar el secador se minimiza cuando se maximiza la cantidad de aire recirculada. La tasa de ventilación de salida, que es la proporción de aire no recirculado, puede ser configurada por las personas con experiencia en la técnica del secado para mantener una temperatura de bulbo húmedo deseada dentro del secador, de tal manera que se maximice la velocidad de secado. Típicamente, en el caso de secar disolventes no inflamables tales como el agua, la tasa de recirculación se puede maximizar a un nivel alto, a menudo en el rango de 50% a 95% del flujo total de aire de secado por convección suministrado a las barras de aire. En el caso de disolventes inflamables, lo más habitual es que la tasa de ventilación se configure de manera que se cumplan los requisitos de seguridad de ventilación que requieren que el secador opere muy por debajo, típicamente al 25%, del límite inferior de concentración explosiva del disolvente o disolventes que se están secando. En una de las realizaciones más preferidas, maximizando el aire recirculado en el interior del secador en un rango desde el 70% hasta el 95%, el aire de convección suministrado a las toberas de flotación infrarrojas se puede calentar hasta una temperatura deseada, preferiblemente en el rango de 66°C a 149°C (150°F a 300°F) para el secado de recubrimientos y tintas al agua.

En una realización adicional, el flujo y la temperatura del aire suministrado a la barra de aire infrarroja se regula para obtener un flujo de calor de convección deseado para complementar el flujo de calor infrarrojo suministrado a la banda que se está secando. Esto proporciona un medio único para dirigir de manera preferente el calentamiento de la banda al mismo tiempo que se secan zonas húmedas y secas de la misma banda, como en el caso de la impresión. Mientras se secan bajo condiciones constantes de temperatura del emisor infrarrojo y de velocidad y temperatura del aire de convección, las zonas húmedas de la banda se enfrían substancialmente por la energía de evaporación necesaria para vaporizar el disolvente, por ejemplo agua. Como bien saben las personas con experiencia en el secado, las zonas húmedas tienden a alcanzar una temperatura próxima a la temperatura de bulbo húmedo y a permanecer a aproximadamente esa temperatura durante el periodo de secado a velocidad constante, hasta que se ha evaporado suficiente líquido, y la velocidad de evaporación está limitada por el periodo de secado de velocidad decreciente. Tras entrar en el periodo de secado de velocidad decreciente, la temperatura de la banda va ascendiendo entonces según va disminuyendo el enfriamiento por evaporación. En el caso de la impresión, algunas zonas de la banda están muy cubiertas con tinta mientras que algunas zonas pueden tener poca o ninguna cobertura. Estas zonas de baja cobertura están relativamente secas y a menudo entran en el periodo de secado de velocidad decreciente casi inmediatamente después de entrar en el secador. De esta manera, la temperatura de la banda en estas zonas aumenta significativamente a diferencia de lo que ocurre en zonas relativamente húmedas, y a menudo alcanza un valor a la salida del secador que supera el nivel deseado. Esto puede producir daños al producto en forma de banda, así como un desperdicio de energía en sobrecalentar estas zonas.

En las realizaciones descritas en este documento, la elevada característica de transmisión de calor por convección de las barras para flotación infrarrojas se aplica en combinación con el modo de radiación infrarroja, de tal manera que se puede reducir la diferencia de temperatura entre zonas relativamente húmedas y zonas relativamente secas de la banda a la salida del secador. Esto se consigue mediante la acción combinada de los dos modos de transmisión de calor: convección y radiación. Las personas con experiencia en la técnica de la transmisión de calor reconocen que los flujos de calor de los dos modos actúan de forma simultánea y que la contribución de cada modo puede ser aditiva o trabajar una oponiéndose a la otra. Es decir, mientras la energía infrarroja está calentando un objeto, este objeto puede al mismo tiempo estar perdiendo calor por convección. Es un objeto de las realizaciones descritas en este documento proporcionar un equilibrio de los dos modos de flujo de calor anteriormente mencionados, de tal modo que se evite o se reduzca el sobrecalentamiento de zonas relativamente secas, tales como zonas no impresas, sin las limitaciones de la técnica anterior ya descritas.

Típicamente, cuando la banda entra por primera vez en el secador, se encuentra a menor temperatura que el aire y por lo tanto es calentada de forma efectiva y aditiva por los dos modos, de radiación y de convección. Según va aumentando la temperatura de la banda, especialmente en zonas relativamente secas (de baja cobertura), la energía infrarroja sigue calentando la banda, pero cuando con el tiempo la temperatura de la banda en las zonas secas supera la temperatura regulada del aire, la transmisión de calor por convección actúa entonces en sentido contrario a la radiación infrarroja y el aire tiende a mantener esas zonas de la banda relativamente más frías. Mientras tanto, las zonas más húmedas (de mayor cobertura) permanecerán a una temperatura menor (por debajo de la temperatura regulada del aire) debido al efecto de enfriamiento por evaporación descrito anteriormente. Por consiguiente, ambos modos de transmisión de calor hacen aumentar la velocidad de secado en las zonas más húmedas al calentarlas tanto 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, y gracias a las características de secado por infrarrojos y por convección combinadas de la presente invención, se hace posible una condición de secado selectivo en la cual se promueve el secado rápido en zonas de gran cobertura al mismo tiempo que se reduce la tendencia al sobrecalentamiento de la banda en zonas de baja cobertura.

En la técnica anterior, el único requisito del aire de enfriamiento ha sido limitar la temperatura del emisor y de elementos asociados tales como el reflector y la lente. Como se ha mencionado anteriormente, un objeto de las realizaciones descritas en este documento es regular la temperatura del aire suministrado a la barra de aire infrarroja para alcanzar un equilibrio de temperatura entre las zonas húmedas de la banda y las zonas secas. Debido a que ahora se desea que la temperatura del aire de enfriamiento sea una variable regulada, esto plantea requisitos de

diseño adicionales sobre la realización de los dispositivos para el enfriamiento del emisor y de los elementos asociados. En las realizaciones descritas en este documento, el volumen y la trayectoria del flujo de aire de enfriamiento tienen en cuenta esta variación de la temperatura del aire. Analizando más específicamente el diseño de la barra de aire infrarroja, ondas de energía electromagnética infrarrojas pasan por transmisión desde un filamento emisor de una forma directa y en línea recta hasta impactar sobre una banda en movimiento. Dichas ondas infrarrojas se transmiten a través de la cubierta de la bombilla emisora usada para sostener y proteger el filamento, y a través de una lente plana. La cubierta de la bombilla y la lente son típicamente de material de cuarzo, el cual tiene propiedades de transmisión en el rango de longitudes de onda de la energía electromagnética infrarroja. Las ondas electromagnéticas infrarrojas también son reflejadas de una manera indirecta desde el emisor hacia una superficie de reflector que refleja las ondas, atravesando a continuación la lente plana hasta impactar sobre la banda en movimiento. Como saben las personas con experiencia en la técnica de la energía infrarroja, una parte de la energía electromagnética que entra en un material transmisivo o que impacta sobre una superficie reflectante es absorbida. Esta energía absorbida eleva la temperatura del material transmisivo o reflectante y puede producir degradación de la propiedad de transmisión o de la propiedad de reflexión, reduciendo substancialmente la energía que alcanza la banda, y también puede producir fallo temprano del material del emisor y de la lente. Esta energía se puede usar para calentar y secar la banda cuando se recupera dentro de una corriente de aire, que se pone entonces en contacto fluido con la banda. La efectividad de la recuperación de energía y del enfriamiento se maximiza cuando se realizan de una manera que proporciona contacto fluido uniforme con una cantidad controlada de aire. La optimización de las presentes realizaciones ha mostrado que esto se puede conseguir haciendo pasar del 5% al 40%, preferiblemente del 7% al 15%, del suministro total de aire enviado a presión a la barra para flotación a través de un medio de distribución de aire para ponerlo en contacto fluido uniforme con la bombilla emisora, y guiando además uniformemente la trayectoria del flujo en contacto fluido de manera que pase por encima de la superficie del reflector, y poniéndolo además en contacto fluido uniforme con ambas caras de la lente plana. De la forma más preferible, este flujo de aire de enfriamiento está dentro del rango de desde el 7% al 15% del suministro total de aire a la barra para flotación. Además, el contacto fluido uniforme de aire de enfriamiento con las superficies de la bombilla emisora, del reflector y de la lente impide la contaminación por disolventes y por otros materiales mencionados anteriormente.

En algunas disposiciones, se describe un conjunto de canal adaptado para ser insertado o añadido como modificación en una barra de aire, donde el conjunto de canal tiene un compartimento definido por un fondo que tiene al menos una abertura y un par de laterales situado uno enfrente del otro, comprendiendo el compartimento una fuente de luz infrarroja, un reflector de luz infrarroja, y una lente que transmite la luz infrarroja. La abertura permite el flujo de fluido de enfriamiento alrededor de la fuente de luz infrarroja, del reflector y de la lente situados en el compartimento. El conjunto de canal desmontable está configurado para la sustitución del emisor infrarrojo y para permitir la configuración del flujo de aire de enfriamiento presurizado al nivel óptimo. De esta manera, se puede extraer el canal y se puede sustituir o reparar la fuente de luz infrarroja, y a continuación se puede volver a insertar el canal en la barra de aire, o se puede extraer el canal e insertar un nuevo canal en la barra de aire.

En una disposición preferida, la configuración del flujo de aire de enfriamiento a través de la al menos una abertura es ajustable. El flujo a través de la al menos una abertura se configura mediante un ajuste de un elemento móvil con respecto a un elemento fijo, para permitir un aumento o una reducción del área de flujo de la abertura de los elementos móviles y estacionarios combinados. Esta configuración se realiza ajustando la posición de dicho elemento móvil para obtener suficiente enfriamiento del emisor y de los elementos asociados con la configuración de regulación máxima para la temperatura del aire de suministro con el fin de evitar la degradación térmica de los materiales seleccionados. Además, el flujo de aire de enfriamiento se configura para mantener las temperaturas superficiales de la lente y de la barra de aire y de otras superficies que pueden hacer contacto con la banda, si la banda se rompiera o perdiera tensión, en un valor por debajo de la temperatura de ignición del material de la banda, preferiblemente $< 204^{\circ}\text{C}$ ($< 400^{\circ}\text{F}$). Se ha observado que el rango práctico para la configuración del flujo de aire de enfriamiento es de desde el 5% al 40%, lo más preferible desde el 7% al 15%, del aire de suministro total enviado a la barra de aire infrarroja.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es una vista en sección transversal de una barra para flotación IR;

La Figura 2 es una vista en sección transversal de la barra para flotación IR de la Figura 1 que muestra ondas de energía infrarroja;

La Figura 3 es una vista en sección transversal de la barra para flotación IR de la Figura 1 que muestra patrones de flujo de aire;

La Figura 4 es una vista en sección transversal de una superficie aerodinámica IR para flotación con salida en un solo lado;

La Figura 5 es una vista en sección transversal de una superficie aerodinámica escalonada IR para flotación con salida en un solo lado;

Las Figuras 6A-6D son ilustraciones esquemáticas de diferentes configuraciones de barra IR;

La Figura 7 es una vista en sección transversal de una barra de aire para flotación de tipo Coanda que tiene fuentes de luz IR;

La Figura 8A es una vista superior de una barra de aire que muestra un mecanismo de ajuste de flujo de aire;

La Figura 8B es una vista lateral de una barra de aire que muestra un mecanismo de ajuste del flujo de aire;

5 La Figura 8CA es una vista desde abajo de una barra de aire que muestra un mecanismo de ajuste del flujo de aire;

La Figura 8D es una vista en sección transversal de extremo de una barra de aire que muestra un mecanismo de ajuste del flujo de aire;

La Figura 9A es una vista en planta de una barra de aire que muestra un mecanismo de ajuste del flujo de aire;

10 La Figura 9B es una vista en sección transversal de extremo de una barra de aire que muestra un mecanismo de ajuste del flujo de aire;

La Figura 10A es un diagrama esquemático de un secador que incorpora una pluralidad de barras para flotación IR en conjunto con rasgos de suministro de aire, de recirculación de aire y de salida de aire;

La Figura 11 es un diagrama esquemático del secador de la Figura 10A que representa trayectorias del flujo de suministro de aire, de recirculación de aire y de salida de aire;

15 La Figura 12 es un diagrama esquemático de un secador que incorpora una pluralidad de barras para flotación IR en conjunto con rasgos de suministro de aire, de recirculación de aire y de salida de aire; y

La Figura 13 es un diagrama esquemático de un secador que incorpora una pluralidad de barras para flotación IR con controles en conjunto con rasgos de suministro de aire, de recirculación de aire y de salida de aire;

Descripción detallada

20 En general, las barras para flotación descritas en este documento tienen uno o más chorros de aire primarios que salen por ranuras. Los chorros primarios crean un campo de presión para soportar por flotación una banda. Opcionalmente, el aire suministrado a los chorros primarios se puede calentar para mejorar la transmisión de calor y/o de masa para el secado de la banda. Para enfriar los elementos de emisor, de reflector y de lente contenidos en un canal desmontable se puede tomar aire del mismo plenum de suministro del que se toma el aire de flotación primario o, de forma alternativa, se puede conducir ese aire desde una fuente de aire independiente hasta el conjunto de canal. Después de que haya hecho contacto con el emisor, con el reflector y con la lente plana opcional, el aire de enfriamiento se expulsa a través de uno o más chorros secundarios que barren la cara de la lente plana e impiden el contacto de la banda y de materiales disolventes con la lente.

30 Las Figuras 1 y 2 muestran una disposición preferida en la cual el elemento 10 de barra para flotación es del tipo Coanda con dos chorros de flotación primarios: una primera ranura 12A de flotación primaria y una segunda ranura 12B de flotación primaria. Como se muestra en dichas figuras también se proporcionan dos ranuras 14A y 14B de aire secundarias, que son preferiblemente del 5% al 40% de las ranuras 12A, 12B primarias, lo más preferiblemente del 15% al 30%. Aire de suministro entra en el plenum 15 de suministro de la barra 10 de aire a través de una entrada 16 de alimentación de aire de suministro (por ejemplo, una pluralidad de aberturas con forma ovalada) situada en el fondo 18 de la barra 10 de aire y es distribuido a lo largo de la longitud de la barra de aire para obtener una distribución apropiada a los chorros de flotación como se conoce en la técnica. Un elemento infrarrojo está configurado como un conjunto de canal compuesto por un canal 20 de soporte que contiene un reflector 21 en comunicación fluida con el plenum 15 de aire de suministro, o una fuente independiente de aire de enfriamiento como se ha mencionado anteriormente, por medio de una o más aberturas 22 que penetran en el canal de base y que están substancialmente alineadas con aberturas 23 comparables del reflector 21 en el punto de tangencia con el canal 20 de base. Preferiblemente, el área total de las aberturas es equivalente en área de flujo, es decir, longitud de la ranura x anchura de la ranura x número de ranuras, a del 20% al 100% del área de las ranuras 12A, 12B de flotación primarias. El área activa de las aberturas se puede ajustar alineando la matriz de aberturas del reflector 21 con una matriz de aberturas comparable existente en el canal 20 de base, yendo desde un alineamiento total al cierre completo, actuando de esta forma como una válvula ajustable para configurar el flujo de aire de enfriamiento. Las personas con experiencia en la técnica pueden concebir fácilmente medios mecánicos apropiados de deslizamiento del reflector con respecto al canal de base para conseguir el alineamiento deseado.

45 Las Figuras 8A-8D muestran disposiciones preferidas para los elementos deslizantes y estacionarios situados dentro del conjunto de canal para permitir el ajuste del flujo de aire de enfriamiento del emisor infrarrojo. Las Figuras 8A y 8B muestran un elemento 27 de ajuste deslizante con aberturas 22a circulares que se pueden alinear con aberturas 22 correspondientes preferiblemente mayores situadas en el canal 20 desmontable. En el elemento 21 reflector están situadas correspondientes aberturas de gran tamaño, de tal manera que estas aberturas coinciden con las aberturas 22 del canal 20 desmontable. El elemento 27 de ajuste deslizante tiene ranuras 27a de ajuste para permitir que dicho elemento 27 móvil deslice con respecto al reflector 21 y al canal 20 desmontable, de tal manera que el área abierta de la abertura 22 se reduzca a partir de la posición de alineamiento totalmente concéntrica. Una vez que se ha encontrado la posición apropiada del elemento de ajuste, dicho elemento de ajuste se puede fijar en esa posición por ejemplo introduciendo tornillos de apriete o similares en la ranura 27a. Las Figuras 9A y 9B muestran

una realización más preferida, en la cual las aberturas 22a del elemento 27 de ajuste deslizante y las aberturas 22 del canal 20 desmontable tienen forma de diamante, permitiendo de esta manera un ajuste más fino del flujo cuando se mueve el elemento de ajuste deslizante al reducir el área de flujo de la abertura 22. Las aberturas 23 del reflector 21 son más largas que anchas.

5 El canal 20 desmontable incluye un elemento 40 inferior que está soportado sobre un elemento 24 de distribución, y elementos 41A, 41B laterales situados uno enfrente del otro, cada uno de los cuales termina en extremos 11A, 11B finales orientados hacia dentro. La superficie exterior de la cámara 20 que sirve de transición entre los laterales 41A, 41B y los respectivos extremos 11A, 11B finales está curvada para definir, con los correspondientes extremos finales de los laterales 7A, 7B de la barra 10 de aire, ranuras de tipo Coanda, las cuales son las ranuras 12A, 12B de flotación primarias. El canal 20 desmontable, junto con sus contenidos, se puede extraer por deslizamiento de la barra 10 de aire y puede ser sustituido por otro canal, o por el mismo canal después de realizarle un mantenimiento o después de la sustitución de la lente y/o de la bombilla contenidas en su interior.

15 En la barra 10 de aire se puede proporcionar un elemento 19 de distribución de aire inicial, tal como por ejemplo una placa perforada, para mejorar la distribución uniforme de aire de suministro. Se ha encontrado que un área abierta de aproximadamente el 13% en dicho elemento es apropiada. Como se muestra, se puede colocar un elemento 24 de distribución de aire secundario, tal como por ejemplo una placa perforada con ranuras o agujeros, aguas abajo del elemento 19 de distribución de aire inicial, y este elemento también puede servir para soportar el canal 20 desmontable.

20 El canal 20 contiene una fuente 30 de luz infrarroja, tal como una bombilla emisora IR comercializada por la empresa Heraeus Noblelight GmbH. Como se muestra, por encima de la fuente 30 de luz IR puede estar situada una lente 32, preferiblemente una lente de cuarzo plana. La lente encierra al emisor al mismo tiempo que permite que la atravesie energía electromagnética en el rango de las longitudes de onda infrarrojas y que esta energía alcance la banda 50 que flota por encima de la barra 10 (Figura 2). La energía electromagnética emitida por la fuente 30 de luz IR atraviesa la lente 32 e incide directamente sobre la banda 50. Un reflector 21 también está contenido dentro del canal 20, y preferiblemente dicho reflector es parabólico y está fabricado de un material reflectante apropiado tal como acero inoxidable o aluminio. Preferiblemente, el reflector 21 se extiende desde la lente hacia abajo pasando por debajo de la fuente de luz IR, rodeando de ese modo a la fuente de luz IR excepto en la zona ocupada por la lente, de tal manera que la luz emitida por la fuente de luz pasa directamente a través de la lente o es reflejada por el reflector hacia la lente, y a continuación es irradiada finalmente sobre la banda 50, como se muestra esquemáticamente en la Figura 2.

35 Las ranuras 14A, 14B secundarias están definidas por la separación (por ejemplo, de 0,0025 cm a 0,0076 cm (de 0,0010" a 0,003")) proporcionada entre la lente 32 y los extremos 11A, 11B finales orientados hacia dentro de la cámara 20. Como se ilustra esquemáticamente en la Figura 3, aire de suministro introducido en la barra de aire por la entrada 16 fluye a través del elemento 19 de distribución de aire inicial perforado, pasa a través del elemento 24 perforado de distribución de aire secundario, y sale a través de las ranuras 12A, 12B de flotación primarias en las que se crea un colchón o campo de presión para soportar por flotación a la banda 50. Aire de suministro también pasa a través de los orificios de entrada de aire de enfriamiento del elemento 24, del fondo 40 del canal 20, y del reflector 21, y entra en la zona definida por el reflector 21 y la lente 32. De esta forma ese aire enfría el emisor 30, el reflector y la lente. El aire caliente resultante sale entonces del interior del canal 20 a través de una de las ranuras 14A, 14B secundarias, y barre la cara de la lente 32, impidiendo de ese modo el contacto de la banda y de materiales disolventes y otros desechos o contaminantes con la lente 32. Las personas con experiencia en la técnica apreciarán que el fluido para enfriar los elementos emisor, reflector y de lente puede ser conducido desde una fuente de aire independiente hasta el conjunto de canal.

45 En algunas disposiciones, la lente 32 se puede omitir, y el aire expulsado desde el conjunto de canal se puede usar como una lente virtual, protegiendo de forma efectiva al emisor 30 de la banda y de desechos o contaminantes potencialmente peligrosos.

50 La Figura 4 ilustra una disposición en la cual la barra para flotación es una superficie 10' aerodinámica para flotación con salida en un solo lado. En esta realización, se proporciona un único chorro 12' de flotación primario para expulsar aire de suministro para hacer que la banda 50 flote, y se proporciona un único chorro 14' de flotación secundario para expulsar aire de enfriamiento desde el conjunto 20' de canal desmontable. La superficie 10' aerodinámica está definida en parte por un colector, el cual, en la realización mostrada, tiene una sección transversal generalmente rectangular excepto para su porción superior. Los laterales 7A', 7B' opuestos del colector terminan en respectivas porciones 8A', 8B' de pestaña superiores. La porción 8A' de pestaña superior forma un ángulo, preferiblemente de aproximadamente 65° con respecto a la vertical, y termina en una porción 13' doblada. La porción 8B' de pestaña superior se extiende hacia el lateral 7A' opuesto de una forma substancialmente horizontal. El colector define un espacio 15' interior que sirve como plenum para el gas que se recibe a través de los uno o más agujeros (no mostrados) existentes en la base de la superficie 10' aerodinámica que están en comunicación de recepción de gas con un suministro de gas (no mostrado). El colector se coloca sobre conducciones apropiadas alineando los dispositivos 3 de alineación en cada placa de extremo del colector y se sella mediante una empaquetadura 4 de retención. Para ayudar a distribuir el suministro de gas de manera uniforme mientras fluye hacia las ranuras se puede colocar en el colector una placa difusora que tenga una pluralidad de agujeros espaciados.

La porción 8A' de pestaña y la porción 13' doblada del colector, junto con la porción 23 plana del elemento 25, definen la ranura primaria de la superficie aerodinámica. El aire sale por la ranura 12' primaria, y continúa moviéndose en la dirección de desplazamiento de la banda hacia el ala 35 de la superficie 10' aerodinámica, terminando dicha ala 35 en una pestaña 34 que se extiende hacia abajo, formando un ángulo recto, aproximadamente 0,5 pulgadas (12,7 mm). El aire se mueve entonces a lo largo de la cara superior del ala en la dirección de desplazamiento de la banda para soportar a la banda. Como en la realización de la Figura 1, se proporciona un conjunto 20 de canal opcionalmente desmontable, y dicho conjunto 20 de canal contiene un reflector 21, una lente 32, y una fuente 30 de luz IR. El aire entra en el conjunto 20 de canal a través de una o más aberturas 22' existentes en el elemento 25, alineada cada una de ellas con una abertura 23' respectiva existente en el fondo 40' del canal 20, y enfría el reflector 21, la fuente 30 de luz, y la lente 32. El aire de enfriamiento (ahora caliente) se expulsa fuera del canal 20 a través de la separación existente entre la lente 32 y la porción 23 plana.

La Figura 5 ilustra una disposición en la cual la barra para flotación es una superficie 10" aerodinámica escalonada para flotación con salida en un solo lado, tal como la que se describe en la Patente de EE.UU. N° 7.530.179. Al igual que para la superficie 10' aerodinámica de la Figura 4, se puede proporcionar un conjunto 20 de canal opcionalmente desmontable que contiene al reflector 21, a la fuente 30 de luz IR y a la lente 32. Las diferencias entre la realización de la Figura 5 y la de la Figura 4 incluyen el que en la realización de la Figura 5 se proporciona una segunda ranura 14B' secundaria, separada de la ranura 12A primaria y escalonada hacia abajo con respecto a ella, para ayudar a hacer que la banda 50 flote. El aire expulsado por la ranura 14B de salida secundaria se mueve en paralelo a la banda. El aire expulsado por la ranura 12A de salida primaria se introduce en la corriente de aire de la ranura 114B' de salida secundaria en una dirección paralela a la dirección de transporte de la banda. Entre la ranura de salida primaria y la ranura de salida secundaria está situada una superficie de soporte de la banda generalmente plana, que incluye la cara de la lente 32. Aguas abajo de la ranura de salida secundaria, en la dirección de movimiento de la banda, existe una segunda superficie de soporte de la banda que comprende una porción de ala que va descendiendo hacia abajo a medida que se aleja de la ranura 14B' de salida secundaria. Opcionalmente, esta segunda superficie de soporte de la banda puede incluir una segunda lente 332 que forma parte de un segundo conjunto 200 de canal opcional que comprende un reflector 221, una fuente 300 de luz IR, y una lente 332. El lateral 7B de la superficie aerodinámica escalonada puede incluir una o más aberturas 60 para permitir que aire de suministro (o aire procedente de otra fuente) entre en el conjunto de canal y enfríe los componentes de su interior como en lo explicado anteriormente.

La Figura 7 ilustra una disposición adicional, en una tobera de tipo Coanda que tiene dos ranuras 12A", 12B" de salida de tipo Coanda. En la disposición mostrada, una fuente 30" de luz IR está situada aguas arriba, según la dirección de movimiento de la banda, de la primera ranura 12A de salida de tipo Coanda. El elemento 8A" doblado que define en parte la ranura 12A" de salida de tipo Coanda incluye una o más aberturas que permiten que pase aire a través de ellas y que dicho aire fluya alrededor de la fuente 30" de luz IR para enfriarla. Por encima de la fuente 30" de luz puede estar situada una lente 32", que transmite la energía electromagnética y, si se proporciona, la lente es también enfriada por el flujo de aire que enfría la fuente 30" de luz IR. De forma alternativa, el aire de enfriamiento puede funcionar como una lente virtual, manteniendo a la fuente 30" de luz IR fría y libre de desechos y contaminantes. Una segunda fuente 30A" de luz IR puede estar situada aguas abajo, según la dirección de movimiento de la banda, de la segunda ranura 12B" de salida de tipo Coanda, diseñada de una manera similar al conjunto situado aguas arriba. El conjunto situado aguas abajo se muestra sin una lente, aunque se podría usar una como en el conjunto situado aguas arriba.

Las Figuras 6A-6D ilustran disposiciones apropiadas de pluralidades de barras infrarrojas con respecto a una banda 270 en movimiento. Cabe destacar que las barras de aire mostradas son sólo ilustrativas; se puede usar cualquiera de las disposiciones de barras de aire descritas en este documento (por ejemplo, de tipo Coanda, superficie aerodinámica, superficie aerodinámica escalonada, etc.). También son posibles otras disposiciones.

La Figura 6A ilustra una pluralidad de barras 272a-272n de aire infrarrojas situadas por debajo de una banda 270 en movimiento.

La Figura 6B ilustra una pluralidad de barras 274a-274n de aire infrarrojas situadas por encima de una banda 270 en movimiento.

La Figura 6C ilustra una pluralidad de barras 276a-276n de aire infrarrojas y una pluralidad de barras 278a-278n de aire infrarrojas en una disposición alineada verticalmente opuesta alrededor de una banda 270 en movimiento para un secado rápido de dicha banda 270 en movimiento.

La Figura 6D ilustra una pluralidad de barras 280a-280n de aire infrarrojas y una pluralidad de barras 282a-282n de aire infrarrojas colocadas en una disposición vertical opuesta alternante alrededor de una banda 270 en movimiento, creando una forma sinusoidal para la citada banda 270 en movimiento.

Las Figuras 10-13 ilustran disposiciones preferidas de barras de aire para flotación infrarrojas situadas dentro de una envolvente 301 de un secador, donde una banda 270 entra en dicha envolvente a través de una ranura 305a para la entrada de la banda y sale a través de una ranura 305b de salida, dicha banda atraviesa flotando una zona de calentamiento combinado por convección y por radiación infrarroja creada por barras de aire infrarrojas que dirigen energía infrarroja a la banda y se encargan de la distribución de chorros de aire de suministro para que impacte sobre la banda. La envolvente 301 contiene el aire caliente gastado después del contacto fluido con la banda, de tal

manera que la recogida de al menos una parte del aire gastado se puede recuperar para su recirculación hacia las barras de aire. Al menos una parte del aire gastado se expulsa fuera de la envolvente como se describe en las realizaciones de este documento.

5 La Figura 10 ilustra un sistema 300a de secador compuesto por una pluralidad de barras 280a-280n de aire infrarrojas montadas en un colector 310a de distribución de suministro de aire y en comunicación fluida con dicho colector, y una pluralidad de barras 282a-282n de aire infrarrojas montadas en un colector 310b de distribución de suministro de aire y en comunicación fluida con dicho colector. Existe una comunicación fluida entre la pluralidad de barras 280a-280n y 282a-282n de aire infrarrojas y el respectivo colector 310a y 310b que se realiza a través de aberturas 315a-315n de alimentación. Las aberturas 315a-315n de alimentación de aire están conectadas y selladas a una entrada 16 de alimentación de la barra de aire (Figura 1) por medio de uniones 316a-316n no permanentes que permiten desconectar y extraer fácilmente las barras de aire infrarrojas del secador. Como saben las personas con experiencia en la técnica del diseño de secadores de flotación, las uniones 316a-316n pueden estar selladas con material de empaquetadura, asientos de compresión, u otros medios similares. La Figura 11 ilustra las trayectorias del flujo de aire creadas por los elementos de flujo de aire en el interior de la envolvente 301 del secador 300a de la Figura 10 descrito en este documento. Un ventilador 320 de suministro de zona recoge aire caliente procedente del interior de la envolvente 301 y expulsa dicho aire a presión al interior de un plenum 322 que tiene una fuente 325 de calor opcional. Esta fuente de calor puede ser un quemador de combustible, un serpentín de intercambio de calor desde un medio de calentamiento tal como agua caliente, vapor, o aceite térmico, o preferiblemente un calentador eléctrico de elemento de conducto. Después de pasar a través del calentador 325 opcional, el aire caliente es dirigido hacia colectores 310a y 310b de distribución de aire a través de conductos 326a y 326b, respectivamente. El calentador 325 opcional, si se proporciona, puede estar controlado por un bucle 340 de control de la temperatura del aire. El aire caliente se distribuye a continuación a través de aberturas 315a-315n de alimentación a barras de aire infrarrojas, dentro de las cuales se usa para enfriar los elementos internos de las barras de aire infrarrojas. Las trayectorias del flujo de aire y la función de enfriamiento dentro de cada barra de aire infrarroja se han descrito anteriormente. La energía eléctrica suministrada a los emisores es regulada por un operador a través de una interfaz de usuario en comunicación con un SCR en función de la carga de secado de la banda para conseguir un producto con un secado satisfactorio. Una vez expulsado fuera de la barra de aire, el aire entra en contacto fluido con la banda para intercambiar calor y masa por convección con dicha banda 270. Después de este paso de intercambio, al menos una parte de este aire "gastado" es aspirado de regreso hacia la entrada del ventilador 320 de suministro. Una cantidad de aire ambiente es aspirado al interior de la envolvente 301 a través de las ranuras 305a y 305b para la banda. Un flujo de salida que equilibra este aire ambiente y cualquier disolvente eliminado de la banda por evaporación debe ser expulsado de forma continua fuera de la envolvente. Para este fin, un ventilador 331 de extracción independiente aspira al menos una parte de dicho aire gastado a través del conducto 332 de salida y de la válvula 336 de control y lo expulsa a la atmósfera. De manera alternativa, el caudal de salida de aire podría ser controlado por un motor y una transmisión de velocidad variable conectados al ventilador 331 de extracción en lugar de la válvula 336 de control. El ventilador 331 de extracción independiente del sistema 300a de secador es necesario para manipular de forma segura materiales disolventes inflamables volátiles y/o en el caso de que se use un quemador de combustible con quemado directo para el calentador 325 opcional. Pueden ser necesarios un volumen de ventilación de seguridad de flujo de salida y un equipo de tratamiento (no mostrado) para materiales contaminantes del aire en dicha salida de aire, basados en requisitos establecidos por partes que tienen jurisdicción para ello como entenderán las personas familiarizadas con dichas regulaciones en su entorno local.

La Figura 12 ilustra un sistema 300b de secador preferida para secar un disolvente no inflamable, tal como por ejemplo agua, en el cual no se necesita calor suplementario además del proporcionado por las barras de aire infrarrojas para conseguir la carga térmica requerida por la banda. En algunos casos, en los que la carga térmica requerida para el secado de la banda es menor que la que se proporcionaría ocupando totalmente todas las posiciones de barra de aire de los colectores 310a y 310b de distribución, una o más posiciones para el montaje de barras de aire pueden estar ocupadas por una barra de aire sin un emisor infrarrojo activo, reduciendo de ese modo la carga de potencia conectada del secador. En la ilustración de la Figura 12, el colector 310a de aire de suministro no está totalmente ocupado con barras de aire infrarrojas, sino que incluye dos barras 281a y 281b de aire no infrarrojas. Obsérvese que estas barras de aire no infrarrojas pueden ser de varios tipos que resultan conocidos para las personas con experiencia en la técnica del diseño de barras de aire. Las barras de aire no infrarrojas están situadas preferentemente cerca de la salida de la banda del secador, y en el caso de que exista un recubrimiento en una única cara en la banda, están situadas en el lado no recubierto. Un operador regula la energía eléctrica enviada a los emisores a través de una interfaz de usuario en comunicación con un SCR en función de la carga de secado de la banda, con el fin de conseguir un producto con un secado satisfactorio. La temperatura del aire de suministro está regulada por un bucle 340 de control para mantener un valor de consigna modulando la cantidad de aire expulsado a través del conducto 330 de salida por medio de la válvula 335.

La Figura 13 ilustra una disposición preferida para una banda recubierta o impresa por una sola cara, en la cual la tinta o el recubrimiento está en la cara inferior de la banda. Un operador regula la energía eléctrica enviada a los emisores 282a-282n a través de una interfaz de usuario en comunicación con un SCR 342 en función de la carga de secado de la banda con el fin de conseguir un producto con un secado satisfactorio. La temperatura del aire se controla a través de un bucle 340a de control, el cual regula el nivel de energía enviada al SCR 341, el cual a su vez modula la energía enviada a los emisores de las barras 280a-280n de aire infrarrojas orientadas hacia el lado no recubierto de la banda.

Se ilustrará el funcionamiento de las barras de aire haciendo referencia a la disposición mostrada en la Figura 3. Una pluralidad de rayos de energía electromagnética infrarroja incrementa la capacidad de secado porque la fuente infrarroja está situada en el punto de mayor transmisión de calor, por ejemplo, entre las ranuras de salida, y los rayos irradian desde la fuente 32 infrarroja directamente o indirectamente a través de la lente 32. La energía de secado infrarroja se transmite para calentar una banda en movimiento que está siendo procesada dentro de un secador. Una parte de los rayos infrarrojos se reflejan en el reflector 21 parabólico y atraviesan la lente 32 para comunicar energía de secado a la banda y calentarla. Los rayos electromagnéticos infrarrojos emitidos por la fuente 32 infrarroja pueden ser de onda corta, con una longitud de onda de 0,78 a 1,2 micras, de onda media, con una longitud de onda de 1,2 a 4,0 micras, o de onda larga, con una longitud de onda de 4,0 hasta al menos 10 ó más micras. En algunas disposiciones, la fuente 32 infrarroja está situada en un punto de máxima transferencia de energía.

A través de la pluralidad de entradas 16 de aire con forma ovalada entra aire presurizado en la barra de aire infrarroja para hacer que la banda flote. Desde las entradas de aire, el aire presurizado avanza como indican las flechas discontinuas (Figura 3) a través de los agujeros del elemento 19 de distribución de aire inicial, pasa a través de los agujeros del elemento 24 de distribución de aire secundario, a través de las ranuras 12A y 12B de tipo Coanda, a lo largo de las curvas de tipo Coanda definidas por los elementos 41A, 41B laterales del conjunto 20 de canal, y a continuación avanza a lo largo de la superficie superior de la lente 32 y asciende hacia arriba, proporcionando de esta manera sustentación para hacer que la banda 50 flote y también llevándose vapores de disolventes de la banda. También fluye aire al interior del canal 20 y alrededor de los elementos situados en su interior para enfriarlos y, a continuación, este aire finalmente fluye y sale a través de la separación existente entre la lente 32 y los elementos 41A, 41B laterales y barre por encima de la cara exterior de la lente 32.

Rayos de energía infrarroja directos e indirectos impactan sobre la banda 50 y calientan la banda a medida que ésta pasa por encima del colchón de presión creado por las ranuras de tipo Coanda, secando y evaporando de esta manera disolventes presentes en la banda. Esto, en combinación con el flujo de aire que impacta sobre la banda, maximiza la transmisión de calor en la zona del colchón de presión.

La salida de la fuente 30 infrarroja se puede controlar de forma variable, por ejemplo mediante un SCR, de manera que la cantidad de salida de energía transmitida desde la fuente infrarroja incluye un rango que va desde potencia máxima hasta potencia cero, y cualquier rango variable entre ambos valores.

Los sistemas descritos en este documento proporcionan una barra de aire para flotación con al menos un chorro de aire primario para flujo de flotación y transmisión de calor a la banda y al menos un emisor infrarrojo integrado para ser usado en el secado o tratamiento térmico de bandas, para maximizar la utilización de energía infrarroja para calentar y/o secar la banda en combinación con al menos un chorro de aire secundario. El al menos un chorro de aire secundario es alimentado con aproximadamente del 5% al 40% del aire total (preferiblemente del 7% al 15%), el cual primero se calienta al pasar en contacto fluido con al menos un emisor infrarrojo y preferiblemente también es guiado para que haga contacto fluido con un reflector, y es guiado además para que haga contacto fluido con una lente que transmite energía infrarroja. El chorro secundario es guiado en contacto fluido en una dirección de flujo substancialmente paralela a la superficie de la lente y proporciona al menos una parte del aire de flotación en conjunto con el al menos un chorro de aire primario, proporcionando este flujo paralelo suficiente enfriamiento a los elementos emisor, reflector y de lente para impedir la ignición de la banda o de materiales de recubrimiento combustibles incluso bajo condiciones de perturbación. Una cantidad óptima de aire de enfriamiento es guiada en contacto con las superficies del emisor, del reflector y de la lente para promover el enfriamiento efectivo del emisor, del reflector y de la lente, y además el aire de enfriamiento es guiado después de que haya hecho contacto con dichas superficies y haya absorbido calor de ellas para transmitir flujo térmico y energía térmica a la banda por convección. El aire de enfriamiento también es guiado por encima de las superficies para impedir que el aire cargado de disolvente en el interior de la envolvente de secado haga contacto con dichas superficies, impidiendo de este modo su contaminación.

A partir de la exposición anterior, se puede apreciar que los modos de transmisión de calor por convección y radiación combinados de la presente invención están impulsados substancialmente de manera independiente por la temperatura del aire de convección y por la temperatura del emisor, respectivamente. Este rasgo se puede usar de forma beneficiosa en los sistemas descritos en este documento con el objetivo de secar rápidamente zonas de gran humedad sin calentar excesivamente zonas de baja humedad. Estas disparidades en humedad a través de una banda son habituales en impresión, donde existen imágenes con mucha tinta junto a zonas de baja cobertura o zonas no impresas. Los sistemas descritos en este documento proporcionan una selectividad en el calentamiento de zonas húmedas, ya que las zonas con mucha impresión requieren gran flujo de calor para secarse rápidamente y permanecen a la temperatura de bulbo húmedo, o cerca de dicha temperatura, debido al efecto de enfriamiento por evaporación, y de este modo estas zonas se calentarán substancialmente por los modos de radiación y de convección de alta velocidad proporcionados por esta barra de aire para flotación infrarroja. Por otro lado, la temperatura de las zonas que tienen poca o ninguna cobertura tenderá a aumentar por la radiación infrarroja procedente de los emisores, pero cerca de la salida del secador estas zonas pueden ser enfriadas por el aire de convección para evitar su sobrecalentamiento. La energía electromagnética procedente de los elementos infrarrojos es emitida a una temperatura relativamente alta (típicamente $> 1093^{\circ}\text{C}$ ($>2000^{\circ}\text{F}$)) en comparación con la temperatura de la banda (típicamente 66°C a 149°C (150°F a 300°F)). Como resultado de esto, de acuerdo con la

ley de Stefan-Boltzman, el flujo de calor emisivo a la banda cambia relativamente poco según va aumentando la temperatura de la banda porque la temperatura del emisor es bastante alta y la temperatura del emisor domina el potencial de flujo de radiación de acuerdo con la cuarta potencia de la temperatura absoluta. Sin embargo, la transmisión de calor por convección está impulsada por un potencial lineal entre la temperatura del aire y la temperatura de la banda. Con el fin de evitar defectos de calidad en la banda o en el recubrimiento, la máxima temperatura de la banda para un material de banda dado que está siendo procesado térmicamente a menudo está limitada durante la operación de secado. Cuando la tinta o los materiales de recubrimiento se sobrecalientan por encima de su máxima clasificación térmica especificada por el fabricante, su funcionamiento y su aspecto se pueden degradar, quedando a menudo el material descolorido, frágil o sin brillo. De manera similar, si los materiales de substrato de la banda se sobrecalientan por encima de su máxima clasificación térmica especificada por el fabricante, sus prestaciones mecánicas se pueden degradar, al igual que su aspecto, quedando a menudo el material descolorido, frágil o deformado. Por ejemplo, materiales de banda poliméricos tales como el PET se pueden ablandar y estirar provocando distorsión de la banda inicialmente plana produciendo ondas o arrugas, especialmente a temperaturas que superen los 93°C (200°F). Las bandas de papel pueden sufrir distorsión fuera-de-plano similar debido a contracción higroscópica de zonas con un secado excesivo que tienen menos del 3% de humedad cerca de zonas con mucho recubrimiento o muy impresas que tengan niveles de humedad varios puntos porcentuales mayores que las zonas contiguas. El cartón tiende a ondularse si la humedad en una cara se reduce a niveles varios puntos porcentuales menores que los de la cara contraria. Además, el material de papel y de cartón tenderá a ponerse marrón y a fragilizarse a temperaturas en el rango de 177°C a 204°C (350°F a 400°F), y finalmente acabará quemándose a temperaturas mayores. Para evitar estos problemas, los impresores o transformadores de materiales en forma de banda estarán familiarizados con las limitaciones de temperatura máxima para procesamiento de banda y recubrimiento a través de especificaciones proporcionadas por los suministradores de los materiales, o procedentes de ensayos piloto de secado, o por experiencia con materiales iguales o similares en procesos de producción anteriores. En los sistemas descritos en este documento, si el valor de consigna de la temperatura del aire se selecciona justo por debajo de la temperatura máxima tolerable de la banda en las zonas más calientes (o más secas) de la banda, el calentamiento infrarrojo en estas zonas será contrarrestado por enfriamiento por convección, reduciendo de esta manera la temperatura excesiva en dichas zonas más secas. Se observó que valores de consigna de la temperatura del aire de 5,5 a 28 grados Celsius (de 10 a 50 grados Fahrenheit) por debajo de la temperatura máxima tolerable de la banda eran efectivos en evitar el sobrecalentamiento de la banda. De forma alternativa, la temperatura del aire puede seleccionarse y regularse para que esté típicamente en el rango de 17 a 56 grados Celsius (de 30 a 100 grados Fahrenheit) por encima de la temperatura de bulbo húmedo en el secador (temperatura de bulbo húmedo típica de 82°C (< 180°F)), y el potencial del flujo de convección se reduce e incluso se invierte, reduciendo así la velocidad de calentamiento de la banda en las zonas más secas una vez que la temperatura de la banda en esas zonas supere a la temperatura del aire.

Con el fin de limitar el sobrecalentamiento descrito de las zonas más secas, el coeficiente de convección proporcionado por las barras de aire infrarrojas debe ser apropiadamente alto, mayor que el de los sistemas convencionales de aire de enfriamiento empleados en secadores infrarrojos sin flotación. Los coeficientes apropiados de transmisión de calor por convección en barras de aire están en el rango de desde aproximadamente 57 hasta aproximadamente 227 W/m²·K (desde aproximadamente 10 hasta aproximadamente 40 BTU/hr·ft²·F). Las velocidades apropiadas del chorro de las ranuras de la barra de aire están en el rango de desde aproximadamente 25 hasta aproximadamente 80 m/s (desde aproximadamente 5000 hasta aproximadamente 16000 pies por minuto).

La temperatura del aire suministrado a las toberas se puede regular añadiendo una entrada controlada de calor procedente de una fuente de calor independiente tal como una bobina de resistencia eléctrica, un serpentín intercambiador de aceite caliente o de vapor, o un quemador situado en la conducción que suministra el aire a las barras. En disposiciones preferidas, la necesidad de una fuente independiente de calor se elimina recuperando el calor de los emisores que no es absorbido por el modo de radiación y enviándolo a la banda dentro del aire recirculado. Esto incluye el calor absorbido por el aire de enfriamiento del emisor como se describió anteriormente y también, de forma similar, el calor recuperado de energía infrarroja de dispersión (ondas electromagnéticas que se reflejan en superficies diferentes a la banda o que chocan contra ellas) que tiende a elevar la temperatura de otras superficies del interior del secador, por encima de las cuales fluye el aire de recirculación, y el calor de aquellas zonas de la banda que han sido calentadas por encima de la temperatura del aire de suministro por el modo de radiación como se ha descrito anteriormente. Este calor recuperado en el aire de recirculación se puede retener minimizando la cantidad de aire expulsado a aproximadamente el 10% o menos del aire de suministro de la barra de aire, maximizando así la temperatura del aire de recirculación. Por otro lado, si se desea reducir la temperatura del aire, se puede aumentar la cantidad de aire expulsado hasta aproximadamente el 30% o más, aspirando de este modo más aire ambiente que debe ser calentado en el flujo de recirculación. Las personas con experiencia en la técnica estarán familiarizadas con la regulación del flujo de salida por medio de una válvula, o por medio de un ventilador con un accionamiento de velocidad variable, para conseguir la regulación del flujo de aire descrita. Esta regulación puede ser realizada manualmente por un operador o por un controlador de bucle cerrado que detecta la temperatura del aire y que modula el flujo de salida en función de dicha temperatura. En otra realización preferida, la temperatura del aire se puede regular modulando la energía de entrada a al menos un emisor infrarrojo por medio de un controlador de bucle cerrado. En la realización más preferida, la regulación primaria de la temperatura del aire se realiza ajustando la salida de aire del secador para conseguir una temperatura deseada como se ha mencionado anteriormente, y además se puede controlar regulando la energía suministrada a al menos un emisor con un

controlador de bucle cerrado que regula el valor de consigna para la salida de energía de un SCR que suministra energía al al menos un emisor.

5 En un ejemplo de aplicación, se quiere secar una banda de papel impreso con una tinta al agua. La temperatura de bulbo húmedo esperada es 57°C (135°F) y la temperatura del aire de convección se fija en 77°C (170°F). El flujo de calor por radiación neto enviado por los emisores hacia la banda no impresa es 20500 W/m² (6500 BTU/hr·ft²) y el coeficiente de convección para cada cara es 142 W/m²·K (25 BTU/hr·ft²·F). De esta manera, la tasa de calentamiento por convección y radiación combinada inicial es 36200 W/m² (11500 BTU/hr·ft²) y la temperatura finales de la banda, cuando el flujo de radiación es compensado por enfriamiento por convección en las zonas no impresas de la banda, será 149°C (~300°F). Sin los efectos contributivos del aire de convección de la barra de aire para flotación, la tasa de calentamiento inicial es sólo de 20500 W/m² (6500 BTU/hr·ft²), lo que produce un calentamiento más lento, y la temperatura finales calculada es superior a 427°C (800°F), muy por encima del punto de ignición del papel.

15 En el sistema de secador preferido, las barras de aire infrarrojas están situadas a una distancia de 20 a 51 cm (de 8 a 20 pulgadas) a cada lado de la banda, con velocidades de chorro de aire de las toberas en el rango de 25 a 81 m/s (5000 a 16000 fpm), con el flujo de calor de emisor total por elemento emisor montado en cada barra de aire en el rango de 39 a 78 W/cm (100 a 200 vatios por pulgada) para emisores de carbono de onda media, y 78 a 157 W/cm (200 a 400 vatios por pulgada) para emisores en el IR cercano. Valores de consigna de temperatura del aire en el rango de desde 66 a 149°C (150 a 300°F) se prefieren para recubrimientos al agua sobre substratos de papel.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un conjunto (20) de canal adaptado para ser insertado en una barra (10) de aire, teniendo dicho conjunto de canal un compartimento definido por un fondo (40) que tiene una pareja de laterales (41A, 41B) opuestos, comprendiendo dicho compartimento una fuente (30) de luz infrarroja para emitir energía electromagnética, un reflector (21) para reflejar energía electromagnética emitida por dicha fuente de luz infrarroja, y una lente (22) transmisiva a la luz infrarroja emitida desde dicha fuente de luz infrarroja, estando dicho reflector diseñado para reflejar luz IR hacia dicha lente, y al menos una abertura (22) que tiene un área abierta ajustable, y teniendo dicho reflector aberturas (23) que coinciden con dicha al menos una abertura ajustable de dicho fondo del compartimento.
- 10 2. El canal de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual cuando dicho conjunto está funcionando dentro de dicha barra de aire situada dentro de un secador, flujo de aire de enfriamiento procedente de dicha al menos una abertura es expulsado en paralelo a la citada lente.
- 15 3. El canal de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual dicho canal comprende además un elemento (27) de ajuste situado dentro de dicho canal y que tiene al menos una abertura del elemento de ajuste que se puede alinear con la citada al menos una abertura de dicho fondo para reducir la citada área abierta.
- 20 4. El conjunto de canal de la reivindicación 3, en el cual dicha al menos una abertura de dicho fondo y dicha al menos una abertura del elemento de ajuste tienen forma de diamante.
5. El conjunto de canal de la reivindicación 3, en el cual el área abierta de dicha al menos una abertura del elemento de ajuste es más pequeña que la citada área abierta de dicha al menos una abertura de dicho fondo.
6. El conjunto de canal de la reivindicación 3, que comprende además una fuente de aire de suministro para enviar aire a dicho conjunto de canal, y en el cual dicho elemento de ajuste limita la citada área abierta de la citada al menos una abertura de dicho fondo a desde el 5% al 40% de dicho aire de suministro enviado a la citada barra de aire.
7. El conjunto de canal de la reivindicación 6, en el cual dicho elemento de ajuste limita la citada área abierta de la citada al menos una abertura de dicho fondo a desde el 7% al 15% de dicho aire de suministro enviado a la citada barra de aire.
- 25 8. Un método de configurar el flujo de aire en el conjunto de canal de la reivindicación 1, en el cual dicho conjunto de canal está para una barra de aire infrarroja en comunicación fluida con una fuente de aire de suministro, comprendiendo dicho método:
 - 30 ajustar dicha área abierta de dicha al menos una abertura de manera que del 5% al 40% del flujo total de dicho aire de suministro a dicha barra de aire entre en dicho compartimento a través de la citada abertura de dicho fondo.
 9. El método de la reivindicación 8, en el cual la citada área abierta de la citada al menos una abertura se ajusta de tal manera que del 7% al 15% del flujo total de dicho aire de suministro a dicha barra de aire entre en dicho compartimento a través de la citada abertura de dicho fondo.
 - 35 10. El método de la reivindicación 8, que comprende además proporcionar un elemento de ajuste situado dentro del citado canal y que tiene al menos una abertura del elemento de ajuste, y alinear dicha al menos una abertura del elemento de ajuste con la citada abertura de dicho fondo para reducir la citada área abierta de la citada abertura de dicho fondo.
 - 40 11. El método de la reivindicación 8, en el cual el ajuste citado se lleva a cabo deslizando dicho elemento de ajuste con respecto a la citada al menos una abertura de dicho fondo.

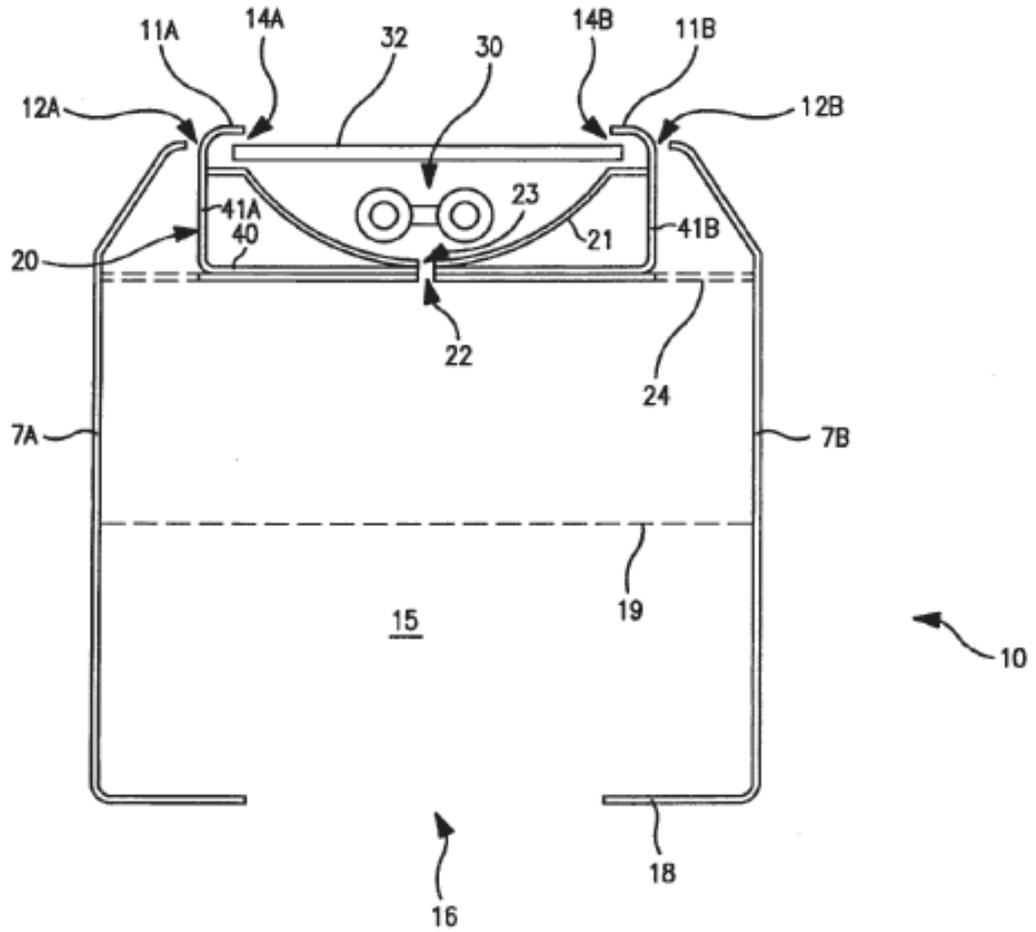


FIG. 1

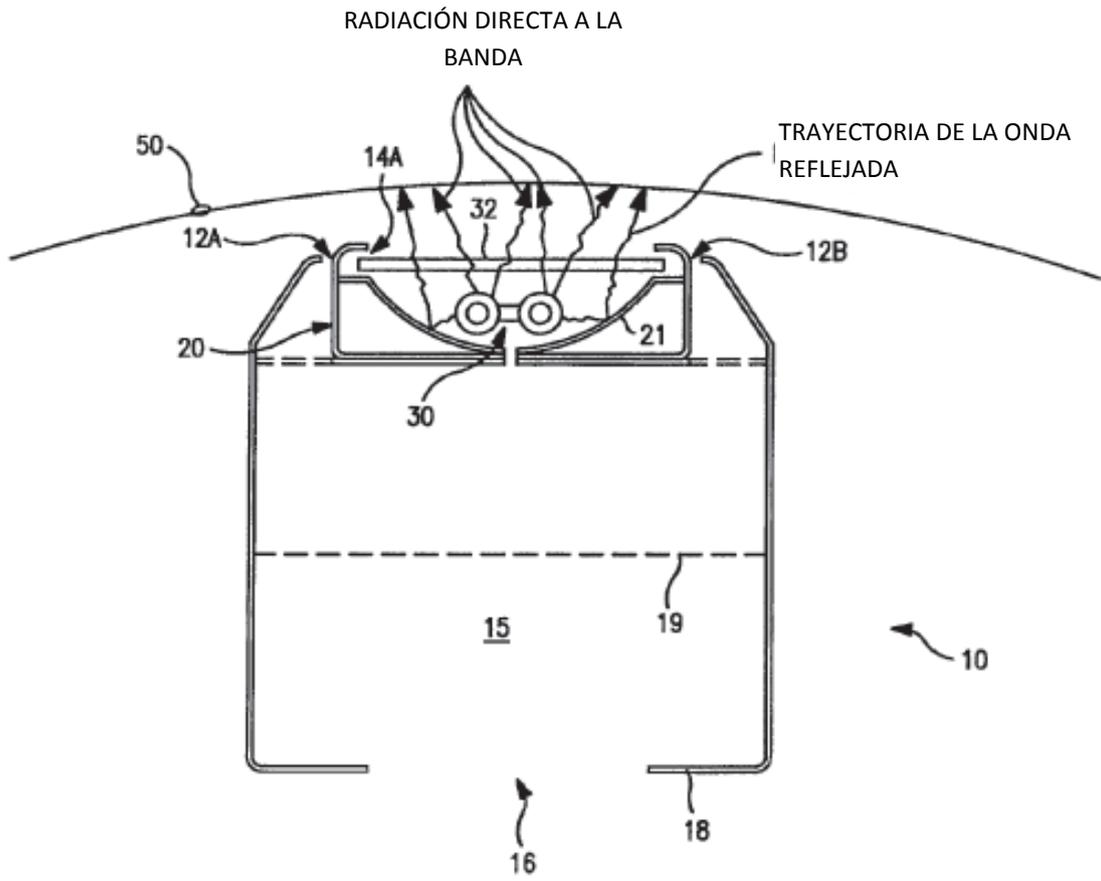


FIG. 2

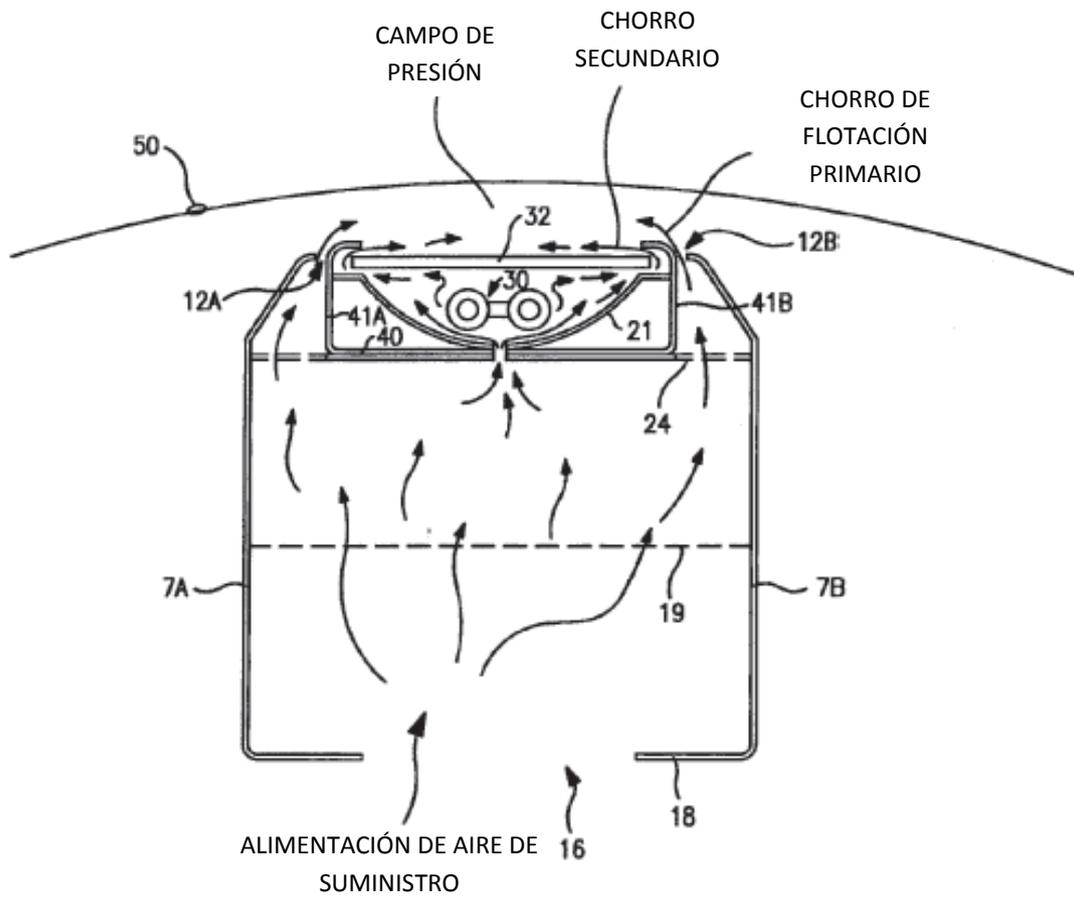


FIG. 3

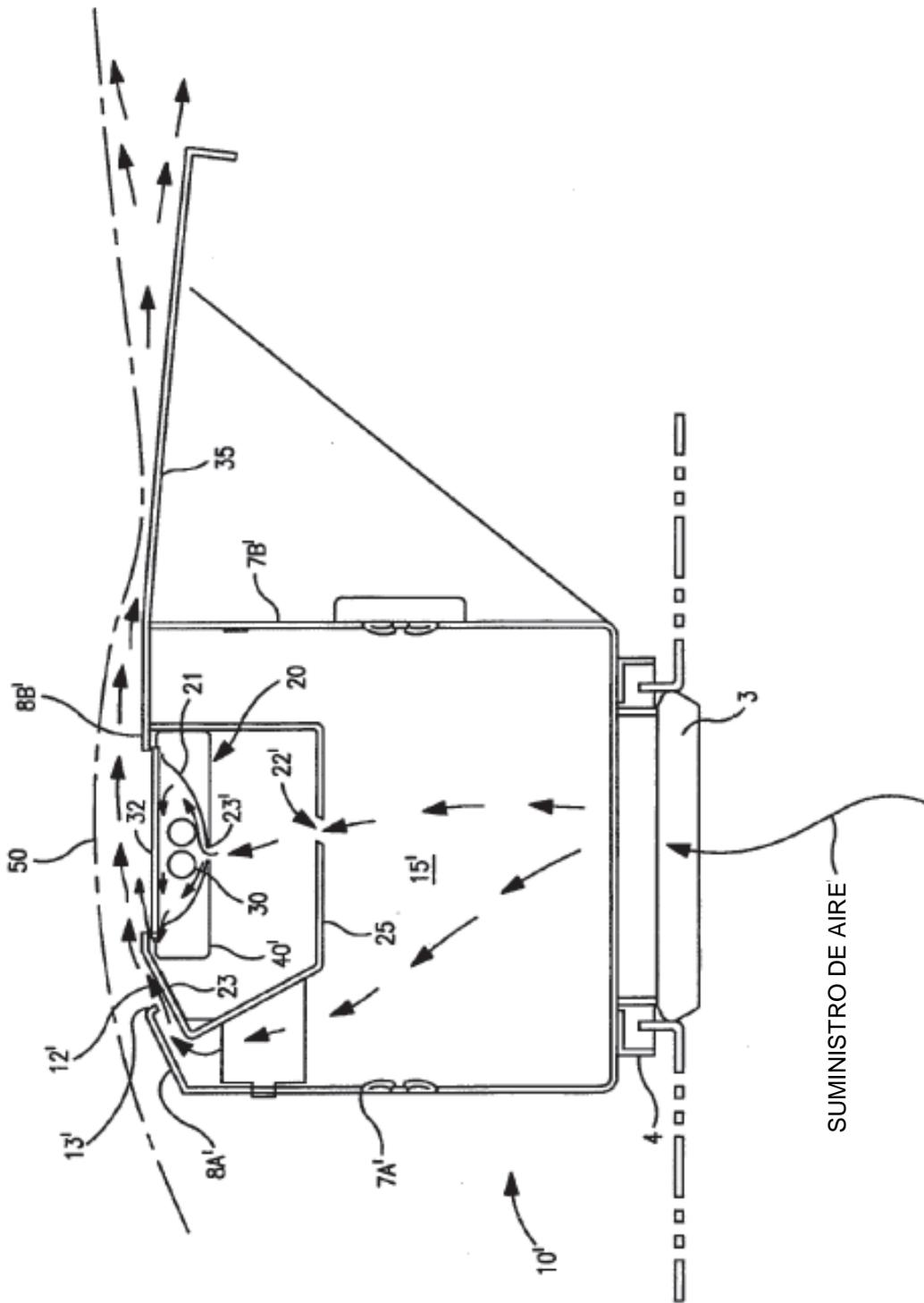


FIG. 4

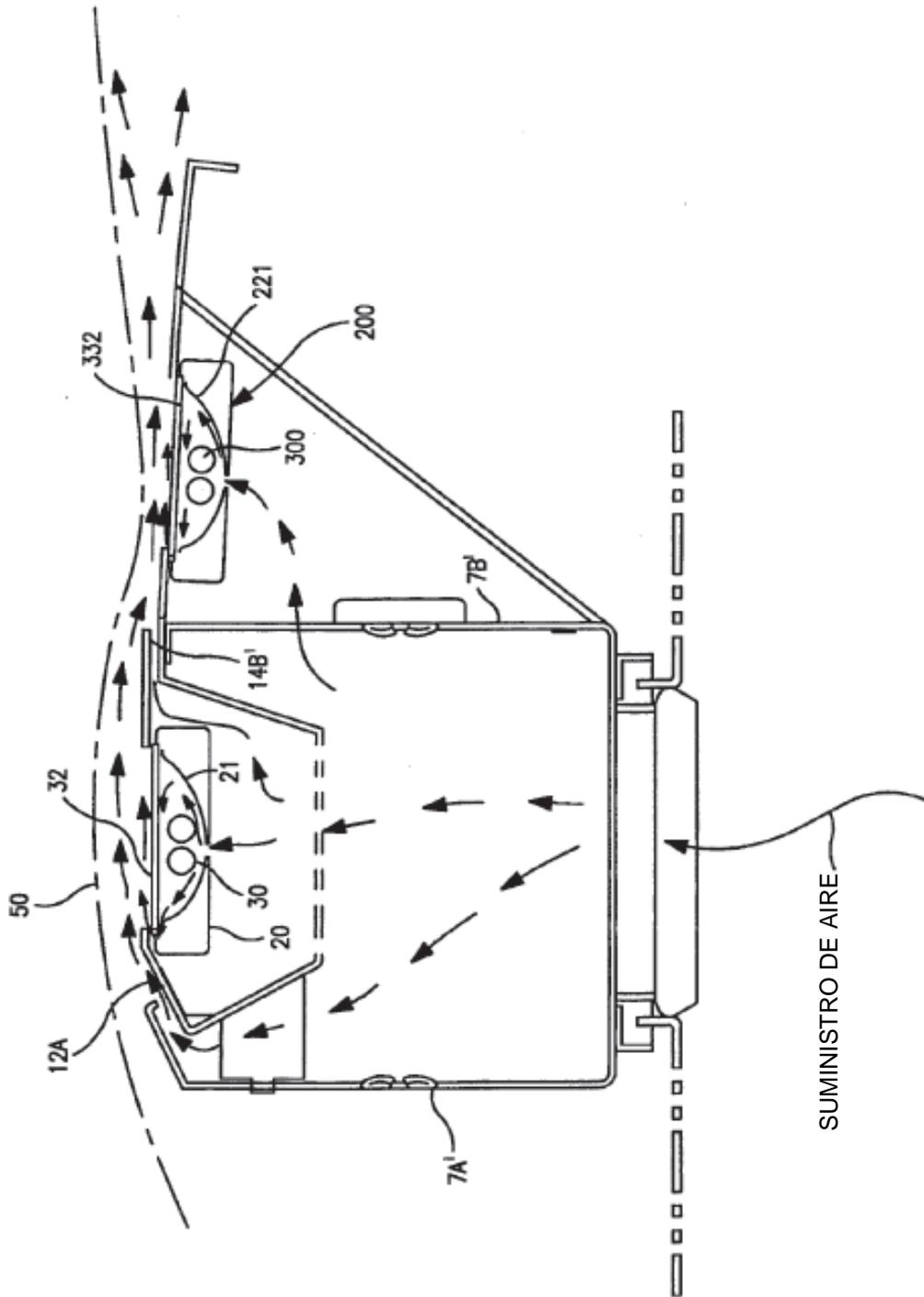


FIG. 5

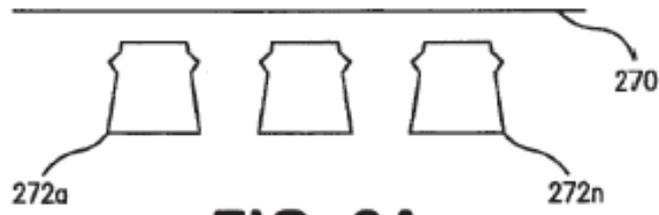


FIG. 6A



FIG. 6B

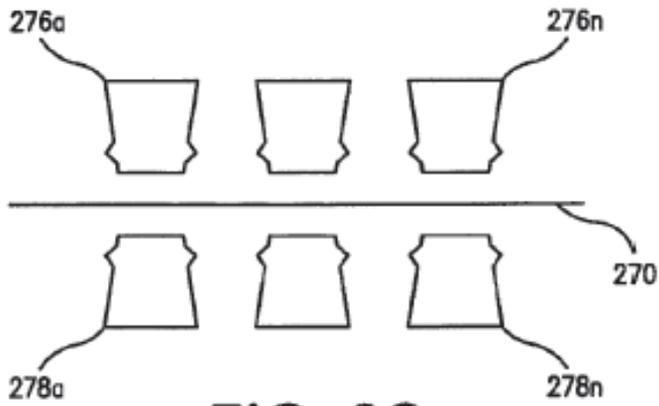


FIG. 6C

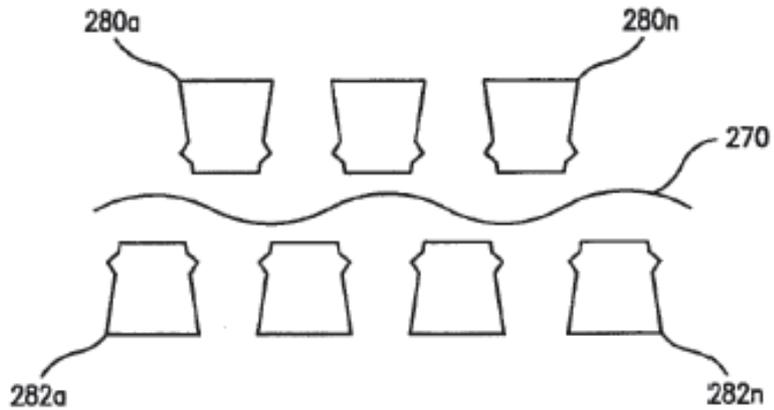


FIG. 6D

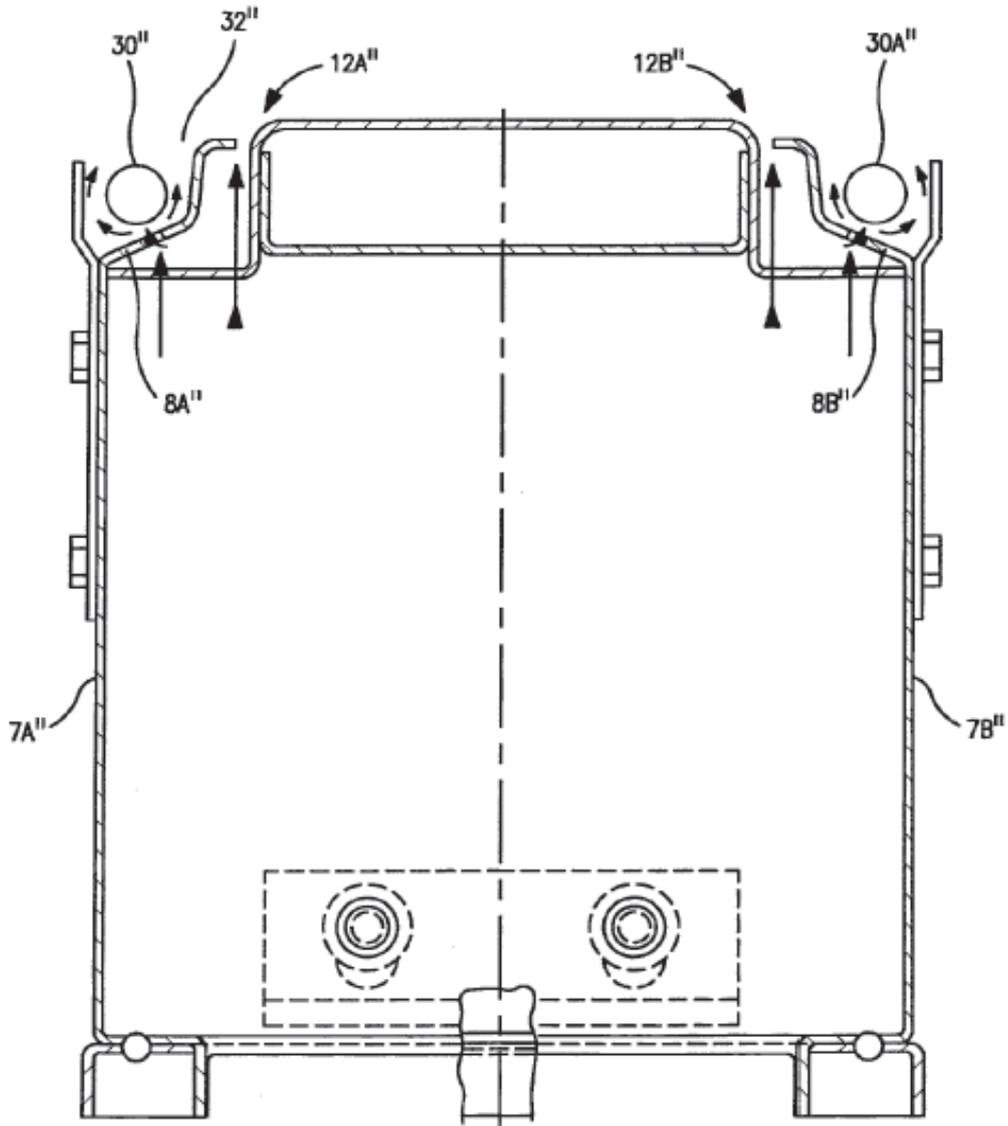


FIG. 7

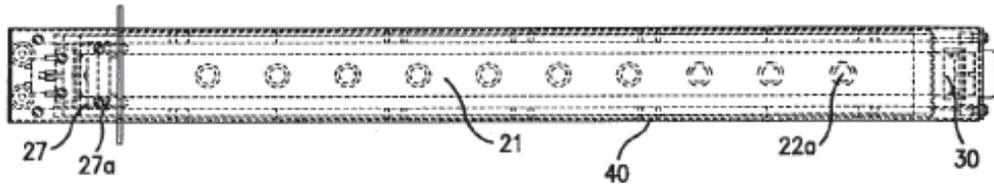


FIG. 8A



FIG. 8B

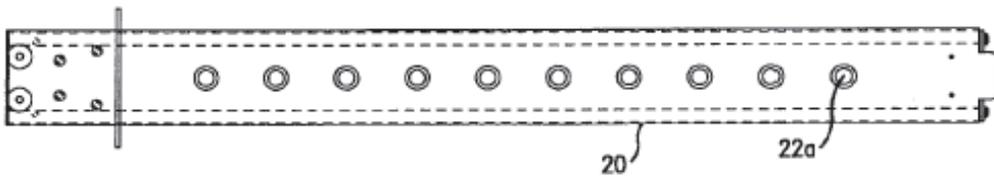


FIG. 8C

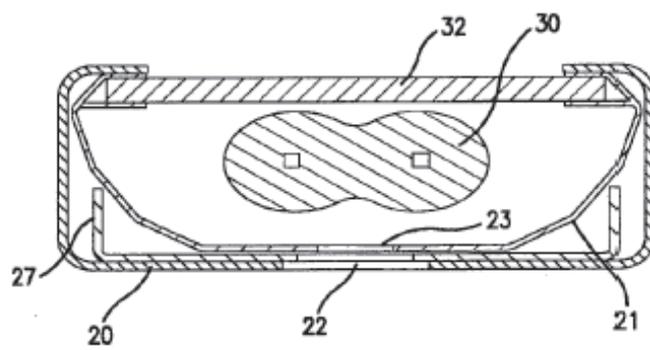
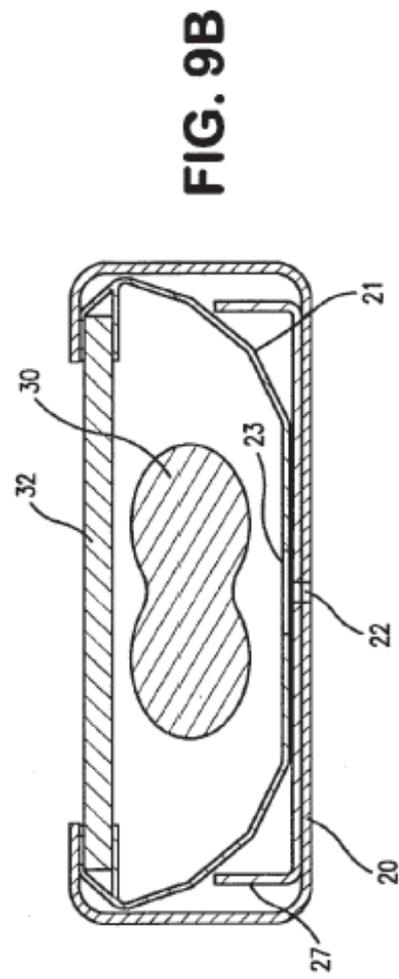
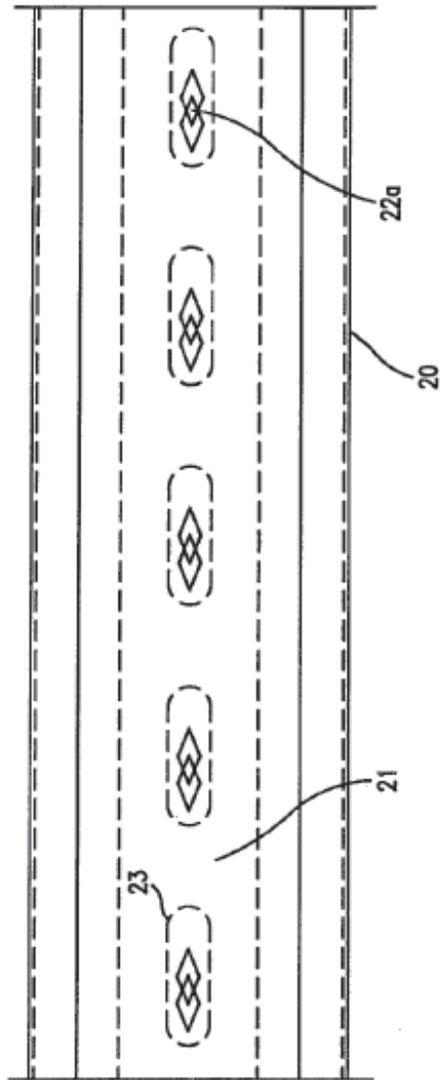


FIG. 8D



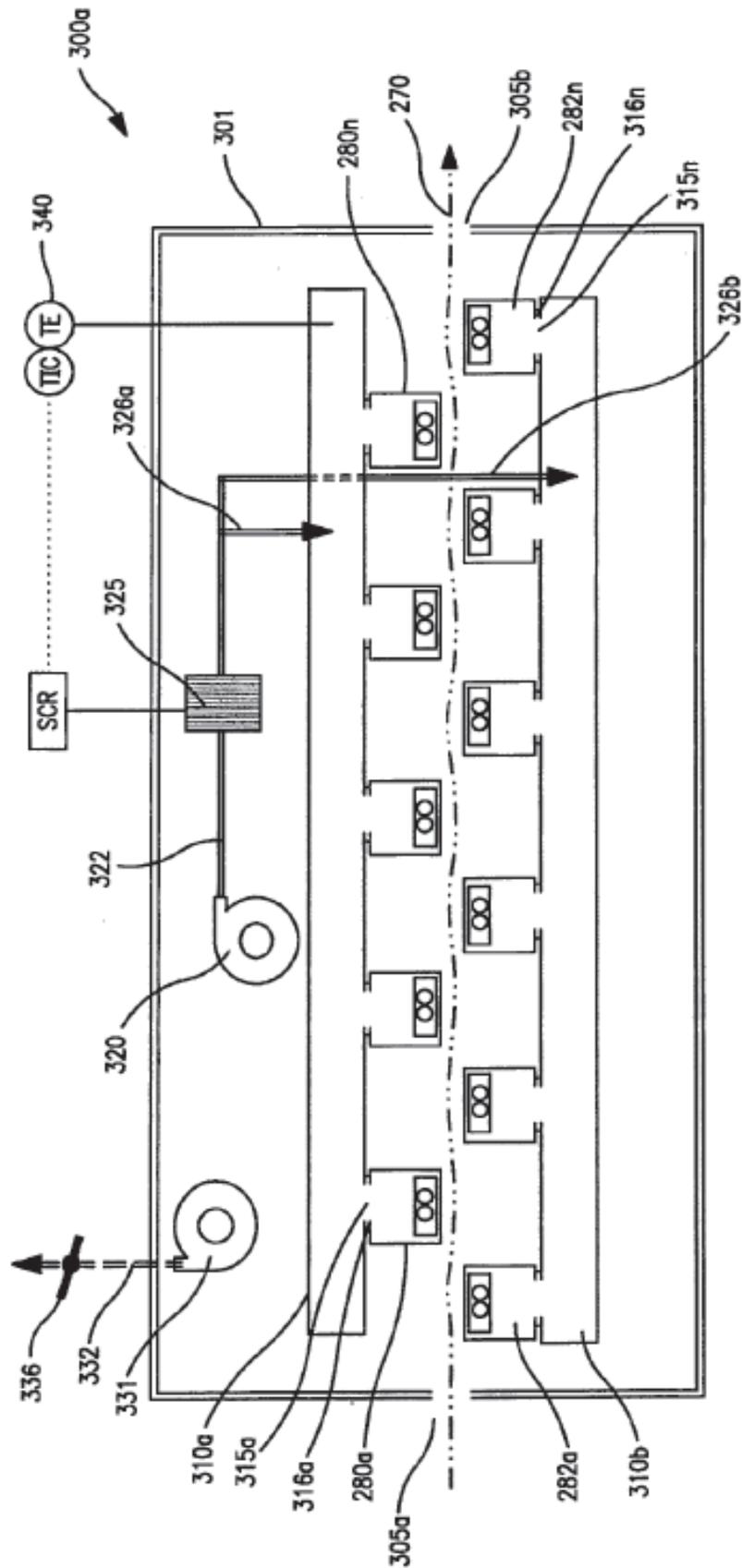


FIG. 10

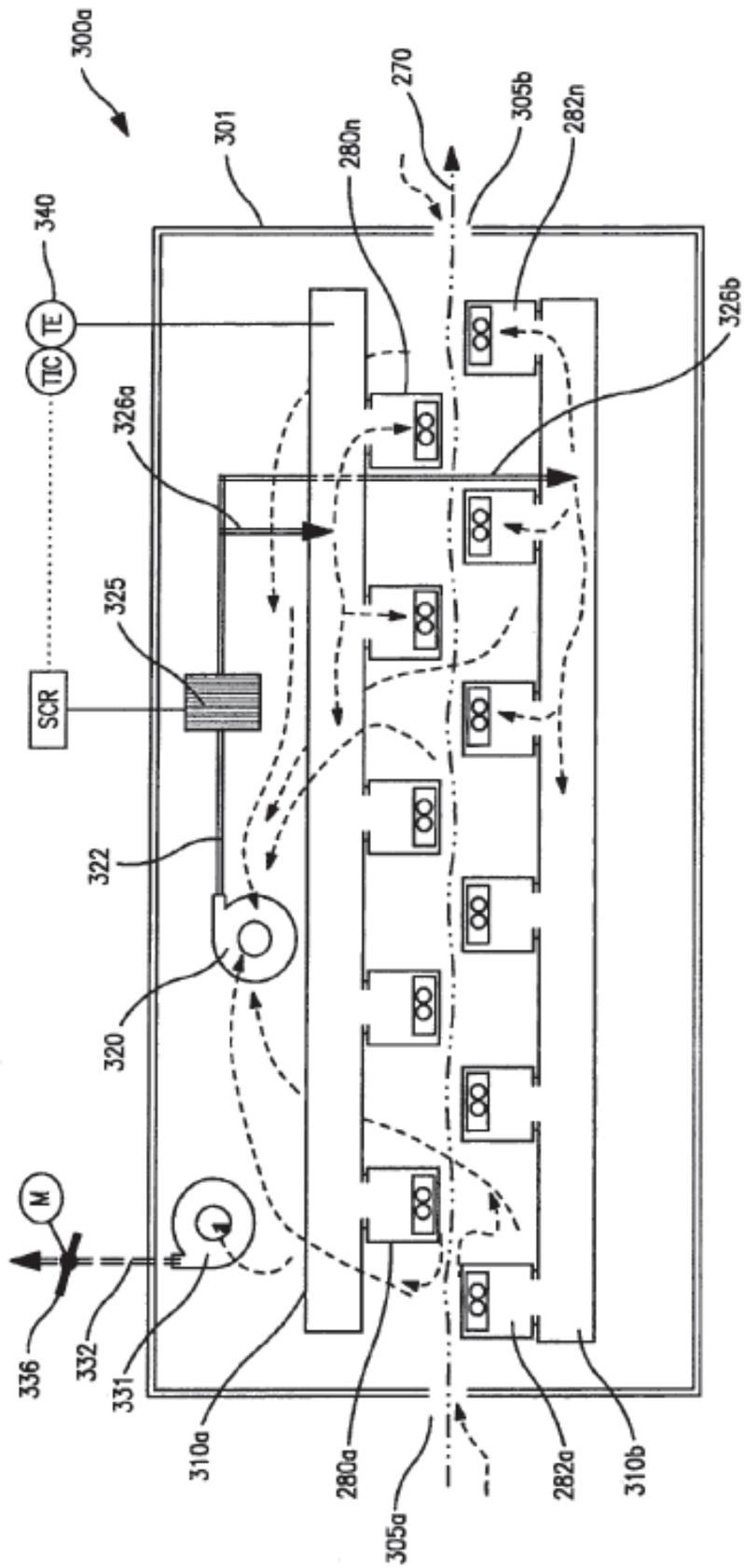


FIG. 11

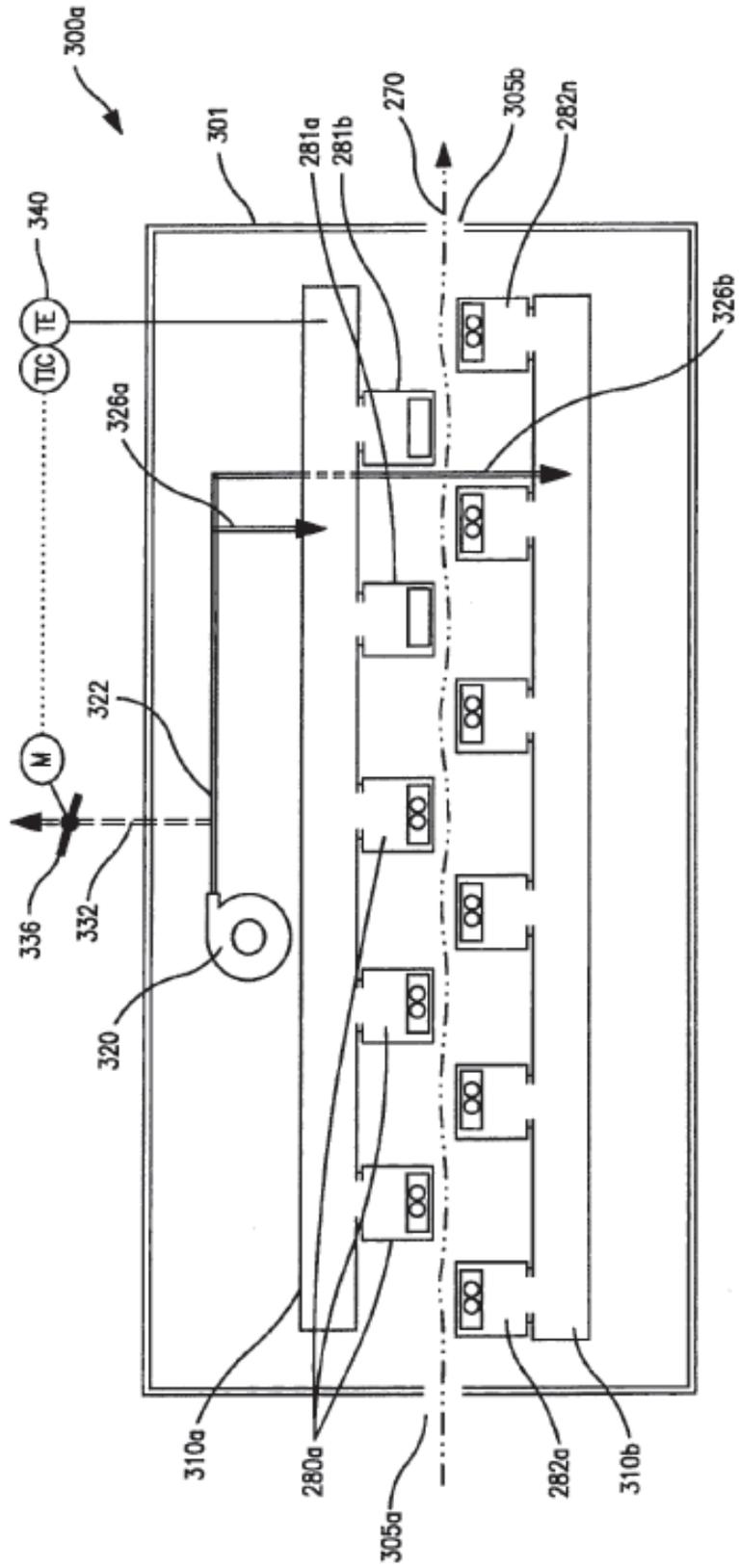


FIG. 12

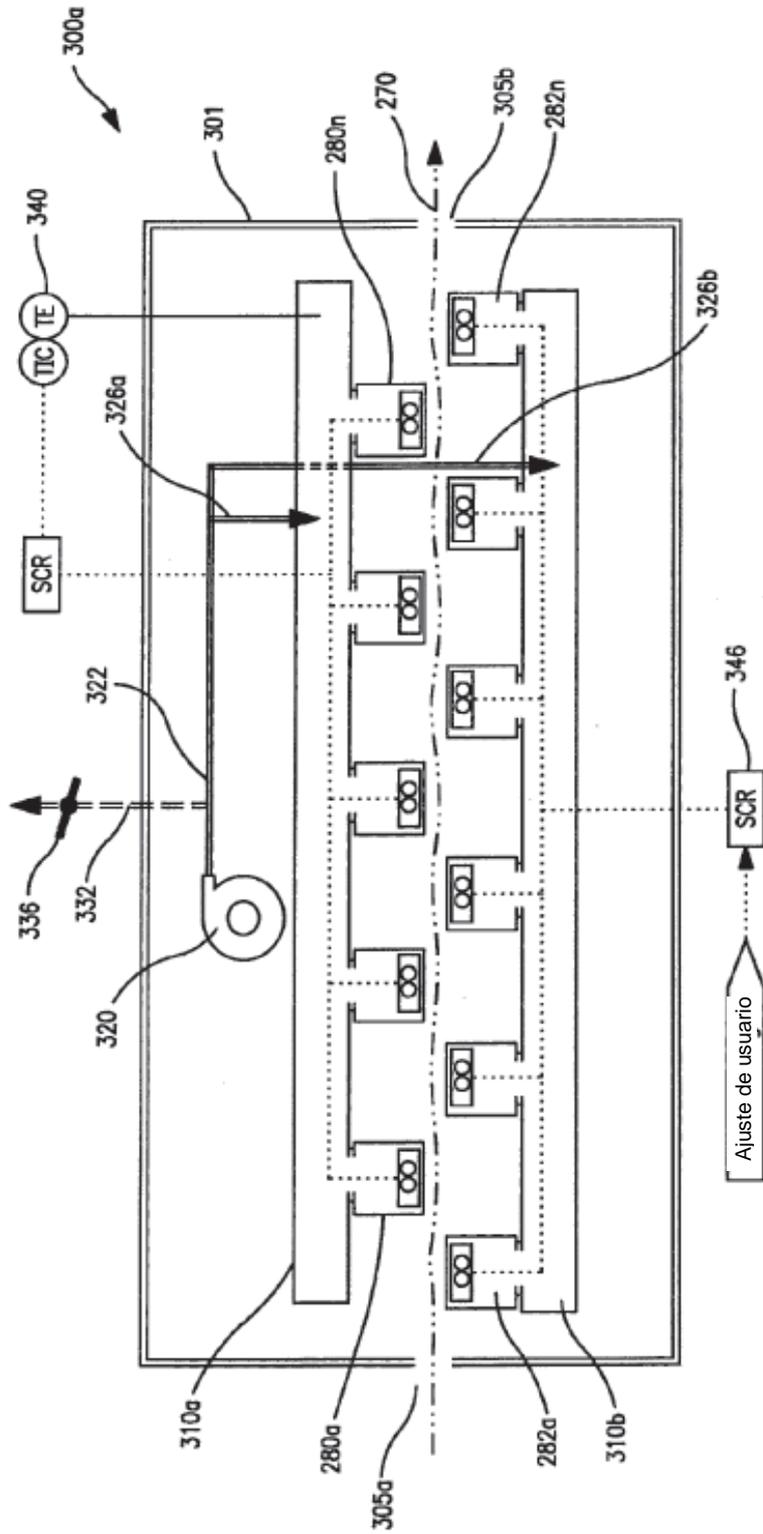


FIG. 13