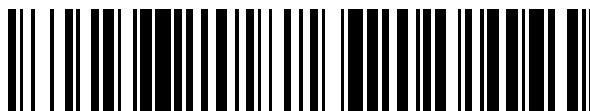


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 604 712**

51 Int. Cl.:

| | |
|-------------------|-----------|
| F28D 19/04 | (2006.01) |
| F28C 3/08 | (2006.01) |
| F24F 3/14 | (2006.01) |
| F24F 6/02 | (2006.01) |
| B01J 19/32 | (2006.01) |
| B21D 53/04 | (2006.01) |
| B21D 13/00 | (2006.01) |
| B23P 15/26 | (2006.01) |

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.11.2012 PCT/NL2012/050830**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **27.06.2013 WO13095105**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.11.2012 E 12824827 (5)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.09.2016 EP 2791608**

54 Título: **Refrigerador vaporizable, refrigerador adiabático o unidad de humidificación y método de fabricación de los mismos**

30 Prioridad:

21.11.2011 NL 2007827

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.03.2017

73 Titular/es:

**OXYCOM BEHEER B.V. (100.0%)
Heesweg 37
8102 HJ Raalte, NL**

72 Inventor/es:

**HAKBIJL, MARK y
REINDERS, JOHANNES ANTONIUS MARIA**

74 Agente/Representante:

TOMAS GIL, Tesifonte Enrique

ES 2 604 712 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

Refrigerador vaporizable, refrigerador adiabático o unidad de humidificación y método de fabricación de los mismos

5 Antecedentes de la invención

1. Campo de la invención

10 [0001] La presente invención se refiere a una matriz de intercambio térmico del tipo que se puede usar como un humidificador adiabático para introducir humedad a un flujo de fluido.
 La invención se refiere además a métodos de fabricación de tales dispositivos.
 Una matriz de este tipo puede operar para proporcionar un enfriamiento adiabático para uso doméstico y también se puede usar para la humidificación en combinación con sistemas de aire acondicionado y calentamiento convencionales.
 15 También se puede usar para eliminar humedad de una corriente de aire en combinación con un desecante adecuado.

2. Descripción de las técnicas relacionadas

20 [0002] Dispositivos de intercambio térmico de una forma u otra están presentes en prácticamente cada dispositivo y proceso.
 El rendimiento de una acción implica invariablemente la liberación de energía en forma de calor.
 Si no se requiere, el calor será liberado a menudo al ambiente por una superficie de conducción de calor apropiada proporcionada, p. ej. con aletas de enfriamiento.
 25 Si la cantidad de calor es excesiva o si se puede emplear para usos útiles, se puede proporcionar un intercambiador de calor específico para transportar el calor fuera, p. ej. a otro sistema.
 El intercambio térmico también se puede producir entre medios diferentes: - gas, líquido y medios sólidos se pueden interconectar en todas las combinaciones, según el rendimiento requerido.

30 [0003] También se conocen los sistemas adiabáticos, que actúan por evaporación de un líquido, normalmente agua, en una corriente de aire.
 Tales sistemas no son intercambiadores de calor en el sentido más estricto, ya que ellos principalmente no provocan que el calor entre o salga del sistema.
 De hecho, sirven meramente para cambiar la temperatura de la corriente de aire mientras aumenta su entalpía solo por el calor adecuado del agua adicionada.
 35 Como el agua se evapora en la corriente de aire, el calor latente de evaporación de este agua se proporciona por el enfriamiento de la corriente de aire.
 Este método de enfriamiento puede ser muy eficaz para aire relativamente caliente, seco.

40 [0004] Se describen refrigeradores adiabáticos convencionales en la US3792841 y la US 5143658.
 Tales dispositivos generalmente comprenden una matriz formada por pilas de placas corrugadas colocadas encima de una a la otra, de manera que las corrugaciones en capas adyacentes son anguladas una con respecto a la otra.
 Las placas se pueden formar de varios materiales pero los materiales orgánicos reforzados de resina o inorgánicos fibrosos son los más comunes.
 45 Las placas se soportan por un alojamiento o bastidor que puede proveer conexiones de entrada y salida para guiar una corriente de aire a través de la pila.
 Una disposición de riego sirve para aplicar continuamente o intermitentemente agua u otro líquido evaporable a las placas.
 En la operación, el aire que se va a enfriar pasa a través de la pila.
 50 Asumiendo que el aire no está completamente saturado, absorberá vapor acuoso desde las placas.
 De este modo, baja la temperatura del aire hacia la denominada temperatura de bulbo húmedo, que es el mínimo teórico.
 Para las condiciones de funcionamiento dadas, la eficiencia de tales dispositivos se puede determinar por la energía de entrada requerida para conducir la corriente de aire a través de la pila.
 55 De hecho, esta es la única energía externa significativa requerida y se determina en gran medida por la resistencia de flujo total de la pila y la velocidad de la corriente de aire.
 Un gran problema con los dispositivos de la técnica precedentes es que para optimizar la eficiencia, estos tienden a hacerse relativamente voluminosos.

60 [0005] Además del enfriamiento adiabático, también se usan dispositivos de construcción similar para humedecer corrientes de aire para otros fines.
 En particular, en sistemas de calefacción integrada, ventilación y aire acondicionado (HVAC) es deseable frecuentemente aumentar la humedad absoluta del aire para fines de comodidad.
 En particular, durante los meses de invierno, los sistemas de calentamiento tienden a provocar que el aire se vuelva relativamente seco.
 65 Esto puede llevar a problemas respiratorios, electricidad estática y otras incomodidades.

Sería deseable una adición de humedad de una manera eficaz sin en aumento del volumen de la instalación HVAC.

[0006] Una distinción importante de los dispositivos anteriores sobre intercambiadores térmicos convencionales es que pueden interactuar con solo un flujo de medios.

5 Esto evita colectores de entrada y salida complejos y generalmente hay una pequeña necesidad de considerar la conductibilidad térmica de la matriz.

El aire convencional para airear intercambiadores térmicos opera en flujo transversal o contraflujo con transferencia de calor que tiene lugar entre canales primarios y canales secundarios, que deben ser sellados uno del otro, p. ej. por paredes de conducción de calor.

10 Una consideración de diseño importante es la manera en la que se consigue un coeficiente de transferencia de calor adecuado para las paredes de conducción.

Otra consideración es cómo se conectan canales entrelazados múltiples a colectores de entrada y salida.

[0007] Otra clase de intercambiadores térmicos es la rueda de recuperación de calor.

15 Tales dispositivos usan medios de intercambio de calor latentes y adecuados en forma de una matriz que proporciona pasajes de aire a través de los que se puede dirigir una corriente de aire utilizando un ventilador o soplador.

Las matrices sostienen un material de desecante que puede absorber la humedad y puede adoptar una variedad de formas, tales como una malla fibrosa o panel.

20 Un tipo de matriz de panel se forma por una pluralidad de capas distanciadas, sustancialmente paralelas de un material de hoja, particularmente, capas alternantes de un material de hoja ondulada y un material de hoja plana.

En este último caso, las corrugaciones son generalmente paralelas y proporcionan una pluralidad de vías de paso que se extienden axialmente que se extienden a lo largo de la profundidad de la rueda.

Tales dispositivos se describen en la US 4769053 y la US 5542968.

25 Se han propuesto materiales diferentes para la construcción matricial incluyendo aluminio y materiales fibrosos.

También se le ha prestado una atención considerable al uso optimizado de los recubrimientos de desecante.

Sin embargo, una desventaja particular de tales ruedas es su volumen total.

30 Esto está relacionado generalmente con el volumen de material requerido para el intercambio térmico eficaz y con la necesidad de un área de paso de flujo eficaz que no conducirá a un descenso de presión significativa y un consumo de alta potencia asociados por parte del ventilador.

[0008] Muchas otras formas de construcción de intercambio térmico se han propuesto en el pasado para varios fines diferentes.

La US 4147210 divulga un intercambiador térmico de pantalla que comprende filtros alternantes y espaciadores.

35 Los filtros se han hecho de un material conductivo, tal como cobre o aluminio en forma de una malla.

[0009] Por lo tanto, sería deseable mejorar en los diseños existentes, no solo en cuanto a volumen matricial para un rendimiento dado, sino también en cuanto a la eficiencia energética de flujo a través del dispositivo.

40 Breve resumen de la invención

[0010] Según la invención, se proporciona una matriz de intercambio térmico que define un canal de flujo y que comprende una pluralidad de hojas planas generalmente que comprende un material de retención de agua, dispuesto en una relación distanciada, sustancialmente paralela, cada hoja define un plano principal que tiene una dirección de flujo y una dirección transversal, donde las hojas comprenden bandas que se extienden en una longitud de banda en dirección transversal y están separadas de cada banda vecina en la dirección de flujo y cada banda está compensada desde el plano principal por una distancia que es diferente de la de su vecina.

45 Se cree que la matriz resultante consigue considerablemente una capacidad de intercambio térmico superior por unidad de volumen y, además, se cree que tiene una eficiencia superior en cuanto a resistencia de flujo en las velocidades de aire, generalmente encontrada en aplicaciones HVAC.

50 En el presente contexto, por relación distanciada se entiende meramente que los planos principales de cada hoja están distanciados uno del otro.

Así, las bandas de hojas adyacentes pueden entrar en contacto una con la otra y pueden ayudar a conseguir la función de espaciado.

55 Además, aunque se hace referencia a hojas planas, se puede entender que estas se refieren a su disposición local y no se destinan a ser limitativas en la forma en general de la matriz, que en el uso se pueden adaptar a cualquier forma apropiada.

Sin embargo, en general, las hojas serán planas al menos en la dirección de flujo y planas o curvadas en la dirección transversal, como se describe a continuación.

60 [0011] Aunque se pueden considerar varias configuraciones y orientaciones de las bandas, sin embargo, en general las bandas se encontrarán generalmente en paralelo a la dirección de flujo.

65 Sin pretender imponer ninguna teoría, se cree que una disposición de todas o la mayor parte de las bandas para estar en la dirección del flujo es ventajosa en la reducción del descenso de presión a través del intercambiador térmico.

[0012] Según la presente invención, la matriz de intercambio térmico puede formar un único canal de flujo. Se entiende que esto significa que, aunque los espaciadores pueden estar presentes, estos no dividen el flujo en corrientes aisladas heméricamente.

5 Además, el canal de flujo definido por la matriz tiene un ancho de flujo en la dirección transversal de al menos una pluralidad de longitudes de banda.

[0013] Aunque se cree que el principio es aplicable a hojas que tienen bandas compensadas para dos posiciones diferentes, se cree que el dispositivo ofrece un rendimiento mejorado cuando las bandas son compensadas desde el plano principal, por lo menos, a cuatro posiciones diferentes.

10 Para que no haya duda, en el presente contexto, la posición de compensación cero también se considera una posición que representa una banda que se encuentra en el plano principal de la hoja.

Se cree que la provisión de bandas compensadas para una pluralidad de posiciones es particularmente ventajosa en el caso del enfriamiento por evaporación.

15 Como se discutirá con mayor detalle debajo, se cree que la provisión de bandas en una pluralidad de posiciones de compensación reduce el desarrollo de una capa límite laminar dentro de una corriente de aire que fluye pasando las bandas.

Al reducir tal capa, se consigue una mejor absorción de agua de las superficies de las bandas y esta sucesivamente lleva a un enfriamiento por evaporación más eficaz.

20 [0014] Preferiblemente, las bandas son compensadas para posiciones por encima y por debajo del plano principal que permiten una distribución equilibrada de material.

Esto puede ser de importancia en un procedimiento de fabricación en la reducción de distorsión.

En este contexto también, se ha descubierto que es conveniente que las bandas puedan ser parcialmente compensadas para una primera posición y parcialmente compensadas para una segunda posición.

25 De esta manera, las longitudes de las bandas en una fila de bandas dada se pueden confeccionar para que todas sean iguales unas de las otras.

En este contexto, se puede hacer una distinción entre la longitud y la longitud absoluta de una banda.

La longitud absoluta de una banda se mide como la distancia a lo largo del contorno de la banda entre los puntos en los que la banda se conecta con la hoja.

30 La longitud puede ser la distancia directa entre estos dos puntos.

En una forma de realización preferida, la longitud de cada banda es alrededor de 10 mm mientras que la longitud absoluta puede ser alrededor de 12 mm.

Formando cada una de las aletas con la misma longitud absoluta, se pueden evitar, al menos parcialmente, las distorsiones en la placa debido a la formación de las aletas en la placa.

35 [0015] Para optimizar las características de fluidez, cada banda está preferiblemente distanciada en la dirección de flujo de una banda posterior con la misma compensación de al menos tres veces el ancho de banda, más preferiblemente, al menos cinco veces este ancho.

40 No pretendiendo imponer ninguna teoría, se cree que el flujo se interrumpe reiteradamente por cada banda y la longitud limitada de la banda en la dirección de flujo limita el desarrollo de la capa límite.

De acuerdo con esta teoría, las bandas están dispuestas en la matriz y cada banda tiene una posición elegida cuidadosamente con respecto a sus vecinas.

La posición de cada banda en la matriz se elige teniendo en cuenta las consideraciones siguientes.

45 [0016] Se cree que como un flujo de medios, por ejemplo gas, pasa sobre una banda, una capa límite se crea gradualmente en el flujo en la superficie de la banda, esto crea lo que se conoce como flujo laminar.

Ya que la velocidad dentro de esta capa límite es menor que fuera, actúa como un capa aislante que reduce una transferencia térmica entre el cuerpo principal de los medios y la banda.

El resultado es una reducción en transferencia térmica, ya que el medio fluye a lo largo de la longitud de la banda.

50 En el caso de un refrigerador vaporizable, se cree que esta capa límite produce una capa de aire con alta humedad sobre la superficie de banda.

Esta capa tiene una capacidad reducida para absorber agua debido a su alta humedad.

También previene el aire menos húmedo del cuerpo principal de la corriente de aire que alcanza la superficie de banda para otra absorción de agua.

55 Puede tratarse del mismo caso a la inversa para ruedas de recuperación de calor y dispositivos de ese tipo.

En este caso, la capa límite puede prevenir la humedad en el flujo de aire que entra en buen contacto con el material matricial y su recubrimiento de desecante.

Por lo tanto, la presencia de tal capa límite es desventajosa porque reduce la absorción de agua en refrigeradores vaporizables y previene la adsorción de humedad en los dispositivos de desecante.

60 [0017] Para reducir el desarrollo de flujo laminar en el intercambiador térmico, debido a la creación de una capa límite en las superficies de banda, las bandas están limitadas en longitud en la dirección de flujo.

En teoría, la banda no debería ser más larga que la longitud requerida para una capa límite para crecer a su grosor completo en la superficie de banda.

65 Una vez el aire o flujo de medios esté más allá de la banda, el flujo laminar vuelve gradualmente a régimen turbulento.

Tomando esto en consideración, las bandas que están en fila en la dirección de flujo se distancian adecuadamente, de manera que cuando los medios alcancen el borde delantero de una banda aguas abajo, el flujo laminar creado por una banda aguas arriba volverá suficientemente a flujo turbulento, de modo que se puede producir nuevamente una buena transferencia térmica.

5 Asimismo, esta banda aguas abajo está limitada en longitud en la dirección de flujo y está suficientemente distanciada de otra banda aguas abajo, de modo que el flujo turbulento se restablece antes de que los medios alcancen la siguiente banda aguas abajo.

De esta manera, el flujo de aislamiento laminar se evita suficientemente y se obtiene una buena transferencia térmica entre los medios y bandas y/o se consigue una buena absorción de agua de la superficie de banda.

10 Según una forma preferida de la invención, las bandas tienen un ancho de entre 1 mm y 5 mm, preferiblemente entre 1,5 mm y 3,0 mm.

En una forma de realización, las bandas tienen un ancho de aproximadamente 2,0 mm.

En general, todas las bandas serán del mismo ancho aunque este no tiene que ser el caso y se pueden usar bandas de anchos variables, p. ej. en zonas diferentes de la matriz.

15 [0018] Según otra forma de realización preferida, la separación, que es la distancia entre el borde frontal de una banda y el borde frontal de una banda que sigue inmediatamente en la dirección de flujo es al menos tres veces el ancho de banda.

Más preferiblemente, esta puede ser de al menos cinco anchos de banda.

20 [0019] Además de la consideración anterior, las bandas más cercanas en una hoja adyacente deberían estar suficientemente distanciadas para evitar una interferencia excesiva entre las capas límites de estas bandas más cercanas.

25 Utilizando estas consideraciones, una matriz de hojas con bandas se puede apilar unida, por lo cual las filas de bandas están suficientemente distanciadas en la dirección de flujo para evitar un flujo laminar y las bandas más cercanas en capas adyacentes están suficientemente distanciadas en la dirección perpendicular a la dirección de flujo para evitar una interferencia de capa límite excesiva.

30 [0020] En una forma de realización de la matriz, una pluralidad de espaciadores se pueden situar entre hojas adyacentes para mantener su relación distanciada.

Los espaciadores también pueden proporcionar una funcionalidad adicional, tal como rigidez, fijación mutua de las capas, separación en los canales de flujo o regiones y suministro de líquido.

Sin embargo, según un aspecto importante de la invención, las hojas se pueden apilar o enrollar unidas sin el uso de espaciadores.

35 En este caso, la compensación de las bandas individuales puede ser suficiente para mantener las hojas aparte.

[0021] En otra forma de realización de la invención, las bandas están dispuestas en una pluralidad de filas que se extiende en la dirección de flujo, cada fila está separada de una fila adyacente por una zona libre de banda.

40 La zona libre de banda puede asegurar un grado de estabilidad de la hoja en la medida en que esta define una pieza continua de hoja que no está cortada ni deformada de otro modo.

La zona libre de banda también puede servir como una ubicación para espaciadores.

[0022] Según un aspecto importante de la invención, las bandas están provistas de una superficie de retención de agua, preferiblemente, en ambas superficies de las mismas.

45 Los elementos de retención de agua, como parte de la superficie de banda, tal como una superficie endurecida, se pueden conseguir por el grabado o tratamiento de superficie similar de las bandas para hacerlas de naturaleza más hidrofílicas.

50 [0023] La superficie de retención de agua puede ser alternativamente una capa separada que, por ejemplo, está recubierta o adherida sobre las bandas.

En este aspecto, las bandas para uso de humidificación o enfriamiento adiabático se pueden distinguir de aquellas usadas en el enfriamiento por evaporación indirecto.

En este último caso, se creyó generalmente necesario tener ciertas áreas de la superficie de intercambio térmico libres de cualquier revestimiento para facilitar la transferencia de calor directo.

55 En el caso anterior, se puede preferir una cobertura completa de las bandas.

En el pasado, se ha descubierto que los materiales cementantes tales como cemento Portland son altamente deseables para su uso como capas de retención de agua.

Alternativamente, se pueden utilizar materiales fibrosos.

60 [0024] En una forma de realización preferida, está provista una superficie de retención de agua flexible en la hoja en forma de un laminado.

Proporcionando una superficie de retención de agua flexible, las propiedades deseadas como la distribución espacial de la superficie de retención de líquido se pueden impartir a la hoja antes de la formación.

Luego las bandas pueden estar convenientemente formadas en la forma deseada.

65 En una forma de realización deseable, la superficie de retención de agua tiene una estructura abierta de manera que en el uso, un medio de intercambio térmico puede contactar directamente con la superficie de banda a través de la

estructura abierta de la capa de retención de agua.

De este modo, está mejorada la capacidad del intercambiador térmico para transferir tanto calor térmico y calor latente a un medio fluido, fluyendo sobre este.

5 La estructura abierta puede comprender espacios entre las fibras de un material fibroso que forma la superficie de retención de agua.

Tal material fibroso puede ser una capa tejida o no-tejida que tiene una estructura abierta.

[0025] El material fibroso se puede unir a la hoja o bandas por adhesivos u otros métodos similares.

10 Preferiblemente, el adhesivo y el material fibroso debería ser de manera que la delaminación no se produjera en la formación de la hoja en una forma deseada.

Donde se usa el adhesivo, el adhesivo se puede elegir para mejorar las propiedades de la banda o el capa de retención de agua.

Así el adhesivo se puede elegir por tener propiedades de retención de agua o propiedades de conducción de calor o ambas y así se puede considerar que forma parte de cualquiera de estas capas.

15 [0026] Una forma de realización preferida de la invención tiene una superficie de retención de agua que comprende material que ha sido impreso, pulverizado o transferido sobre las bandas.

Este material impreso puede ser hidrofílico para retener el agua o se puede proporcionar en un modelo que actúa para retener agua por tensión superficial o acción capilar.

20 Tal modelo puede por ejemplo comprender regiones aisladas de material, las regiones aisladas se distancian por una distancia que permite la retención de agua mientras se dejan partes de la banda subyacente abiertas al flujo de aire.

En lugar de o además de regiones aisladas de material, también se pueden proporcionar regiones entrelazadas que proporcionan la retención de agua deseada.

25 La impresión de un material sobre las superficies de banda se puede producir por la impresión de inyección de tinta.

[0027] Según una forma de realización particular de la invención, la hoja comprende una capa de aluminio.

De hecho, la hoja puede ser predominantemente de aluminio p. ej. cubierta con capas de retención de agua en ambas de sus superficies.

30 La hoja puede tener un grosor de entre 50 y 300 micras, preferiblemente entre 75 y 150 micras.

Para una hoja basada de aluminio, se ha descubierto un grosor de material de aluminio de alrededor de 70 micras suficiente para proporcionar fuerza óptima y estabilidad a las bandas.

Si el aluminio se usa, puede estar preferiblemente recubierto con lacas adecuadas para prevenir la corrosión.

35 Se entiende que aunque el aluminio ofrece ventajas en cuanto a producción, este puede no ser requerido necesariamente para fines de conducción del calor.

Por ejemplo, también se pueden emplear otros materiales para formar la matriz, en particular, plásticos y materiales no metálicos.

40 [0028] De la forma más preferible, la matriz de intercambio térmico, según la invención, comprende una pluralidad de hojas de dimensiones similares apilada unida para formar un bloque como estructura.

Alternativamente, puede comprender una o más hojas enrolladas juntas para formar una estructura cilíndrica o anular.

45 La forma exacta dependerá del uso destinado y de la fabricación de consideraciones, sin embargo, se ha descubierto que una dimensión en la dirección de flujo de alrededor de 100 mm es suficiente para la mayoría de HVAC.

Además, la densidad de las hojas se puede establecer de manera que se consigue un área de superficie total de la matriz de entre $500 \text{ m}^2/\text{m}^3$ y $800 \text{ m}^2/\text{m}^3$, preferiblemente ronda los $650 \text{ m}^2/\text{m}^3$.

50 En esta construcción preferida, el espaciado entre hojas adyacentes es alrededor de 2,0 mm, pero este puede ser generalmente entre 1 mm y 5 mm, preferiblemente entre 1,5 mm y 3,0 mm.

[0029] La invención también se refiere a una hoja de intercambio térmico para la formación de tal matriz.

La hoja comprende bandas que cada una se extiende en una longitud de banda en la dirección transversal y están separadas de cada banda vecina en la dirección de flujo, por lo cual cada banda está compensada desde el plano principal por una distancia que es diferente de la de su vecina.

55 Se ha descubierto que tal hoja es altamente versátil en la formación de matrices de intercambio térmico en varias formas y configuraciones.

[0030] La invención se refiere además a un método de fabricación de tal matriz de intercambio térmico u hoja, que comprende: proporcionar un suministro de material de hoja con primeras y segundas superficies de retención de agua; pasar el material de hoja a través de una estación de corte para cortar la hoja para formar una pluralidad de bandas, cada banda tiene una longitud de banda que define una dirección transversal y cada banda está separada por el corte de cada banda vecina en una dirección de flujo; y pasar la hoja de corte a través de una estación de formación para compensar cada banda a partir de un plano principal de la hoja por una distancia que es diferente de la de su vecina.

65 [0031] El método es particularmente aplicable para una hoja de aluminio anillado blando que muestra la estabilidad

necesaria y fuerza, y se puede cortar fácilmente y formar de la manera descrita.

Preferiblemente, la hoja tiene un grosor de entre 50 y 300 micras, preferiblemente entre 75 y 150 micras, incluyendo cualquier recubrimiento o provisiones de retención de agua.

5 [0032] Según el método inventivo, la hoja se alimenta en la dirección transversal a través de rodillos que se incorporan en la estación de corte y la estación de fonnación.

Luego, la hoja trabajada se puede fonnar en una matriz separando secciones de hoja y apilando las secciones para formar una pila con capas múltiples.

Alternativamente, la hoja se puede enrollar para fonnar un rollo con capas múltiples.

10 Se pueden insertar espaciadores según sea necesario entre las capas múltiples para mantener sus espaciamentos respectivos o de otro modo mejorar la estabilidad.

[0033] Según otro aspecto adicional de la invención, un refrigerador vaporizable, refrigerador adiabático o unidad de humidificación puede comprender tal matriz de intercambio térmico como se ha descrito anteriormente, retenida en un alojamiento con al menos una entrada de aire, una salida de aire y una disposición ventiladora para dirigir aire a través de la matriz en la dirección de flujo.

Adicionalmente, puede haber proporcionada una fuente de agua para la humidificación de la matriz.

El dispositivo también se puede usar para la depuración del aire o de otro modo la eliminación de olores, polvo y otras sustancias indeseables de un flujo de aire.

20 En una forma preferida, realizado como un refrigerador adiabático que comprende una fuente de agua para la humidificación de la matriz, las bandas se extienden generalmente en vertical y el canal de flujo se extiende generalmente horizontalmente, la fuente de agua está dispuesta para suministrar agua a un lado superior de la pluralidad de hojas, de manera que el agua puede fluir hacia abajo a lo largo de las bandas.

Tal configuración permite una distribución óptima del agua abajo y a través de la matriz.

25 En particular, en esta configuración, los espaciadores proporcionados para mantener una distancia entre hojas adyacentes no debería extenderse en la dirección de flujo ya que esto impediría el flujo descendente de agua.

Preferiblemente, se proporciona un espaciado por puntos pequeños o gotas de adhesivo o un polímero adecuado entre hojas adyacentes.

Los puntos pueden tener una dimensión máxima de alrededor de 1 cm.

30 [0034] Según un aspecto alternativo, una rueda de recuperación de calor puede comprender tal matriz de intercambio térmico en forma de una hoja laminada, la rueda tiene un eje alineado con la dirección de flujo y, además, comprende una disposición ventiladora para pasar el flujo de aire en la dirección axial a través de la matriz, por lo cual las bandas están provistas en su superficie por un material de desecante.

35 En este contexto, cabe señalar que un material de desecante es diferente de un material que es solo de retención de agua en la medida que puede retener agua mediante mecanismos higroscópicos o químicos adicionales.

Por lo tanto, se puede hacer una distinción con materiales no desecantes de retención de agua que retengan agua meramente por fenómenos de tensión superficial o física.

40 Breve descripción de los dibujos

[0035] Las características y ventajas de la invención se apreciarán en referencia a los dibujos siguientes de un número de formas de realización ejemplares, donde:

La Figura 1 muestra un humidificador adiabático convencional;

45 La Figura 2 muestra una vista de primer plano de parte del dispositivo de la figura 1;

La Figura 3 muestra una porción de una matriz de intercambio térmico, según la presente invención;

La Figura 3A muestra una vista detallada de parte de la matriz de la figura 3;

La Figura 3B muestra una vista en corte transversal tomada en la posición IIIb en la Fig. 3A;

50 La Figura 4 muestra una hoja según una segunda forma de realización de la invención;

La Figura 4A muestra una vista parcial de la hoja de la figura 4 tomada en la dirección de la flecha A;

La Figura 5 muestra una forma de realización de la invención en forma de una rueda de recuperación de calor;

La Figura 5A muestra una vista parcial de la matriz de la figura 5;

La Figura 6 muestra una forma de realización de la invención como un elemento de refrigerador adiabático; y

55 La Figura 6A muestra una vista parcial de la matriz de la figura 6.

Descripción de formas de realización ilustrativas

60 [0036] Fig. 1 muestra una disposición de un humidificador adiabático convencional 1 dispuesto para introducir humedad en una corriente de aire S. El humidificador comprende una matriz de intercambio térmico 2 soportada por una fonnación de alojamiento 4 que fonn una entrada 6 y una salida 8 para la corriente de aire S. Además, se proporciona un controlador 10, un suministro de agua 12 y un ventilador 14.

[0037] Fig. 2 muestra un primer plano de una sección de la matriz de intercambio térmico 2.

65 Comprende una pluralidad de capas 20 de material corrugado que comprende fibras de celulosa impregnadas de resina.

Los capas 20 están apiladas unidas, por lo cual las corrugaciones 22 en capas adyacentes cruzan una a otra a unos

pasajes de flujo que forman el ángulo 24.
La separación de las corrugaciones es alrededor de 25 mm.

5 [0038] Un humidificador 1 como se muestra en la Fig. 1 y Fig. 2 se puede utilizar para refrescar relativamente, calentar aire para cerrar a su temperatura de bulbo húmedo.
En el uso, la corriente de aire S que va a ser enfriada se suministra a la entrada 6.
En esta fase, el aire puede tener una temperatura T1 y tener baja humedad relativa RH1.
Se suministra agua a la matriz 2 por el suministro de agua 12 causando que el material fibroso de las capas 20 se llene de humedad.
10 Como la corriente de aire S pasa a través de los pasajes de flujo 24, esta arrastra humedad desde las superficies de las capas 20 que se evapora en la corriente de aire S. De este modo, la temperatura del aire se reduce y, por consiguiente, su humedad relativa aumenta.
La corriente de aire sale de la matriz 2 con una temperatura T2 y una humedad relativa RH2.
15 Si se evapora suficiente vapor acuoso, el aire llegará a su temperatura de bulbo húmedo y estará completamente saturado con una humedad relativa de 100 %.
Aunque no se muestra, un eliminador de gotita se puede situar aguas abajo de la matriz 2 para eliminar gotitas de agua finas que pueden de otro modo ser arrastradas por la corriente de aire S.

20 [0039] Humidificadores convencionales como se han descrito anteriormente son relativamente voluminosos.
Para conseguir una humidificación máxima, la longitud en la dirección de flujo es generalmente entre 200 mm y 300 mm, dependiendo de las condiciones típicas de humedad de aire de entrada.
El área frontal requerida es dependiente de la capacidad deseada y requiere alrededor de 0,14 m² por cada 1000 m³/h.

25 [0040] Fig. 3 muestra una porción de una matriz de intercambio térmico 30, según la presente invención.
La matriz comprende una primera hoja 32 y una segunda hoja 34.
Las hojas 32, 34 definen cada una un plano principal P con una dirección de flujo F y una dirección transversal T.
Por la descripción siguiente, una región de borde no deformado de las hojas se tomará como el nivel de referencia para el plano principal P. Cada hoja se divide en bandas 36 que están parcialmente separadas desde las hojas 32,
30 34 por cortes 38 y que están compensadas desde el plano principal por una distancia de compensación d.

[0041] En la forma de realización de la figura 3, las bandas 36 se sitúan en una pluralidad de filas 40 alineadas en la dirección de flujo F.
Las bandas consecutivas en una fila 40 se designan como 36a, 36b y 36c.
35 Fig. 3A muestra una vista de la matriz 30 de la figura 3, tomada en la dirección A.
Como se puede ver, las bandas 36 están compensadas para tres posiciones diferentes, es decir, la posición cero (ubicada en el plano P) y a una distancia d1 sobre el plano y una distancia d2 por debajo del plano.
Así, cada banda 36 está separada de una banda vecina en la dirección de flujo F y compensada desde el plano principal P por una distancia que es diferente de la de su vecina.

40 [0042] Entre cada fila 40, se localiza una zona libre de banda 42 que también está en el nivel del plano principal P.
Los espaciadores 44 se sitúan en las zonas libres de banda 42, en este caso, en el centro y en los bordes de la matriz.
Los espaciadores 44 sirven para mantener las hojas 32 y 34 a una distancia unas de otras.
45 En la presente forma de realización, la distancia d1 es 2,0 mm como es la distancia d2.
La separación de las hojas 32, 34 es 6,0 mm.
Además, el ancho w de cada banda 36 medida en la dirección de flujo F es 2,0 mm y la longitud l de las bandas 36 es 10 mm.

50 [0043] Fig. 3B muestra una vista en corte transversal del material de la hoja 32 tomada en la posición B en la Fig. 3.
Aunque la hoja 32 está descrita, se entiende que la hoja 34 es idéntica sustancialmente.
La hoja 32 comprende una capa primaria 46 de aluminio anillado blando con un grosor de 70 micras.
En cada superficie, la capa primaria 48 está recubierta con una capa protectora 50 de cebador de PVC o similar.
55 La capa protectora 50 también es termosellable y puede utilizarse para unir partes de hoja juntas o para otros elementos durante la construcción, si se requiere.
El capa más exterior en ambas superficies de la hoja 32 es una capa de retención de agua 52.
Cabe destacar que el grosor de estas capas se muestra esquemáticamente y, de hecho, puede variar considerablemente de forma relativa uno con respecto a otro..

60 [0044] Un factor importante para la operación eficaz de un refrigerador vaporizable es la naturaleza de la capa de retención de agua 52.
Aunque se hace referencia a una capa de retención de agua, se entiende claramente que la capa, de hecho, es una capa de retención y de liberación de agua, sin unirla químicamente.
Un requisito de tal capa es que esta deja fácilmente su agua, de manera que se encuentra una resistencia mínima para la evaporación.
65 También es importante que esta debería distribuir agua rápidamente y eficazmente a todas las superficies

pertinentes.

Así, debería ser hidrofílica sin ser higroscópica, preferiblemente, manteniendo el agua principalmente por efectos de tensión superficial.

- 5 [0045] En la presente forma de realización, la capa de retención de agua 52 se forma a partir de un material fibroso. Un material ejemplar para la formación de la capa de retención de agua 30 es una mezcla 20g/m² poliéster/viscosa 50/50, disponible de Lantor B.V. en los Países Bajos. Otro material ejemplar es una fibra de poliéster recubierta de 30g/m² de poliamida disponible bajo el nombre de Colback™ de Colbond N.V. en los Países Bajos.
- 10 También se pueden usar, otros materiales que tienen propiedades similares incluyendo fibras sintéticas y naturales, tales como lana. Donde sea necesario, la capa de retención de agua 52 puede estar recubierta o tratada de otro modo para proporcionar propiedades anti bacterianas u otras propiedades anti contaminación.
- 15 [0046] La capa de retención de agua 52 está fijada mediante adhesivo a la capa protectora 50, utilizando una capa 2 de micra de adhesivo de poliuretano de dos componentes. El laminado resultante se ha descubierto que es ideal para los fines de fabricación, ya que este se puede formar y cortar en la forma deseada en un proceso continuo sin una delaminación sustancial. También se pueden usar otras capas de retención de agua, tales como cemento Portland y aunque, de hecho, se ha descubierto que hasta ahora proporcionan propiedades superiores, su producción es más compleja ya que hay una tendencia a rajarse o desconcharse, si se aplican antes de la formación de la matriz. Sin embargo, se cree que finaliza otra superficie y que los mismos tratamientos tales como óxido de aluminio pueden ser adecuados para la provisión de la retención de agua y mecha requeridos.
- 20
- 25 [0047] En el uso, la matriz 30 se puede proporcionar en un bloque que comprende capas múltiples y se puede situar en un alojamiento 4, como se describe en relación con la Fig 1, tomando la posición de la matriz convencional 2. Según la invención, el tamaño total del alojamiento para un enfriamiento dado y la corriente de aire se puede reducir o, alternativamente, se puede proporcionar una corriente de aire considerablemente superior para un alojamiento del mismo tamaño.
- 30 [0048] Fig. 4 muestra una segunda forma de realización de la invención, donde se utilizan el tipo de números precedidos de 100 para designar elementos similares a los de la primera forma de realización. La hoja 132 define un plano principal P con una dirección de flujo F y un en dirección transversal T. En esta forma de realización, la hoja 132 se divide en bandas 136A-J separadas entre sí en la dirección de flujo F por cortes 138 y en bandas adyacentes 136 en la dirección transversal T por zonas libres de banda 142. Cada banda 136 tiene un contorno corrugado que comprende una primera porción 135A-J compensada para un lado del plano P y una segunda porción 137A-J está compensada para el lado opuesto del plano o está en el mismo plano (cero compensación). En todos, las partes de banda 135, 137 están compensadas para 9 posiciones diferentes con respecto al plano principal P. Cada porción de banda 135, 137 está compensada para una posición diferente con respecto a una porción de banda vecina 135, 137 en la dirección de flujo F. El material de banda es el mismo que se describe en relación con la Fig. 3.
- 35
- 40 [0049] Fig. 4A muestra una vista parcial de una porción de la hoja 132 de la figura 4 tomada en la dirección de flecha A, donde las partes de banda diferentes 135 A-J, 137 A-J se pueden ver claramente. Como resultado de las partes de banda 135, 137 estando compensadas para posiciones diferentes, se puede conseguir que cada una de las bandas 136 tenga la misma longitud absoluta L como se ha medido a lo largo de su contorno. Esto tiene la ventaja de que cuando las bandas 136 se cortan a partir de una hoja continua, en general, habrá relativamente una pequeña deformación de la hoja y las zonas libres de banda 142 se extenderán en una línea recta.
- 45
- 50 [0050] Fig. 5 divulga una forma de realización de la invención, donde a la hoja 132 se le da la forma de una rueda de recuperación de calor 160. La hoja 132 se enrolla de forma continua para formar una matriz 130 con forma de un rollo. La matriz 130 se soporta dentro de un alojamiento 104 para la rotación por un motor 107. El flujo tiene lugar a través de la rueda en ambas direcciones F_F hacia adelante y atrás F_R.
- 55
- 60 [0051] Fig. 5A muestra una vista parcial de la matriz 130 de la figura 5. En esta forma de realización, las capas consecutivas de la hoja 132 se extienden en la parte superior una de la otra sin espaciadores entremedios. Debido a las numerosas compensaciones diferentes de las porciones de banda 135, 137, las hojas 132 están eficazmente distanciadas entre sí por la interacción de porciones de banda de las capas vecinas. También cabe destacar que las zonas libres de banda 142 no están situadas encima una de la otra, por lo cual la zona libre de banda en cada capa adyacente forma un canal parcial para el flujo de aire.
- 65

[0052] Además, en la forma de realización de la figura 5A la capa de retención de agua (no mostrada) es un recubrimiento de desecante del tipo generalmente usado para ruedas de desecante.

Esta capa puede ser, por ejemplo, un tipo X o tipo Y, zeolita, sílice, alúmina o una mezcla de las mismas con un comportamiento isotérmico modificado o cualquier otro material adecuado como se describe para este fin en la US 5860284, el contenido de la cual está incorporado aquí por referencia en su integridad.

En uso, la rueda 160 de la figura 5, puede operar de la misma manera como una rueda de desecante convencional con la ventaja de una bajada de presión relativamente baja para un tamaño dado de la rueda 160 y velocidad de flujo.

[0053] La Figura 6 muestra una forma de realización de la invención como un elemento de refrigerador adiabático 201 que comprende una matriz 230 como se ha descrito anteriormente retenida por un alojamiento 204.

Un canal de distribución de agua 212 a lo largo del lado superior del elemento 201 provee orificios de paso de agua 213 que fluye hacia abajo a lo largo de las bandas 236.

Se puede suministrar agua al canal 212 por un sistema de bomba u otro adecuado.

La corriente de aire en la dirección de flujo F ayuda en el transporte del agua a través de la matriz 230.

Adicionalmente, la presencia de la capa de retención de agua que cubre las hojas 232 estimula la mecha del agua a todas las regiones de la matriz 230.

Las hojas 232 están distanciadas entre sí por puntos de material de blancos 244 que comprenden una espuma de adhesivo PU.

Ejemplo

[0054] Se construyó y evaluó una matriz como se ha descrito anteriormente según la Fig. 4.

Se efectuaron pruebas similares en un material matricial convencional CELDEK™ 5090-15 disponible de Munters AB.

Cabe destacar que el área de superficie de material por unidad de volumen es comparable para ambos materiales.

Las pruebas fueron efectuadas según un estándar australiano (AS 2913-2000), por lo cual el aire de suministro tiene una temperatura de bulbo seco de 38 °C y una temperatura de bulbo húmedo de 21 °C (21% humedad relativa).

La eficiencia de saturación es la reducción de temperatura real del aire de suministro (T dentro - T fuera) con respecto a la bajada de temperatura que se requeriría para alcanzar la temperatura de bulbo húmedo (T bulbo húmedo dentro).

$$\text{Eficiencia de saturación} = (T \text{ dentro} - T \text{ fuera}) / (T \text{ dentro} - T \text{ bulbo húmedo dentro})$$

[0055] Los resultados proporcionados en la tabla 1 de abajo muestran:

- Para la misma velocidad de flujo y el mismo volumen, como el ejemplo, el material comparativo tiene un 9 % de eficiencia de bulbo húmedo inferior y un 89 % de mayor bajada de presión;

- Si la longitud del material comparativo aumenta para conseguir la misma eficiencia en la misma velocidad de flujo, como el ejemplo, se requiere un 44 % más de material y la bajada de presión será un 164 % más alta;

- Con la misma longitud, como el ejemplo, la velocidad de flujo para el material comparativo debe ser reducida a alrededor de 1,8 m/s para conseguir la misma bajada de presión.

Para este 39 %, se requiere más material en volumen y la eficiencia de bulbo húmedo es un 6 % menor;

- Si la longitud del material comparativo aumenta y la velocidad de flujo se ajusta, de manera que la bajada de presión y eficiencia de bulbo húmedo sean comparables a las del ejemplo, se requiere un 122 % más de material en volumen.

Tabla 1

| | Longitud | Velocidad de flujo | Volumen relativo | Eficiencia de bulbo húmedo | Bajada de presión | Superficie área/vol |
|--|----------|--------------------|------------------|----------------------------|-------------------|--------------------------------|
| | mm | m/s | % | % | Pa | m ² /m ³ |
| Ejemplo | 90 | 2,5 | 100 | 90 | 53 | 652 |
| Material comparativo - misma longitud y velocidad de flujo | 90 | 2,5 | 100 | 81 | 100 | 588 |
| Material comparativo - misma eficiencia y velocidad de flujo | 130 | 2,5 | 144 | 90 | 140 | 588 |

ES 2 604 712 T3

| | | | | | | |
|--|-----|-----|-----|----|----|-----|
| Material comparativo -misma longitud y bajada P | 90 | 1,8 | 139 | 84 | 53 | 588 |
| Material comparativo - misma eficiencia y bajada P | 120 | 1,5 | 222 | 90 | 53 | 588 |

[0056] Así, la invención se ha descrito por referencia a ciertas formas de realización, como se ha mencionado anteriormente.

5 Se reconocerá que estas formas de realización son susceptibles de varias modificaciones y formas alternativas bien conocidas por los expertos en la técnica.

[0057] Además de las modificaciones anteriormente descritas, se pueden realizar muchas otras a las estructuras y técnicas descritas aquí sin apartarse del alcance de las reivindicaciones.

10 Por consiguiente, aunque se han descrito formas de realización específicas, estas son solo ejemplos y no son limitativas sobre el alcance de las reivindicaciones.

REVINDICACIONES

1. Refrigerador vaporizable, refrigerador adiabático o unidad de humidificación que comprende:
 5 una matriz de intercambio térmico (30) que define un único canal de flujo y que comprende una pluralidad de hojas planas generalmente (32, 34) que comprende un material de retención de agua, una relación dispuesta de forma distanciada, sustancialmente paralela y una pluralidad de espaciadores (44) situados entre hojas adyacentes para mantener su relación distanciada, cada hoja define un plano principal con una dirección de flujo y una dirección transversal,
 10 un alojamiento (4) con al menos una entrada de aire (6), una salida de aire (8), la matriz situada en el alojamiento; una disposición ventiladora (14) para dirigir aire a través de la matriz en la dirección de flujo; y una fuente de agua (12) para la humidificación de la matriz,
 15 **caracterizado por el hecho de que** las hojas comprenden bandas (36) que se extienden en una longitud de banda en la dirección transversal y están separadas de cada banda vecina en la dirección de flujo y cada banda está compensada del plano principal por una distancia que es diferente de la de su vecina.
2. Dispositivo, según la reivindicación 1, donde las bandas están compensadas para las posiciones anterior y posterior del plano principal, preferiblemente, al menos, cuatro posiciones diferentes.
3. Dispositivo, según la reivindicación 1 o reivindicación 2, donde las bandas son generalmente paralelas al plano principal.
 20
4. Dispositivo, según cualquier reivindicación precedente, donde cada banda está parcialmente compensada para una primera posición y parcialmente compensada para una segunda posición.
5. Dispositivo, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde cada banda tiene un ancho en la dirección de flujo y una primera banda está distanciada en la dirección de flujo a partir de una banda posterior con la misma compensación por al menos tres veces el ancho, más preferiblemente al menos cinco veces el ancho.
 25
6. Dispositivo, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, donde las bandas están dispuestas en una pluralidad de filas que se extiende en la dirección de flujo, cada fila está separada de una fila adyacente por una zona libre de banda y los espaciadores preferiblemente se extienden a lo largo de las zonas libres de banda.
 30
7. Dispositivo, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el material de retención de agua comprende una capa de retención de agua aplicada a las bandas, preferiblemente, en ambas superficies de las mismas.
 35
8. Dispositivo, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde las bandas tienen un ancho de entre 1 mm y 5 mm, preferiblemente entre 1,5 mm y 3,0 mm.
9. Dispositivo, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la hoja tiene un grosor de entre 50 y 300 micras, preferiblemente entre 75 y 150 micras, y preferiblemente comprende una capa de aluminio.
 40
10. Dispositivo, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la matriz de intercambio térmico comprende una pluralidad de hojas de dimensiones similares apiladas unidas para formar un bloque como estructura.
 45
11. Dispositivo, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, donde la matriz de intercambio térmico comprende una o más hojas enrolladas unidas para formar una estructura cilíndrica o anular.
12. Dispositivo, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde un espaciado entre hojas adyacentes es de entre 1 mm y 5 mm, preferiblemente entre 1,5 mm y 3,0 mm.
 50
13. Método de fabricación de un dispositivo, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, que comprende:
 55 proporcionar un suministro de material de hoja con primeras y segundas superficies de retención de agua; pasar el material de hoja a través de una estación de corte para cortar la hoja para formar una pluralidad de bandas, cada banda tiene una longitud de banda que define una dirección transversal y cada banda está separada por el corte de cada banda vecina en una dirección de flujo; pasar la hoja de corte a través de una estación de formación para compensar cada banda de un plano principal de la hoja por una distancia que es diferente de la de su vecina;
 60 separar secciones de hoja y apilar las secciones para formar una pila con capas múltiples o enrollar la hoja para formar un rollo con capas múltiples; e insertar espaciadores entre las capas múltiples para mantener sus espaciamientos respectivos mientras se mantiene un canal único.
14. Refrigerador adiabático, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, donde las bandas se extienden generalmente en vertical y el canal de flujo se extiende generalmente en horizontal, la fuente de agua está dispuesta
 65

para suministrar agua en un lado superior de la pluralidad de hojas, de manera que el agua puede fluir hacia abajo a lo largo de las bandas.

- 5 15. Refrigerador adiabático, según la reivindicación 14, donde las hojas están distanciadas entre sí por espaciadores con extensión limitada en la dirección de flujo, preferiblemente, comprenden puntos de material polimérico con una dimensión en el plano principal de las hojas de menos de 1 cm.

Fig. 1

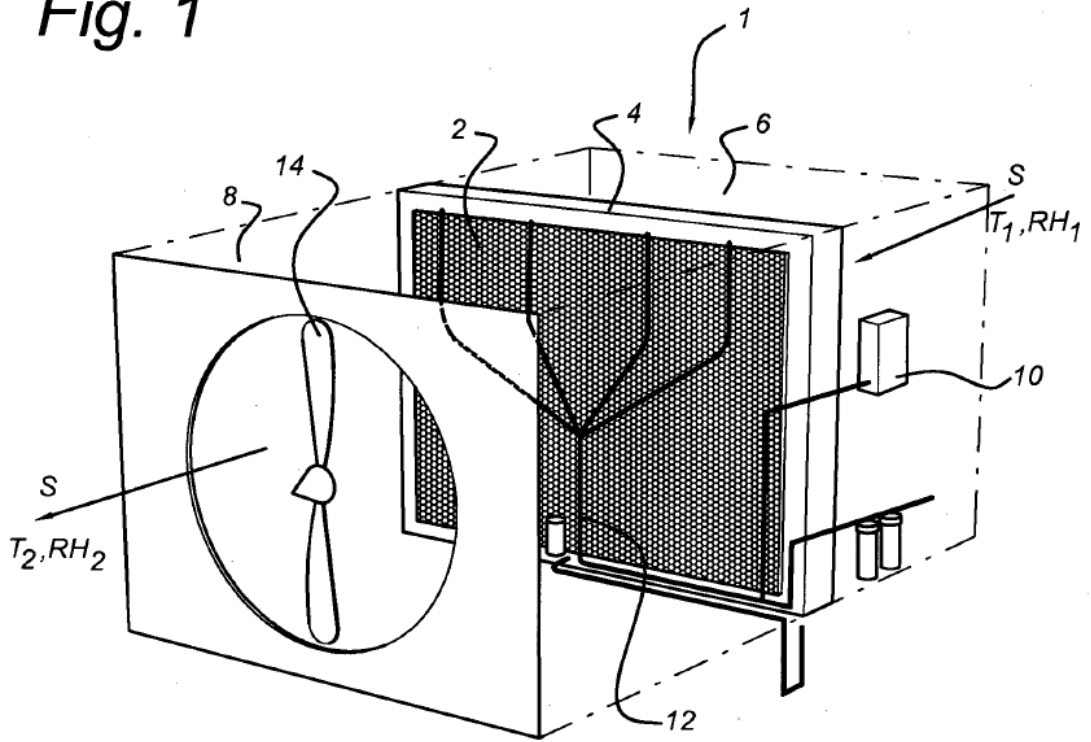


Fig. 2

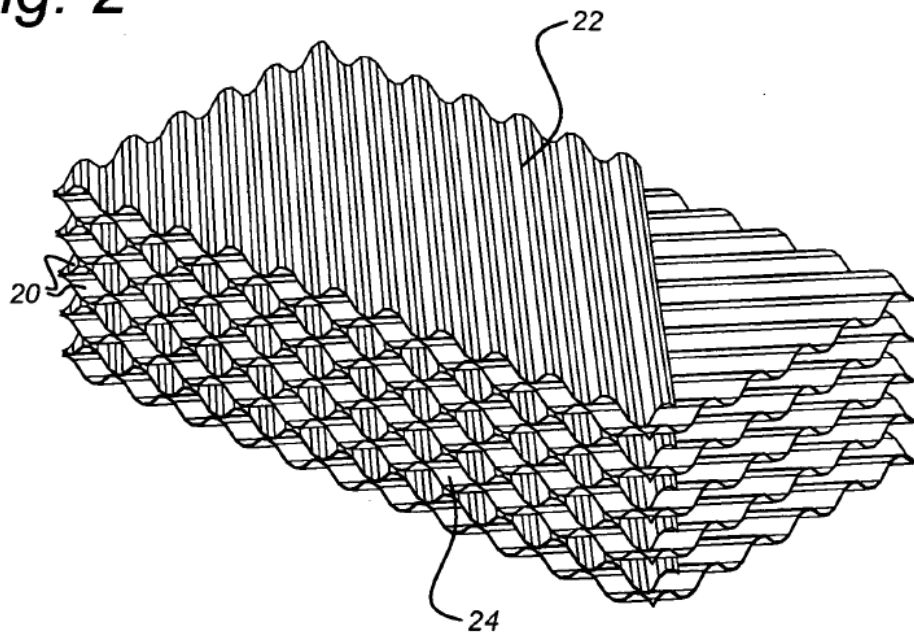


Fig. 3

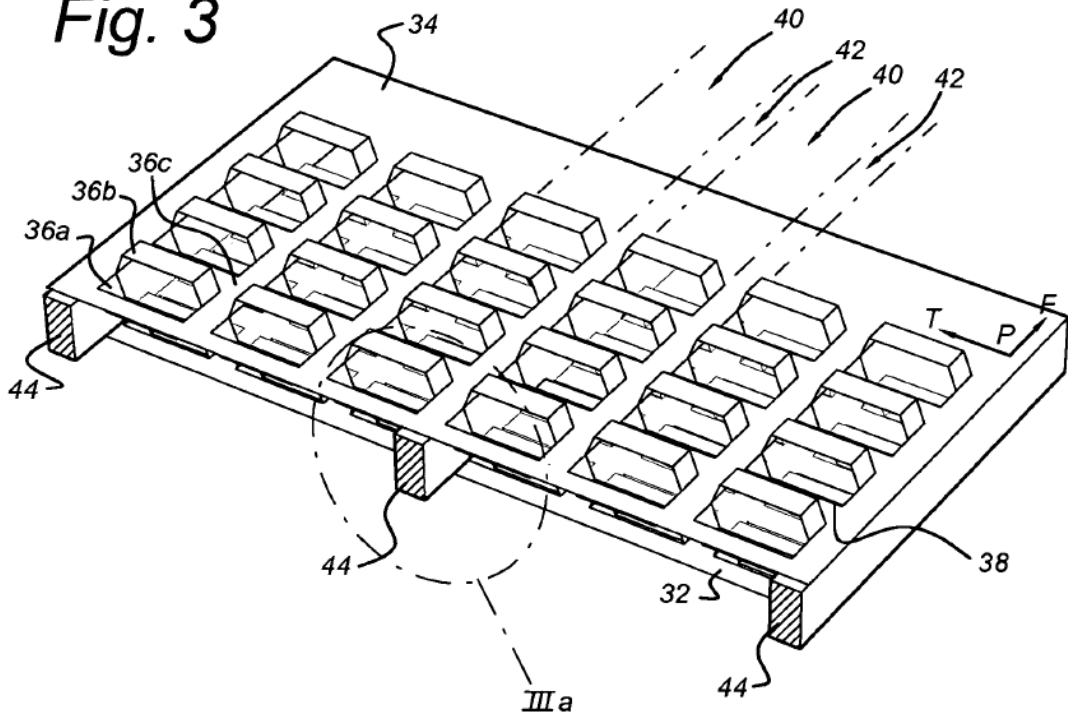


Fig. 3a

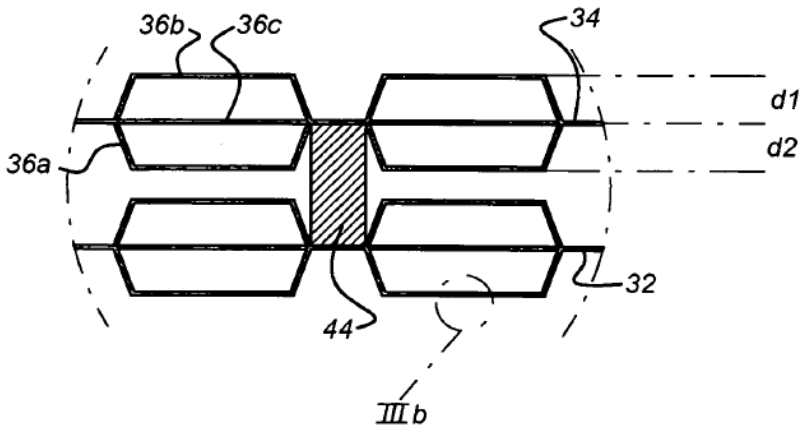


Fig. 3b

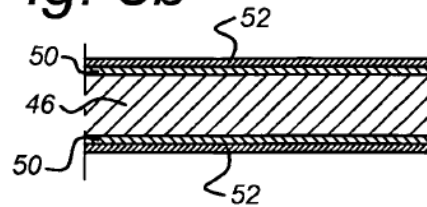


Fig. 4

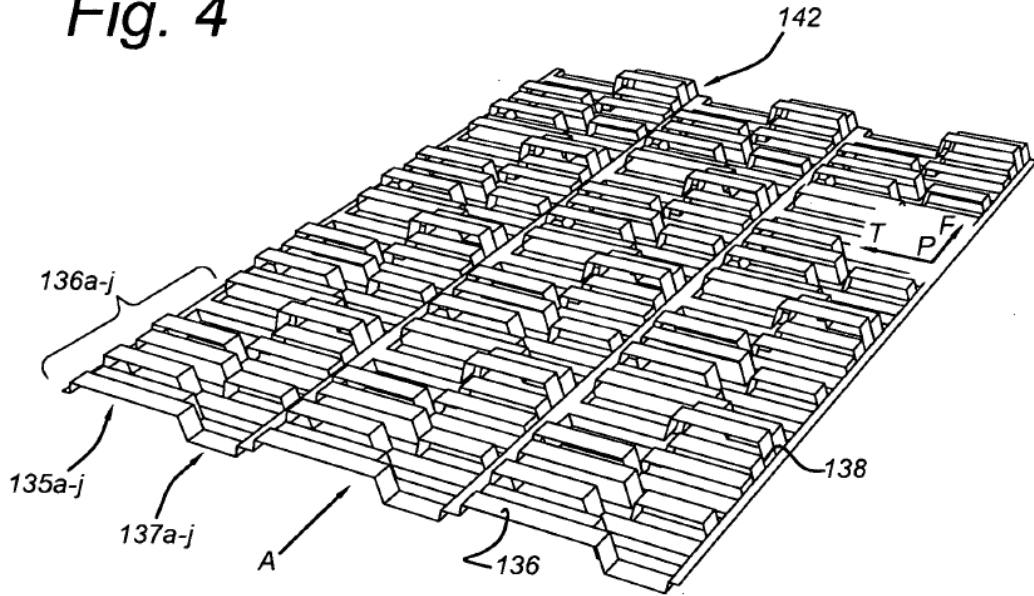


Fig. 4a

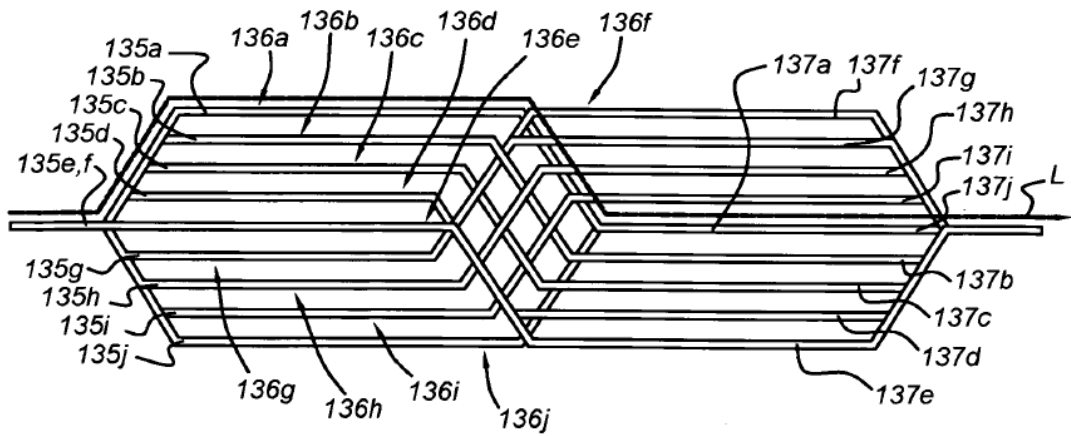


Fig. 5

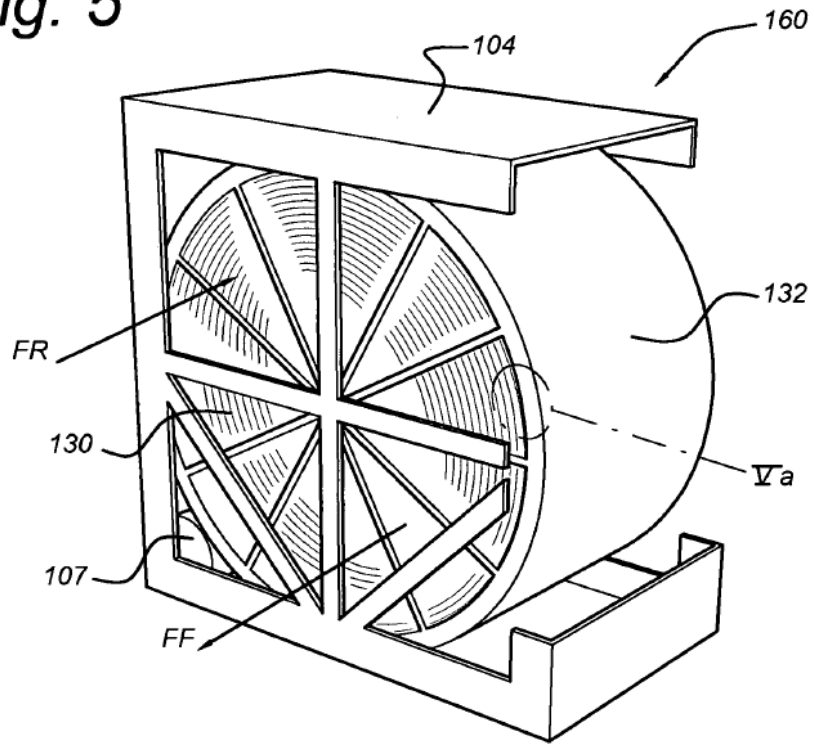


Fig. 5a

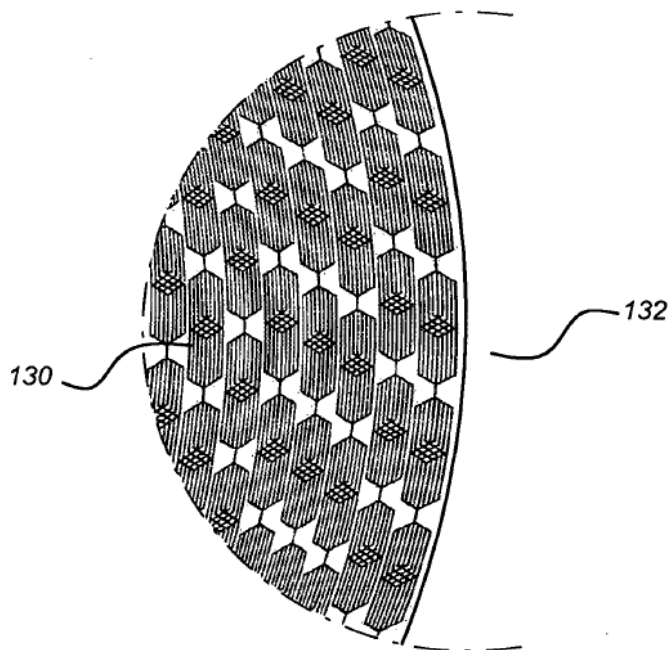


Fig. 6

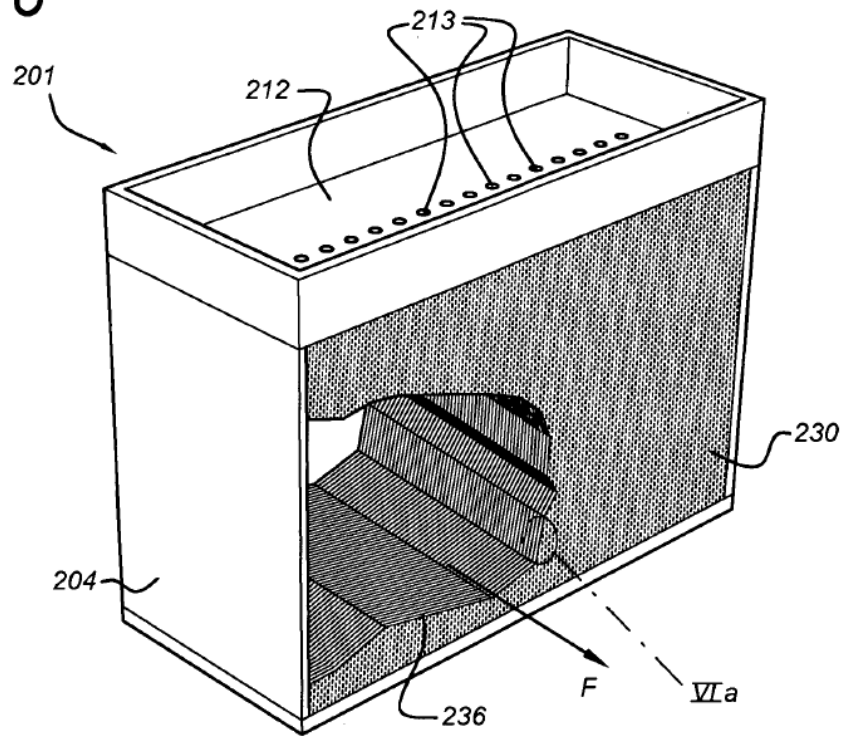


Fig. 6a

