



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 356 470**

51 Int. Cl.:

F24F 3/14 (2006.01)

F28F 1/32 (2006.01)

B01D 53/26 (2006.01)

F25B 39/00 (2006.01)

F28D 1/04 (2006.01)

F28D 1/047 (2006.01)

F28F 13/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05734723 .9**

96 Fecha de presentación : **25.04.2005**

97 Número de publicación de la solicitud: **1748259**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **31.01.2007**

54

Título: **Intercambiador de calor por adsorción.**

30

Prioridad: **28.04.2004 JP 2004-132470**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
08.04.2011

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
08.04.2011

73

Titular/es: **DAIKIN INDUSTRIES, Ltd.**
Umeda Center Building
4-12, Nakazaki-Nishi 2-chome
Kita-ku, Osaka-shi, Osaka 530-8323, JP

72

Inventor/es: **Yabu, Tomohiro y**
Ikegami, Shuji

74

Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 356 470 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

Campo técnico

La presente invención versa acerca de intercambiadores de calor por adsorción para poner en contacto aire que pasa a través de los mismos con un adsorbente contenido en las superficies de sus aletas.

5 Técnica antecedente

Hasta la fecha se conoce un intercambiador de calor por adsorción que tiene un adsorbente contenido en las superficies de sus aletas y del tubo de intercambio de calor, según se da a conocer en el documento JP-A-07-265649. Este documento JP-A-07-265649 también da a conocer un deshumidificador que utiliza dos intercambiadores de calor por adsorción. El deshumidificador suministra agua de enfriamiento en una torre de enfriamiento al intercambiador de calor por adsorción en la fase de adsorción y suministra agua caliente procedente una fuente de calor al otro intercambiador de calor por adsorción en la fase de regeneración. El deshumidificador repite de forma alterna un modo en el que el primer intercambiador de calor por adsorción se encuentra en la fase de adsorción y el segundo intercambiador de calor por adsorción se encuentra en la fase de regeneración y un modo en el que el primer intercambiador de calor por adsorción se encuentra en la fase de regeneración y el segundo intercambiador de calor por adsorción se encuentra en la fase de adsorción. Por lo tanto, el deshumidificador deshumidifica el aire en el intercambiador de calor por adsorción en la fase de adsorción y regenera el adsorbente en el intercambiador de calor por adsorción en la fase de regeneración.

Se describe el comportamiento del deshumidificador tomando como ejemplo un estado en el que se suministra agua de enfriamiento al primer intercambiador de calor por adsorción y se suministra agua caliente al segundo intercambiador de calor por adsorción. El aire que pasa a través del primer intercambiador de calor por adsorción pasa humedad al adsorbente en el curso del paso entre las aletas y, de ese modo, es deshumidificado. El agua de enfriamiento que fluye a través del tubo de intercambio de calor del primer intercambiador de calor por adsorción toma calor de adsorción producido cuando se adsorbe la humedad del aire en el adsorbente. Por otra parte, en el segundo intercambiador de calor por adsorción, el agua caliente que fluye a través del tubo de intercambio de calor calienta el adsorbente y el aire que pasa entre las aletas. Además, en el segundo intercambiador de calor por adsorción, se desorbe humedad del adsorbente y se aplica la humedad desorbida al aire que pasa entre las aletas.

Además, el documento JP-A-2003-093831 sugiere mezclar dos corrientes de aire que van a ser tratadas para homogeneizar las temperaturas y las humedades de las corrientes divididas. De ese modo, se homogeneiza la humedad adsorbida y se mejora la capacidad del intercambiador de calor por adsorción.

Revelación de la invención*Problemas que deben ser solucionados por la invención*

Como se ha descrito anteriormente, la humedad se toma progresivamente del aire suministrado al intercambiador de calor por adsorción en la fase de adsorción en el curso del paso del aire entre las aletas. En otras palabras, el aire que pasa a través del intercambiador de calor por adsorción en la fase de adsorción reduce progresivamente la humedad absoluta en el curso del paso entre las aletas, lo que está acompañado por una reducción progresiva de la humedad relativa. En general, según se reduce la humedad relativa del aire, es menos probable que la humedad del aire sea adsorbida en el adsorbente. Por lo tanto, en intercambiadores convencionales de calor por adsorción, se adsorbe una cantidad menor de humedad en sus partes ubicadas corriente abajo en el flujo de aire que en sus partes ubicadas corriente arriba en el flujo de aire. Además, tal desequilibrio de la cantidad de humedad adsorbida en el mismo intercambiador de calor por adsorción provoca el problema de que el intercambiador de calor por adsorción no puede exhibir bien su capacidad de adsorción de humedad.

La presente invención ha sido realizada en vista de los anteriores problemas y, por lo tanto, su objetivo es permitir que un intercambiador de calor por adsorción exhiba bien la capacidad de adsorción de humedad.

Medios para solucionar los problemas

La presente invención soluciona este problema por medio de las características definidas en la reivindicación 1. Las realizaciones se nombran en las reivindicaciones dependientes.

-Operaciones -

En cada solución, el intercambiador (20) de calor por adsorción está dotado de un tubo (40) de intercambio de calor y de aletas (30). Se contiene un adsorbente en las superficies de las aletas (30). El adsorbente en las superficies de las aletas (30) entra en contacto con el aire que pasa a través del intercambiador (20) de calor por adsorción. En el intercambiador (20) de calor por adsorción, el

adsorbente solo puede estar contenido en las superficies de las aletas (30) o puede estar contenido, por ejemplo, en las superficies de las aletas (30) y en la superficie del tubo (40) de intercambio de calor. En el intercambiador (20) de calor por adsorción, una parte del mismo ubicada corriente arriba en el flujo de aire constituye una parte corriente arriba (26) y una parte del mismo ubicada corriente abajo en el flujo de aire constituye una parte corriente abajo (27). El aire que pasa a través del intercambiador (20) de calor por adsorción entra en contacto primero con el adsorbente en las superficies de las aletas (30) en la parte corriente arriba (26) y luego entra en contacto con el adsorbente en las superficies de las aletas (30) en la parte corriente abajo (27).

En la presente invención, se forma una capa (36, 38) de adsorción en la superficie de las aletas (30). La capa (26, 28) de adsorción contiene un adsorbente. La capacidad estática de la capa adsorbente formada en las superficies de las aletas (30) es mayor en la parte corriente abajo (27) que en la parte corriente arriba (26). En la parte corriente abajo (27) que está ubicada corriente abajo en el flujo de aire y en la que es menos probable que la capa (36, 38) de adsorción adsorba humedad del aire, se puede garantizar una cantidad apropiada de humedad adsorbida al contener en las aletas (30) un adsorbente capaz de adsorber humedad bien incluso si la humedad relativa del aire es baja. Además, el intercambiador (20) de calor por adsorción proporciona una cantidad uniforme de humedad adsorbida en las aletas (30) en cada parte desde la parte corriente arriba (26) hasta la parte corriente abajo (27).

Se hace notar que la capacidad estática del adsorbente se expresa por medio de la cantidad de humedad que puede adsorber el adsorbente cuando es puesto en contacto con el aire con una humedad relativa constante durante un tiempo suficientemente prolongado, es decir, la cantidad de humedad que ha adsorbido el adsorbente hasta que se alcanza un equilibrio bajo condiciones de coexistencia del adsorbente y del aire de humedad relativa constante.

En una realización, la cantidad de adsorbente contenido en las aletas (30) es distinta entre la parte corriente arriba (26) y la parte corriente abajo (27). Distintas cantidades de adsorbente contenido en las aletas (30) provocan distintas cantidades de humedad adsorbida en las aletas (30). Por lo tanto, si cambia la cantidad de adsorbente contenido en las aletas (30) con los cambios en la condición del aire durante el curso del paso del aire a través del intercambiador (20) de calor por adsorción, esto proporciona una cantidad uniforme de humedad adsorbida en las aletas (30) en cada parte desde la parte corriente arriba (26) hasta la parte corriente abajo (27).

En otra realización, la capa (36, 38) de adsorción está fabricada de una mezcla de adsorbente y de aglutinante. En la capa (36, 38) de adsorción, las partículas adsorbentes están unidas entre sí por el aglutinante. Por lo tanto, las partículas adsorbentes en la capa (36, 38) de adsorción tienen sus superficies cubiertas parcialmente con el aglutinante. Si la capa (36, 38) de adsorción tiene distintos contenidos de masa del adsorbente y del aglutinante, esto cambia el área de parte de la superficie de cada partícula adsorbente capaz de hacer contacto con el aire sin estar cubierta con el aglutinante y, a su vez, cambia la cantidad de humedad adsorbida en la capa (36, 38) de adsorción. Por lo tanto, en el intercambiador (20) de calor por adsorción, se hace que sean distintos los contenidos de masa del adsorbente y del aglutinante en la capa (36, 38) de adsorción entre la parte corriente arriba (26) y la parte corriente abajo (27), proporcionando de ese modo una cantidad uniforme de humedad adsorbida en las aletas (30) en cada parte desde la parte corriente arriba (26) hasta la parte corriente abajo (27).

En una realización adicional, la parte corriente arriba (26) y la parte corriente abajo (27) tienen distintas sustancias formadas como capas adsorbentes en las superficies de las aletas (30). Las distintas sustancias contenidas como adsorbentes en las aletas (30) provocan que en las aletas (30) se adsorban distintas cantidades de humedad. En el intercambiador (20) de calor por adsorción de esta solución, la capacidad estática del adsorbente contenido en las aletas (30) es mayor en la parte corriente abajo (27) que en la parte corriente arriba (26). En la parte corriente abajo (27) que está ubicada corriente abajo en el flujo de aire y en la que es menos probable que la capa (36, 38) de adsorción adsorba humedad del aire, se puede garantizar una cantidad apropiada de humedad adsorbida al contener en las aletas (30) un adsorbente capaz de adsorber humedad bien incluso si la humedad relativa del aire es baja. Además, el intercambiador (20) de calor por adsorción proporciona una cantidad uniforme de humedad adsorbida en las aletas (30) en cada parte desde la parte corriente arriba (26) hasta la parte corriente abajo (27).

La parte corriente abajo (27) puede tener una mayor cantidad de adsorbente contenido en las aletas (30) que la parte corriente arriba (26). En general, cuando se adsorbe la humedad del aire en el intercambiador (20) de calor por adsorción, la humedad del aire se reduce progresivamente en el curso del paso del aire a través del intercambiador (20) de calor por adsorción y se vuelve, de ese modo, menos probable progresivamente que sea adsorbida en la capa (36, 38) de adsorción. En cambio, el intercambiador (20) de calor por adsorción de esta solución tiene una mayor cantidad de adsorbente contenido en las aletas (30) en su parte corriente abajo en el flujo de aire que en su parte corriente arriba en el flujo de aire. En la parte corriente abajo (27) que está ubicada corriente abajo en el flujo de aire y en la que es menos probable que la capa (36, 38) de adsorción adsorba humedad del aire, se puede garantizar una cantidad apropiada de humedad adsorbida al contener una cantidad relativamente grande de adsorbente en las aletas (30). Además, el intercambiador (20) de calor por adsorción proporciona una

cantidad uniforme de humedad adsorbida en las aletas (30) en cada parte desde la parte corriente arriba (26) hasta la parte corriente abajo (27).

5 Hay formada una capa (36, 38) de adsorción en las superficies de las aletas (30). La capa (36, 38) de adsorción puede estar fabricada de una mezcla de adsorbente y de aglutinante. En la capa (36, 38) de adsorción, las partículas adsorbentes están unidas entre sí por el aglutinante. Por lo tanto, las partículas adsorbentes en la capa (36, 38) de adsorción tienen sus superficies cubiertas parcialmente con el aglutinante. Si aumenta el contenido en masa de adsorbente en la capa (36, 38) de adsorción, esto aumenta el área de parte de la superficie de cada partícula adsorbente capaz de hacer contacto con el aire sin estar cubierta con el aglutinante y, a su vez, aumenta la cantidad de humedad adsorbida en la capa (36, 38) de adsorción. Por lo tanto, el intercambiador (20) de calor por adsorción está configurado de forma que la parte corriente abajo (27) tiene un mayor contenido en masa de adsorbente en la capa (36, 38) de adsorción que la parte corriente arriba (26). Por lo tanto, en la parte corriente abajo (27) que está ubicada corriente abajo en el flujo de aire y en la es menos probable que la capa (36, 38) de adsorción adsorba humedad del aire, se puede garantizar una cantidad apropiada de humedad adsorbida al aumentar el área de parte de la superficie de cada partícula adsorbente capaz de entrar en contacto con el aire. Además, el intercambiador (20) de calor por adsorción proporciona una cantidad uniforme de humedad adsorbida en las aletas (30) en cada parte desde la parte corriente arriba (26) hasta la parte corriente abajo (27).

Efectos de la invención

20 Como se ha descrito anteriormente, el intercambiador (20) de calor por adsorción de cada una de las anteriores soluciones proporciona una cantidad uniforme de humedad adsorbida en las aletas (30) en cada parte desde la parte corriente arriba (26) hasta la parte corriente abajo (27). Por lo tanto, incluso en la parte corriente abajo (27) del intercambiador (20) de calor por adsorción en la que convencionalmente se reduciría la cantidad de humedad adsorbida en el adsorbente, se puede garantizar sustancialmente la cantidad de humedad adsorbida tanto como en la parte corriente arriba (26). Por consiguiente, según cada una de las anteriores soluciones de la presente invención, la cantidad de humedad adsorbida puede ser uniforme en cada parte del intercambiador (20) de calor por adsorción, mejorando de ese modo la capacidad de adsorción de humedad del intercambiador (20) de calor por adsorción.

Breve descripción de los dibujos

30 [Fig. 1] La Figura 1 es un esquema de un circuito refrigerante que muestra la configuración y el comportamiento de un circuito refrigerante de la Realización 1, en la que la Figura 1A indica su estado en un primer modo y la Figura 1B indica su estado en un segundo modo.

[Fig. 2] La Figura 2 es una vista en perspectiva de un intercambiador de calor por adsorción de la Realización 1.

35 [Fig. 3] La Figura 3 es una vista lateral del intercambiador de calor por adsorción de la Reivindicación 1.

[Fig. 4] La Figura 4 es una vista en corte transversal que muestra parte de un corte transversal del intercambiador de calor por adsorción tomado a lo largo de la línea A-A de la Figura 3.

40 [Fig. 5] La Figura 5 es una vista en perspectiva de un intercambiador de calor por adsorción en una primera variante de otra realización.

[Fig. 6] La Figura 6 es una vista lateral del intercambiador de calor por adsorción en la primera variante de dicha otra realización.

[Fig. 7] La Figura 7 es una vista en corte transversal que muestra parte de un corte transversal tomado a lo largo de la línea B-B de la Figura 6.

45 [Fig. 8] La Figura 8 es una vista lateral esquemática de un intercambiador de calor por adsorción en una segunda variante de dicha otra realización.

[Fig. 9] La Figura 9 es una vista lateral esquemática de un intercambiador de calor por adsorción en la segunda variante de dicha otra realización.

Explicación de los números de referencia

- 20 intercambiador de calor por adsorción
- 26 parte corriente arriba
- 27 parte corriente abajo

- 30 aleta
- 36 primera capa de adsorción
- 37 segunda capa de adsorción
- 38 tercera capa de adsorción
- 40 tubo de intercambio de calor

Mejor modo para llevar a cabo la invención

A continuación se describirán en detalle las realizaciones de la presente invención con referencia a los dibujos.

<<Realización 1 de la invención>>

- 5 Se da una descripción de la Reivindicación 1 de la presente invención. Un sistema de control de la humedad según la presente realización está configurado para ser capaz de llevar a cabo una operación de deshumidificación para suministrar aire deshumidificado a una habitación y una operación de humidificación para suministrar aire humidificado a la habitación.

- 10 El sistema de control de la humedad incluye un circuito refrigerante (10). Como se muestra en la Figura 1, el circuito refrigerante (10) es un circuito cerrado en el que hay dispuestos un primer elemento (11) de adsorción, un segundo elemento (12) de adsorción, un compresor (13), una válvula selectora (14) de cuatro vías y una válvula (15) de expansión accionada por motor y está lleno de refrigerante. El circuito refrigerante (10) permite que el refrigerante del que está relleno circule a través del mismo para operar en un ciclo de refrigeración por compresión de vapor. Además, el primer elemento (11) de adsorción y el
15 segundo elemento (12) de adsorción están constituidos cada uno por un intercambiador (20) de calor por adsorción según la presente invención. A continuación se describirán los detalles del intercambiador (20) de calor por adsorción.

- 20 En el circuito refrigerante (10), el compresor (13) está conectado en su lado de descarga a una primera vía de acceso de la válvula selectora (14) de cuatro vías y está conectado en su lado de succión a una segunda vía de acceso de la válvula selectora (14) de cuatro vías. Un extremo del primer elemento (11) de adsorción está conectado a una tercera vía de acceso de la válvula selectora (14) de cuatro vías. El otro extremo del primer elemento (12) de adsorción está conectado a través de la válvula (15) de expansión accionada por motor a un extremo del segundo elemento (12) de adsorción. El otro extremo del
25 segundo elemento (12) de adsorción está conectado a una cuarta vía de acceso de la válvula selectora (14) de cuatro vías.

- 30 La válvula selectora (14) de cuatro vías está configurada para ser conmutable entre una primera posición en la que las vías de acceso primera y tercera se comunican entre sí y las vías de acceso segunda y cuarta se comunican entre sí (la posición mostrada en la Figura 1A) y una posición en la que las vías de acceso primera y cuarta se comunican entre sí y las vías de acceso segunda y tercera se comunican entre sí (la posición mostrada en la Figura 1B).

Como se ha descrito anteriormente, el primer elemento (11) de adsorción y el segundo elemento (12) de adsorción están constituidos cada uno por un intercambiador (20) de calor por adsorción. El intercambiador (20) de calor por adsorción está descrito con referencia a las Figuras 2, 3 y 4.

- 35 Como se muestra en la Figura 2, el intercambiador (20) de calor por adsorción es un intercambiador de calor de aletas y tubos, de tipo aleta cruzada. El intercambiador (20) de calor por adsorción incluye una pluralidad de tubos (40) de intercambio de calor y una pluralidad de aletas (30). Cada una de las aletas (30) está conformada con la forma de una placa rectangular y están yuxtapuestas a intervalos separados. Cada tubo (40) de intercambio de calor está constituido por un tubo sustancialmente recto y pasa a través
40 de las aletas yuxtapuestas separadas (30). En otras palabras, en el intercambiador (20) de calor por adsorción, hay dispuestas un gran número de aletas (30) a intervalos idénticos a lo largo de la dirección axial de cada tubo (40) de intercambio de calor.

- 45 Como también se muestra en la Figura 3, en el intercambiador (20) de calor por adsorción, los tubos (40) de intercambio de calor están alternados. Específicamente, en el intercambiador (20) de calor por adsorción, los tubos (40) de intercambio de calor están dispuestos con una separación predeterminada a lo largo de los bordes largos de las aletas (30). Además, en el intercambiador (20) de calor por adsorción, los tubos (40) de intercambio de calor están dispuestos también con una separación predeterminada a lo largo de los bordes cortos de las aletas (30). Se denomina a la separación de los tubos (40) de intercambio de calor a lo largo de la dirección de los bordes largos de las aletas (30) separación entre hileras y se denomina a la separación de los mismos a lo largo de la dirección de los bordes cortos de las
50 aletas (30) separación entre columnas.

En el intercambiador **(20)** de calor por adsorción, una única columna de tubos está constituida por un conjunto de tubos **(40)** de intercambio de calor alineados en una columna a lo largo de los bordes largos de las aletas **(30)**. El intercambiador **(20)** de calor por adsorción tiene tres columnas **(41, 42, 43)** de tubos de este tipo formados en el mismo. De entre las tres columnas de tubos, cada par de columnas de tubos adyacentes está desplazado entre sí en la mitad de una separación de hilera a lo largo de las aletas **(30)**. En cada columna **(41, 42, 43)** de tubos, cada par de tubos **(40)** de intercambio de calor adyacentes están conectados entre sí por medio de un tubo **(45)** en U, de forma que todos los tubos **(40)** de intercambio de calor forman un único recorrido. De entre las tres columnas **(41, 42, 43)** de tubos, la primera columna **(41)** de tubos está constituida por una columna de tubos ubicada lo más corriente arriba en el flujo de aire (a la izquierda en las Figuras **3** y **4**), la segunda columna **(42)** de tubos está constituida por una columna de tubos al lado de la primera columna **(41)** de tubos, y la tercera columna **(43)** de tubos está constituida por una columna de tubos ubicada lo más corriente abajo en el flujo de aire (a la derecha en las Figuras **3** y **4**).

En el intercambiador **(20)** de calor por adsorción, hay formadas de forma secuencial una primera parte **(21)** de columna, una segunda parte **(22)** de columna y una tercera parte **(23)** de columna a lo largo de la dirección del flujo de aire que pasa a través del intercambiador **(20)** de calor por adsorción (es decir, la dirección izquierda a derecha en las Figuras **3** y **4**). Específicamente, en el intercambiador **(20)** de calor por adsorción, la primera parte **(21)** de columna está formada por una parte del intercambiador **(20)** de calor por adsorción que se extiende desde el borde frontal hasta el centro entre la primera columna **(41)** de tubos y la segunda columna **(42)** de tubos, la segunda parte **(22)** de columna está formada por una parte del intercambiador **(20)** de calor de adsorción que se extiende desde el centro entre la primera columna **(41)** de tubos y la segunda columna **(42)** de tubos hasta el centro entre la segunda columna **(42)** de tubos y la tercera columna **(43)** de tubos, y la tercera parte **(23)** de columna está formada por una parte del intercambiador **(20)** de calor por adsorción que se extiende desde el centro entre la segunda columna **(42)** de tubos y la tercera columna **(43)** de tubos hasta el borde posterior. En otras palabras, en el intercambiador **(20)** de calor por adsorción, la primera parte **(21)** de columna, la segunda parte **(22)** de columna y la tercera parte **(23)** de columna están formadas en orden desde corriente arriba hasta corriente abajo en el flujo de aire (de izquierda a derecha en las Figuras **3** y **4**). Además, en el intercambiador **(20)** de calor por adsorción, la primera parte **(21)** de columna proporciona una parte corriente arriba **(26)** y la tercera parte **(23)** de columna proporciona una parte corriente abajo **(27)**.

Como se muestra en la Figura **4**, la superficie de cada aleta **(30)** tiene tres tipos de capas **(36, 37, 38)** de adsorción formadas en la misma. Específicamente, en cada aleta **(30)** del intercambiador **(20)** de calor por adsorción, la primera capa **(36)** de adsorción está formada en una región de la superficie ubicada en correspondencia a la primera parte **(21)** de columna, la segunda capa **(37)** de adsorción está formada en una región de la superficie ubicada correspondiente a la segunda parte **(22)** de columna, y la tercera capa **(38)** de adsorción está formada en una región de la superficie ubicada correspondiente a la tercera parte **(23)** de columna. Cada capa **(36, 37, 38)** de adsorción está fabricada de un adsorbente de zeolita en polvo y un aglutinante, tal como resina de uretano. En cada capa **(36, 37, 38)** de adsorción, las partículas de zeolita que constituyen el adsorbente están unidas a otras partículas de zeolita y a las aletas **(30)** por medio del aglutinante.

En cada capa **(36, 37, 38)** de adsorción, la relación entre el adsorbente y el aglutinante está fijada en un valor predeterminado. La relación entre el adsorbente y el aglutinante difiere con cada capa **(36, 37, 38)** de adsorción. Específicamente, el contenido en masa de adsorbente en cada capa **(36, 37, 38)** de adsorción aumenta en orden de la primera capa **(36)** de adsorción, la segunda capa **(37)** de adsorción y la tercera capa **(38)** de adsorción. En otras palabras, de entre estas tres capas **(36, 37, 38)** de adsorción, una ubicada más corriente abajo en el flujo de aire tiene un mayor contenido en masa de adsorbente que los otros. De esta forma, la tercera parte **(23)** de columna corriente abajo en el flujo de aire tiene una mayor cantidad de adsorbente contenido en las aletas **(30)** que la primera parte **(21)** de columna ubicada corriente arriba en el flujo de aire, de forma que la cantidad de humedad adsorbida en las aletas **(30)** puede ser uniforme desde la primera parte **(21)** de columna hasta la tercera parte **(23)** de columna.

Por otra parte, se reduce el contenido en masa de aglutinante en cada capa **(36, 37, 38)** de adsorción en orden de la primera capa **(36)** de adsorción, la segunda capa **(37)** de adsorción, y la tercera capa **(38)** de adsorción. Como se ha descrito anteriormente, en cada capa **(36, 37, 38)** de adsorción, las partículas de zeolita que sirven como adsorbente están unidas a otras partículas de zeolita y a las aletas **(30)** por medio del aglutinante. Por lo tanto, las partículas de zeolita en cada capa **(36, 37, 38)** de adsorción están cubiertas en parte de su superficie con el aglutinante. Según se reduce el contenido en masa del aglutinante en la capa **(36, 37, 38)** de adsorción, cada partícula de zeolita aumenta el área de parte de su superficie que tiene capacidad de contacto con el aire sin estar cubierta con el aglutinante y, a su vez, aumenta la capacidad de adsorción de humedad de la capa **(36, 37, 38)** de adsorción. En otras palabras, las partículas de zeolita que sirven como adsorbente en el intercambiador **(20)** de calor por adsorción aumentan sus áreas superficiales con capacidad de contacto con el aire en el orden de la primera capa **(36)** de adsorción, la segunda capa **(37)** de adsorción y la tercera capa **(38)** de adsorción. Esto también da uniformidad a la cantidad de humedad adsorbida en las aletas **(30)** desde la primera parte **(21)** de columna hasta la tercera parte **(23)** de columna.

Como se ha descrito anteriormente, en el intercambiador **(20)** de calor por adsorción, las capas **(36, 37, 38)** de adsorción tienen distintas relaciones de mezcla de adsorbente y de aglutinante. Como resultado, en el intercambiador **(20)** de calor por adsorción, la capacidad estática de cada capa **(36, 37, 38)** de adsorción formada en las aletas **(30)** aumenta en el orden de la primera capa **(36)** de adsorción, la segunda capa **(37)** de adsorción y la tercera capa **(38)** de adsorción. Además, en el intercambiador **(20)** de calor por adsorción, el aumento de la capacidad estática en el orden de la primera capa **(36)** de adsorción, la segunda capa **(37)** de adsorción y la tercera capa **(38)** de adsorción proporciona una cantidad uniforme de humedad adsorbida en las aletas **(30)** desde la primera parte **(21)** de columna hasta la tercera parte **(23)** de columna.

En el presente documento, la capacidad estática de la capa **(36, 37, 38)** de adsorción se expresa por medio de la cantidad de humedad que puede adsorber la capa **(36, 37, 38)** de adsorción cuando se ponen en contacto las aletas **(30)** que tienen la capa **(36, 37, 38)** de adsorción formada en las mismas con el aire de humedad relativa constante durante un tiempo suficientemente prolongado, es decir, la cantidad de humedad que ha adsorbido la capa **(36, 37, 38)** de adsorción hasta que se alcanza el equilibrio bajo condiciones de coexistencia de la capa **(36, 37, 38)** de adsorción y del aire de humedad relativa constante.

- Comportamiento operativo -

El sistema de control de la humedad puede llevar a cabo una operación de deshumidificación y una operación de humidificación. Durante cada una de las operaciones de deshumidificación y de humidificación, el sistema de control de la humedad repite, de forma alterna, un primer modo y un segundo modo a intervalos de tiempo especificados (por ejemplo, a intervalos de cinco minutos).

Durante la operación de deshumidificación, el sistema de control de la humedad admite un aire exterior **(OA)** como un primer aire y aire **(RA)** de la habitación como un segundo aire. Durante la operación de deshumidificación, el sistema de control de la humedad admite aire **(RA)** de la habitación como un primer aire y un aire exterior **(OA)** como un segundo aire.

En primer lugar, se da una descripción del primer modo. Durante el primer modo, se envía el segundo aire al interior del primer elemento **(11)** de adsorción y se envía el primer aire al interior del segundo elemento **(12)** de adsorción. En el primer modo, el primer elemento **(11)** de adsorción se encuentra en una fase de regeneración y el segundo elemento **(12)** de adsorción se encuentra en una fase de adsorción.

Como se muestra en la Figura **1A**, en el circuito refrigerante **(10)** en el primer modo, la válvula selectora **(14)** de cuatro vías está configurada en una primera posición. Cuando se acciona el compresor **(13)**, el circuito refrigerante **(10)** hace circular refrigerante a través del mismo para operar en un ciclo de refrigeración. En el circuito refrigerante **(10)**, durante el ciclo, el primer elemento **(11)** de adsorción funciona como un condensador y el segundo elemento **(12)** de adsorción funciona como un evaporador.

Específicamente, el refrigerante descargado del compresor **(13)** libera calor en el primer elemento **(11)** de adsorción para condensarse. Se reduce la presión del refrigerante condensado en el primer elemento **(11)** de adsorción durante el paso a través de la válvula **(15)** de expansión accionada por motor y luego toma calor en el segundo elemento **(12)** de adsorción para evaporarse. El refrigerante evaporado en el segundo elemento **(12)** de adsorción es absorbido por el compresor **(13)**, es comprimido en el mismo y es descargado de nuevo del compresor **(13)**.

En el primer elemento **(11)** de adsorción, constituido por un intercambiador **(20)** de calor por adsorción, las capas **(36-38)** de adsorción en las superficies de las aletas **(30)** están calentadas por el refrigerante en los tubos **(40)** de intercambio de calor y se aplica la humedad desorbida de las capas calentadas **(36-38)** de adsorción al segundo aire. En el segundo elemento **(12)** de adsorción constituido también por un intercambiador **(20)** de calor por adsorción, se adsorbe la humedad en el primer aire en las capas **(36-38)** de adsorción en las superficies de las aletas **(30)** y el calor de adsorción producido de esta manera es llevado por el refrigerante en los tubos **(40)** de intercambio de calor.

Además, durante la operación de deshumidificación, el primer aire deshumidificado por el segundo elemento **(12)** de adsorción es suministrado a la habitación y se expulsa la humedad desorbida del primer elemento **(11)** de adsorción a la atmósfera exterior junto con el segundo aire. Por otra parte, durante la operación de humidificación, el segundo aire humidificado por el primer elemento **(11)** de adsorción es suministrado a la habitación y el primer aire secado por el segundo elemento **(12)** de adsorción es expulsado a la atmósfera exterior.

A continuación, se da una descripción del segundo modo. Durante el segundo modo, se envía el primer aire al interior del primer elemento **(11)** de adsorción y se envía el segundo aire al interior del segundo elemento **(12)** de adsorción. En el segundo modo, el segundo elemento **(12)** de adsorción se encuentra en la fase de regeneración y el primer elemento **(11)** de adsorción se encuentra en la fase de adsorción.

Como se muestra en la Figura **1B**, en el circuito refrigerante **(10)** en el segundo modo, la válvula

selector (14) de cuatro vías está configurada en la segunda posición. Cuando se acciona el compresor (13), el circuito refrigerante (10) hace circular el refrigerante a través del mismo para operar en un ciclo de refrigeración. En el circuito refrigerante (10) durante el ciclo, el segundo elemento (12) de adsorción funciona como un condensador y el primer elemento (11) de adsorción funciona como un evaporador.

5 Específicamente, el refrigerante descargado del compresor (13) libera calor en el segundo elemento (12) de adsorción para condensarse. Se reduce la presión del refrigerante condensado en el segundo elemento (12) de adsorción durante el paso a través de la válvula (15) de expansión accionada por motor y luego toma calor en el primer elemento (11) de adsorción para evaporarse. El refrigerante evaporado en el primer elemento (11) de adsorción es absorbido en el compresor (13), es comprimido en el mismo y descargado de nuevo del compresor (13).

10 En el segundo elemento (12) de adsorción constituido por un intercambiador (20) de calor por adsorción, las capas (36-38) de adsorción en las superficies de las aletas (30) están calentadas por el refrigerante en los tubos (40) de intercambio de calor y se aplica la humedad desorbida de las capas calentadas (36-38) de adsorción al segundo aire. En el primer elemento (11) de adsorción constituido también por un intercambiador (20) de calor por adsorción, se adsorbe la humedad en el primer aire en las capas (36-38) de adsorción en las superficies de las aletas (30) y el refrigerante toma el calor de la adsorción producido de esta manera en los tubos (40) de intercambio de calor.

15 Además, durante la operación de deshumidificación, se suministra el primer aire deshumidificado por el primer elemento (11) de adsorción a la habitación y se expulsa la humedad desorbida del segundo elemento (12) de adsorción a la atmósfera exterior junto con el segundo aire. Por otra parte, durante la operación de humidificación, se suministra el segundo aire humidificado por el segundo elemento (12) de adsorción a la habitación y se expulsa el primer aire secado por el primer elemento (11) de adsorción a la atmósfera exterior.

20 A continuación, se da una descripción del curso de la humedad del aire que está siendo adsorbido en las capas (36-38) de adsorción en el intercambiador (20) de calor por adsorción con referencia a la Figura 4.

El aire enviado al interior del intercambiador (20) de calor por adsorción fluye a los espacios entre las aletas (30) y pasa de forma secuencial a través de la primera parte (21) de columna, la segunda parte (22) de columna y la tercera parte (23) de columna.

30 En la primera parte (21) de columna, en el curso del paso del aire entre las aletas (30), el aire entra en contacto con la primera capa (36) de adsorción, de forma que se adsorbe progresivamente la humedad del aire en la primera capa (36) de adsorción. En otras palabras, en el curso del paso del aire a través de la primera parte (21) de columna, se reduce progresivamente la humedad absoluta del aire. Por lo tanto, en la primera parte (21) de columna, se enfría el aire que pasa mediante un intercambio de calor con el refrigerante. Sin embargo, cuando la primera capa (36) de adsorción adsorbe humedad, se produce calor de adsorción, lo que no reduce tanto la temperatura del aire. Por lo tanto, en el curso del paso del aire a través de la primera parte (21) de columna, también se reduce progresivamente la humedad relativa.

35 En la segunda parte (22) de columna, el aire con una humedad relativa reducida en el curso del paso a través de la primera parte (21) de columna entra en contacto con la segunda capa (37) de adsorción, de forma que se adsorbe progresivamente la humedad del aire en la segunda capa (37) de adsorción. Como se ha descrito anteriormente, la cantidad de adsorbente contenida en la segunda capa (37) de adsorción es mayor que la cantidad de adsorbente contenida en la primera capa (36) de adsorción. Además, en comparación con la primera capa (36) de adsorción, cada una de las partículas de zeolita que sirven como un adsorbente en la segunda capa (37) de adsorción tiene una mayor área de parte de la superficie que tiene una capacidad de contacto con el aire. Por lo tanto, la segunda capa (37) de adsorción puede adsorber humedad, incluso del aire que tiene una humedad relativa reducida, igual que la primera capa (36) de adsorción. En otras palabras, también en la segunda parte (22) de columna ubicada corriente abajo en el flujo de aire proveniente de la primera parte (21) de columna, se puede garantizar una cantidad de humedad adsorbida igual que en la primera parte (21) de columna. Por lo tanto, también en el curso del paso del aire a través de la segunda capa (22) de adsorción, se reduce progresivamente la humedad absoluta y la humedad relativa de manera gradual del aire como en el curso del paso del aire a través de la primera parte (21) de columna.

40 En la tercera parte (23) de columna, el aire con una humedad relativa reducida en el curso del paso a través de la segunda parte (22) de columna entra en contacto con la tercera capa (38) de adsorción, de forma que se adsorbe progresivamente la humedad del aire en la tercera capa (38) de adsorción. Como se ha descrito anteriormente, la cantidad de adsorbente contenida en la tercera capa (38) de adsorción es mayor que la cantidad de adsorbente contenida en la segunda capa (37) de adsorción. Además, en comparación con la segunda capa (37) de adsorción, cada una de las partículas de zeolita que sirven como un adsorbente en la tercera capa (38) de adsorción tiene un área mayor de parte de la superficie capaz de entrar en contacto con el aire. Por lo tanto, la tercera capa (38) de adsorción puede adsorber humedad, incluso del aire que tiene una humedad relativa reducida, igual que la segunda capa (37) de

adsorción. En otras palabras, también en la tercera parte **(23)** de columna ubicada corriente abajo en el flujo de aire desde la segunda parte **(22)** de columna, se puede garantizar una cantidad de humedad adsorbida igual que en la segunda parte **(22)** de columna. Por lo tanto, también en el curso del paso del aire a través de la tercera capa **(23)** de adsorción, disminuyen progresivamente la humedad absoluta y la humedad relativa del aire como en el curso del paso del aire a través de la primera parte **(21)** de columna. Entonces, el aire que ha pasado a través de la tercera parte **(23)** de columna fluye de entre las aletas **(30)** y es enviado corriente abajo del intercambiador **(20)** de calor por adsorción.

- Efectos de la Realización 1 -

En el sistema de control de la humedad de la presente realización, las superficies de las aletas **(30)** del intercambiador **(20)** de calor por adsorción que constituyen cada uno del primer elemento **(11)** de adsorción y del segundo elemento **(12)** de adsorción tienen cada una la primera capa **(36)** de adsorción, la segunda capa **(37)** de adsorción, y la tercera capa **(38)** de adsorción formadas en orden desde corriente arriba hasta corriente abajo en el flujo de aire. Además, en el intercambiador **(20)** de calor por adsorción, el contenido en masa de adsorbente en cada capa **(36, 37, 38)** de adsorción aumenta en el orden de la primera capa **(36)** de adsorción, la segunda capa **(37)** de adsorción y la tercera capa **(38)** de adsorción. Además, en el intercambiador **(20)** de calor por adsorción, el contenido en masa de aglutinante en cada capa **(36, 37, 38)** de adsorción disminuye en el orden de la primera capa **(36)** de adsorción, la segunda capa **(37)** de adsorción y la tercera capa **(38)** de adsorción, por lo que, para las partículas de zeolita que sirven como un adsorbente, aumenta el área de parte de sus superficies capaces de entrar en contacto con el aire en el orden de la primera capa **(36)** de adsorción, la segunda capa **(37)** de adsorción y la tercera capa **(38)** de adsorción.

Por lo tanto, en el intercambiador **(20)** de calor por adsorción, la capacidad de adsorción de cada capa **(36, 37, 38)** de adsorción aumenta en el orden de la primera capa **(36)** de adsorción, la segunda capa **(37)** de adsorción, y la tercera capa **(38)** de adsorción, y también se puede garantizar una cantidad de humedad adsorbida igual que en la primera capa **(36)** de adsorción en la segunda capa **(37)** de adsorción y en la tercera capa **(38)** de adsorción, que entrarán ambas en contacto con aire con una humedad relativa reducida en el curso del paso entre las aletas **(30)**. Por lo tanto, según el intercambiador **(20)** de calor por adsorción de la presente realización, se puede mejorar su capacidad de adsorción de humedad al hacer uniforme la cantidad de humedad adsorbida en cada parte del intercambiador **(20)** de calor por adsorción.

- Modificación 1 de la Realización 1 -

En el anterior intercambiador **(20)** de calor por adsorción, se pueden implementar las diferencias en la cantidad de adsorbente entre las capas **(36, 37, 38)** de adsorción al permitir que las capas **(36, 37, 38)** de adsorción tengan distintos grosores. En este caso, el grosor aumenta en el orden de la primera capa **(36)** de adsorción, la segunda capa **(37)** de adsorción y la tercera capa **(38)** de adsorción. Como se ha descrito anteriormente, según aumenta la cantidad de adsorbente contenida en la capa **(36, 37, 38)** de adsorción, aumenta la capacidad de adsorción de la capa **(36, 37, 38)** de adsorción. Por lo tanto, también en esta modificación, la cantidad de humedad adsorbida en cada capa **(36, 37, 38)** de adsorción puede ser uniforme.

- Modificación 2 de la Realización 1 -

El intercambiador **(20)** de calor por adsorción puede ser configurado de forma que la primera capa **(36)** de adsorción y la segunda capa **(37)** de adsorción estén dotadas de cantidades idénticas de adsorbente y la tercera capa **(38)** de adsorción está dotada de una cantidad mayor de adsorbente que la primera capa **(36)** de adsorción y que la segunda capa **(37)** de adsorción. También en el intercambiador **(20)** de calor por adsorción de la presente modificación, se proporciona una mayor cantidad de adsorbente en la tercera capa **(38)** de adsorción formada en regiones superficiales de las aletas **(30)** ubicadas dentro de la parte corriente abajo **(27)** que en la primera capa **(36)** de adsorción formada en regiones superficiales de las aletas **(30)** ubicadas dentro de la parte corriente arriba **(26)**.

<<Realización 2 de la invención>>

Se da una descripción de la Realización 2 de la presente invención. La presente realización difiere del sistema de control de la humedad de la Realización 1 en la composición del intercambiador **(20)** de calor por adsorción.

En el intercambiador **(20)** de calor por adsorción de la presente realización, la sustancia utilizada como un adsorbente es distinta en cada capa **(36, 37, 38)** de adsorción. Específicamente, en el intercambiador **(20)** de calor por adsorción, la primera capa **(36)** de adsorción está dotada únicamente de zeolita como un adsorbente, la segunda capa **(36)** de adsorción está dotada de una mezcla de zeolita y de gel de sílice como un adsorbente y la tercera capa **(38)** de adsorción está dotada únicamente de gel de sílice como un adsorbente. En el intercambiador **(20)** de calor por adsorción, la capacidad estática de cada sustancia utilizada como un adsorbente aumenta en el orden de la primera capa **(36)** de adsorción, la segunda capa

(37) de adsorción y la tercera capa (38) de adsorción. Por lo tanto, en el intercambiador (20) de calor por adsorción, la capacidad estática de cada capa (36, 37, 38) de adsorción formada en las superficies de las aletas (30) aumenta en el orden de la primera capa (36) de adsorción, la segunda capa (37) de adsorción y la tercera capa (38) de adsorción.

5 En el presente documento, la capacidad estática del adsorbente se expresa por medio de la cantidad de humedad que puede adsorber el adsorbente cuando es puesto en contacto con el aire de humedad relativa constante durante un tiempo suficientemente prolongado, es decir, la cantidad de humedad que el adsorbente ha adsorbido hasta que se alcanza un equilibrio bajo condiciones de coexistencia del adsorbente y del aire de humedad relativa constante.

10 Se da una descripción del curso de la humedad del aire que está siendo adsorbida en las capas de adsorción en el intercambiador (20) de calor por adsorción. Como en la Realización 1, el aire enviado al interior del intercambiador (20) de calor por adsorción fluye a espacios entre las aletas (30) y pasa de forma secuencial a través de la primera parte (21) de columna, la segunda parte (22) de columna y la tercera parte (23) de columna.

15 En la primera parte (21) de columna, en el curso del paso del aire entre las aletas (30), el aire entra en contacto con la primera capa (36) de adsorción, de forma que la humedad del aire es adsorbida progresivamente en la primera capa (36) de adsorción. En otras palabras, en el curso del paso del aire a través de la primera parte (21) de columna, la humedad absoluta del aire disminuye progresivamente. Por lo tanto, en la primera parte (21) de columna, el aire que pasa es enfriado por medio de un intercambio de calor con el refrigerante. Sin embargo, cuando la primera capa (36) de adsorción adsorbe humedad, se produce calor de adsorción, que no reduce tanto la temperatura del aire. Por lo tanto, en el curso del paso del aire a través de la primera parte (21) de columna, la humedad relativa del aire también disminuye progresivamente.

25 En la segunda parte (22) de columna, el aire con una humedad relativa reducida en el curso del paso a través de la primera parte (21) de columna entra en contacto con la segunda capa (37) de adsorción, de forma que se adsorbe progresivamente la humedad del aire en la segunda capa (37) de adsorción. Como se ha descrito anteriormente, el adsorbente en la segunda capa (37) de adsorción tiene una mayor capacidad estática que el adsorbente en la primera capa (36) de adsorción. Por lo tanto, la segunda capa (37) de adsorción puede adsorber humedad, incluso del aire que tiene una humedad relativa reducida, igual que la primera capa (36) de adsorción. En otras palabras, también en la segunda parte (22) de columna ubicada corriente abajo en el flujo de aire desde la primera parte (21) de columna, se puede garantizar una cantidad de humedad adsorbida igual que en la primera parte (21) de columna. Por lo tanto, también en el curso del paso del aire a través de la segunda capa (22) de adsorción, la humedad absoluta y la humedad relativa del aire disminuyen progresivamente como en el curso del paso del aire a través de la primera parte (21) de columna.

35 En la tercera parte (23) de columna, el aire con una humedad relativa reducida en el curso del paso a través de la segunda parte (22) de columna entra en contacto con la tercera capa (38) de adsorción, de forma que se adsorbe progresivamente la humedad del aire en la tercera capa (38) de adsorción. Como se ha descrito anteriormente, el adsorbente en la tercera capa (38) de adsorción tiene una mayor capacidad estática que el adsorbente en la segunda capa (37) de adsorción. Por lo tanto, la tercera capa (38) de adsorción puede adsorber humedad, incluso del aire que tiene una humedad relativa reducida, igual que la segunda capa (37) de adsorción. En otras palabras, también en la tercera parte (23) de columna ubicada corriente abajo en el flujo de aire desde la segunda parte (22) de columna, se puede garantizar una cantidad de humedad adsorbida igual que en la segunda parte (22) de columna. Por lo tanto, también en el curso del paso del aire a través de la tercera capa (23) de adsorción, la humedad absoluta y la humedad relativa del aire disminuyen progresivamente como en el curso del paso del aire a través de la primera parte (21) de columna. Entonces, el aire que ha pasado a través de la tercera parte (23) de columna fluye de entre las aletas (30) y es enviado corriente abajo del intercambiador (20) de calor por adsorción.

40 Por lo tanto, en el intercambiador (20) de calor por adsorción, se puede garantizar una cantidad de humedad adsorbida igual que en la primera parte (21) de columna ubicada corriente arriba en el flujo de aire también en la segunda parte (22) de columna y en la tercera parte (23) de columna, que están ubicadas ambas corriente abajo en el flujo de aire. Por lo tanto, según el intercambiador (20) de calor por adsorción de la presente realización, se puede mejorar su capacidad de adsorción de humedad al hacer
55 uniforme la cantidad de humedad adsorbida en cada parte del intercambiador (20) de calor por adsorción.

- Modificación de la Realización 2 -

60 En el anterior intercambiador (20) de calor por adsorción, la primera capa (36) de adsorción y la segunda capa (37) de adsorción pueden estar dotadas de la misma sustancia como su adsorbente y la tercera capa (38) de adsorción puede estar dotada, como su adsorbente, de una sustancia distinta de la de la primera capa (36) de adsorción y de la segunda capa (37) de adsorción. Por ejemplo, la primera capa (36) de adsorción y la segunda capa (37) de adsorción pueden estar dotadas de zeolita como su

adsorbente y la tercera capa **(38)** de adsorción puede estar dotada de gel de sílice como su adsorbente. También en el intercambiador **(20)** de calor por adsorción de esta modificación, se proporciona un adsorbente que tiene una mayor capacidad estática en la tercera capa **(38)** de adsorción formada en regiones superficiales de las aletas **(30)** ubicadas dentro de la parte corriente abajo **(27)** que en la primera
 5 capa **(36)** de adsorción formada en regiones superficiales de las aletas **(30)** ubicadas dentro de la parte corriente arriba **(26)**.

En el anterior intercambiador **(20)** de calor por adsorción, se pueden utilizar sustancias distintas de zeolita y gel de sílice como adsorbentes, por ejemplo, materiales poliméricos orgánicos que tienen grupos
 10 funcionales hidrófilos o higroscópicos, materiales de resina permutadora de iones que tienen grupos ácido carbónico o grupos ácido sulfónico, o materiales de mineral arcilloso. En estos casos, las sustancias proporcionadas como adsorbentes en las capas **(36, 37, 38)** de adsorción están seleccionadas de forma apropiada según sus capacidades estáticas respectivas, de forma que la primera capa **(36)** de adsorción, la segunda capa **(37)** de adsorción y la tercera capa **(38)** de adsorción tienen capacidades estáticas
 15 crecientes en este orden. De forma alternativa, estos materiales no pueden ser utilizados por sí solos para cada capa **(36, 37, 38)** de adsorción o se puede proporcionar una mezcla de estos materiales en diversas combinaciones para cada capa **(36, 37, 38)** de adsorción.

<<Otras realizaciones>>

En cada una de las anteriores realizaciones, el intercambiador **(20)** de calor por adsorción puede tener las siguientes configuraciones.

20 - Primera variante -

En el intercambiador **(20)** de calor por adsorción, las aletas **(30)** pueden estar cortadas en unidades de las partes **(21, 22, 23)** de columna.

Como se muestra en las Figuras **5, 6 y 7**, en el intercambiador **(20)** de calor por adsorción de esta variante, la primera parte **(21)** de columna está dotada de primeras aletas **(31)**, la segunda parte **(22)** de
 25 columna de segundas aletas **(32)**, y la tercera parte **(23)** de columna de terceras aletas **(33)**. Las primeras aletas **(31)** están unidas únicamente a los tubos **(40)** de intercambio de calor de la primera columna **(41)** de tubos, las segundas aletas están unidas únicamente a los tubos **(40)** de intercambio de calor de la segunda columna **(42)** de tubos, y las terceras aletas **(33)** están unidas únicamente a los tubos **(40)** de intercambio de calor de la tercera columna **(43)** de tubos. Además, la primera capa **(36)** de adsorción está
 30 formada en las superficies de las primeras aletas **(31)**, la segunda capa **(37)** de adsorción está formada en las superficies de las segundas aletas **(32)**, y la tercera capa **(38)** de adsorción está formada en las superficies de las terceras aletas **(33)**.

- Segunda variante -

Aunque cada uno de los anteriores intercambiadores **(20)** de calor por adsorción está dotado de tres
 35 columnas **(41, 42, 43)** de tubos, el número de columnas de tubos proporcionado en el intercambiador **(20)** de calor por adsorción no está limitado a este.

Por ejemplo, como se muestra en las Figuras **8 y 9**, el intercambiador **(20)** de calor por adsorción puede estar dotado de cuatro columnas **(41, 42, 43, 44)** de tubos. En este caso, en el intercambiador **(20)**
 40 de calor por adsorción, la primera columna **(41)** de tubos, la segunda columna **(42)** de tubos, la tercera columna **(43)** de tubos y la cuarta columna **(44)** de tubos están dispuestas de forma secuencial desde corriente arriba hasta corriente abajo en el flujo de aire.

En el intercambiador **(20)** de calor por adsorción de esta variante, como se muestra en la Figura **8**, una parte de columna puede estar formada por una columna de tubos. Específicamente, en este intercambiador **(20)** de calor por adsorción, una primera parte **(21)** de columna está constituida por una
 45 parte del intercambiador **(20)** de calor por adsorción que se extiende desde el borde frontal hasta el centro entre la primera columna **(41)** de tubos y la segunda columna **(42)** de tubos, una segunda parte **(22)** de columna está constituida por una parte del intercambiador **(20)** de calor por adsorción que se extiende desde el centro entre la primera columna **(41)** de tubos y la segunda columna **(42)** de tubos hasta el centro entre la segunda columna **(42)** de tubos y la tercera columna **(43)** de tubos, una tercera parte **(23)**
 50 de columna está constituida por una parte del intercambiador **(20)** de calor por adsorción que se extiende desde el centro entre la segunda columna **(42)** de tubos y la tercera columna **(43)** de tubos y el centro entre la tercera columna **(43)** de tubos y la cuarta columna **(44)** de tubos, y una cuarta parte **(24)** de columna está constituida por una parte del intercambiador **(20)** de calor por adsorción que se extiende desde el centro entre la tercera columna **(43)** de tubos y la cuarta columna **(44)** de tubos hasta el borde
 55 posterior.

En otras palabras, el intercambiador **(20)** de calor por adsorción tiene la primera parte **(21)** de columna, la segunda parte **(22)** de columna, la tercera parte **(23)** de columna y la cuarta parte **(24)** de columna formadas en orden desde corriente arriba hasta corriente abajo en el flujo de aire (de izquierda a derecha

en la Figura 8). En este intercambiador (20) de calor por adsorción, la primera parte (21) de columna proporciona una parte corriente arriba (26) y la cuarta parte (24) de columna proporciona una parte corriente abajo (27).

5 En el intercambiador (20) de calor por adsorción mostrado en la Figura 8, cada aleta (30) tiene la primera capa (36) de adsorción formada en una región de la misma ubicada en correspondencia a la primera parte (21) de columna, la segunda capa (37) de adsorción formada en una región de la misma correspondiente a la segunda parte (22) de columna, la tercera capa (38) de adsorción formada en una región de la misma correspondiente a la tercera parte (23) de columna, y la cuarta capa (39) de adsorción formada en una región de la misma correspondiente a la cuarta parte (24) de columna. Cuando se aplica esta variante al intercambiador (20) de calor por adsorción de la Realización 1, el contenido en masa de adsorbente en cada capa (36-39) de adsorción aumenta en el orden de la primera capa (36) de adsorción, la segunda capa (37) de adsorción, la tercera capa (38) de adsorción y la cuarta capa (39) de adsorción. Cuando se aplica esta variante al intercambiador (20) de calor por adsorción de la Realización 2, la capacidad estática de adsorbente proporcionado en cada capa (36-39) de adsorción aumenta en el orden de la primera capa (36) de adsorción, la segunda capa (37) de adsorción, la tercera capa (38) de adsorción y la cuarta capa (39) de adsorción.

20 En el intercambiador (20) de calor por adsorción de esta variante, como se muestra en la Figura 9, puede haber formada una parte de columna para cada par de columnas de tubos. Específicamente, en este intercambiador (20) de calor por adsorción, una primera parte (21) de columna está constituida por una parte del intercambiador (20) de calor por adsorción que se extiende desde el borde frontal hasta el centro entre la segunda columna (42) de tubos y la tercera columna (43) de tubos, y una segunda parte (22) de columna está constituida por una parte del intercambiador (20) de calor por adsorción que se extiende desde el centro entre la segunda columna (42) de tubos y la tercera columna (43) de tubos hasta el borde posterior.

25 En otras palabras, el intercambiador (20) de calor por adsorción tiene la primera parte (21) de columna y la segunda parte (22) de columna formadas en el orden desde corriente arriba hasta corriente abajo en el flujo de aire (de izquierda a derecha en la Figura 9). En este intercambiador (20) de calor por adsorción, la primera parte (21) de columna proporciona una parte corriente arriba (26) y la segunda parte (22) de columna proporciona una parte corriente abajo (27).

30 En el intercambiador (20) de calor por adsorción mostrado en la Figura 9, cada aleta (30) tiene la primera capa (36) de adsorción formada en una región de la misma ubicada en correspondencia a la primera parte (21) de columna y la segunda capa (37) de adsorción formada en una región de la misma ubicada en correspondencia a la segunda parte (22) de columna. Cuando se aplica esta variante al intercambiador (20) de calor por adsorción de la Realización 1, el contenido en masa de adsorbente en cada capa (36, 37) de adsorción aumenta en el orden de la primera capa (36) de adsorción y la segunda capa (37) de adsorción. Cuando se aplica esta variante al intercambiador (20) de calor por adsorción de la Realización 2, la capacidad estática de adsorbente proporcionada en cada capa (36, 37) de adsorción aumenta en el orden de la primera capa (36) de adsorción y la segunda capa (37) de adsorción.

Aplicabilidad industrial

40 Como se puede ver a partir de la anterior descripción, la presente invención es útil como un intercambiador de calor por adsorción en el que se contiene un adsorbente en sus aletas.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un intercambiador de calor por adsorción que incluye un tubo (40) de intercambio de calor, a través del cual circula el medio de calor, y aletas (30) que están fijadas al tubo (40) de intercambio de calor y en las superficies de las cuales se contiene un adsorbente, siendo dicho intercambiador de calor por adsorción para poner el aire que pasa a través del mismo en contacto con el adsorbente contenido en las aletas (30),
- 10 una parte de dicho intercambiador de calor por adsorción ubicada corriente arriba en el flujo de aire que constituye una parte corriente arriba (26) y una parte de dicho intercambiador de calor por adsorción ubicada corriente abajo en el flujo de aire que constituye una parte corriente abajo (27),
- estando formada una capa (36, 38) de adsorción que contiene el adsorbente en las superficies de las aletas (30), **caracterizado porque**
- la parte corriente abajo (27) tiene una mayor capacidad estática de la capa (36, 38) de adsorción que la parte corriente arriba (26).
- 15 2. El intercambiador de calor por adsorción de la reivindicación 1, en el que la capa (38) de adsorción en la parte corriente abajo (27) tiene una mayor cantidad de adsorbente contenido en las aletas (30) que la capa (36) de adsorción en la parte corriente arriba (26).
3. El intercambiador de calor por adsorción de la reivindicación 1, en el que la capa (36, 38) de adsorción es una mezcla de adsorbente y de aglutinante, y
- 20 la parte corriente abajo (27) tiene un mayor contenido en masa de adsorbente en la capa (36, 38) de adsorción que la parte corriente arriba (26).
4. El intercambiador de calor por adsorción de la reivindicación 1, en el que la capa (38) de adsorción en la parte corriente abajo (27) tiene un adsorbente de mayor capacidad estática contenido como dicho adsorbente en las aletas (30) que la capa (36) de adsorción en la parte corriente arriba (26).
- 25

FIG. 1

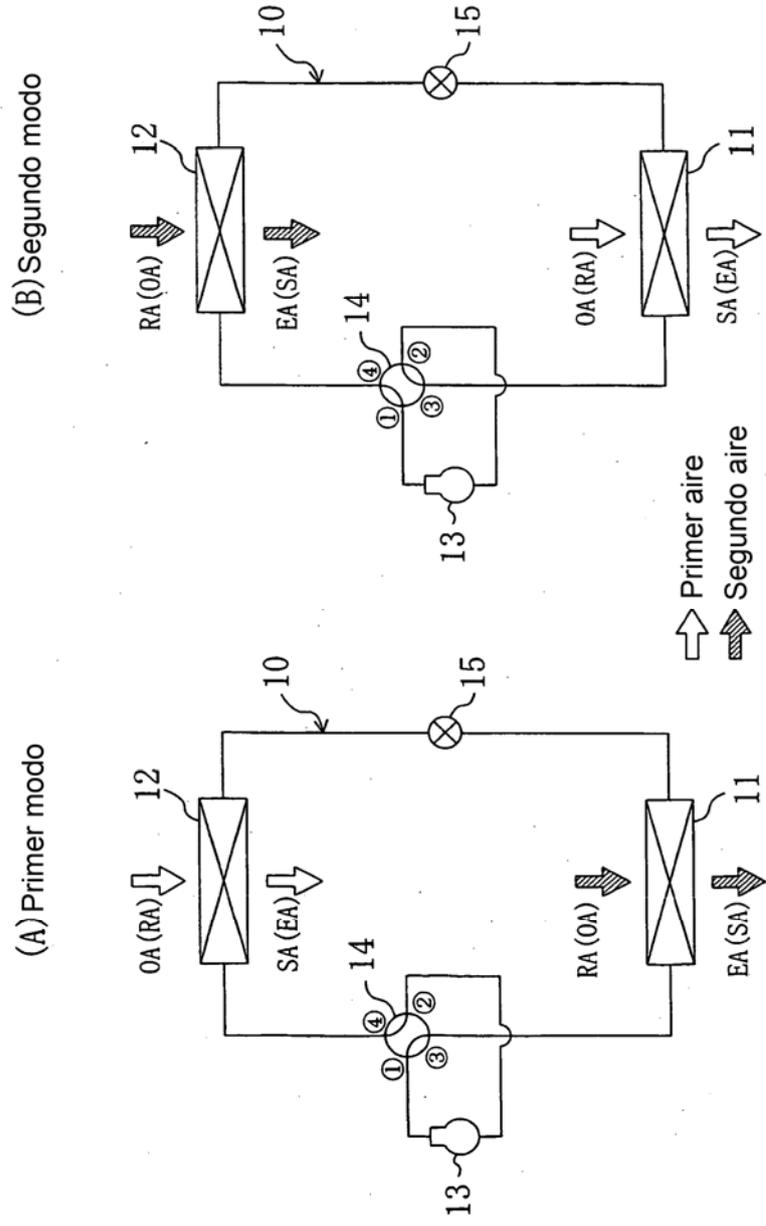


FIG. 2

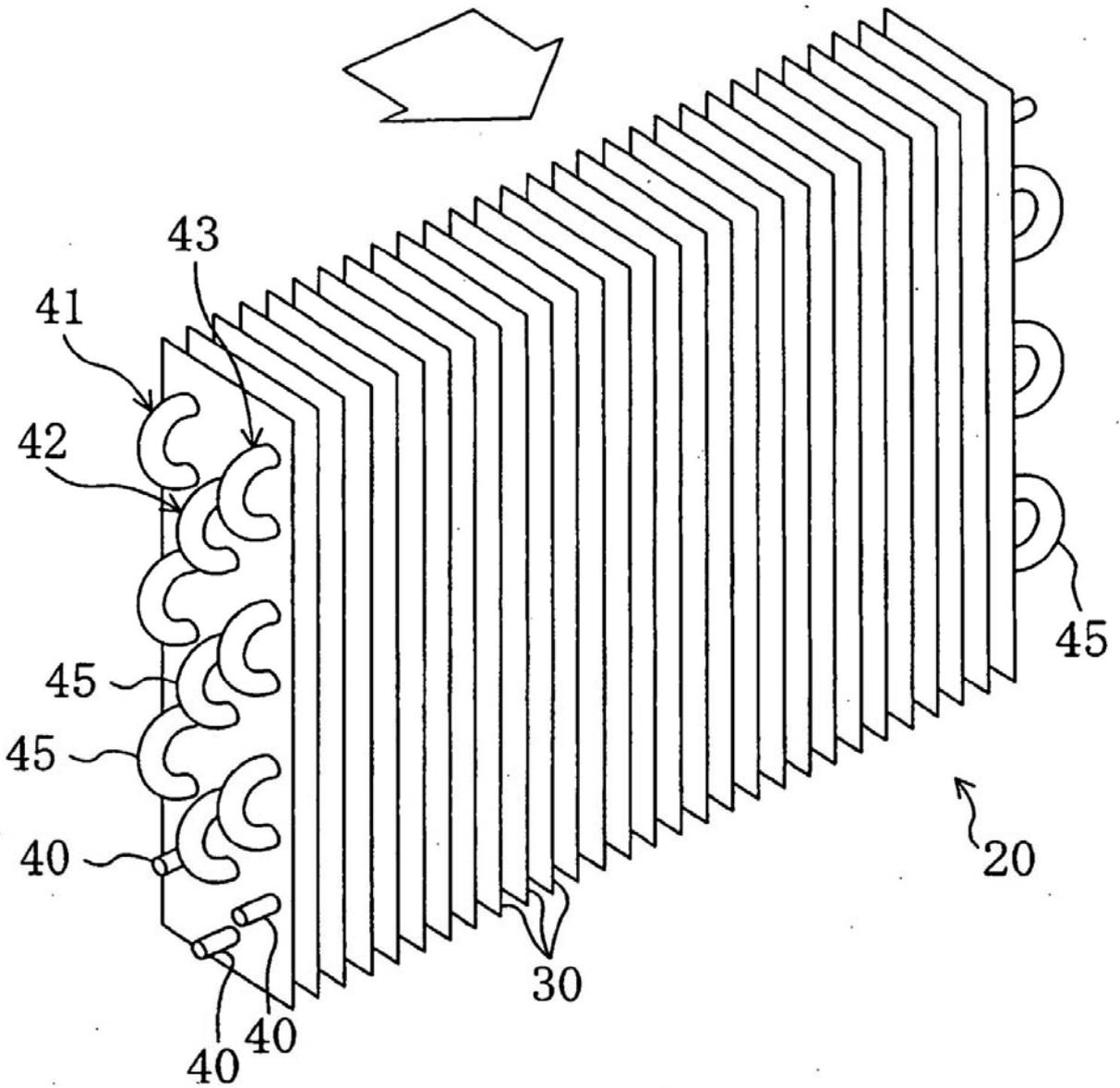


FIG. 3

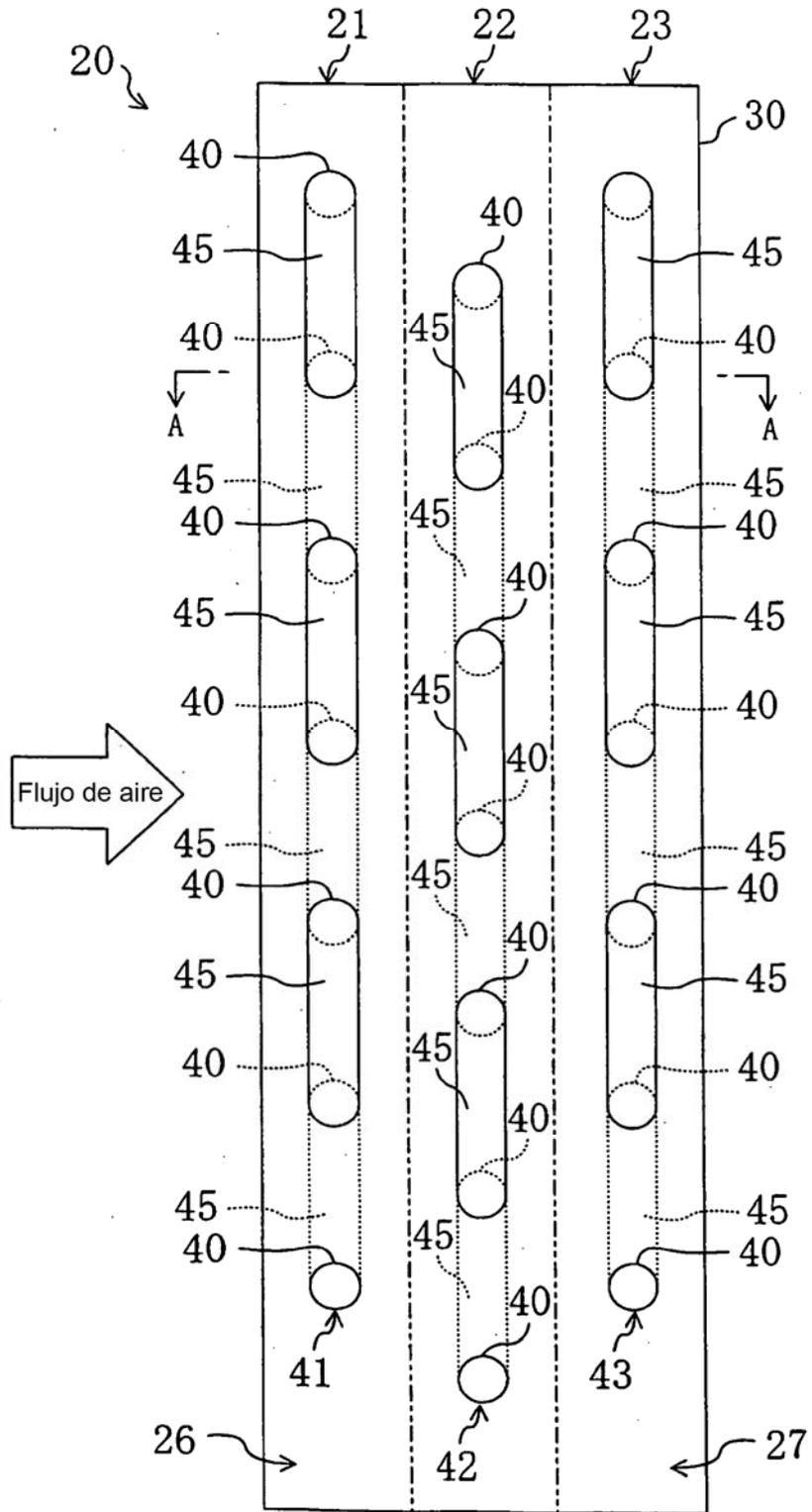


FIG. 4

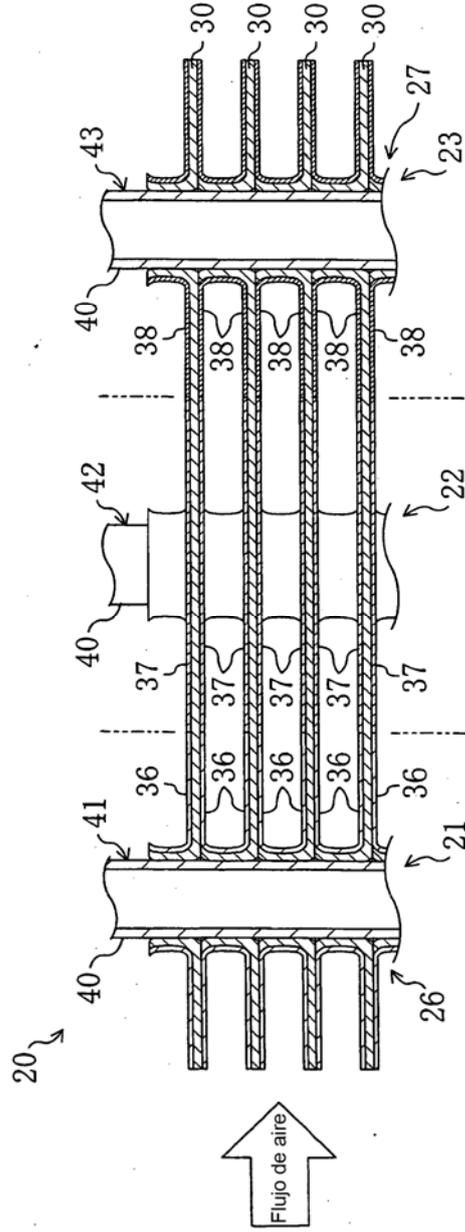


FIG. 5

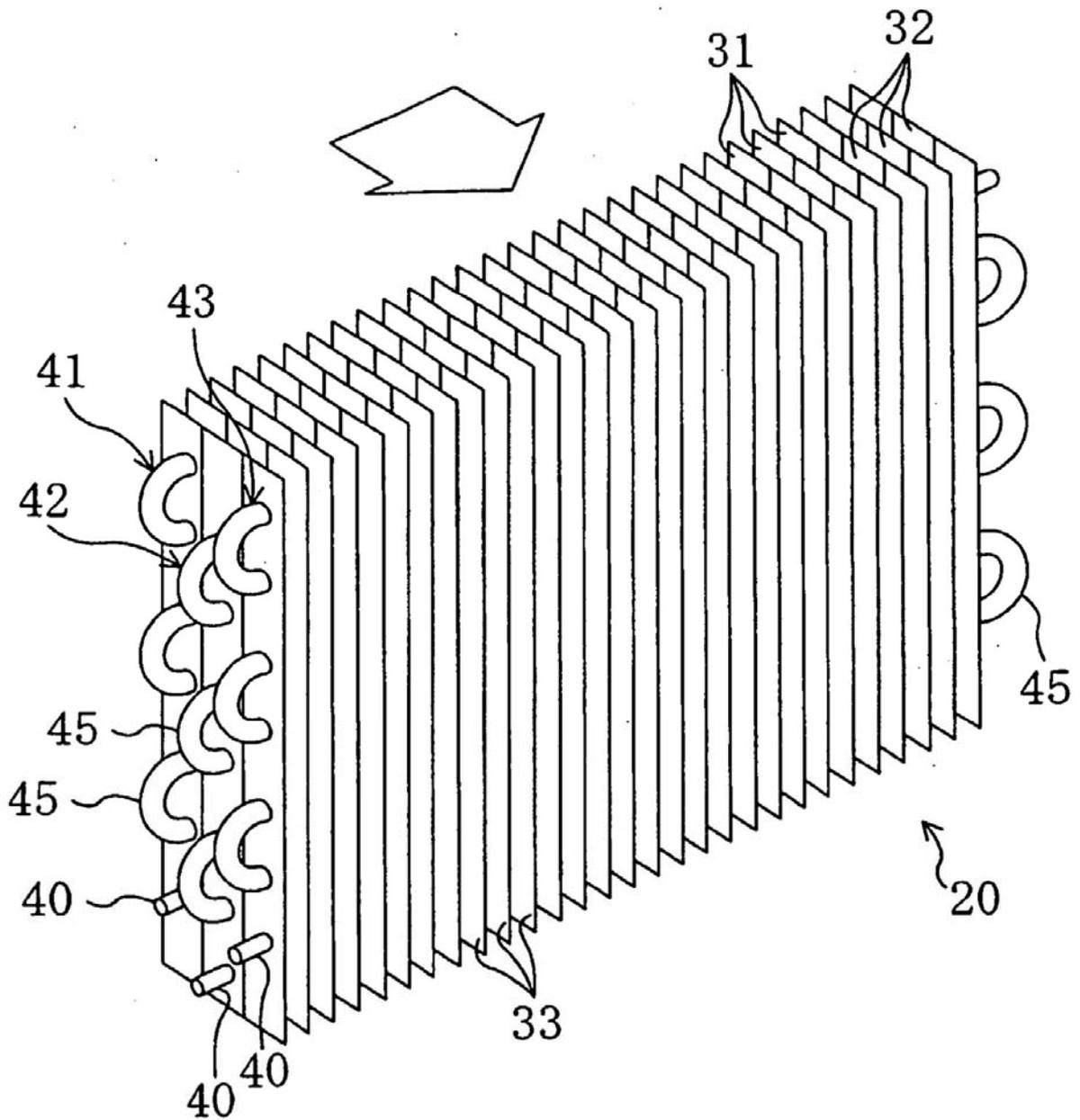


FIG. 6

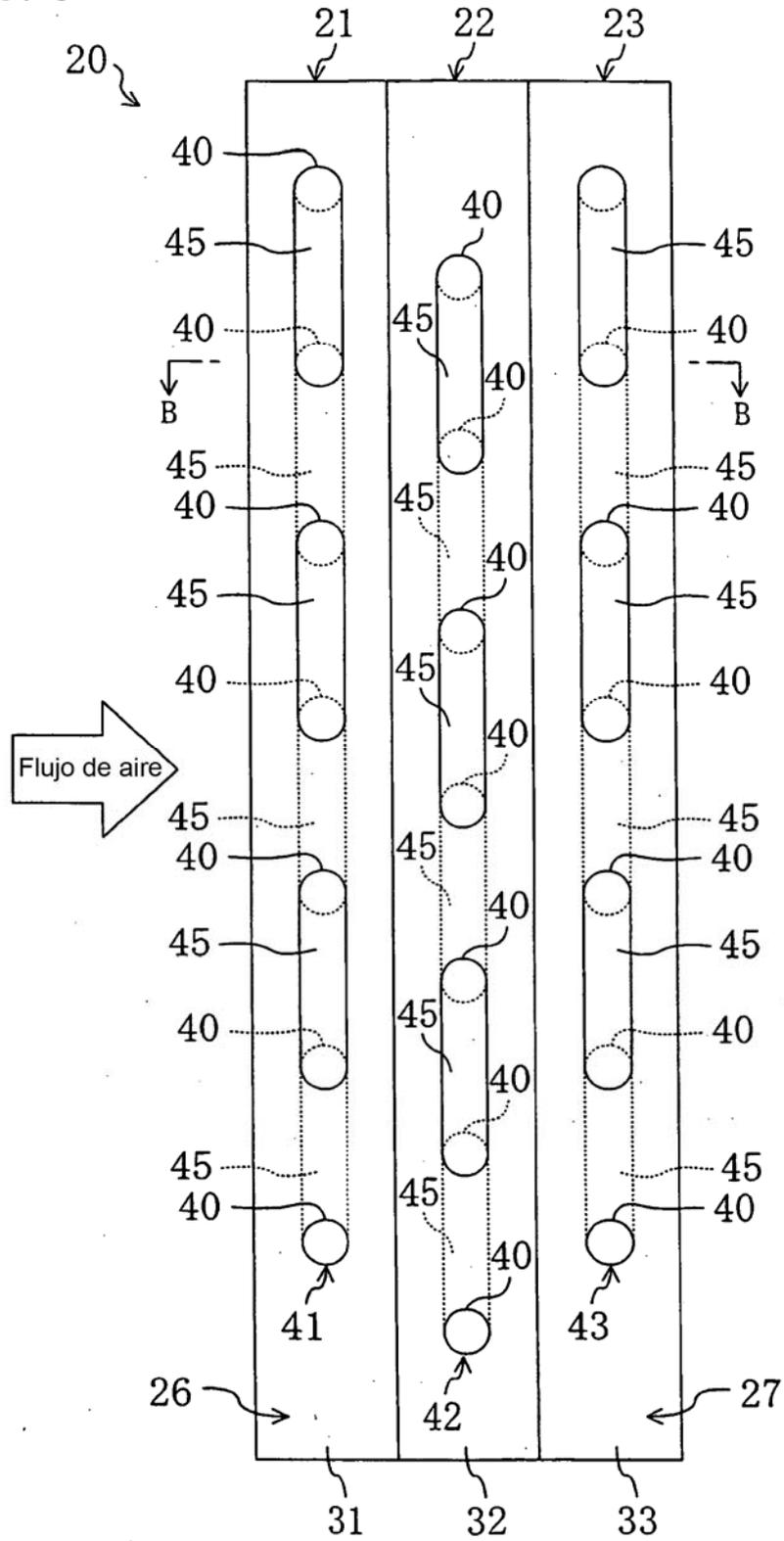


FIG. 8

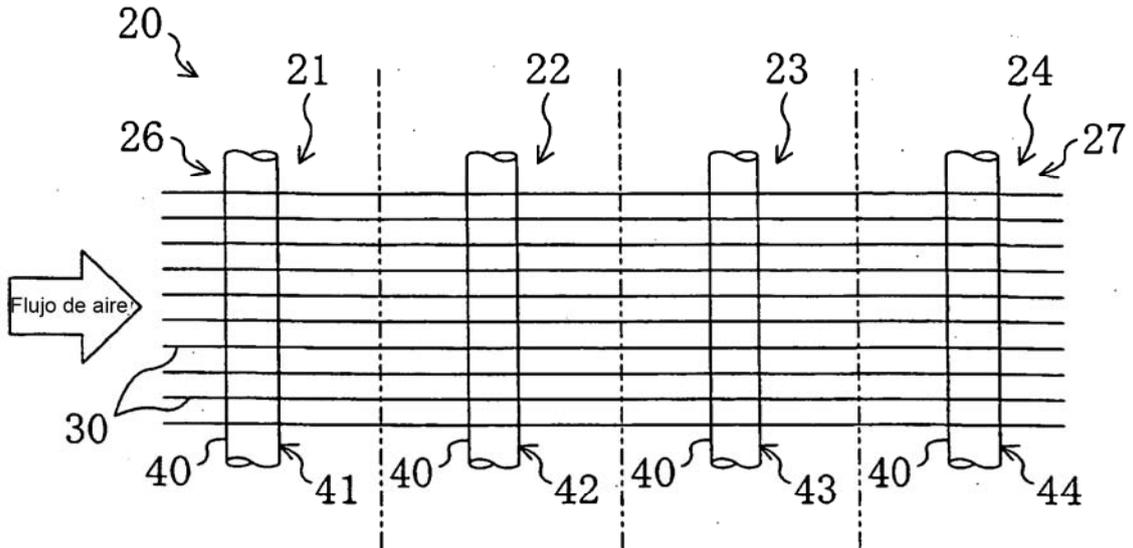


FIG. 9

