

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 627 534**

(51) Int. Cl.:

F24F 3/14 (2006.01)
B01D 53/26 (2006.01)
F24F 1/02 (2011.01)
F24F 3/00 (2006.01)
F25B 13/00 (2006.01)
F24F 12/00 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.10.2012 PCT/JP2012/006608**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **02.05.2013 WO13061539**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.10.2012 E 12844109 (4)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.05.2017 EP 2772697**

(54) Título: **Dispositivo de control de humedad**

(30) Prioridad:

27.10.2011 JP 2011236146

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

28.07.2017

(73) Titular/es:

DAIKIN INDUSTRIES, LTD. (100.0%)
Umeda Center Building 4-12, Nakazaki-Nishi 2-chome
Kita-ku, Osaka-shi, Osaka 530-8323, JP

(72) Inventor/es:

SAKAI, GAKUTO;
EGUCHI, AKIHIRO y
YABU, TOMOHIRO

(74) Agente/Representante:

FÚSTER OLAGUIBEL, Gustavo Nicolás

ES 2 627 534 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

Dispositivo de control de humedad

5 Campo técnico

La presente divulgación se refiere a un aparato de control de humedad configurado para controlar la humedad de sala usando un adsorbente.

10 Técnica anterior

Convencionalmente se ha conocido un aparato de control de humedad, que está configurado para controlar la humedad de sala usando un adsorbente. El documento de patente 1 divulga, como aparato de control de humedad de este tipo, un aparato configurado para controlar la humedad de sala usando dos intercambiadores de calor por adsorción en cada uno de los cuales está soportado un adsorbente.

El aparato de control de humedad incluye un circuito de refrigerante configurado de tal manera que un compresor, un mecanismo de expansión y los intercambiadores de calor por adsorción están conectados entre sí y que un sentido de circulación de refrigerante es reversible, y un paso de aire configurado de tal manera que una trayectoria de flujo de aire comuta, dependiendo del sentido de circulación de refrigerante en el circuito de refrigerante, para hacer que uno de aire de sala o aire de exterior pase a través de uno (es decir, un intercambiador de calor por adsorción de desorción de humedad) de los intercambiadores de calor por adsorción que sirve como condensador y para hacer que el otro de aire de sala o aire de exterior pase a través del otro (es decir, un intercambiador de calor por adsorción de absorción de humedad) de los intercambiadores de calor por adsorción que sirve como evaporador. En el aparato de control de humedad, se realiza una operación de humidificación, en la que aire de exterior se suministra al interior de una sala a través del intercambiador de calor por adsorción de desorción de humedad y aire de sala se descarga al exterior a través del intercambiador de calor por adsorción de absorción de humedad.

En teoría, en un ciclo de refrigeración, calor absorbido por el refrigerante en un evaporador y un compresor se disipa a partir del refrigerante en un condensador. Sin embargo, dado que el intercambiador de calor por adsorción de absorción de humedad que sirve como evaporador en el aparato de control de humedad está previsto principalmente para la deshumidificación de aire de sala, existe la posibilidad de que no pueda garantizarse una cantidad suficiente de calor absorbido por el refrigerante. Por otro lado, con el fin, por ejemplo, de recuperar el adsorbente, debe garantizarse una determinada cantidad de calor en el intercambiador de calor por adsorción de desorción de humedad que sirve como condensador. Por tales motivos, es necesario compensar la falta de la cantidad de calor absorbido por el refrigerante en el intercambiador de calor por adsorción de absorción de humedad con calor proporcionado al refrigerante en el compresor. Esto puede aumentar el consumo de potencia en el compresor, dando como resultado una reducción de la eficiencia del compresor.

En el aparato de control de humedad del documento de patente 1, un intercambiador de calor de aire está conectado entre cada intercambiador de calor por adsorción y el mecanismo de expansión en el circuito de refrigerante. En la operación de humidificación, uno de los intercambiadores de calor de aire sirve como subenfriador configurado para subenfriar refrigerante usando aire de exterior, y el otro intercambiador de calor de aire sirve como intercambiador de calor de recuperación de calor configurado para recuperar calor a partir del aire de sala. Por tanto, en la operación de humidificación, puede subenfriarse refrigerante en el subenfriador, así como recuperar calor a partir del aire de salida no solo en el intercambiador de calor por adsorción de absorción de humedad sino también en el intercambiador de calor de recuperación de calor. En consecuencia, en la operación de humidificación, puede garantizarse totalmente la cantidad requerida de calor disipado al aire de exterior, y no es necesario compensar la falta de cantidad de calor absorbido por el refrigerante en el intercambiador de calor por adsorción de absorción de humedad con calor proporcionado al refrigerante en el compresor. Como resultado, puede reducirse la disminución de la eficiencia de compresor.

En el aparato de control de humedad, el subenfriador en el flujo de aire de exterior y el intercambiador de calor de recuperación de calor en el flujo de aire de sala están ambos dispuestos corriente abajo o corriente arriba de los intercambiadores de calor por adsorción.

Lista de referencias

60 Documento de patente

Documento de patente 1: Publicación de patente japonesa sin examinar n.º 2005- 291535

Sumario de la invención

65

Problema técnico

La operación de humidificación se combina con frecuencia con una operación de calentamiento de aire durante el invierno durante el cual la temperatura de exterior es baja. Cuando se realiza la operación de humidificación con una temperatura de exterior extremadamente baja, existe una posibilidad de que sea menos probable que humedad desorbida a partir del adsorbente del intercambiador de calor por adsorción de desorción de humedad, debido a la alta humedad relativa de aire de exterior, se capte por el aire de exterior y por lo tanto no pueda realizarse una humidificación suficiente en la sala. Por tales motivos, en la operación de humidificación con una temperatura de exterior baja, es preferente que el subenfriador esté colocado corriente arriba del intercambiador de calor por adsorción de desorción de humedad en el flujo de aire de exterior y que se precaliente aire de exterior con refrigerante en el subenfriador antes de pasar a través del intercambiador de calor por adsorción de desorción de humedad. Tal precalentamiento de aire de exterior antes del paso del aire de exterior a través del intercambiador de calor por adsorción de desorción de humedad permite que el aire de exterior capte la mayor parte de la humedad desorbida a partir del adsorbente del intercambiador de calor por adsorción de desorción de humedad. Por tanto, puede realizarse una humidificación suficiente en la sala.

Sin embargo, en el aparato de control de humedad, cuando el subenfriador está colocado corriente arriba del intercambiador de calor por adsorción de desorción de humedad en el flujo de aire de exterior tal como se describió anteriormente, el intercambiador de calor de recuperación de calor también está colocado corriente arriba del intercambiador de calor por adsorción de absorción de humedad en el flujo de aire de sala. En el caso en el que el intercambiador de calor de recuperación de calor está colocado corriente arriba del intercambiador de calor por adsorción de absorción de humedad, se produce condensación de una gran cantidad de humedad contenida en el aire de sala cuando el aire de sala pasa a través del intercambiador de calor de recuperación de calor, y no puede recuperarse una cantidad suficiente de la humedad del aire de sala mediante el adsorbente del intercambiador de calor por adsorción de absorción de humedad. Como resultado, existe una posibilidad de que no pueda realizarse una humidificación suficiente en la sala.

Por otro lado, en el aparato de control de humedad, cuando el intercambiador de calor de recuperación de calor está colocado corriente abajo del intercambiador de calor por adsorción de absorción de humedad en el flujo de aire de sala, el subenfriador también está colocado corriente abajo del intercambiador de calor por adsorción de desorción de humedad en el flujo de aire de exterior. Por tanto, no puede calentarse aire de exterior en el subenfriador antes de que pase a través del intercambiador de calor por adsorción de desorción de humedad. Como resultado, existe una posibilidad de que no pueda realizarse una humidificación suficiente en la sala.

La presente divulgación se ha realizado en vista de lo anterior, y tiene el objetivo de proporcionar un aparato de control de humedad que puede realizar una humidificación suficiente en una sala incluso con una temperatura de exterior baja.

Solución al problema

Un primer aspecto de la invención se refiere a un aparato de control de humedad que incluye un circuito de refrigerante (15) configurado de tal manera que un compresor (16), un mecanismo de expansión (33) y dos intercambiadores de calor por adsorción (31, 32) en cada uno de los cuales está soportado un adsorbente están conectados entre sí a través de un tubo, un sentido de circulación de refrigerante es reversible, y se realiza un ciclo de refrigeración por compresión de vapor, y un paso de aire configurado de tal manera que una trayectoria de flujo de aire conmuta, dependiendo del sentido de circulación de refrigerante en el circuito de refrigerante (15), para hacer que uno de aire de sala o aire de exterior llevado al interior del paso de aire pase a través de uno de los intercambiadores de calor por adsorción (31, 32) que sirve como intercambiador de calor por adsorción de desorción de humedad que funciona como condensador y hacer que el otro del aire de sala o el aire de exterior pase a través del otro de los intercambiadores de calor por adsorción (31, 32) que sirve como intercambiador de calor por adsorción de absorción de humedad que funciona como evaporador. En el aparato de control de humedad, se realiza una operación de humidificación, en la que el aire de exterior se suministra a un interior de una sala a través del intercambiador de calor por adsorción de desorción de humedad, y el aire de sala se descarga a un exterior a través del intercambiador de calor por adsorción de absorción de humedad. El aparato de control de humedad incluye un intercambiador de calor de precalentamiento (34, 35) conectado al circuito de refrigerante (15) y, en la operación de humidificación, colocado corriente arriba del intercambiador de calor por adsorción de desorción de humedad en un flujo del aire de exterior en el paso de aire y que sirve como condensador para calentar el aire de exterior; y un intercambiador de calor de recuperación de calor (35, 34) conectado al circuito de refrigerante (15) y, en la operación de humidificación, colocado corriente abajo del intercambiador de calor por adsorción de absorción de humedad en un flujo del aire de sala en el paso de aire y que sirve como evaporador para recuperar calor a partir del aire de sala.

En el primer aspecto de la invención, en la operación de humidificación, aire de exterior llevado al interior del aparato de control de humedad se suministra al interior de la sala tras haber pasado a través del intercambiador de calor de precalentamiento (34, 35) que sirve como condensador y el intercambiador de calor por adsorción de desorción de humedad que sirve como condensador en este orden. Específicamente, cuando pasa a través del intercambiador de calor de precalentamiento (34, 35), el aire de exterior intercambia calor en primer lugar con refrigerante, es decir,

absorbe el calor del refrigerante. En consecuencia, la humedad relativa del aire de exterior disminuye. Después, el aire de exterior pasa a través del intercambiador de calor por adsorción de desorción de humedad. En este punto, en el intercambiador de calor por adsorción de desorción de humedad, se desorbe humedad del adsorbente calentado con refrigerante, y se proporciona al aire de exterior. Dado que el aire de exterior que pasa a través del intercambiador de calor por adsorción de desorción de humedad se precalienta, tal como se describió anteriormente, en el intercambiador de calor de precalentamiento (34, 35) de tal manera que la humedad relativa del mismo disminuye, el aire de exterior capta fácilmente la humedad desorbida a partir del adsorbente del intercambiador de calor por adsorción de desorción de humedad, y por lo tanto la mayor parte de la humedad desorbida queda contenida en el aire de exterior. Por tanto, el aire de exterior al que se le proporciona humedad suficiente en el intercambiador de calor por adsorción de desorción de humedad se suministra al interior de la sala, humidificando de ese modo de manera suficiente el interior de la sala.

Por otro lado, en la operación de humidificación, aire de sala llevado al interior del aparato de control de humedad se descarga al exterior tras haber pasado a través del intercambiador de calor por adsorción de absorción de humedad que sirve como evaporador y el intercambiador de calor de recuperación de calor (35, 34) que sirve como evaporador en este orden. Específicamente, el aire de sala pasa en primer lugar a través del intercambiador de calor por adsorción de absorción de humedad. En este punto, la humedad contenida en el aire de sala se adsorbe en el adsorbente, y por lo tanto el aire de sala se deshumidifica. El calor de adsorción generado después de ello se absorbe por el refrigerante. Cuando pasa a través del intercambiador de calor de recuperación de calor (35, 34), el aire de sala cuya humedad se lleva por el intercambiador de calor por adsorción de absorción de humedad intercambia calor con refrigerante, es decir, disipa el calor del refrigerante. Después, se descarga el aire de sala al exterior.

Un segundo aspecto de la invención se refiere al aparato de control de humedad del primer aspecto de la invención, en el que, en el circuito de refrigerante (15), se proporciona un circuito auxiliar (40), en el que el intercambiador de calor de precalentamiento (34, 35), una válvula de expansión (36) y el intercambiador de calor de recuperación de calor (35, 34) están conectados entre sí en serie en este orden.

En el segundo aspecto de la invención, cuando la válvula de expansión (36) del circuito auxiliar (40) se cierra o se sujeta al grado de apertura mínimo, se bloquea el flujo de refrigerante al interior del intercambiador de calor de precalentamiento (34, 35) y el intercambiador de calor de recuperación de calor (35, 34), o solo una ligera cantidad de refrigerante fluye al interior del intercambiador de calor de precalentamiento (34, 35) y el intercambiador de calor de recuperación de calor (35, 34).

Un tercer aspecto de la invención se refiere al aparato de control de humedad del segundo aspecto de la invención, en el que el circuito auxiliar (40) incluye una trayectoria de flujo de una vía (41, 42) a través de la cual fluye refrigerante en un sentido aunque se invierta el sentido de circulación de refrigerante en el circuito de refrigerante (15), y el intercambiador de calor de precalentamiento (34), la válvula de expansión (36) y el intercambiador de calor de recuperación de calor (35) se proporcionan en la trayectoria de flujo de una vía (41, 42).

En el tercer aspecto de la invención, el intercambiador de calor de precalentamiento (34), la válvula de expansión (36) y el intercambiador de calor de recuperación de calor (35) se proporcionan en la trayectoria de flujo de una vía (41, 42) a través de la cual fluye refrigerante en un sentido aunque se invierta el sentido de circulación de refrigerante en el circuito de refrigerante (15). Por tanto, aunque cambie el sentido de circulación de refrigerante, cada intercambiador de calor de aire no conmuta entre el intercambiador de calor de precalentamiento (34) y el intercambiador de calor de recuperación de calor (35) dependiendo del cambio de sentido de circulación de refrigerante en el circuito de refrigerante (15). Como resultado, uno de los intercambiadores de calor de aire sirve constantemente como intercambiador de calor de precalentamiento (34), y el otro intercambiador de calor de aire sirve constantemente como intercambiador de calor de recuperación de calor (35).

Un cuarto aspecto de la invención se refiere al aparato de control de humedad del tercer aspecto de la invención, en el que el circuito auxiliar (40) es un circuito en puente que incluye la trayectoria de flujo de una vía (41).

En el cuarto aspecto de la invención, el circuito auxiliar (40) es el circuito en puente que incluye la trayectoria de flujo de una vía (41) en la que el intercambiador de calor de precalentamiento (34), la válvula de expansión (36) y el intercambiador de calor de recuperación de calor (35) están conectados entre sí en serie en este orden.

Un quinto aspecto de la invención se refiere al aparato de control de humedad del cuarto aspecto de la invención, en el que se realiza una operación de deshumidificación, en la que el aire de exterior se suministra al interior de la sala a través del intercambiador de calor por adsorción de absorción de humedad, y se descarga el aire de sala al exterior a través del intercambiador de calor por adsorción de desorción de humedad, y se proporciona una sección de control (100), que está configurada para abrir la válvula de expansión (36) hasta un grado de apertura mínimo predeterminado en la operación de deshumidificación.

En la operación de deshumidificación, no es necesario que fluya refrigerante a través del intercambiador de calor de precalentamiento (34) y el intercambiador de calor de recuperación de calor (35). Sin embargo, si se cierra la válvula

de expansión (36) para bloquear completamente el flujo de refrigerante, existe una posibilidad de que se acumule refrigerante en el intercambiador de calor de precalentamiento (34), dando como resultado una disminución en la cantidad de refrigerante que circula en el circuito de refrigerante (15).

- 5 Por tanto, en el quinto aspecto de la invención, la válvula de expansión (36) se abre, tal como se describió anteriormente, hasta el grado de apertura mínimo predeterminado en la operación de deshumidificación. Por tanto, se garantiza el flujo de una ligera cantidad de refrigerante en el circuito auxiliar (40).

Ventajas de la invención

- 10 De acuerdo con el primer aspecto de la invención, durante la operación de humidificación, tras calentarse aire de exterior con refrigerante en el intercambiador de calor de precalentamiento (34, 35), el aire de exterior pasa a través del intercambiador de calor por adsorción de desorción de humedad en el aparato de control de humedad. Por tanto, incluso con una baja temperatura de exterior, la mayor parte de la humedad desorbida a partir del adsorbente del intercambiador de calor por adsorción de desorción de humedad puede captarse por el aire de exterior. Por consiguiente, el interior de la sala puede humidificarse de manera suficiente. Además, durante la operación de humidificación, tras deshumidificarse el aire de sala en el intercambiador de calor por adsorción de absorción de humedad, el aire de sala pasa a través del intercambiador de calor de recuperación de calor (35, 34) en el aparato de control de humedad. Por tanto, no se produce condensación de humedad contenida en el aire de sala en el intercambiador de calor de recuperación de calor (35, 34). Es más, una cantidad suficiente de la humedad contenida en el aire de sala puede recuperarse en el intercambiador de calor por adsorción de absorción de humedad, y puede recuperarse calor suficiente a partir del aire de sala por el refrigerante. De acuerdo con una configuración de este tipo, incluso con una baja temperatura de exterior, el interior de la sala puede humidificarse de manera suficiente.
- 20
- 25 La operación de humidificación se combina con frecuencia con una operación de calentamiento de aire durante el invierno. Cuando la operación de humidificación se realiza con una temperatura de exterior extremadamente baja, existe una posibilidad de que la temperatura de aire de exterior humidificado que va a suministrarse al interior de la sala llegue a ser inferior a una temperatura ambiente, dando como resultado un aumento de la carga de calentamiento de aire dentro de la sala.

- 30 Sin embargo, en el primer aspecto de la invención, puede calentarse aire de exterior hasta un determinado nivel en el intercambiador de calor de precalentamiento (34, 35). Además, en el primer aspecto de la invención, el refrigerante recupera calor del aire de sala no solo en el intercambiador de calor por adsorción de absorción de humedad que sirve como evaporador sino también en el intercambiador de calor de recuperación de calor (35, 34) que sirve como evaporador. Por tanto, la cantidad de calor disipado a partir de refrigerante aumenta en el intercambiador de calor por adsorción de desorción de humedad y el intercambiador de calor de precalentamiento (34, 35) que sirven como condensadores. De acuerdo con el primer aspecto de la invención, incluso en la operación de humidificación con una baja temperatura de exterior, puede garantizarse una cantidad suficiente de calor disipado a partir de refrigerante al aire de exterior, y por lo tanto puede reducirse un aumento de la carga de calentamiento de aire dentro de la sala.

- 40
- 45 De acuerdo con el segundo aspecto de la invención, en el caso en el que no se requieran precalentamiento de aire de exterior en el intercambiador de calor de precalentamiento (34, 35) y recuperación de calor a partir de aire de sala al refrigerante en el intercambiador de calor de recuperación de calor (35, 34), la válvula de expansión (36) del circuito auxiliar (40) se cierra o se sujeta al grado de apertura mínimo, reduciendo o impidiendo así una pérdida de presión innecesaria en el intercambiador de calor de precalentamiento (34, 35) y el intercambiador de calor de recuperación de calor (35, 34). En consecuencia, puede reducirse la disminución de la eficiencia de ciclo de refrigeración.

- 50 De acuerdo con el tercer aspecto de la invención, aunque se invierta el sentido de circulación de refrigerante, el refrigerante fluye en un sentido en la trayectoria de flujo de una vía (41, 42). Esto provoca, sin conmutar cada intercambiador de calor de aire entre el intercambiador de calor de precalentamiento (34, 35) y el intercambiador de calor de recuperación de calor (35, 34), el estado en el que uno de los intercambiadores de calor de aire sirve constantemente como intercambiador de calor de precalentamiento (34) y el otro intercambiador de calor de aire sirve constantemente como intercambiador de calor de recuperación de calor (35). Si cada intercambiador de calor de aire comuta entre el intercambiador de calor de precalentamiento (34) y el intercambiador de calor de recuperación de calor (35), se produce pérdida de capacidad térmica. Sin embargo, la configuración anterior puede reducir o impedir la aparición de tal pérdida de capacidad térmica.
- 55
- 60 De acuerdo con el cuarto aspecto de la invención, el circuito auxiliar (40) que incluye el paso de una vía (41) a través del cual fluye refrigerante en un sentido aunque se invierta el sentido de circulación de refrigerante en el circuito de refrigerante (15) puede formarse fácilmente.

- 65 De acuerdo con el quinto aspecto de la invención, en la operación de deshumidificación, la válvula de expansión (36) del circuito auxiliar (40) se abre hasta el grado de apertura mínimo predeterminado para garantizar el flujo de una ligera cantidad de refrigerante en el circuito auxiliar (40). Por tanto, puede reducirse la acumulación de refrigerante

en el intercambiador de calor de precalentamiento (34). Por consiguiente, puede reducirse la disminución de la eficiencia de ciclo de refrigeración debida a una disminución en la cantidad de refrigerante que circula en el circuito de refrigerante (15).

5 Breve descripción de los dibujos

[FIG. 1] La FIG. 1 es una vista esquemática que ilustra la configuración de un aparato de control de humedad de un primer modo de realización.

10 [FIG. 2] Las FIGS. 2(A) y 2(B) son diagramas de circuito de refrigerante que ilustran la configuración esquemática de un circuito de refrigerante y modos de una operación de humidificación en el primer modo de realización.

[FIG. 3] La FIG. 3 es una vista esquemática que ilustra la configuración del aparato de control de humedad en el primer modo de la operación de humidificación en el primer modo de realización.

15 [FIG. 4] La FIG. 4 es una vista esquemática que ilustra la configuración del aparato de control de humedad en el segundo modo de la operación de humidificación en el primer modo de realización.

[FIG. 5] Las FIGS. 5(A) y 5(B) son diagramas de circuito de refrigerante que ilustran la configuración esquemática del circuito de refrigerante y modos de una operación de deshumidificación en el primer modo de realización.

20 [FIG. 6] La FIG. 6 es una vista esquemática que ilustra la configuración del aparato de control de humedad en el primer modo de la operación de deshumidificación en el primer modo de realización.

25 [FIG. 7] La FIG. 7 es una vista esquemática que ilustra la configuración del aparato de control de humedad en el segundo modo de la operación de deshumidificación en el primer modo de realización.

[FIG. 8] Las FIGS. 8(A) y 8(B) son diagramas de circuito de refrigerante que ilustran la configuración esquemática de un circuito de refrigerante y modos de una operación de humidificación en un segundo modo de realización.

30 [FIG. 9] Las FIGS. 9(A) y 9(B) son diagramas de circuito de refrigerante que ilustran la configuración esquemática de un circuito de refrigerante y modos de una operación de humidificación en un tercer modo de realización.

35 Descripción de modos de realización

35 A continuación se describirán modos de realización de la presente divulgación en detalle con referencia a los dibujos.

<<Primer modo de realización de la invención>>

40 Un aparato de control de humedad (10) de un primer modo de realización está configurado para suministrar aire deshumidificado o aire humidificado al interior de una sala.

<Configuración completa del aparato de control de humedad>

45 La configuración del aparato de control de humedad (10) se describirá con referencia a la FIG. 1. Obsérvese que "superior", "inferior", "izquierda", "derecha", "delante", "detrás", "cerca" y "lejos" usados en la siguiente descripción significan "superior", "inferior", "izquierda", "derecha", "delante", "detrás", "cerca" y "lejos" cuando el aparato de control de humedad (10) del presente modo de realización se observa desde la parte delantera, respectivamente.

50 Haciendo referencia a la FIG. 1, el aparato de control de humedad (10) del presente modo de realización incluye una carcasa (50). En la carcasa (50) está alojado un circuito de refrigerante (15). Un primer intercambiador de calor por adsorción (31), un segundo intercambiador de calor por adsorción (32), un primer intercambiador de calor auxiliar (34), un segundo intercambiador de calor auxiliar (35), un compresor (16), etc. se proporcionan en el circuito de refrigerante (15). El circuito de refrigerante (15) se describirá en detalle a continuación.

60 La carcasa (50) está formada con una forma paralelepípedica rectangular plana de poca altura. Una abertura de salida de aire (54) está formada cerca de la parte derecha en una superficie delantera de la carcasa (50), y una abertura de suministro de aire (52) está formada cerca de la parte izquierda en la superficie delantera de la carcasa (50). Una abertura de succión de aire de exterior (51) está formada cerca de la parte derecha en una superficie trasera de la carcasa (50), y una abertura de succión de aire de sala (53) está formada cerca de la parte izquierda en la superficie trasera de la carcasa (50).

65 Un espacio interno de la carcasa (50) está dividido en un espacio delantero y un espacio trasero. El espacio delantero de la carcasa (50) está dividido adicionalmente en tres espacios dispuestos en un sentido de derecha a izquierda. De estos espacios, el espacio derecho sirve como trayectoria de flujo de lado de salida (65), y el espacio

- izquierdo sirve como trayectoria de flujo de lado de suministro (66). El compresor (16) está alojado en el espacio central del espacio delantero de la carcasa (50). Un ventilador de suministro de aire (82) está alojado en la trayectoria de flujo de lado de suministro (66), y la trayectoria de flujo de lado de suministro (66) se comunica con el interior de la sala a través de la abertura de suministro de aire (52). Un ventilador de salida de aire (81) está alojado en la trayectoria de flujo de lado de salida (65), y la trayectoria de flujo de lado de salida (65) se comunica con el exterior a través de la abertura de salida de aire (54). El segundo intercambiador de calor auxiliar (35) se encuentra en la trayectoria de flujo de lado de salida (65). El aire que fluye al interior de la trayectoria de flujo de lado de salida (65) se aspira al interior del ventilador de salida de aire (81) a través del segundo intercambiador de calor auxiliar (35).
- El espacio trasero de la carcasa (50) también está dividido en tres espacios dispuestos en el sentido de derecha a izquierda. El espacio derecho del espacio trasero de la carcasa (50) está dividido adicionalmente en dos espacios dispuestos en un sentido de arriba abajo. De estos espacios, el espacio superior sirve como trayectoria de flujo derecha superior (61), y el espacio inferior sirve como trayectoria de flujo derecha inferior (62). La trayectoria de flujo derecha superior (61) se comunica con la trayectoria de flujo de lado de salida (65). La trayectoria de flujo derecha inferior (62) se comunica con el exterior a través de la abertura de succión de aire de exterior (51). El primer intercambiador de calor auxiliar (34) se encuentra en la trayectoria de flujo derecha inferior (62). El aire que fluye al interior de la trayectoria de flujo derecha inferior (62) pasa en primer lugar a través del primer intercambiador de calor auxiliar (34). Por otro lado, el espacio izquierdo del espacio trasero de la carcasa (50) está dividido adicionalmente en dos espacios dispuestos en el sentido de arriba abajo. De estos espacios, el espacio superior sirve como trayectoria de flujo izquierda superior (63), y el espacio inferior sirve como trayectoria de flujo izquierda inferior (64). La trayectoria de flujo izquierda superior (63) se comunica con la trayectoria de flujo de lado de suministro (66). La trayectoria de flujo izquierda inferior (64) se comunica con el interior de la sala a través de la abertura de succión de aire de sala (53).
- De los espacios del espacio trasero de la carcasa (50) dispuestos en el sentido de derecha a izquierda, el espacio central está dividido adicionalmente en dos espacios dispuestos en un sentido de delante atrás. De estos espacios dispuestos en el sentido de delante atrás, el espacio delantero aloja el primer intercambiador de calor por adsorción (31), y el espacio trasero aloja el segundo intercambiador de calor por adsorción (32). Cada uno de los intercambiadores de calor por adsorción (31, 32) primero y segundo está en una posición sustancialmente horizontal para dividir el espacio de alojamiento de los mismos en dos espacios dispuestos en el sentido de arriba abajo.
- Cuatro reguladores (71-74, 75-78) que pueden abrirse se proporcionan en cada una de las dos particiones que dividen verticalmente el espacio trasero de la carcasa (50).
- En una parte superior de la división derecha, el primer regulador derecho superior (71) y el segundo regulador derecho superior (72) se proporcionan uno al lado del otro. En una parte inferior de la división derecha, el primer regulador derecho inferior (73) y el segundo regulador derecho inferior (74) se proporcionan uno al lado del otro. Cuando el primer regulador derecho superior (71) se abre, la trayectoria de flujo derecha superior (61) entra en comunicación con el espacio encima del primer intercambiador de calor por adsorción (31). Cuando el segundo regulador derecho superior (72) se abre, la trayectoria de flujo derecha superior (61) entra en comunicación con el espacio encima del segundo intercambiador de calor por adsorción (32). Cuando el primer regulador derecho inferior (73) se abre, la trayectoria de flujo derecha inferior (62) entra en comunicación con el espacio debajo del primer intercambiador de calor por adsorción (31). Cuando el segundo regulador derecho inferior (74) se abre, la trayectoria de flujo derecha inferior (62) entra en comunicación con el espacio debajo del segundo intercambiador de calor por adsorción (32).
- En una parte superior de la división izquierda, el primer regulador izquierdo superior (75) y el segundo regulador izquierdo superior (76) se proporcionan uno al lado del otro. En una parte inferior de la división izquierda, el primer regulador izquierdo inferior (77) y el segundo regulador izquierdo inferior (78) se proporcionan uno al lado del otro. Cuando el primer regulador izquierdo superior (75) se abre, la trayectoria de flujo izquierda superior (63) entra en comunicación con el espacio encima del primer intercambiador de calor por adsorción (31). Cuando el segundo regulador izquierdo superior (76) se abre, la trayectoria de flujo izquierda superior (63) entra en comunicación con el espacio encima del segundo intercambiador de calor por adsorción (32). Cuando el primer regulador izquierdo inferior (77) se abre, la trayectoria de flujo izquierdo inferior (64) entra en comunicación con el espacio debajo del primer intercambiador de calor por adsorción (31). Cuando el segundo regulador izquierdo inferior (78) se abre, la trayectoria de flujo izquierdo inferior (64) entra en comunicación con el espacio debajo del segundo intercambiador de calor por adsorción (32).
- Tal como acaba de describirse, la trayectoria de flujo derecha superior (61), la trayectoria de flujo derecha inferior (62), la trayectoria de flujo izquierda superior (63), la trayectoria de flujo izquierda inferior (64), la trayectoria de flujo de lado de salida (65) y la trayectoria de flujo de lado de suministro (66) están formadas en la carcasa (50). Estas trayectorias de flujo (61-66), el espacio que aloja el primer intercambiador de calor por adsorción (31) y el espacio que aloja el segundo intercambiador de calor por adsorción (32) forman un paso de aire configurado de tal manera que una trayectoria de flujo de aire puede comutarse.

<Configuración del circuito de refrigerante>

Haciendo referencia a las FIGS. 2(A) y 2(B), el circuito de refrigerante (15) incluye el compresor (16), el primer intercambiador de calor por adsorción (31), el segundo intercambiador de calor por adsorción (32), una válvula de expansión eléctrica (33) y una válvula de cuatro vías (17). Un circuito auxiliar (40) está conectado al circuito de refrigerante (15) en paralelo con la válvula de expansión eléctrica (33).

En el circuito de refrigerante (15), un lado de descarga del compresor (16) está conectado a una primera abertura de la válvula de cuatro vías (17), y un lado de succión del compresor (16) está conectado a una segunda abertura de la válvula de cuatro vías (17). Además, el primer intercambiador de calor por adsorción (31), la válvula de expansión eléctrica (33) y el segundo intercambiador de calor por adsorción (32) están conectados entre sí en serie en este orden desde una tercera abertura hasta una cuarta abertura de la válvula de cuatro vías (17) en el circuito de refrigerante (15). Además, una trayectoria de comunicación en la que está proporcionada una válvula de apertura/cierre (18) conecta entre el lado de descarga y el lado de succión del compresor (16).

El circuito auxiliar (40) es un circuito en puente que incluye un paso de una vía (41) que sirve como trayectoria de flujo de una vía de la presente divulgación. En el circuito en puente, cuatro líneas de tubos dotadas cada una de una válvula de retención están conectadas entre sí de una manera a modo de puente. De las cuatro partes de conexión de las líneas de tubos, un par de partes de conexión opuestas entre sí están conectadas al circuito de refrigerante (15), y el otro par de partes de conexión están conectadas respectivamente a extremos del paso de una vía (41). De acuerdo con una configuración de este tipo, aunque la válvula de cuatro vías (17) commute para cambiar un sentido de circulación de refrigerante en el circuito de refrigerante (15), el refrigerante fluye a través del paso de una vía (41) en un sentido. El primer intercambiador de calor auxiliar (34), una válvula de expansión eléctrica (36) y el segundo intercambiador de calor auxiliar (35) están conectados entre sí en serie en este orden desde un lado corriente arriba hasta un lado corriente abajo en el paso de una vía (41).

El primer intercambiador de calor por adsorción (31), el segundo intercambiador de calor por adsorción (32), el primer intercambiador de calor auxiliar (34) y el segundo intercambiador de calor auxiliar (35) son intercambiadores de calor de tubos y aletas de tipo de aletas cruzadas que incluyen cada uno un tubo de transferencia de calor y una pluralidad de aletas. En cada uno de los intercambiadores de calor por adsorción (31, 32) primero y segundo, un adsorbente está soportado sobre una superficie de cada aleta. En cada uno de los intercambiadores de calor por adsorción (31, 32) primero y segundo, el aire que pasa entre aletas adyacentes entra en contacto con el adsorbente proporcionado sobre la superficie de aleta. Obsérvese que, por ejemplo, se usa zeolita o gel de sílice como adsorbente. Por otro lado, no hay ningún adsorbente soportado sobre superficies de los intercambiadores de calor auxiliares (34, 35) primero y segundo, y los intercambiadores de calor auxiliares (34, 35) primero y segundo sirven como intercambiadores de calor de aire.

La válvula de cuatro vías (17) comuta entre un primer estado (véase el estado ilustrado en la FIG. 2(A)) en el que las aberturas primera y tercera se comunican entre sí y las aberturas segunda y cuarta se comunican entre sí, y un segundo estado (véase el estado ilustrado en la FIG. 2(B)) en el que las aberturas primera y cuarta se comunican entre sí y las aberturas segunda y tercera se comunican entre sí.

El aparato de control de humedad (10) incluye además un controlador (100) configurado para controlar el funcionamiento de cada componente (por ejemplo, el compresor, la válvula de expansión eléctrica, la válvula de cuatro vías y el ventilador) que forma el circuito de refrigerante (15) y el circuito auxiliar (40).

Funcionamiento

El aparato de control de humedad (10) del presente modo de realización realiza una operación de humidificación y una operación de deshumidificación.

<Operación de humidificación>

Durante la operación de humidificación, en el aparato de control de humedad (10), el controlador (100) hace funcionar el ventilador de suministro de aire (82) y el ventilador de salida de aire (81). Cuando se hace funcionar el ventilador de suministro de aire (82), se lleva aire de exterior al interior de la carcasa (50) a través de la abertura de succión de aire de exterior (51). Cuando se hace funcionar el ventilador de salida de aire (81), se lleva aire de sala al interior de la carcasa (50) a través de la abertura de succión de aire de sala (53). Además, durante la operación de humidificación, el aparato de control de humedad (10) repite de manera alternante los modos primero y segundo.

Va a describirse el primer modo de la operación de humidificación. En el primer modo, se realizan la recuperación en el primer intercambiador de calor por adsorción (31) y la adsorción en el segundo intercambiador de calor por adsorción (32).

Durante el primer modo, en el circuito de refrigerante (15), el controlador (100) establece, haciendo referencia a la FIG. 2(A), la válvula de cuatro vías (17) al primer estado, y se ajustan de manera apropiada el grado de apertura de

la válvula de expansión eléctrica (33) y el grado de apertura de la válvula de expansión eléctrica (36). En el circuito de refrigerante (15), el refrigerante descargado desde el compresor (16) fluye al interior del primer intercambiador de calor por adsorción (31), y después se condensa disipando calor al aire de exterior en el primer intercambiador de calor por adsorción (31). Parte del refrigerante condensado fluye al interior del circuito auxiliar (40) conectado en paralelo con la válvula de expansión eléctrica (33). El refrigerante restante fluye al interior de la válvula de expansión eléctrica (33), y la presión de tal refrigerante se reduce en la válvula de expansión eléctrica (33).

Tal como se describió anteriormente, el circuito auxiliar (40) es el circuito en puente. Por tanto, el refrigerante que fluye al interior del circuito auxiliar (40) fluye constantemente en un sentido en el paso de una vía (41) del circuito en puente. Específicamente, el refrigerante que fluye al interior del primer intercambiador de calor auxiliar (34) se condensa disipando calor al aire de exterior, y la presión del refrigerante se reduce cuando tal refrigerante pasa a través de la válvula de expansión eléctrica (36). El refrigerante despresurizado fluye al interior del segundo intercambiador de calor auxiliar (35) y después se evapora absorbiendo calor del aire de sala. El refrigerante evaporado se reúne, en el circuito de refrigerante (15), con el refrigerante cuya presión se reduce en la válvula de expansión eléctrica (33).

Tras reunirse el refrigerante, el refrigerante fluye al interior del segundo intercambiador de calor por adsorción (32) y después se evapora absorbiendo calor del aire de sala. El refrigerante evaporado se aspira al interior del compresor (16) y después se comprime.

Durante el primer modo, en el circuito de refrigerante (15), el primer intercambiador de calor por adsorción (31) y el primer intercambiador de calor auxiliar (34) sirven como condensadores, y el segundo intercambiador de calor por adsorción (32) y el segundo intercambiador de calor auxiliar (35) sirven como evaporadores.

Haciendo referencia a la FIG. 3, en el primer modo, el primer regulador derecho inferior (73) y el segundo regulador derecho superior (72) están abiertos, y el primer regulador derecho superior (71) y el segundo regulador derecho inferior (74) están cerrados. Además, el primer regulador izquierdo superior (75) y el segundo regulador izquierdo inferior (78) están abiertos, y el primer regulador izquierdo inferior (77) y el segundo regulador izquierdo superior (76) están cerrados.

El aire de sala que fluye al interior de la trayectoria de flujo izquierda inferior (64) a través de la abertura de succión de aire de sala (53) fluye al interior del espacio debajo del segundo intercambiador de calor por adsorción (32) a través del segundo regulador izquierdo inferior (78), y después pasa hacia arriba a través del segundo intercambiador de calor por adsorción (32). En el segundo intercambiador de calor por adsorción (32), la humedad contenida en el aire de sala se adsorbe en el adsorbente, y el aire de sala se deshumidifica. El calor de adsorción generado de ese modo se absorbe por el refrigerante. El aire de sala cuya humedad se capta por el segundo intercambiador de calor por adsorción (32) fluye al interior de la trayectoria de flujo derecha superior (61) a través del segundo regulador derecho superior (72), y después fluye al interior de la trayectoria de flujo de lado de salida (65). Cuando pasa a través del segundo intercambiador de calor auxiliar (35), el aire de sala que fluye al interior de la trayectoria de flujo de lado de salida (65) intercambia calor con refrigerante, es decir, disipa calor al refrigerante. Después, se descarga el aire de sala al exterior a través de la abertura de salida de aire (54).

Cuando pasa a través del primer intercambiador de calor auxiliar (34), el aire de exterior que fluye al interior de la trayectoria de flujo derecha inferior (62) a través de la abertura de succión de aire de exterior (51) intercambia calor con refrigerante, es decir, absorbe calor del refrigerante, y la temperatura del aire de exterior aumenta en consecuencia. El aire de exterior cuya temperatura ha aumentado fluye al interior del espacio debajo del primer intercambiador de calor por adsorción (31) a través del primer regulador derecho inferior (73), y después pasa hacia arriba a través del primer intercambiador de calor por adsorción (31). En el primer intercambiador de calor por adsorción (31), se desorbe humedad del adsorbente calentado con refrigerante, y se proporciona al aire de exterior. El aire de exterior humidificado en el primer intercambiador de calor por adsorción (31) fluye al interior de la trayectoria de flujo izquierda superior (63) a través del primer regulador izquierdo superior (75). Tras pasar a través de la trayectoria de flujo de lado de suministro (66), el aire de exterior se suministra al interior de la sala a través de la abertura de suministro de aire (52).

Va a describirse el segundo modo de la operación de humidificación. En el segundo modo, se realizan la adsorción en el primer intercambiador de calor por adsorción (31) y recuperación en el segundo intercambiador de calor por adsorción (32).

Durante el segundo modo, en el circuito de refrigerante (15), el controlador (100) establece, haciendo referencia a la FIG. 2(B), la válvula de cuatro vías (17) al segundo estado, y se ajustan de manera apropiada el grado de apertura de la válvula de expansión eléctrica (33) y el grado de apertura de la válvula de expansión eléctrica (36). En el circuito de refrigerante (15), refrigerante descargado del compresor (16) fluye al interior del segundo intercambiador de calor por adsorción (32) y después se condensa disipando calor del aire de exterior en el segundo intercambiador de calor por adsorción (32). Parte del refrigerante condensado fluye al interior del circuito auxiliar (40) conectado en paralelo con la válvula de expansión eléctrica (33). El refrigerante restante fluye al interior de la válvula de expansión eléctrica (33) y la presión de tal refrigerante se reduce en la válvula de expansión eléctrica (33).

Tal como se describió anteriormente, el circuito auxiliar (40) es el circuito en puente. Por tanto, el refrigerante que fluye al interior del circuito auxiliar (40) fluye constantemente en un sentido en el paso de una vía (41) del circuito en puente. Específicamente, el refrigerante que fluye al interior del primer intercambiador de calor auxiliar (34) se condensa disipando calor al aire de exterior, y la presión del refrigerante se reduce cuando tal refrigerante pasa a través de la válvula de expansión eléctrica (36). El refrigerante despresurizado fluye al interior del segundo intercambiador de calor auxiliar (35) y después se evapora absorbiendo calor del aire de sala. El refrigerante evaporado se reúne, en el circuito de refrigerante (15), con el refrigerante cuya presión se reduce en la válvula de expansión eléctrica (33).

Tras reunirse el refrigerante, el refrigerante fluye al interior del primer intercambiador de calor por adsorción (31) y después se evapora absorbiendo calor del aire de sala. El refrigerante evaporado se aspira al interior del compresor (16) y después se comprime.

Durante el segundo modo, en el circuito de refrigerante (15), el segundo intercambiador de calor por adsorción (32) y el primer intercambiador de calor auxiliar (34) sirven como condensadores, y el primer intercambiador de calor por adsorción (31) y el segundo intercambiador de calor auxiliar (35) sirven como evaporadores.

Haciendo referencia a la FIG. 4, en el segundo modo, el primer regulador derecho superior (71) y el segundo regulador derecho inferior (74) están abiertos, y el primer regulador derecho inferior (73) y el segundo regulador derecho superior (72) están cerrados. Además, el primer regulador izquierdo inferior (77) y el segundo regulador izquierdo superior (76) están abiertos, y el primer regulador izquierdo superior (75) y el segundo regulador izquierdo inferior (78) están cerrados.

El aire de sala que fluye al interior de la trayectoria de flujo izquierda inferior (64) a través de la abertura de succión de aire de sala (53) fluye al interior del espacio debajo del primer intercambiador de calor por adsorción (31) a través del primer regulador izquierdo inferior (77), y después pasa hacia arriba a través del primer intercambiador de calor por adsorción (31). En el primer intercambiador de calor por adsorción (31), la humedad contenida en el aire de sala se adsorbe en el adsorbente, y el aire de sala se deshumidifica. El calor de adsorción generado de ese modo se absorbe por el refrigerante. El aire de sala cuya humedad se capta por el primer intercambiador de calor por adsorción (31) fluye al interior de la trayectoria de flujo derecha superior (61) a través del primer regulador derecho superior (71), y después fluye al interior de la trayectoria de flujo de lado de salida (65). Cuando pasa a través del segundo intercambiador de calor auxiliar (35), el aire de sala que fluye al interior de la trayectoria de flujo de lado de salida (65) intercambia calor con refrigerante, es decir, disipa calor al refrigerante. Después, se descarga el aire de sala al exterior a través de la abertura de salida de aire (54).

Cuando pasa a través del primer intercambiador de calor auxiliar (34), el aire de exterior que fluye al interior de la trayectoria de flujo derecha inferior (62) a través de la abertura de succión de aire de exterior (51) intercambia calor con refrigerante, es decir, absorbe calor del refrigerante, y la temperatura del aire de exterior aumenta en consecuencia. El aire de exterior cuya temperatura ha aumentado fluye al interior del espacio debajo del segundo intercambiador de calor por adsorción (32) a través del segundo regulador derecho inferior (74), y después pasa hacia arriba a través del segundo intercambiador de calor por adsorción (32). En el segundo intercambiador de calor por adsorción (32), se desorbe humedad del adsorbente calentado con refrigerante, y se proporciona al aire de exterior. El aire de exterior humidificado en el segundo intercambiador de calor por adsorción (32) fluye al interior de la trayectoria de flujo izquierda superior (63) a través del segundo regulador izquierdo superior (76). Tras pasar a través de la trayectoria de flujo de lado de suministro (66), el aire de exterior se suministra al interior de la sala a través de la abertura de suministro de aire (52).

De acuerdo con el primer modo de realización, en el primer modo de la operación de humidificación, el primer intercambiador de calor por adsorción (31) sirve como intercambiador de calor por adsorción de desorción de humedad que funciona como condensador. En el segundo modo de la operación de humidificación, el segundo intercambiador de calor por adsorción (32) sirve como intercambiador de calor por adsorción de desorción de humedad que sirve como condensador. Además, tanto en el primer como en el segundo modo de la operación de humidificación, el primer intercambiador de calor auxiliar (34) sirve como condensador, y el segundo intercambiador de calor auxiliar (35) sirve como evaporador.

En el primer modo de la operación de humidificación, el primer intercambiador de calor auxiliar (34) que sirve como condensador está colocado, en el flujo de aire de exterior, corriente arriba del primer intercambiador de calor por adsorción (31) que sirve como intercambiador de calor por adsorción de desorción de humedad. En el segundo modo de la operación de humidificación, el primer intercambiador de calor auxiliar (34) que sirve como condensador está colocado, en el flujo de aire de exterior, corriente arriba del segundo intercambiador de calor por adsorción (32) que sirve como intercambiador de calor por adsorción de desorción de humedad. Es decir, en la operación de humidificación, el primer intercambiador de calor auxiliar (34) sirve como intercambiador de calor de precalentamiento colocado corriente arriba del intercambiador de calor por adsorción de desorción de humedad en el flujo de aire de exterior en el paso de aire y que funciona como condensador para calentar aire de exterior. En la operación de humidificación, se suministra aire de exterior precalentado en el intercambiador de calor de

precalentamiento al intercambiador de calor por adsorción de desorción de humedad. Después, se humidifica el aire de exterior en el intercambiador de calor por adsorción de desorción de humedad, y después se suministra al interior de la sala.

- 5 Específicamente, cuando pasa a través del intercambiador de calor de precalentamiento, aire de exterior intercambia calor en primer lugar con refrigerante, es decir, absorbe el calor del refrigerante. En consecuencia, la humedad relativa del aire de exterior disminuye. Después, el aire de exterior pasa a través del intercambiador de calor por adsorción de desorción de humedad, en este punto, en el intercambiador de calor por adsorción de desorción de humedad, se desorbe humedad del adsorbente calentado con refrigerante, y después se proporciona al aire de exterior. El aire de exterior que pasa a través del intercambiador de calor por adsorción de desorción de humedad se precalienta, tal como se describió anteriormente, en el intercambiador de calor de precalentamiento, y la humedad relativa del aire de exterior disminuye. Esto permite que el aire de exterior capte fácilmente la humedad desorbida a partir del adsorbente del intercambiador de calor por adsorción de desorción de humedad, y por lo tanto la mayor parte de la humedad desorbida queda contenida en el aire de exterior. El aire de exterior al que se le proporciona humedad suficiente en el intercambiador de calor por adsorción de desorción de humedad se suministra al interior de la sala, humidificando de ese modo de manera suficiente el interior de la sala.

En el primer modo de la operación de humidificación, el segundo intercambiador de calor auxiliar (35) que sirve como evaporador está colocado, en el flujo de aire de sala, corriente abajo del segundo intercambiador de calor por adsorción (32) que sirve como intercambiador de calor por adsorción de absorción de humedad. Por otro lado, en el segundo modo de la operación de humidificación, el segundo intercambiador de calor auxiliar (35) que sirve como evaporador está colocado, en el flujo de aire de sala, corriente abajo del primer intercambiador de calor por adsorción (31) que sirve como intercambiador de calor por adsorción de absorción de humedad. Es decir, en la operación de humidificación, el segundo intercambiador de calor auxiliar (35) sirve como intercambiador de calor de recuperación de calor colocado corriente abajo del intercambiador de calor por adsorción de absorción de humedad en el flujo de aire de sala en el paso de aire y que funciona como evaporador para recuperar calor a partir del aire de sala. En la operación de humidificación, se suministra aire de sala deshumidificado en el intercambiador de calor por adsorción de absorción de humedad al intercambiador de calor de recuperación de calor. Se absorbe calor del aire de sala por el refrigerante en el intercambiador de calor de recuperación de calor, y después se descarga el aire de sala al exterior.

Específicamente, aire de sala pasa en primer lugar a través del intercambiador de calor por adsorción de absorción de humedad. En este punto, la humedad contenida en el aire de sala se adsorbe en el adsorbente, y por lo tanto el aire de sala se deshumidifica. Después, el calor de adsorción generado de ese modo se absorbe por el refrigerante. Cuando pasa a través del intercambiador de calor de recuperación de calor, el aire de sala cuya humedad se capta por el intercambiador de calor por adsorción de absorción de humedad intercambia calor con refrigerante, es decir, disipa calor al refrigerante. Después, se descarga el aire de sala al exterior.

<Operación de deshumidificación>

40 Durante la operación de deshumidificación, en el aparato de control de humedad (10), el controlador (100) hace funcionar el ventilador de suministro de aire (82) y el ventilador de salida de aire (81). Cuando se hace funcionar el ventilador de suministro de aire (82), se lleva aire de exterior al interior de la carcasa (50) a través de la abertura de succión de aire de exterior (51). Cuando se hace funcionar el ventilador de salida de aire (81), se lleva aire de sala al interior de la carcasa (50) a través de la abertura de succión de aire de sala (53). Además, durante la operación de deshumidificación, el aparato de control de humedad (10) repite de manera alternante los modos primero y segundo.

50 Va a describirse el primer modo de la operación de deshumidificación. En el primer modo, se realizan la recuperación en el primer intercambiador de calor por adsorción (31) y la adsorción en el segundo intercambiador de calor por adsorción (32).

Durante el primer modo, en el circuito de refrigerante (15), el controlador (100) establece, haciendo referencia a la FIG. 5(A), la válvula de cuatro vías (17) al primer estado. Se establece el grado de apertura de la válvula de expansión eléctrica (36) a un grado de apertura mínimo predeterminado, y se ajusta de manera apropiada el grado de apertura de la válvula de expansión eléctrica (33). En el circuito de refrigerante (15), refrigerante descargado desde el compresor (16) fluye al interior del primer intercambiador de calor por adsorción (31), y después se condensa disipando calor al aire de sala en el primer intercambiador de calor por adsorción (31). El refrigerante condensado fluye al interior de la válvula de expansión eléctrica (33), y la presión del refrigerante se reduce en la válvula de expansión eléctrica (33). El refrigerante despresurizado fluye al interior del segundo intercambiador de calor por adsorción (32), y se evapora absorbiendo calor del aire de exterior en el segundo intercambiador de calor por adsorción (32). El refrigerante evaporado se aspira al interior del compresor (16) y después se comprime.

65 Dado que la válvula de expansión eléctrica (36) se establece al grado de apertura mínimo predeterminado en la operación de deshumidificación, una pequeña parte del refrigerante condensado en el primer intercambiador de calor por adsorción (31) fluye al interior del circuito auxiliar (40), pero solo una ligera cantidad de tal refrigerante condensado fluye al interior del circuito auxiliar (40).

5 Haciendo referencia a la FIG. 6, en el primer modo, el primer regulador derecho superior (71) y el segundo regulador derecho inferior (74) están abiertos, y el primer regulador derecho inferior (73) y el segundo regulador derecho superior (72) están cerrados. Además, el primer regulador izquierdo inferior (77) y el segundo regulador izquierdo superior (76) están abiertos, y el primer regulador izquierdo superior (75) y el segundo regulador izquierdo inferior (78) están cerrados.

10 Tras pasar a través del primer intercambiador de calor auxiliar (34), el aire de exterior que fluye al interior de la trayectoria de flujo derecha inferior (62) a través de la abertura de succión de aire de exterior (51) fluye al interior del espacio debajo del segundo intercambiador de calor por adsorción (32) a través del segundo regulador derecho inferior (74), y después pasa hacia arriba a través del segundo intercambiador de calor por adsorción (32). En el 15 segundo intercambiador de calor por adsorción (32), la humedad contenida en el aire de exterior se adsorbe en el adsorbente, y el aire de exterior se deshumidifica. El calor de adsorción generado de ese modo se absorbe por el refrigerante. El aire de exterior deshumidificado en el segundo intercambiador de calor por adsorción (32) fluye al interior de la trayectoria de flujo izquierda superior (63) a través del segundo regulador izquierdo superior (76). Tras 20 pasar a través de la trayectoria de flujo de lado de suministro (66), el aire de exterior se suministra al interior de la sala a través de la abertura de suministro de aire (52).

25 Tal como se describió anteriormente, una pequeña parte del refrigerante fluye al interior del primer intercambiador de calor auxiliar (34). Por tanto, cuando pasa a través del primer intercambiador de calor auxiliar (34), el aire de exterior intercambia poco calor con el refrigerante.

30 El aire de sala que fluye al interior de la trayectoria de flujo izquierda inferior (64) a través de la abertura de succión de aire de sala (53) fluye al interior del espacio debajo del primer intercambiador de calor por adsorción (31) a través del primer regulador izquierdo inferior (77), y después pasa hacia arriba a través del primer intercambiador de calor por adsorción (31). En el primer intercambiador de calor por adsorción (31), se desorbe humedad del adsorbente calentado con refrigerante, y se proporciona al aire de sala. La humedad desorbida a partir del primer intercambiador de calor por adsorción (31) fluye, junto con el aire de sala, al interior de la trayectoria de flujo derecha superior (61) a través del primer regulador derecho superior (71), y después fluye al interior de la trayectoria de flujo de lado de salida (65). Tras 35 pasar a través del segundo intercambiador de calor auxiliar (35), el aire de sala que fluye al interior de la trayectoria de flujo de lado de salida (65) se descarga al exterior a través de la abertura de salida de aire (54).

40 Tal como se describió anteriormente, una pequeña parte del refrigerante fluye al interior del segundo intercambiador de calor auxiliar (35). Por tanto, cuando pasa a través del segundo intercambiador de calor auxiliar (35), el aire de sala intercambia poco calor con el refrigerante.

45 Va a describirse el segundo modo de la operación de deshumidificación. En el segundo modo, se realizan la adsorción en el primer intercambiador de calor por adsorción (31) y la recuperación en el segundo intercambiador de calor por adsorción (32).

50 Durante el segundo modo, en el circuito de refrigerante (15), el controlador (100) establece, haciendo referencia a la FIG. 5(B), la válvula de cuatro vías (17) al segundo estado. Se establece el grado de apertura de la válvula de expansión eléctrica (36) a un grado de apertura mínimo predeterminado, y se ajusta de manera apropiada el grado de apertura de la válvula de expansión eléctrica (33). En el circuito de refrigerante (15), el refrigerante descargado desde el compresor (16) fluye al interior del segundo intercambiador de calor por adsorción (32), y después se condensa disipando calor al aire de sala en el segundo intercambiador de calor por adsorción (32). El refrigerante condensado fluye al interior de la válvula de expansión eléctrica (33), y la presión del refrigerante se reduce en la válvula de expansión eléctrica (33). El refrigerante despresurizado fluye al interior del primer intercambiador de calor por adsorción (31), y se evapora absorbiendo calor del aire de exterior en el primer intercambiador de calor por adsorción (31). El refrigerante evaporado se aspira al interior del compresor (16) y después se comprime.

55 Dado que la válvula de expansión eléctrica (36) se establece al grado de apertura mínimo predeterminado en la operación de deshumidificación, una pequeña parte del refrigerante condensado en el segundo intercambiador de calor por adsorción (32) fluye al interior del circuito auxiliar (40), pero solo una ligera cantidad de tal refrigerante condensado fluye al interior del circuito auxiliar (40).

60 Haciendo referencia a la FIG. 7, en el segundo modo, el primer regulador derecho inferior (73) y el segundo regulador derecho superior (72) están abiertos, y el primer regulador derecho superior (71) y el segundo regulador derecho inferior (74) están cerrados. Además, el primer regulador izquierdo superior (75) y el segundo regulador izquierdo inferior (78) están abiertos, y el primer regulador izquierdo inferior (77) y el segundo regulador izquierdo superior (76) están cerrados.

65 Tras pasar a través del primer intercambiador de calor auxiliar (34), el aire de exterior que fluye al interior de la trayectoria de flujo derecha inferior (62) a través de la abertura de succión de aire de exterior (51) fluye al interior del espacio debajo del primer intercambiador de calor por adsorción (31) a través del primer regulador derecho inferior (73), y después pasa hacia arriba a través del primer intercambiador de calor por adsorción (31). En el primer

intercambiador de calor por adsorción (31), la humedad contenida en el aire de exterior se adsorbe en el adsorbente, y el aire de exterior se deshumidifica. El calor de adsorción generado de ese modo se absorbe por el refrigerante. El aire de exterior deshumidificado en el primer intercambiador de calor por adsorción (31) fluye al interior de la trayectoria de flujo izquierda superior (63) a través del primer regulador izquierdo superior (75). Tras pasar a través de la trayectoria de flujo de lado de suministro (66), el aire de exterior se suministra al interior de la sala a través de la abertura de suministro de aire (52).

Tal como se describió anteriormente, una pequeña parte del refrigerante fluye al interior del primer intercambiador de calor auxiliar (34). Por tanto, cuando pasa a través del primer intercambiador de calor auxiliar (34), el aire de exterior intercambia poco calor con el refrigerante.

El aire de sala que fluye al interior de la trayectoria de flujo izquierda inferior (64) a través de la abertura de succión de aire de sala (53) fluye al interior del espacio debajo del segundo intercambiador de calor por adsorción (32) a través del segundo regulador izquierdo inferior (78), y después pasa hacia arriba a través del segundo intercambiador de calor por adsorción (32). En el segundo intercambiador de calor por adsorción (32), se desorbe humedad del adsorbente calentado con refrigerante, y se proporciona al aire de sala. La humedad desorbida a partir del segundo intercambiador de calor por adsorción (32) fluye, junto con el aire de sala, al interior de la trayectoria de flujo derecha superior (61) a través del segundo regulador derecho superior (72), y después fluye al interior de la trayectoria de flujo de lado de salida (65). Tras pasar a través del segundo intercambiador de calor auxiliar (35), el aire de sala que fluye al interior de la trayectoria de flujo de lado de salida (65) se descarga al exterior a través de la abertura de salida de aire (54).

Tal como se describió anteriormente, una pequeña parte del refrigerante fluye al interior del segundo intercambiador de calor auxiliar (35). Por tanto, cuando pasa a través del segundo intercambiador de calor auxiliar (35), el aire de sala intercambia poco calor con el refrigerante.

Ventajas del primer modo de realización

De acuerdo con el aparato de control de humedad (10), durante la operación de humidificación, tras calentar aire de exterior con refrigerante en el primer intercambiador de calor auxiliar (34) que sirve como intercambiador de calor de precalentamiento, el aire de exterior pasa a través de uno de los intercambiadores de calor por adsorción (31, 32) primero y segundo que sirve como intercambiador de calor por adsorción de desorción de humedad en el aparato de control de humedad (10). Por tanto, incluso con una baja temperatura de exterior, la mayor parte de la humedad desorbida a partir del adsorbente del intercambiador de calor por adsorción de desorción de humedad puede captarse por el aire de exterior. Por consiguiente, el interior de la sala puede humidificarse de manera suficiente. Además, durante la operación de humidificación, tras deshumidificar aire de sala en uno de los intercambiadores de calor por adsorción (31, 32) primero y segundo que sirve como intercambiador de calor por adsorción de absorción de humedad, el aire de sala pasa a través del segundo intercambiador de calor auxiliar (35) que sirve como intercambiador de calor de recuperación de calor en el aparato de control de humedad (10). Por tanto, no se produce condensación de humedad contenida en el aire de sala en el segundo intercambiador de calor auxiliar (35). Es más, una cantidad suficiente de la humedad contenida en el aire de sala puede recuperarse en el intercambiador de calor por adsorción de absorción de humedad, y puede recuperarse calor suficiente a partir del aire de sala por el refrigerante. De acuerdo con una configuración de este tipo, incluso con una baja temperatura de exterior, el interior de la sala puede humidificarse de manera suficiente.

La operación de humidificación se combina con frecuencia con una operación de calentamiento de aire durante el invierno. Cuando la operación de humidificación se realiza con una temperatura de exterior extremadamente baja, existe una posibilidad de que la temperatura de aire de exterior humidificado que va a suministrarse al interior de la sala llegue a ser inferior a una temperatura ambiente, dando como resultado un aumento de la carga de calentamiento de aire dentro de la sala.

Sin embargo, en el aparato de control de humedad (10), puede calentarse aire de exterior hasta un determinado nivel en el primer intercambiador de calor auxiliar (34) que sirve como intercambiador de calor de precalentamiento. Además, en el aparato de control de humedad (10), el refrigerante recupera calor del aire de sala no solo en el intercambiador de calor por adsorción de absorción de humedad sino también en el segundo intercambiador de calor auxiliar (35) que sirve como intercambiador de calor de recuperación de calor. Por tanto, la cantidad de calor disipado a partir de refrigerante aumenta en el intercambiador de calor por adsorción de desorción de humedad y el primer intercambiador de calor auxiliar (34). De acuerdo con el aparato de control de humedad (10), incluso en la operación de humidificación con una baja temperatura de exterior, puede garantizarse una cantidad suficiente de calor disipado a partir de refrigerante al aire de exterior, y por lo tanto puede reducirse un aumento de la carga de calentamiento de aire dentro de la sala.

En el aparato de control de humedad (10), el circuito de refrigerante está dotado del circuito auxiliar (40) en el que el primer intercambiador de calor auxiliar (34) que sirve como intercambiador de calor de precalentamiento, la válvula de expansión eléctrica (36) y el segundo intercambiador de calor auxiliar (35) que sirve como intercambiador de calor de recuperación de calor están conectados entre sí en serie en este orden. Como resultado, en el caso en el

que no se requieran precalentamiento de aire de exterior y recuperación de calor a partir de aire de sala al refrigerante, la válvula de expansión eléctrica (36) del circuito auxiliar (40) se cierra o se sujeta al grado de apertura mínimo, reduciendo o impidiendo así una pérdida de presión innecesaria en el primer intercambiador de calor auxiliar (34) y el segundo intercambiador de calor auxiliar (35). En consecuencia, puede reducirse la disminución de la eficiencia de ciclo de refrigeración.

En el aparato de control de humedad (10), el primer intercambiador de calor auxiliar (34) que sirve como intercambiador de calor de precalentamiento, la válvula de expansión eléctrica (36) y el segundo intercambiador de calor auxiliar (35) que sirve como intercambiador de calor de recuperación de calor se proporcionan en el paso de una vía (41) del circuito auxiliar (40). Por tanto, aunque se invierta el sentido de circulación de refrigerante en el circuito de refrigerante (15), el refrigerante fluye en un sentido en el paso de una vía (41). Esto provoca, sin conmutar el primer intercambiador de calor auxiliar (34) y el segundo intercambiador de calor auxiliar (35) entre el intercambiador de calor de precalentamiento y el intercambiador de calor de recuperación de calor, el estado en el que el primer intercambiador de calor auxiliar (34) sirve constantemente como intercambiador de calor de precalentamiento y el segundo intercambiador de calor auxiliar (35) sirve constantemente como intercambiador de calor de recuperación de calor. Si el primer intercambiador de calor auxiliar (34) y el segundo intercambiador de calor auxiliar (35) conmutan entre el intercambiador de calor de precalentamiento y el intercambiador de calor de recuperación de calor dependiendo de la inversión del sentido de circulación de refrigerante en el circuito de refrigerante (15), se produce pérdida de capacidad térmica tras la conmutación. Sin embargo, la configuración anterior puede reducir o impedir la aparición de tal pérdida de capacidad térmica.

De acuerdo con el aparato de control de humedad (10), dado que el circuito auxiliar (40) que incluye el paso de una vía (41) a través del cual fluye refrigerante en un sentido aunque se invierta el sentido de circulación de refrigerante en el circuito de refrigerante (15) es el circuito en puente, el circuito auxiliar (40) puede formarse fácilmente.

De acuerdo con el aparato de control de humedad (10), en la operación de deshumidificación, la válvula de expansión eléctrica (36) del circuito auxiliar (40) se abre hasta el grado de apertura mínimo predeterminado para garantizar el flujo de una ligera cantidad de refrigerante en el circuito auxiliar (40). Por tanto, puede reducirse la acumulación de refrigerante en el primer intercambiador de calor auxiliar (34). Por consiguiente, puede reducirse la disminución de la eficiencia de ciclo de refrigeración debida a una disminución en la cantidad de refrigerante que circula en el circuito de refrigerante (15).

<<Segundo modo de realización de la invención>>

Un aparato de control de humedad (10) de un segundo modo de realización es diferente del de el primer modo de realización en la configuración de circuito del aparato de control de humedad (10).

Haciendo referencia a las FIGS. 8(A) y 8(B), en el aparato de control de humedad (10) del segundo modo de realización, un paso de derivación (42) que conecta entre lados de descarga y de succión de un compresor (16) forma un circuito auxiliar (40). Específicamente, el paso de derivación (42) está conectado, en un extremo del mismo, al centro de un tubo de descarga que conecta entre el lado de descarga del compresor (16) y una primera abertura de una válvula de cuatro vías (17), y está conectado, en el otro extremo del mismo, al centro de un tubo de succión que conecta entre el lado de succión del compresor (16) y una segunda abertura de la válvula de cuatro vías (17). Un primer intercambiador de calor auxiliar (34), una válvula de expansión eléctrica (36) y un segundo intercambiador de calor auxiliar (35) están conectados entre sí en serie en este orden desde el lado de descarga hasta el lado de succión del compresor (16) en el paso de derivación (42).

Dado que el paso de derivación (42) está conectado a los tubos de descarga y de succión del compresor (16) tal como acaba de describirse, el paso de derivación (42) forma una trayectoria de flujo de una vía a través de la cual fluye refrigerante en un sentido aunque la válvula de cuatro vías (17) commute para cambiar un sentido de circulación de refrigerante en un circuito de refrigerante (15). Por tanto, en el presente modo de realización, independientemente del sentido de circulación de refrigerante en el circuito de refrigerante (15), el primer intercambiador de calor auxiliar (34) constantemente sirve como condensador, y el segundo intercambiador de calor auxiliar (35) constantemente sirve como evaporador.

Haciendo referencia a la FIG. 8(A), en un primer modo de una operación de humidificación, un controlador (100) establece la válvula de cuatro vías (17) a un primer estado, y se ajustan de manera apropiada el grado de apertura de una válvula de expansión eléctrica (33) del circuito de refrigerante (15) y el grado de apertura de la válvula de expansión eléctrica (36) del circuito auxiliar (40).

En el circuito de refrigerante (15), parte de refrigerante descargado desde el compresor (16) fluye al interior del paso de derivación (42) del circuito auxiliar (40) conectado al tubo de descarga del compresor (16), y la parte restante del refrigerante fluye hacia un primer intercambiador de calor por adsorción (31) a través de la válvula de cuatro vías (17). En el paso de derivación (42), el refrigerante pasa a través del primer intercambiador de calor auxiliar (34), la válvula de expansión eléctrica (36) y el segundo intercambiador de calor auxiliar (35) en este orden. La presión del refrigerante condensado disipa calor al aire de exterior en el primer intercambiador de calor auxiliar (34) se

reduce en la válvula de expansión eléctrica (36), y después tal refrigerante se evapora absorbiendo calor del aire de sala en el segundo intercambiador de calor auxiliar (35). El refrigerante evaporado fluye al interior del tubo de succión del compresor (16) del circuito de refrigerante (15). Mientras tanto, en el circuito de refrigerante (15), el refrigerante pasa a través del primer intercambiador de calor por adsorción (31), la válvula de expansión eléctrica (33) y un segundo intercambiador de calor por adsorción (32) en este orden. La presión del refrigerante condensado disipando calor al aire de exterior en el primer intercambiador de calor por adsorción (31) se reduce en la válvula de expansión eléctrica (33), y después tal refrigerante se evapora absorbiendo calor del aire de sala en el segundo intercambiador de calor por adsorción (32). En el tubo de succión del compresor (16), el refrigerante evaporado se reúne con el refrigerante que fluye hacia fuera desde el paso de derivación (42). Después, el refrigerante se aspira al interior del compresor (16) y después se comprime.

Mientras el refrigerante fluye a través del circuito de refrigerante (15) y el circuito auxiliar (40) tal como acaba de describirse, aire de sala captado del interior de una sala se descarga al exterior tras pasar a través del segundo intercambiador de calor por adsorción (32) y el segundo intercambiador de calor auxiliar (35) en este orden. La humedad contenida en el aire de sala se adsorbe en un adsorbente en el segundo intercambiador de calor por adsorción (32), y por lo tanto el aire de sala se deshumidifica. El calor de adsorción generado de ese modo se absorbe por el refrigerante. Se absorbe calor del aire de sala deshumidificado en el segundo intercambiador de calor por adsorción (32) por el refrigerante cuando el aire de sala pasa a través del segundo intercambiador de calor auxiliar (35). Despues, se descarga el aire de sala al exterior. Mientras tanto, se suministra aire de exterior captado desde el exterior al interior de la sala tras pasar a través del primer intercambiador de calor auxiliar (34) y el primer intercambiador de calor por adsorción (31) en este orden. El aire de exterior se calienta con refrigerante cuando pasa a través del primer intercambiador de calor auxiliar (34). Despues, se proporciona humedad desorbida a partir de un adsorbente calentado con refrigerante al aire de exterior en el primer intercambiador de calor por adsorción (31), humidificando así el aire de exterior. Posteriormente, el aire de exterior se suministra al interior de la sala.

Haciendo referencia a la FIG. 8(B), en un segundo modo de la operación de humidificación, el controlador (100) establece la válvula de cuatro vías (17) a un segundo estado, y se ajustan de manera apropiada el grado de apertura de la válvula de expansión eléctrica (33) del circuito de refrigerante (15) y el grado de apertura de la válvula de expansión eléctrica (36) del circuito auxiliar (40).

En el circuito de refrigerante (15), parte de refrigerante descargado desde el compresor (16) fluye al interior del paso de derivación (42) del circuito auxiliar (40) conectado al tubo de descarga del compresor (16), y la parte restante del refrigerante fluye hacia el segundo intercambiador de calor por adsorción (32) a través de la válvula de cuatro vías (17). En el paso de derivación (42), el refrigerante pasa a través del primer intercambiador de calor auxiliar (34), la válvula de expansión eléctrica (36) y el segundo intercambiador de calor auxiliar (35) en este orden. La presión del refrigerante condensado disipando calor al aire de exterior en el primer intercambiador de calor auxiliar (34) se reduce en la válvula de expansión eléctrica (36), y después tal refrigerante se evapora absorbiendo calor del aire de sala en el segundo intercambiador de calor auxiliar (35). El refrigerante evaporado fluye al interior del tubo de succión del compresor (16) del circuito de refrigerante (15). Mientras tanto, en el circuito de refrigerante (15), el refrigerante pasa a través del segundo intercambiador de calor por adsorción (32), la válvula de expansión eléctrica (33) y el primer intercambiador de calor por adsorción (31) en este orden. La presión del refrigerante condensado disipando calor al aire de exterior en el segundo intercambiador de calor por adsorción (32) se reduce en la válvula de expansión eléctrica (33), y después tal refrigerante se evapora absorbiendo calor del aire de sala en el primer intercambiador de calor por adsorción (31). En el tubo de succión del compresor (16), el refrigerante evaporado se reúne con el refrigerante que fluye hacia fuera desde el paso de derivación (42). Despues, el refrigerante se aspira al interior del compresor (16) y después se comprime.

Mientras el refrigerante fluye a través del circuito de refrigerante (15) y el circuito auxiliar (40) tal como acaba de describirse, aire de sala captado del interior de la sala se descarga al exterior tras pasar a través del primer intercambiador de calor por adsorción (31) y el segundo intercambiador de calor auxiliar (35) en este orden. La humedad contenida en el aire de sala se adsorbe en el adsorbente en el primer intercambiador de calor por adsorción (31), y por lo tanto el aire de sala se deshumidifica. El calor de adsorción generado de ese modo se absorbe por el refrigerante. El calor del aire de sala deshumidificado en el primer intercambiador de calor por adsorción (31) se absorbe por el refrigerante cuando el aire de sala pasa a través del segundo intercambiador de calor auxiliar (35). Despues, se descarga el aire de sala al exterior. Mientras tanto, se suministra aire de exterior captado desde el exterior al interior de la sala tras pasar a través del primer intercambiador de calor auxiliar (34) y el segundo intercambiador de calor por adsorción (32) en este orden. El aire de exterior se calienta con refrigerante cuando pasa a través del primer intercambiador de calor auxiliar (34). Despues, se proporciona humedad desorbida a partir del adsorbente calentado con refrigerante al aire de exterior en el segundo intercambiador de calor por adsorción (32), humidificando así el aire de exterior. Posteriormente, el aire de exterior se suministra al interior de la sala.

El funcionamiento del aparato de control de humedad (10) en una operación de deshumidificación es similar al de la operación de humidificación, excepto porque la válvula de expansión eléctrica (36) se establece a un grado de apertura mínimo predeterminado para hacer que solo una ligera cantidad de refrigerante fluya al interior del circuito auxiliar (40) y que se invierta un flujo de aire entre modos primero y segundo para suministrar aire de exterior

deshumidificado al interior de la sala y para descargar aire de sala humidificado al exterior.

Tal como acaba de describirse, en el presente modo de realización, el primer intercambiador de calor por adsorción (31) sirve como intercambiador de calor por adsorción de desorción de humedad que funciona como condensador en el primer modo de la operación de humidificación, y el segundo intercambiador de calor por adsorción (32) sirve como intercambiador de calor por adsorción de desorción de humedad que funciona como condensador en el segundo modo de la operación de humidificación. Además, tanto en el primer como en el segundo modos de la operación de humidificación, el primer intercambiador de calor auxiliar (34) sirve como condensador, y el segundo intercambiador de calor auxiliar (35) sirve como evaporador.

En el primer modo de la operación de humidificación, el primer intercambiador de calor auxiliar (34) que sirve como condensador está colocado, en el flujo de aire de exterior, corriente arriba del primer intercambiador de calor por adsorción (31) que sirve como intercambiador de calor por adsorción de desorción de humedad. Por otro lado, en el segundo modo de la operación de humidificación, el primer intercambiador de calor auxiliar (34) que sirve como condensador está colocado, en el flujo de aire de exterior, corriente arriba del segundo intercambiador de calor por adsorción (32) que sirve como intercambiador de calor por adsorción de desorción de humedad. Es decir, en la operación de humidificación, el primer intercambiador de calor auxiliar (34) sirve como intercambiador de calor de precalentamiento colocado corriente arriba del intercambiador de calor por adsorción de desorción de humedad en el flujo de aire de exterior en un paso de aire y que funciona como condensador para calentar aire de exterior. Como resultado, se suministra aire de exterior precalentado en el primer intercambiador de calor auxiliar (34) al intercambiador de calor por adsorción de desorción de humedad. Se humidifica el aire de exterior en el intercambiador de calor por adsorción de desorción de humedad, y después se suministra al interior de la sala.

En el primer modo de la operación de humidificación, el segundo intercambiador de calor auxiliar (35) que sirve como evaporador está colocado, en el flujo de aire de sala, corriente abajo del segundo intercambiador de calor por adsorción (32) que sirve como intercambiador de calor por adsorción de absorción de humedad. Por otro lado, en el segundo modo de la operación de humidificación, el segundo intercambiador de calor auxiliar (35) que sirve como evaporador está colocado, en el flujo de aire de sala, corriente abajo del primer intercambiador de calor por adsorción (31) que sirve como intercambiador de calor por adsorción de absorción de humedad. Es decir, el segundo intercambiador de calor auxiliar (35) sirve como intercambiador de calor de recuperación de calor colocado corriente abajo del intercambiador de calor por adsorción de absorción de humedad en el flujo de aire de sala en el paso de aire y que funciona como evaporador para recuperar calor a partir del aire de sala. Como resultado, se suministra aire de sala deshumidificado en el intercambiador de calor por adsorción de absorción de humedad al segundo intercambiador de calor auxiliar (35). Se absorbe calor del aire de sala por el refrigerante en el segundo intercambiador de calor auxiliar (35), y después se descarga el aire de sala al exterior.

Tal como se describió anteriormente, también pueden producirse ventajas similares a las del primer modo de realización en el segundo modo de realización.

40 <<Tercer modo de realización de la invención>>

Un aparato de control de humedad (10) de un tercer modo de realización es diferente del de el primer modo de realización en un circuito configuración y un paso de aire del aparato de control de humedad (10).

45 Haciendo referencia a las FIGS. 9(A) y 9(B), el aparato de control de humedad (10) del tercer modo de realización está configurado de tal manera que un paso de derivación (43) que conecta entre tubos de gas conectados respectivamente a los intercambiadores de calor por adsorción (31, 32) primero y segundo forma un circuito auxiliar (40). Específicamente, el paso de derivación (43) está conectado, en un extremo del mismo, al centro del tubo de gas que conecta entre el primer intercambiador de calor por adsorción (31) y una tercera abertura de una válvula de cuatro vías (17), y está conectado, en el otro extremo del mismo, al centro del tubo de gas que conecta entre el segundo intercambiador de calor por adsorción (32) y una cuarta abertura de la válvula de cuatro vías (17). En el paso de derivación (43), un primer intercambiador de calor auxiliar (34), una válvula de expansión eléctrica (36) y un segundo intercambiador de calor auxiliar (35) están conectados entre sí en serie en este orden desde la tercera abertura hasta la cuarta abertura de la válvula de cuatro vías (17).

55 En el presente modo de realización, un sentido de circulación de refrigerante en el paso de derivación (43) se invierte dependiendo de un sentido de circulación de refrigerante en un circuito de refrigerante (15). Por tanto, en el presente modo de realización, cuando la válvula de cuatro vías (17) está en un primer estado, el primer intercambiador de calor auxiliar (34) sirve como condensador, y el segundo intercambiador de calor auxiliar (35) sirve como evaporador. Por otro lado, cuando la válvula de cuatro vías (17) está en un segundo estado, el segundo intercambiador de calor auxiliar (35) sirve como condensador, y el primer intercambiador de calor auxiliar (34) sirve como evaporador.

65 Haciendo referencia a la FIG. 9(A), en un primer modo de una operación de humidificación, un controlador (100) establece la válvula de cuatro vías (17) al primer estado, y se ajustan de manera apropiada el grado de apertura de una válvula de expansión eléctrica (33) del circuito de refrigerante (15) y el grado de apertura de la válvula de

expansión eléctrica (36) del circuito auxiliar (40).

En el circuito de refrigerante (15), refrigerante descargado desde un compresor (16) fluye hacia el primer intercambiador de calor por adsorción (31) a través de la válvula de cuatro vías (17). Parte del refrigerante fluye al interior del paso de derivación (43) del circuito auxiliar (40), y la parte restante del refrigerante fluye al interior del primer intercambiador de calor por adsorción (31). En el paso de derivación (43), el refrigerante pasa a través del primer intercambiador de calor auxiliar (34), la válvula de expansión eléctrica (36), y el segundo intercambiador de calor auxiliar (35) en este orden. La presión del refrigerante condensado disipando calor al aire de exterior en el primer intercambiador de calor auxiliar (34) se reduce en la válvula de expansión eléctrica (36), y después el refrigerante se evapora absorbiendo calor del aire de sala en el segundo intercambiador de calor auxiliar (35). El refrigerante evaporado fluye al interior del tubo de gas conectado al segundo intercambiador de calor por adsorción (32) del circuito de refrigerante (15). Mientras tanto, en el circuito de refrigerante (15), el refrigerante pasa a través del primer intercambiador de calor por adsorción (31), la válvula de expansión eléctrica (33), y el segundo intercambiador de calor por adsorción (32) en este orden. La presión del refrigerante condensado disipando calor al aire de exterior en el primer intercambiador de calor por adsorción (31) se reduce en la válvula de expansión eléctrica (33), y después el refrigerante se evapora absorbiendo calor del aire de sala en el segundo intercambiador de calor por adsorción (32). El refrigerante evaporado se reúne con el refrigerante que fluye hacia fuera desde el paso de derivación (43). El refrigerante se aspira al interior del compresor (16) y después se comprime.

En el tercer modo de realización, el paso de aire está formado de tal manera que el aire fluye de la siguiente manera cuando fluye refrigerante en el circuito de refrigerante (15) y el circuito auxiliar (40) tal como se describió anteriormente.

Tras pasar a través del segundo intercambiador de calor por adsorción (32) y el segundo intercambiador de calor auxiliar (35) en este orden, aire de sala captado del interior de una sala se descarga al exterior. La humedad contenida en el aire de sala se adsorbe en un adsorbente en el segundo intercambiador de calor por adsorción (32), y por lo tanto el aire de sala se deshumidifica. El calor de adsorción generado de ese modo se absorbe por el refrigerante. Cuando pasa a través del segundo intercambiador de calor auxiliar (35), se absorbe calor del aire de sala deshumidificado en el segundo intercambiador de calor por adsorción (32) por el refrigerante, y después se descarga el aire de sala al exterior. Mientras tanto, tras pasar a través del primer intercambiador de calor auxiliar (34) y el primer intercambiador de calor por adsorción (31) en este orden, se suministra aire de exterior captado desde el exterior al interior de la sala. Cuando pasa a través del primer intercambiador de calor auxiliar (34), el aire de exterior se calienta con refrigerante. Después, se proporciona humedad desorbida a partir de un adsorbente calentado con refrigerante al aire de exterior en el primer intercambiador de calor por adsorción (31), y por lo tanto se humidifica el aire de exterior. Posteriormente, el aire de exterior se suministra al interior de la sala.

Haciendo referencia a la FIG. 9(B), en un segundo modo de la operación de humidificación, el controlador (100) establece la válvula de cuatro vías (17) al segundo estado, y se ajustan de manera apropiada el grado de apertura de la válvula de expansión eléctrica (33) del circuito de refrigerante (15) y el grado de apertura de la válvula de expansión eléctrica (36) del circuito auxiliar (40).

En el circuito de refrigerante (15), el refrigerante descargado desde el compresor (16) fluye hacia el segundo intercambiador de calor por adsorción (32) a través de la válvula de cuatro vías (17). Parte del refrigerante fluye al interior del paso de derivación (43) del circuito auxiliar (40), y la parte restante del refrigerante fluye al interior del segundo intercambiador de calor por adsorción (32). En el paso de derivación (43), el refrigerante pasa a través del segundo intercambiador de calor auxiliar (35), la válvula de expansión eléctrica (36) y el primer intercambiador de calor auxiliar (34) en este orden. La presión del refrigerante condensado disipando calor al aire de exterior en el segundo intercambiador de calor auxiliar (35) se reduce en la válvula de expansión eléctrica (36), y después el refrigerante se evapora absorbiendo calor del aire de sala en el primer intercambiador de calor auxiliar (34). El refrigerante evaporado fluye al interior del tubo de gas conectado al primer intercambiador de calor por adsorción (31) del circuito de refrigerante (15). Mientras tanto, en el circuito de refrigerante (15), el refrigerante pasa a través del segundo intercambiador de calor por adsorción (32), la válvula de expansión eléctrica (33) y el primer intercambiador de calor por adsorción (31) en este orden. La presión del refrigerante condensado disipando calor al aire de exterior en el segundo intercambiador de calor por adsorción (32) se reduce en la válvula de expansión eléctrica (33), y después el refrigerante se evapora absorbiendo calor del aire de sala en el primer intercambiador de calor por adsorción (31). El refrigerante evaporado se reúne con el refrigerante que fluye hacia fuera desde el paso de derivación (43). El refrigerante se aspira al interior del compresor (16) y después se comprime.

El paso de aire del tercer modo de realización está formado de tal manera que el aire fluye de la siguiente manera cuando fluye refrigerante en el circuito de refrigerante (15) y el circuito auxiliar (40) tal como se describió anteriormente.

Tras pasar a través del primer intercambiador de calor por adsorción (31) y el primer intercambiador de calor auxiliar (34) en este orden, aire de sala captado del interior de la sala se descarga al exterior. La humedad contenida en el aire de sala se adsorbe en el adsorbente en el primer intercambiador de calor por adsorción (31), y por lo tanto el aire de sala se deshumidifica. El calor de adsorción generado de ese modo se absorbe por el refrigerante. Cuando

- 5 pasa a través del primer intercambiador de calor auxiliar (34), el calor del aire de sala deshumidificado en el primer intercambiador de calor por adsorción (31) se absorbe por el refrigerante, y después se descarga el aire de sala al exterior. Mientras tanto, tras pasar a través del segundo intercambiador de calor auxiliar (35) y el segundo intercambiador de calor por adsorción (32) en este orden, se suministra aire de exterior captado desde el exterior al interior de la sala. Cuando pasa a través del segundo intercambiador de calor auxiliar (35), el aire de exterior se calienta con refrigerante. Después, se proporciona humedad desorbida a partir del adsorbente calentado con refrigerante al aire de exterior en el segundo intercambiador de calor por adsorción (32), y por lo tanto se humidifica el aire de exterior. Posteriormente, el aire de exterior se suministra al interior de la sala.
- 10 10 El funcionamiento del aparato de control de humedad (10) en una operación de deshumidificación es similar al de la operación de humidificación, excepto porque la válvula de expansión eléctrica (36) se establece a un grado de apertura mínimo predeterminado para hacer que solo una ligera cantidad de refrigerante fluya al interior del circuito auxiliar (40) y que un flujo de aire se invierta entre modos primero y segundo para suministrar aire de exterior deshumidificado al interior de la sala y para descargar aire de sala humidificado al exterior.
- 15 15 Tal como acaba de describirse, en el presente modo de realización, el primer intercambiador de calor por adsorción (31) sirve como intercambiador de calor por adsorción de desorción de humedad que funciona como condensador en el primer modo de la operación de humidificación, y el segundo intercambiador de calor por adsorción (32) sirve como intercambiador de calor por adsorción de desorción de humedad que funciona como condensador en el
- 20 20 segundo modo de la operación de humidificación. Además, de acuerdo con el presente modo de realización, en el primer modo de la operación de humidificación, el primer intercambiador de calor auxiliar (34) sirve como condensador, y el segundo intercambiador de calor auxiliar (35) sirve como evaporador. Por otro lado, en el segundo modo de la operación de humidificación, el segundo intercambiador de calor auxiliar (35) sirve como condensador, y el primer intercambiador de calor auxiliar (34) sirve como evaporador.
- 25 25 En el primer modo de la operación de humidificación, el primer intercambiador de calor auxiliar (34) que sirve como condensador está colocado, en el flujo de aire de exterior, corriente arriba del primer intercambiador de calor por adsorción (31) que sirve como intercambiador de calor por adsorción de desorción de humedad. Por otro lado, en el
- 30 30 segundo modo de la operación de humidificación, el segundo intercambiador de calor auxiliar (35) que sirve como condensador está colocado, en el flujo de aire de exterior, corriente arriba del segundo intercambiador de calor por adsorción (32) que sirve como intercambiador de calor por adsorción de desorción de humedad. Es decir, el primer intercambiador de calor auxiliar (34) sirve como intercambiador de calor de precalentamiento en el primer modo de la operación de humidificación, y el segundo intercambiador de calor auxiliar (35) sirve como intercambiador de calor de precalentamiento en el segundo modo de la operación de humidificación. De acuerdo con el presente modo de
- 35 35 realización, en la operación de humidificación, se suministra aire de exterior precalentado en el intercambiador de calor de precalentamiento al intercambiador de calor por adsorción de desorción de humedad, y se humidifica en el intercambiador de calor por adsorción de desorción de humedad. Después, el aire de exterior se suministra al interior de la sala.
- 40 40 En el primer modo de la operación de humidificación, el segundo intercambiador de calor auxiliar (35) que sirve como evaporador está colocado, en el flujo de aire de sala, corriente abajo del segundo intercambiador de calor por adsorción (32) que sirve como intercambiador de calor por adsorción de desorción de humedad. Por otro lado, en el
- 45 45 segundo modo de la operación de humidificación, el primer intercambiador de calor auxiliar (34) que sirve como evaporador está colocado, en el flujo de aire de sala, corriente abajo del primer intercambiador de calor por adsorción (31) que sirve como intercambiador de calor por adsorción de desorción de humedad. Es decir, el segundo intercambiador de calor auxiliar (35) sirve como intercambiador de calor de recuperación de calor en el primer modo de la operación de humidificación, y el primer intercambiador de calor auxiliar (34) sirve como intercambiador de calor de recuperación de calor en el segundo modo de la operación de humidificación. En el
- 50 50 presente modo de realización, se suministra aire de sala deshumidificado en el intercambiador de calor por adsorción de desorción de humedad al intercambiador de calor de recuperación de calor, y se absorbe calor del aire de sala por el refrigerante en el intercambiador de calor de recuperación de calor. Después, se descarga el aire de sala al exterior.
- 55 55 Tal como se describió anteriormente, también pueden producirse ventajas similares a las del primer modo de realización en el tercer modo de realización.
- <<Otro modo de realización>>
- 60 60 Los modos de realización anteriores pueden tener las siguientes configuraciones.
- 65 65 En cada uno de los modos de realización anteriores, no solo puede usarse como adsorbente gel de sílice, zeolita, etc. que puede adsorber principalmente humedad sino también materiales que pueden adsorber y absorber humedad. Específicamente, por ejemplo, puede usarse como adsorbente un material polimérico orgánico que tiene absorbencia de la humedad. En el material polimérico orgánico usado como adsorbente, una pluralidad de cadenas principales de polímero que tienen grupos hidrófilos en moléculas están reticuladas entre sí, y las cadenas principales de polímero reticuladas entre sí forman una estructura tridimensional. Un adsorbente de este tipo capta

humedad (es decir, absorbe humedad) y se hincha en consecuencia. Se supone que el mecanismo para hinchar el adsorbente mediante absorción de humedad es de la siguiente manera. Es decir, cuando el adsorbente absorbe humedad, la humedad se adsorbe en cada grupo hidrófilo, y la fuerza eléctrica generada mediante reacción entre los grupos hidrófilos y la humedad actúa sobre las cadenas principales de polímero. Como resultado, las cadenas principales de polímero se deforman. La humedad se lleva al interior de un espacio libre entre las cadenas de polímero deformadas debido a la fuerza capilar, y por lo tanto la estructura tridimensional formada por las cadenas principales de polímero se hincha. Por consiguiente, el volumen del adsorbente aumenta.

En el adsorbente anterior, se produce tanto adsorción de humedad en el adsorbente como absorción de humedad por el adsorbente. Es decir, se produce la sorción de humedad en el adsorbente. La humedad captada por el adsorbente no solo se adhiere a una superficie de la estructura tridimensional formada por las cadenas principales de polímero reticuladas entre sí, sino que también entra en el interior de la estructura tridimensional. Como resultado, el adsorbente capta una mayor cantidad de humedad en comparación, por ejemplo, con zeolita que puede únicamente adsorber humedad en una superficie de la misma.

El adsorbente anterior libera humedad (es decir, desorbe humedad) y se contrae en consecuencia. Es decir, cuando el adsorbente desorbe humedad, la cantidad de humedad captada entre las cadenas principales de polímero disminuye, y la forma de la estructura tridimensional formada por las cadenas principales de polímero vuelve a una forma original. Por tanto, el volumen del adsorbente disminuye.

Siempre que el adsorbente se hinche mediante absorción de humedad y se contraiga mediante desorción de humedad, el material usado como adsorbente no se limita a los materiales anteriores. Por ejemplo, puede usarse resina de intercambio iónico que tiene absorbencia de humedad.

Los modos de realización anteriores se han expuesto simplemente con el propósito de naturaleza de ejemplos preferentes, y no se pretende que limiten el alcance, las aplicaciones y el uso de la invención.

Aplicabilidad industrial

Tal como se describió anteriormente, la presente divulgación es útil para el aparato de control de humedad configurado para controlar la humedad de sala usando el adsorbente.

Descripción de caracteres de referencia

35 10 Aparato de control de humedad

15 Circuito de refrigerante

40 16 Compresor

31 Primer intercambiador de calor por adsorción (intercambiador de calor por adsorción)

32 Segundo Intercambiador de calor por adsorción (intercambiador de calor por adsorción)

45 33 Válvula de expansión eléctrica (mecanismo de expansión)

34 Primer intercambiador de calor auxiliar (intercambiador de calor de precalentamiento, intercambiador de calor de recuperación de calor)

50 35 Segundo Intercambiador de calor auxiliar (intercambiador de calor de recuperación de calor, intercambiador de calor de precalentamiento)

40 Intercambiador de calor auxiliar

55 41 Paso de una vía (trayectoria de flujo de una vía)

42 Paso de derivación (trayectoria de flujo de una vía)

100 Controlador (sección de control)

60

REIVINDICACIONES

1. Aparato de control de humedad que incluye
 - 5 un circuito de refrigerante (15) configurado de tal manera que
 - 10 un compresor (16), un mecanismo de expansión (33) y dos intercambiadores de calor por adsorción (31, 32) en cada uno de los cuales está soportado un adsorbente están conectados a través de un tubo,
 - 15 un sentido de circulación de refrigerante es reversible, y
 - 20 se realiza un ciclo de refrigeración por compresión de vapor, y
 - 25 un paso de aire configurado de tal manera que una trayectoria de flujo de aire conmuta, dependiendo del sentido de circulación de refrigerante en el circuito de refrigerante (15), para
 - 30 hacer que uno de aire de sala o aire de exterior llevado al interior del paso de aire pase a través de uno de los intercambiadores de calor por adsorción (31, 32) que sirve como intercambiador de calor por adsorción de desorción de humedad que funciona como condensador y
 - 35 hacer que el otro del aire de sala o el aire de exterior pase a través del otro de los intercambiadores de calor por adsorción (31, 32) que sirve como intercambiador de calor por adsorción de absorción de humedad que funciona como evaporador,
 - 40 en el que se realiza una operación de humidificación, en la que
 - 45 el aire de exterior se suministra a un interior de una sala a través del intercambiador de calor por adsorción de desorción de humedad, y
 - 50 el aire de sala se descarga a un exterior a través del intercambiador de calor por adsorción de absorción de humedad,
 - 55 estando el aparato de control de humedad caracterizado por que comprende además:
 - 60 un intercambiador de calor de precalentamiento (34)
 - 65 conectado al circuito de refrigerante (15) y
 - 70 en la operación de humidificación, colocado corriente arriba del intercambiador de calor por adsorción de desorción de humedad en un flujo del aire de exterior en el paso de aire y que sirve como condensador para calentar el aire de exterior; y
 - 75 un intercambiador de calor de recuperación de calor (35)
 - 80 conectado al circuito de refrigerante (15) y
 - 85 en la operación de humidificación, colocado corriente abajo del intercambiador de calor por adsorción de absorción de humedad en un flujo del aire de sala en el paso de aire y que sirve como evaporador para recuperar calor a partir del aire de sala.
2. Aparato de control de humedad de acuerdo con la reivindicación 1, en el que
 - 85 en el circuito de refrigerante (15), se proporciona un circuito auxiliar (40), en el que el intercambiador de calor de precalentamiento (34), una válvula de expansión (36) y el intercambiador de calor de recuperación de calor (35) están conectados entre sí en serie en este orden.
3. Aparato de control de humedad de acuerdo con la reivindicación 2, en el que
 - 90 el circuito auxiliar (40) incluye una trayectoria de flujo de una vía (41, 42) a través de la cual fluye refrigerante en un sentido aunque se invierta el sentido de circulación de refrigerante en el circuito de refrigerante (15), y
 - 95 el intercambiador de calor de precalentamiento (34), la válvula de expansión (36) y el intercambiador de calor de recuperación de calor (35) se proporcionan en la trayectoria de flujo de una vía (41, 42).
4. Aparato de control de humedad de acuerdo con la reivindicación 3, en el que

el circuito auxiliar (40) es un circuito en puente que incluye la trayectoria de flujo de una vía (41).

5. Aparato de control de humedad de acuerdo con la reivindicación 4, en el que

se realiza una operación de deshumidificación, en la que

el aire de exterior se suministra al interior de la sala a través del intercambiador de calor por adsorción de
10 absorción de humedad, y

se descarga el aire de sala al exterior a través del intercambiador de calor por adsorción de desorción de
humedad, y

15 se proporciona una sección de control (100), que está configurada para abrir la válvula de expansión (36)
hasta un grado de apertura mínimo predeterminado en la operación de deshumidificación.

FIG. 1

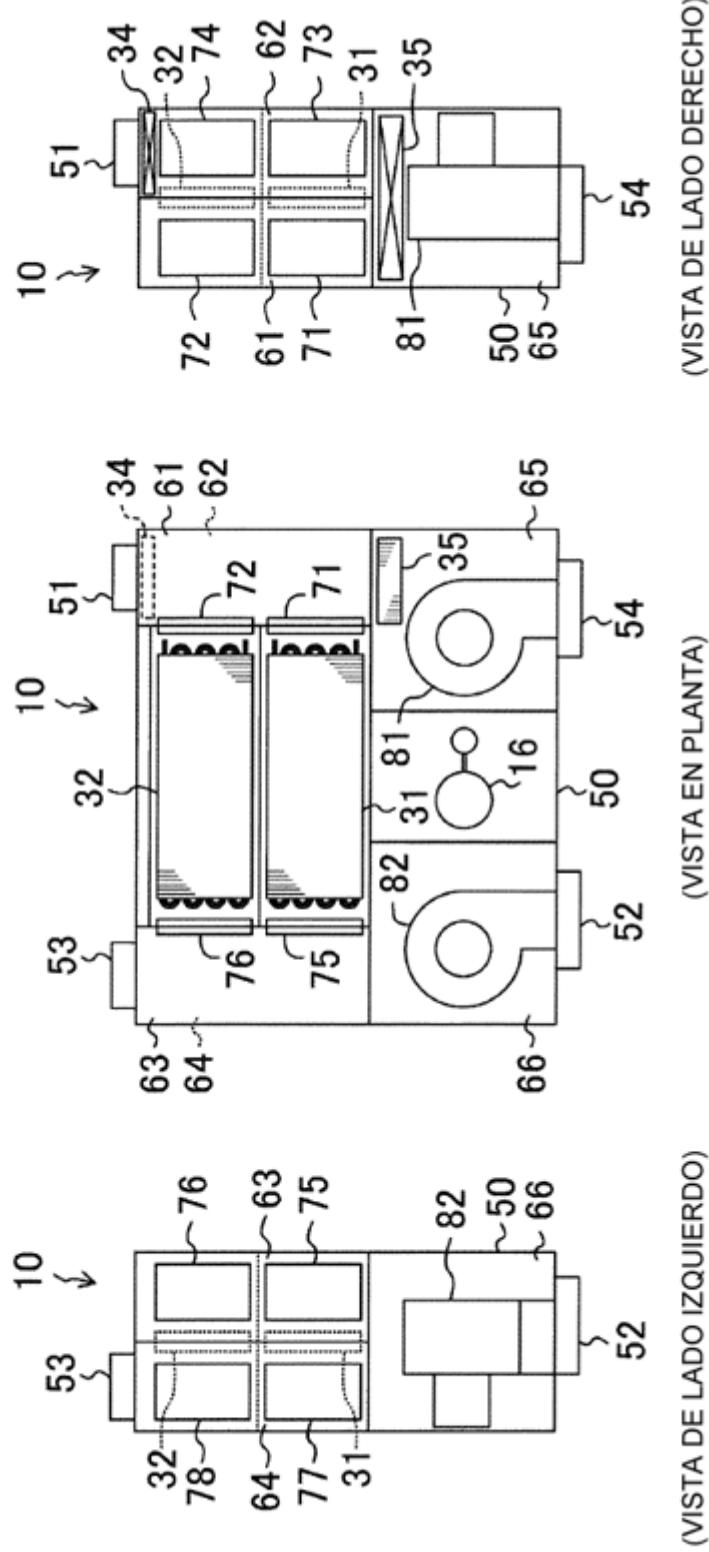
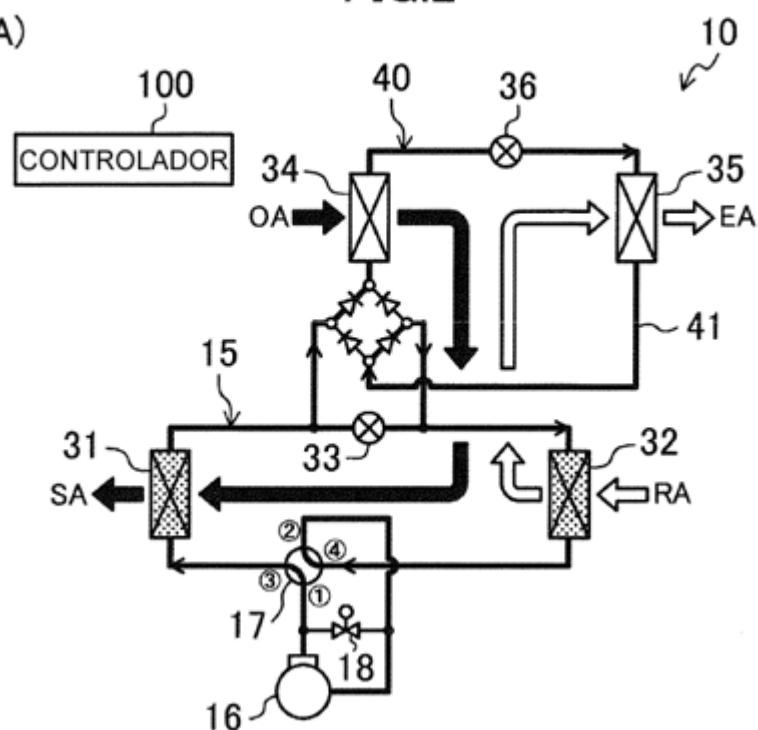


FIG.2

(A)



(B)

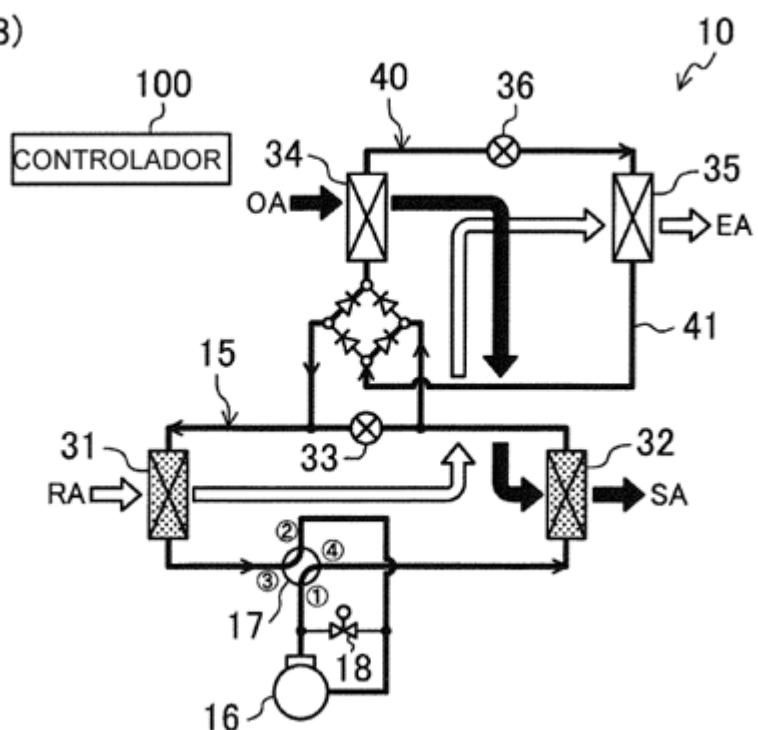


FIG.3

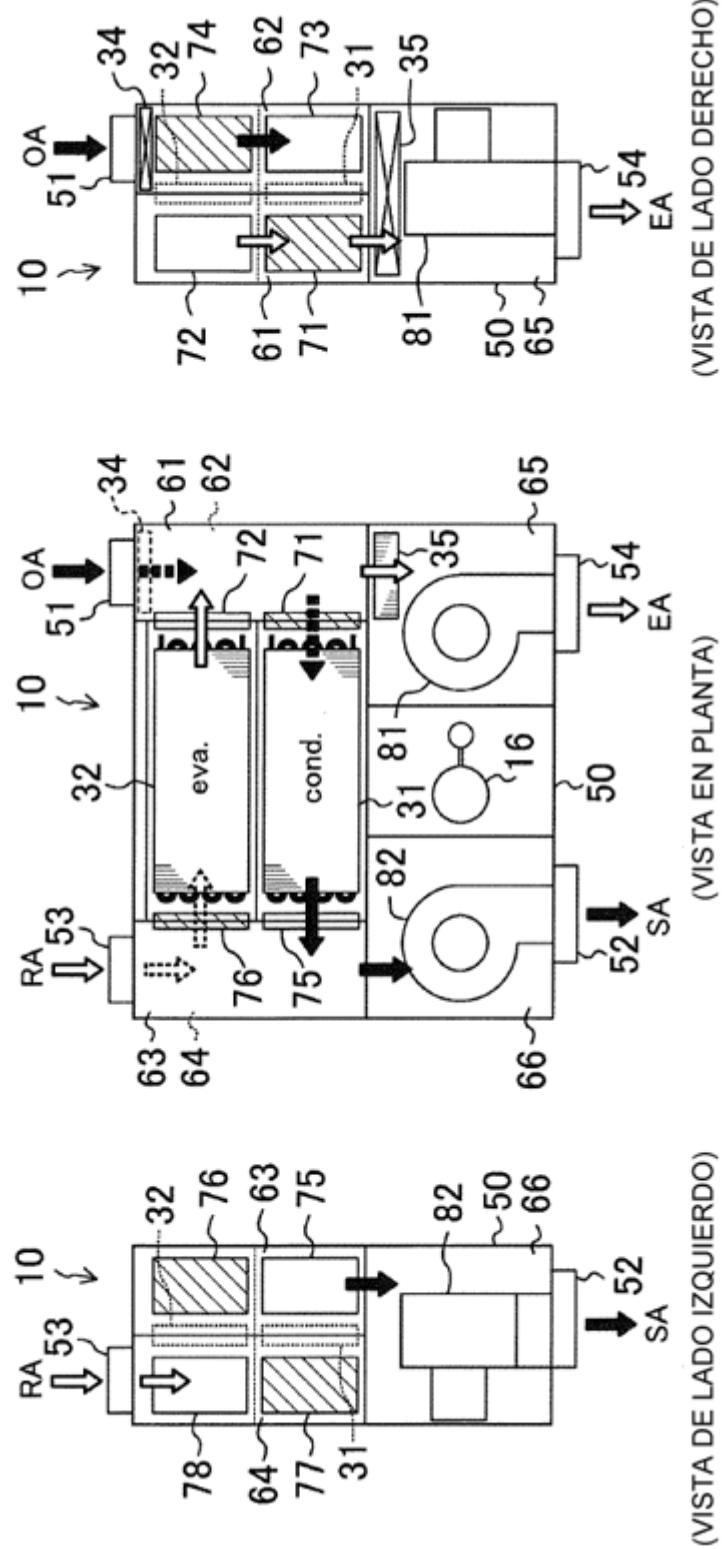


FIG.4

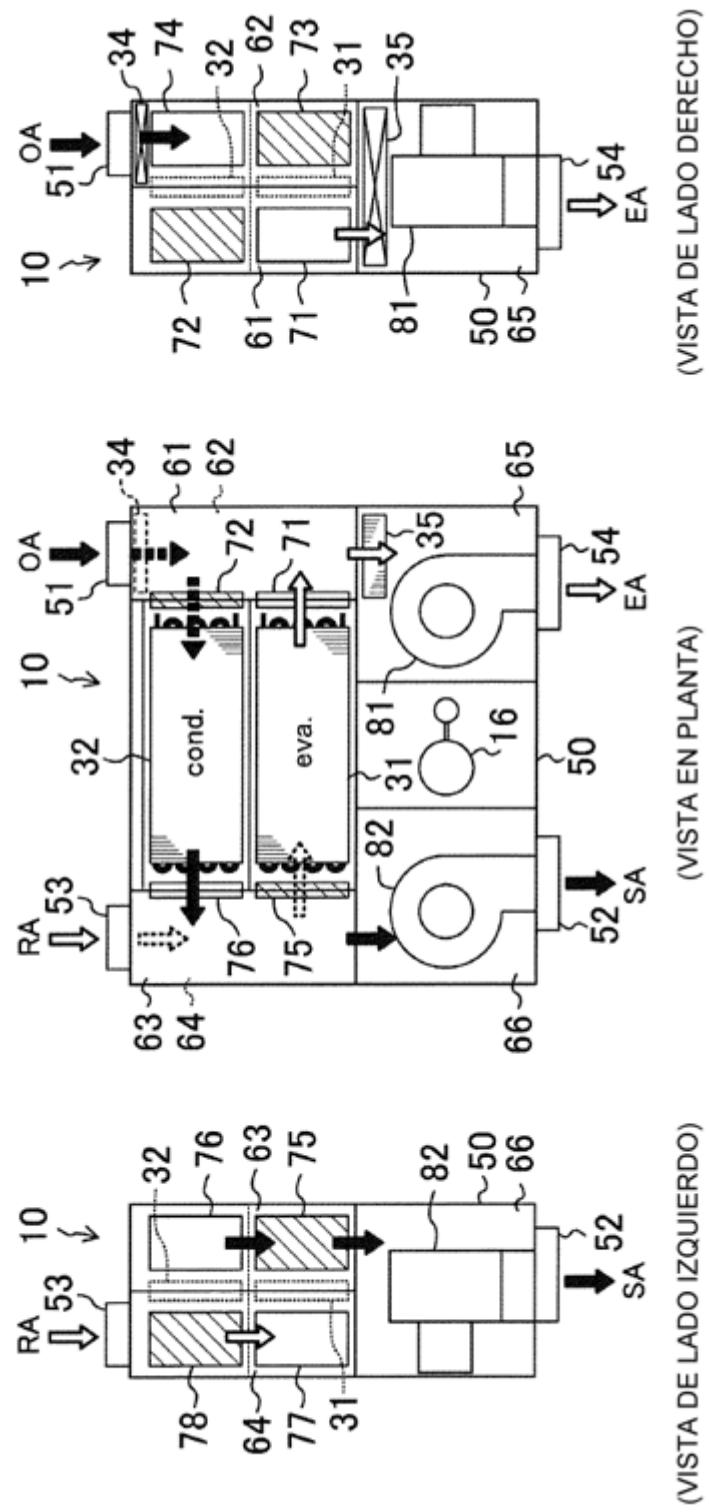
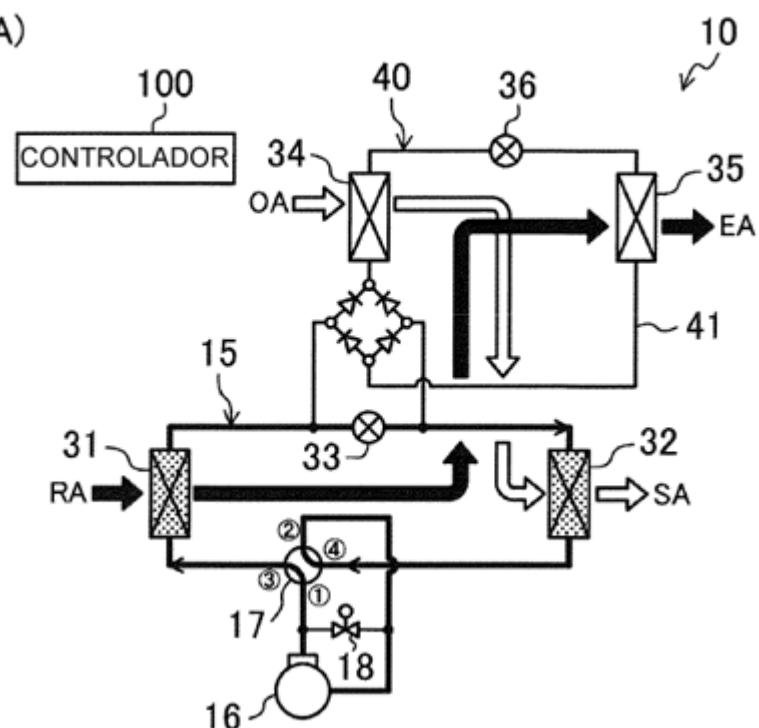


FIG.5

(A)



(B)

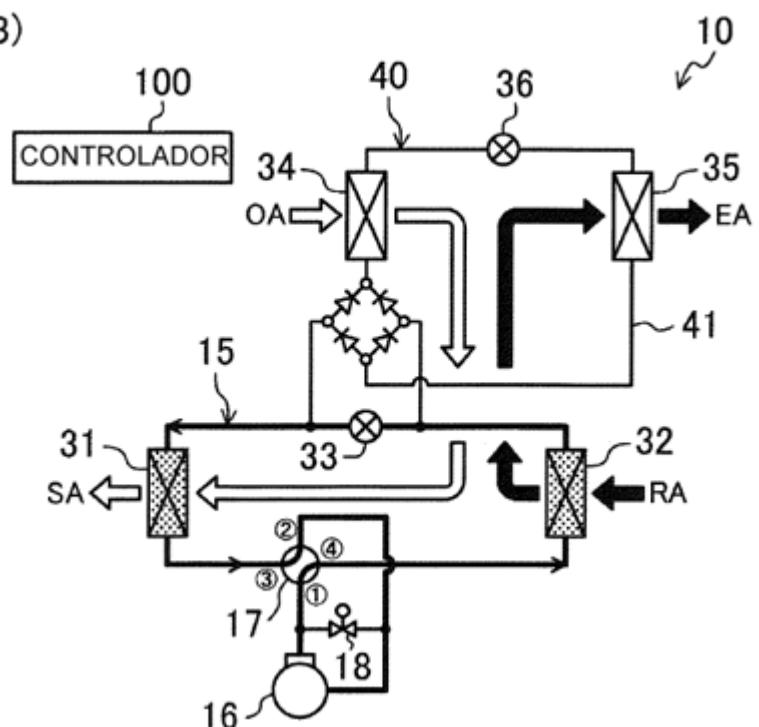


FIG.6

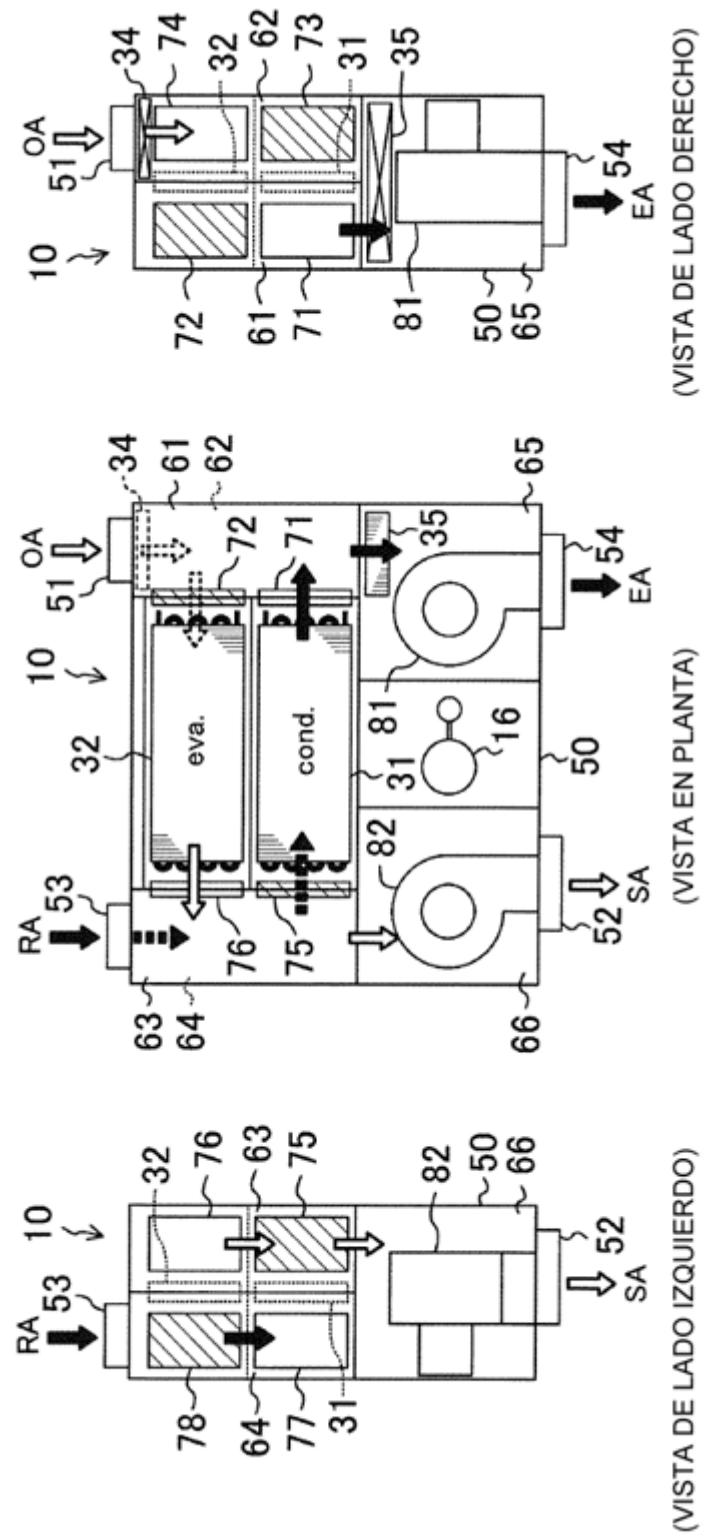


FIG.7

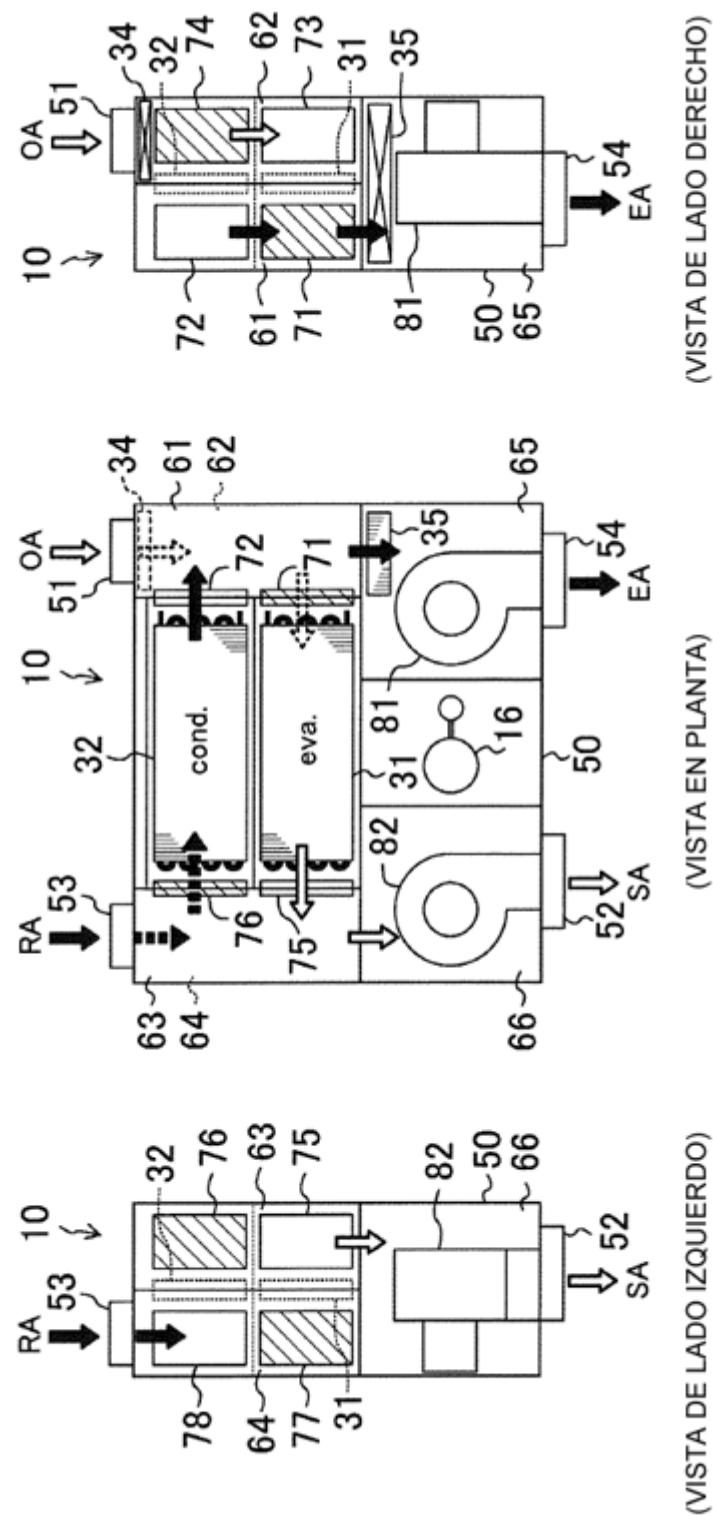


FIG.8

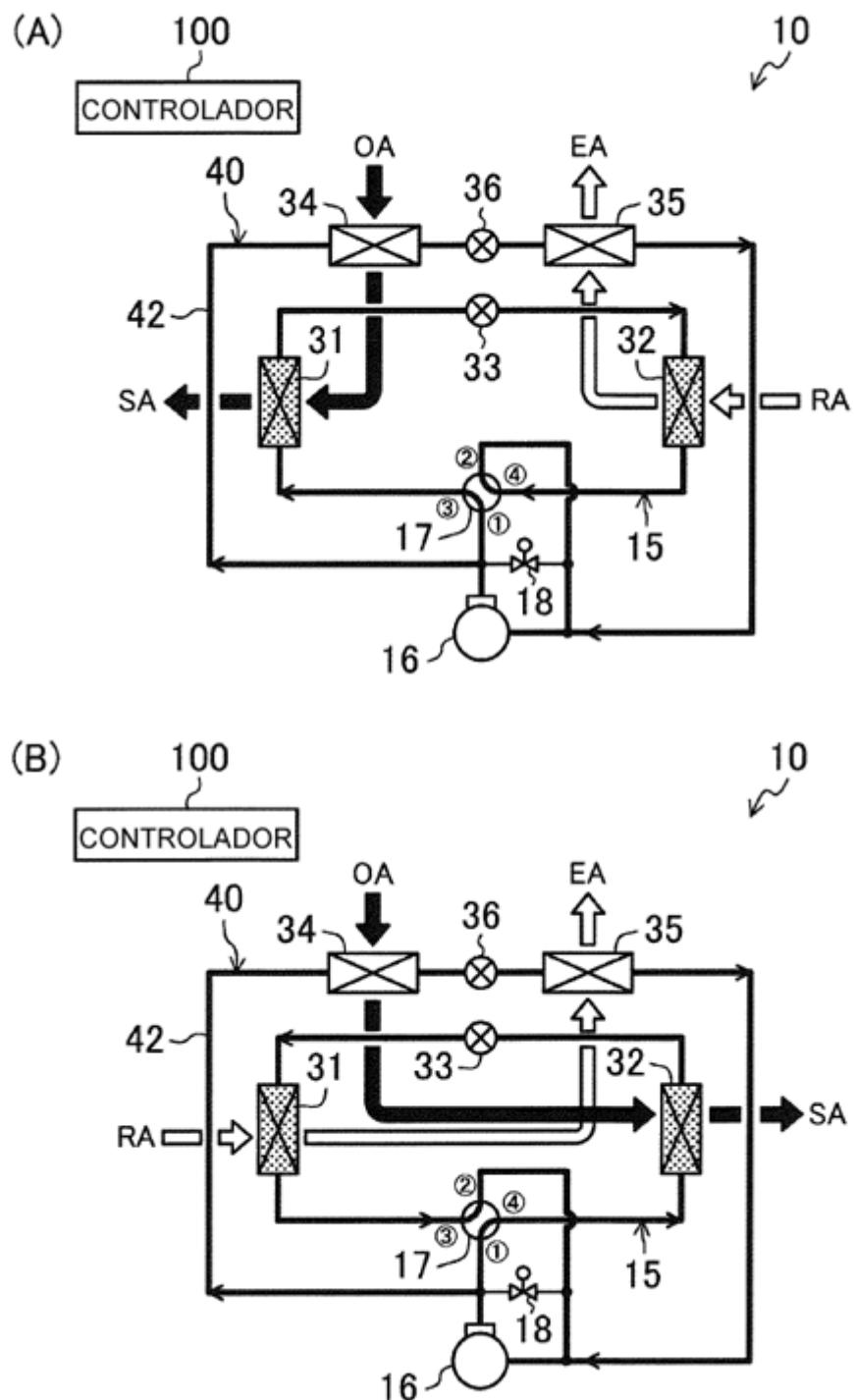
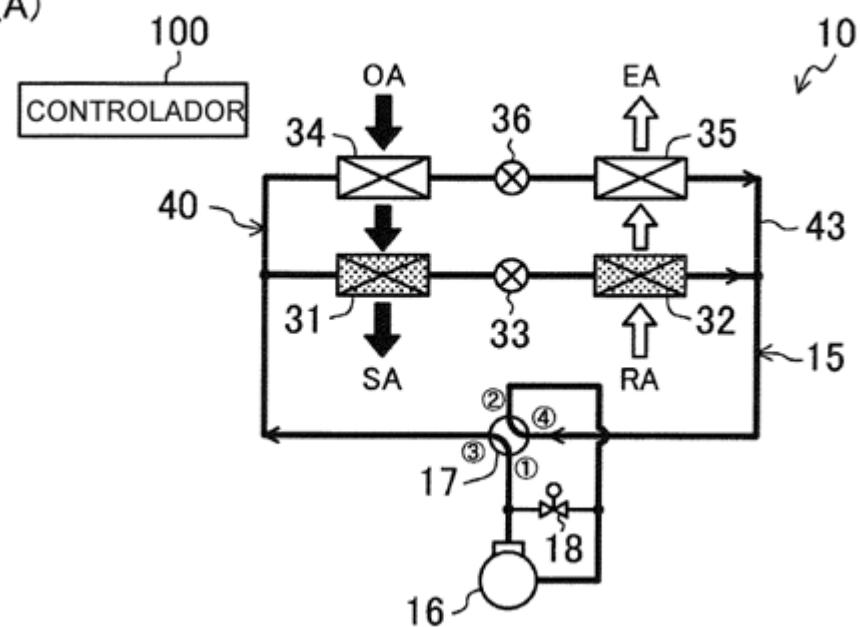


FIG.9

(A)



(B)

