

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 833 435**

51 Int. Cl.:

F25B 13/00 (2006.01)
F24F 5/00 (2006.01)
F25B 5/00 (2006.01)
F25B 5/02 (2006.01)
F25B 25/00 (2006.01)
F25B 41/04 (2006.01)
F25B 49/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.12.2015** **PCT/JP2015/006407**
87 Fecha y número de publicación internacional: **30.06.2016** **WO16103690**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.12.2015** **E 15872261 (1)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.09.2020** **EP 3249320**

54 Título: **Acondicionador de aire por almacenamiento térmico**

30 Prioridad:

26.12.2014 JP 2014266167

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
15.06.2021

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:

FUJIMOTO, SHUJI;
YASUO, KOUICHI;
CHEN, KEBI y
NAKAO, TAKUYA

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 833 435 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

Acondicionador de aire por almacenamiento térmico

Campo técnico

La presente descripción se refiere a un acondicionador de aire por almacenamiento térmico y a un método para hacer funcionar un acondicionador de aire por almacenamiento térmico.

Antecedentes de la técnica

Un acondicionador de aire por almacenamiento térmico que enfría el aire en una habitación utilizando un medio de almacenamiento térmico como una fuente de energía térmica fría se ha conocido al haber sido descrito en el documento JP 2007-017089 A. De acuerdo con el documento JP 2007-017089 A, un intercambiador de calor con almacenamiento térmico que posee un canal a través del cual circula un refrigerante está dispuesto en un depósito de almacenamiento térmico que almacena un medio de almacenamiento térmico. El refrigerante enfría el medio de almacenamiento térmico. Un material de almacenamiento térmico en el cual se generan clatratos de hidratos cuando se enfría (por ejemplo, una solución acuosa de bromuro de tetra-n-butilamonio) se adopta como el medio de almacenamiento térmico. El acondicionador de aire por almacenamiento térmico del documento JP 2007-017089 A lleva a cabo una operación de enfriamiento y de almacenamiento de energía térmica fría para enfriar la habitación mientras almacena energía térmica fría.

En el documento WO 2010/099454 A2 se proporciona un método y un aparato de refrigeración para fabricar hielo sustancialmente transparente. El aparato de refrigeración incluye un compartimento para productos frescos en el que se mantiene una temperatura de refrigeración que es mayor que 0°C (32°F) y menor que 13°C (55°F), y una bandeja de agua situada en el seno del compartimento para productos frescos y que incluye una superficie inferior y una pared que se extiende hacia arriba formando un reservorio para contener un volumen de agua. Una pluralidad de lengüetas están sujetas de manera adyacente a la bandeja de agua de manera que están al menos parcialmente sumergidas en el agua en el seno de la bandeja de agua, y un evaporador está en comunicación térmica con las lengüetas para enfriar una superficie expuesta de las lengüetas y las lleva a una temperatura de lengüeta que es menor que 0°C (32°F). Se introduce agua dentro de la bandeja de agua, y el grado en el que las lengüetas están sumergidas en el agua es constantemente ajustado.

Sumario de la invención

Problema técnico

En relación al acondicionador de aire por almacenamiento térmico descrito en el documento JP 2007-017089 A, puede ser posible disponer el intercambiador de calor con el almacenamiento térmico en el exterior del tanque de almacenamiento térmico (vasija de almacenamiento térmico) para formar un circuito de almacenamiento térmico a través del cual el medio de almacenamiento térmico circula entre el intercambiador de calor con el almacenamiento térmico y el tanque de almacenamiento térmico. Si se lleva a cabo una operación de enfriamiento y de almacenamiento de energía térmica fría en esta configuración, el medio de almacenamiento térmico que ha circulado desde el tanque de almacenamiento térmico hacia adentro del intercambiador de calor con el almacenamiento térmico proporciona calor al refrigerante que circula a través del intercambiador de calor con el almacenamiento térmico mientras pasa a través del intercambiador de calor con el almacenamiento térmico, y es enfriado.

Más aún, en la configuración descrita más arriba, la presión de succión de un compresor puede reducirse para disminuir la presión de evaporación del refrigerante en un intercambiador de calor de interior para garantizar la capacidad de enfriamiento del intercambiador de calor de interior (es decir, la capacidad para enfriar el aire en la habitación) durante la operación de enfriamiento y de almacenamiento de energía térmica fría. Por ejemplo, si existe una gran pérdida de presión entre un extremo de gas del intercambiador de calor de interior y un extremo de succión del compresor (de manera más específica, si el extremo de gas del intercambiador de calor de interior y el extremo de succión del compresor están conectados a través de una tubería de gran longitud, o si existe una gran diferencia de altura entre el extremo de gas del intercambiador de calor de interior y el extremo de succión del compresor), la presión de succión del compresor se establece en un valor pequeño, de tal manera que la presión de evaporación del refrigerante en el intercambiador de calor de interior se establece en un cierto nivel requerido para garantizar la capacidad de enfriamiento. Más aún, si una carga calorífica en la habitación aumenta y hace que se reduzca la capacidad de enfriamiento hasta un nivel insuficiente, se hace disminuir la presión de succión del compresor para reducir la presión de evaporación del refrigerante en el intercambiador de calor de interior.

Sin embargo, si la presión de succión del compresor disminuye para reducir la presión de evaporación del refrigerante en el intercambiador de calor de interior, la presión de evaporación del refrigerante en el intercambiador de calor con el almacenamiento térmico también disminuye con la disminución en la presión de succión del compresor, reduciendo de este modo la temperatura de evaporación del refrigerante. Por lo tanto, es posible que el medio de almacenamiento térmico en el intercambiador de calor con el almacenamiento térmico se enfríe demasiado y generar una gran cantidad de clatratos de hidratos (componente sólido). Como resultado de ello, es posible que la

eficiencia de circulación del medio de almacenamiento térmico en el circuito de almacenamiento térmico disminuya.

En vista de los antecedentes expuestos, es por lo tanto un propósito de la presente descripción proporcionar un acondicionador de aire por almacenamiento térmico y un método para hacer funcionar un acondicionador de aire por almacenamiento térmico que pueda evitar sustancialmente la disminución en la eficiencia de circulación del medio de almacenamiento térmico mientras a la vez garantiza la capacidad de enfriamiento durante la operación de enfriamiento y de almacenamiento de energía térmica fría.

Solución al problema

Un primer aspecto de la presente invención se orienta hacia un acondicionador de aire por almacenamiento térmico que incluye las características propias de la reivindicación 1 o bien hacia un método para hacer funcionar un acondicionador de aire por almacenamiento térmico tal como se define en la reivindicación 4.

De acuerdo con el primer aspecto, la provisión del mecanismo (44) de regulación de presión permite que la presión de evaporación del refrigerante en el intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico sea regulada de tal manera que la presión de evaporación alcanza un valor más alto que la presión de succión del compresor (21) durante la operación de enfriamiento y de almacenamiento de energía térmica fría (es decir, cuando el circuito (11) de refrigerante lleva a cabo el ciclo de enfriamiento y de almacenamiento de energía térmica fría). Esto puede evitar de manera sustancial la disminución de la presión de evaporación del refrigerante en el intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico al descender la presión de succión del compresor (21), evitando sustancialmente de este modo que disminuya demasiado la temperatura de evaporación del refrigerante en el intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico. Por lo tanto, puede evitarse el enfriamiento excesivo del medio de almacenamiento térmico en el intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico.

Más aún, de acuerdo con el primer aspecto, el acondicionador de aire por almacenamiento térmico incluye adicionalmente una sección (100) de control de operación que está configurada para enviar instrucciones al circuito (11) de refrigerante para llevar a cabo el ciclo de enfriamiento y de almacenamiento de energía térmica fría, y para ajustar la cantidad en la que se reduce la presión mediante el mecanismo (44) de regulación de presión durante una operación de enfriamiento y de almacenamiento de energía térmica fría, en la cual el ciclo de enfriamiento y de almacenamiento de energía térmica fría se lleva a cabo de tal manera que una temperatura de evaporación del refrigerante en el intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico no disminuye por debajo de un límite inferior predeterminado de la temperatura de evaporación.

Por consiguiente, la presión de evaporación del refrigerante en el intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico puede ser determinado de manera apropiada. Por lo tanto, el medio de almacenamiento térmico puede ser enfriado de manera apropiada en el intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico.

Un segundo aspecto de la presente descripción es una realización del primer aspecto descrito anteriormente. De acuerdo con el segundo aspecto, el canal (14) de derivación incluye una primera porción (14d) de canal que conecta el intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico y el canal (13) de refrigerante gaseoso entre sí, y el mecanismo (44) de regulación de presión incluye una válvula (45) de regulación de presión que se sitúa en la primera porción (14d) de canal y que posee un grado de apertura ajustable.

De acuerdo con el segundo aspecto, la cantidad en la que se reduce la presión mediante el mecanismo (44) de regulación de presión puede ajustarse regulando el grado de apertura de la válvula (45) de regulación de presión. Como resultado de ello, la presión de evaporación del refrigerante en el intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico puede regularse de tal manera que la presión de evaporación sea mayor que la presión de succión del compresor (21), lo que puede evitar el enfriamiento excesivo del medio de almacenamiento térmico en el intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico.

Un tercer aspecto de la presente descripción es una realización del segundo aspecto descrito anteriormente. De acuerdo con el tercer aspecto, el canal (14) de derivación incluye adicionalmente una segunda porción (14e) de canal que está situada en paralelo con la primera porción (14d) de canal, y que conecta el intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico y el canal (13) de refrigerante gaseoso entre sí, y el mecanismo (44) de regulación de presión incluye adicionalmente una válvula (46) de apertura/cierre que está situada en la segunda porción (14e) de canal y está configurada para conmutar entre un estado abierto y un estado cerrado.

De acuerdo con el tercer aspecto, la válvula (46) de apertura/cierre puede abrirse, mientras la válvula (45) de regulación de presión puede estar completamente cerrada. Por lo tanto, se permite la circulación del refrigerante entre el intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico y el canal (13) de refrigerante gaseoso a través de la válvula (46) de apertura/cierre. Una pérdida de presión en la válvula (46) de apertura/cierre es menor que una pérdida de presión en la válvula (45) de regulación de presión. Por lo tanto, la pérdida de presión en el mecanismo (44) de regulación de presión puede ser más pequeña en comparación con el caso en el que se permite la circulación de refrigerante entre el intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico y el canal (13) de refrigerante gaseoso a través de la válvula (45) de regulación de presión. Como resultado de ello, durante otras operaciones diferentes a la operación de enfriamiento y de almacenamiento de energía térmica fría, puede reducirse la pérdida de presión en el mecanismo (44) de regulación de presión.

Ventajas de la invención

De acuerdo con el primer y el segundo aspecto, puede evitarse un enfriamiento excesivo del medio de almacenamiento térmico en el intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico. Esto puede evitar de manera sustancial que disminuya la eficiencia de circulación del medio de almacenamiento térmico en el circuito (31) de almacenamiento térmico, mientras que garantiza la capacidad de enfriamiento (es decir, la capacidad para enfriar la habitación) del intercambiador de calor de interior durante la operación de enfriamiento y de almacenamiento de energía térmica fría.

Más aún, de acuerdo con el primer aspecto, el medio de almacenamiento térmico puede ser enfriado de manera apropiada en el intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico y, por lo tanto, la energía térmica fría puede ser almacenada de manera apropiada durante la operación de enfriamiento y de almacenamiento de energía térmica fría.

De acuerdo con el tercer aspecto, durante otras operaciones diferentes de la operación de enfriamiento y de almacenamiento de energía térmica fría, puede reducirse la pérdida de presión en el mecanismo (44) de regulación de presión, lo que permite llevar a cabo las otras operaciones de manera apropiada.

Breve descripción de los dibujos

[FIG. 1] La Figura 1 ilustra una configuración de un acondicionador de aire por almacenamiento térmico.

[FIG. 2] La Figura 2 muestra la circulación de un refrigerante durante una operación de enfriamiento simple.

[FIG. 3] La Figura 3 muestra la circulación de un refrigerante durante una operación de calentamiento simple.

[FIG. 4] La Figura 4 muestra la circulación de un refrigerante y la circulación de un medio de almacenamiento térmico durante una operación de almacenamiento de energía térmica fría.

[FIG. 5] La Figura 5 muestra la circulación de un refrigerante y la circulación de un medio de almacenamiento térmico durante una operación de enfriamiento de utilización.

[FIG. 6] La Figura 6 muestra la circulación de un refrigerante y la circulación de un medio de almacenamiento térmico durante una operación de enfriamiento y de almacenamiento de energía térmica fría.

Descripción de realizaciones

A continuación, se describirán en detalle realizaciones de la presente descripción haciendo referencia a los dibujos. Nótese que en los dibujos caracteres de referencia similares designan componentes idénticos o correspondientes, y que no se repetirá la descripción de componentes designados mediante caracteres de referencia similares.

(Acondicionador de aire por Almacenamiento Térmico)

La Figura 1 ilustra una configuración a modo de ejemplo de un acondicionador de aire (10) por almacenamiento térmico de acuerdo con una realización. El acondicionador de aire (10) por almacenamiento térmico está formado por una unidad (20a) de exterior, una unidad (20b) de interior y una unidad (30) de almacenamiento térmico, e incluye un circuito (11) de refrigerante, un circuito (31) de almacenamiento térmico, un intercambiador (41) de calor de precalentamiento, una válvula (42) de expansión de almacenamiento térmico, un intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico, un mecanismo (44) de regulación de presión y un controlador (100).

[Circuito de Refrigerante]

El circuito (11) de refrigerante está relleno de un refrigerante. El refrigerante circula en el circuito (11) de refrigerante de tal manera que se lleva a cabo un ciclo de refrigeración. El circuito (11) de refrigerante incluye un compresor (21), un intercambiador (22) de calor de exterior, una válvula (23) de expansión de exterior, un intercambiador (24) de calor de subenfriamiento de exterior, un intercambiador (25) de calor de subenfriamiento con el almacenamiento térmico, una válvula (26) de expansión de interior, un intercambiador (27) de calor de interior y una válvula (28) de conmutación de cuatro vías. El circuito (11) de refrigerante incluye adicionalmente un canal (12) de refrigerante líquido, un canal (13) de refrigerante gaseoso, un canal (14) de derivación y un canal (15) de ramal.

La unidad (20a) de exterior está situada en el exterior de la habitación. La unidad (20a) de exterior incluye el compresor (21), el intercambiador (22) de calor de exterior, la válvula (23) de expansión de exterior, el intercambiador (24) de calor de subenfriamiento de exterior y la válvula (28) de conmutación de cuatro vías. La unidad (20a) de exterior incluye adicionalmente un ventilador (22a) de exterior que transfiere el aire al intercambiador (22) de calor de exterior.

La unidad (20b) de interior está situada en el interior de la habitación. La unidad (20b) de interior incluye la válvula (26) de expansión de interior y el intercambiador (27) de calor de interior. La unidad (20b) de interior incluye adicionalmente un ventilador (27a) de interior que transfiere el aire al intercambiador (27) de calor de interior.

La unidad (30) de almacenamiento térmico está conectada entre las unidades (20a, 20b) de exterior e interior, respectivamente, de manera que está situada en un lugar adyacente a la unidad (20a) de exterior. La unidad (30) de almacenamiento térmico incluye el intercambiador (25) de calor de subenfriamiento con el almacenamiento térmico, el circuito (31) de almacenamiento térmico, el intercambiador (41) de calor de precalentamiento, la válvula (42) de expansión de almacenamiento térmico, el intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico y el mecanismo (44) de regulación de presión.

<Compresor>

El compresor (21) posee un extremo de descarga conectado a un primer puerto de la válvula (28) de conmutación de cuatro vías, y un extremo de succión conectado a un segundo puerto de la válvula (28) de conmutación de cuatro vías. El compresor (21) comprime un refrigerante que es succionado en su interior, y descarga el refrigerante así comprimido. El compresor (21) posee una capacidad (velocidad de rotación) variable. Por ejemplo, el compresor (21) es un compresor de capacidad variable, cuya velocidad de rotación (es decir, la frecuencia de operación) puede variarse mediante un circuito inversor (no mostrado).

<Intercambiador de Calor de Exterior>

El intercambiador (22) de calor de exterior posee un extremo de gas conectado a un tercer puerto de la válvula (28) de conmutación de cuatro vías a través de una primera tubería (11a) de refrigerante, y un extremo de líquido conectado a un extremo del canal (12) de refrigerante a través de una segunda tubería (11b) de refrigerante. La válvula (23) de expansión de exterior y el intercambiador (24) de calor de subenfriamiento de exterior están situados de manera secuencial en la segunda tubería (11b) de refrigerante en la dirección que va desde un extremo de líquido del intercambiador (22) de calor de exterior hacia el un extremo del canal (12) de refrigerante líquido. Más específicamente, el extremo de líquido del intercambiador (22) de calor de exterior está conectado al canal (12) de refrigerante líquido a través de la válvula (23) de expansión de exterior y el intercambiador (24) de calor de subenfriamiento de exterior dispuestos en ese orden. El intercambiador (22) de calor de exterior permite que el refrigerante y el aire de exterior transferido por el ventilador (22a) de exterior intercambien calor. El intercambiador (22) de calor de exterior está constituido, por ejemplo, por un intercambiador de calor de aleta y tubo cruzados.

<Válvula de Expansión de Exterior>

La válvula (23) de expansión de exterior posee un grado de apertura ajustable, de manera que el ajuste de su apertura regula la presión y el caudal de flujo de refrigerante. La válvula (23) de expansión de exterior está configurada, por ejemplo, como una válvula de expansión electrónica (una válvula operada por motor).

<Intercambiador de Calor de Subenfriamiento de Exterior>

El intercambiador (24) de calor de subenfriamiento de exterior incluye un conducto (24a) de alta presión y un conducto (24b) de baja presión. El conducto (24a) de alta presión está insertado en (está conectado a) la segunda tubería (11b) de refrigerante mediante una conexión en serie. El conducto (24b) de baja presión está insertado en una tubería (24d) auxiliar mediante una conexión en serie. La tubería (24d) auxiliar posee un extremo conectado a la segunda tubería (11b) de refrigerante entre la válvula (23) de expansión de exterior y el intercambiador (24) de calor de subenfriamiento de exterior, y otro extremo conectado al extremo de succión del compresor (21). El intercambiador (24) de calor de subenfriamiento de exterior está configurado para permitir que el refrigerante que circula a través del conducto (24a) de alta presión y el refrigerante que circula a través del conducto (24b) de baja presión intercambien calor con el fin de subenfriar el refrigerante que circula a través del conducto (24a) de alta presión. La tubería (24d) auxiliar está dotada de una válvula (24c) de expansión de subenfriamiento de exterior que regula el caudal de flujo de refrigerante que circula a través del conducto (24b) de baja presión.

<Intercambiador de calor de subenfriamiento con el almacenamiento térmico>

El intercambiador (25) de calor de subenfriamiento con el almacenamiento térmico está situado en el canal (12) de refrigerante líquido. El intercambiador (25) de calor de subenfriamiento con el almacenamiento térmico está situado en un lugar adyacente al otro extremo del canal (12) de refrigerante líquido. El intercambiador (25) de calor de subenfriamiento con el almacenamiento térmico posee un conducto (25a) de alta presión y un conducto (25b) de baja presión. El conducto (25a) de alta presión está insertado en el canal (12) de refrigerante líquido mediante una conexión en serie. El conducto (25b) de baja presión está insertado en una tubería (25d) auxiliar mediante una conexión en serie. La tubería (25d) auxiliar posee un extremo conectado a algún punto intermedio del canal (12) de refrigerante líquido situado entre el un extremo del canal (12) de refrigerante líquido y el intercambiador (25) de calor de subenfriamiento con el almacenamiento térmico, y el otro está extremo conectado al canal (13) de refrigerante gaseoso. El intercambiador (25) de calor de subenfriamiento con el almacenamiento térmico está configurado para permitir que el refrigerante que circula a través del conducto (25a) de alta presión y el refrigerante que circula a través del conducto (25b) de baja presión intercambien calor con el fin de subenfriar el refrigerante que circula a través del conducto (25a) de alta presión. La tubería (25d) auxiliar está dotada de una válvula (25c) de expansión de subenfriamiento de almacenamiento térmico que regula el caudal de flujo de refrigerante que circula a través del conducto (25b) de baja presión.

<Válvula de Expansión de Interior>

La válvula (26) de expansión de interior se sitúa en una tercera tubería (11c) de refrigerante que conecta el otro extremo del canal (12) de refrigerante líquido y el extremo de líquido del intercambiador (27) de calor de interior entre sí. La válvula (26) de expansión de interior posee un grado de apertura ajustable, de manera que el ajuste de su apertura regula la presión y el caudal de flujo de refrigerante. La válvula (26) de expansión de interior está configurada, por ejemplo, como una válvula de expansión electrónica (una válvula operada por motor).

<Intercambiador de Calor de Interior>

El intercambiador (27) de calor de interior posee un extremo de líquido conectado al otro extremo del canal (12) de refrigerante líquido a través de la tercera tubería (11c) de refrigerante, y posee un extremo de gas conectado a un extremo del canal (13) de refrigerante gaseoso a través de una cuarta tubería (11d) de refrigerante. Más específicamente, el extremo de líquido del intercambiador (27) de calor de interior está conectado al canal (12) de refrigerante líquido a través de la válvula (26) de expansión de interior. El intercambiador (27) de calor de interior permite que el refrigerante y el aire de interior transferido por el ventilador (27a) de interior intercambien calor. El aire de interior que ha intercambiado el calor en el intercambiador (27) de calor de interior es alimentado de nuevo a la habitación. El intercambiador (27) de calor de interior es, por ejemplo, un intercambiador de calor de aleta y tubo cruzados.

<Válvula de Conmutación de Cuatro Vías>

La válvula (28) de conmutación de cuatro vías conmuta el estado de conexión de los puertos primero a cuarto entre un primer estado (el estado indicado por las líneas continuas en la Figura 1) y un segundo estado (el estado indicado por las líneas discontinuas en la Figura 1) de acuerdo con el modo de operación del acondicionador de aire (10) por almacenamiento térmico. El cuarto puerto de la válvula (28) de conmutación de cuatro vías está conectado al otro extremo del canal (13) de refrigerante gaseoso a través de una quinta tubería (11e) de refrigerante.

<Canal de Derivación>

El canal (14) de derivación posee un extremo conectado al canal (12) de refrigerante líquido y otro extremo conectado al canal (13) de refrigerante gaseoso. El intercambiador (41) de calor de precalentamiento, la válvula (42) de expansión de almacenamiento térmico, el intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico y el mecanismo (44) de regulación de presión están situados de manera secuencial en el canal (14) de derivación en la dirección que va desde el un extremo al otro extremo del canal (14) de derivación; es decir, desde el canal (12) de refrigerante líquido hasta el canal (13) de refrigerante gaseoso.

Una intersección (una primera intersección (P1)) entre el canal (14) de derivación y el canal (12) de refrigerante líquido está más cerca del un primer extremo del canal (12) de refrigerante líquido, es decir, de la segunda tubería (11b) de refrigerante, de lo que lo está una intersección (una segunda intersección (P2)) entre la tubería (25d) auxiliar del intercambiador (25) de calor de subenfriamiento con el almacenamiento térmico y el canal (12) de refrigerante líquido. En este ejemplo, el canal (14) de derivación incluye una primera tubería (14a) principal, una segunda tubería (14b) principal, una tercera tubería (14c) principal, una primera tubería (14d) de ramal y una segunda tubería (14e) de ramal. La primera tubería (14a) principal conecta el intercambiador (41) de calor de precalentamiento a algún punto intermedio del canal (12) de refrigerante líquido. La segunda tubería (14b) principal conecta el intercambiador (14) de calor de precalentamiento y el intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico entre sí. La tercera tubería (14c) principal posee un extremo conectado al intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico. La primera tubería (14d) de ramal conecta el otro extremo de la tercera tubería (14c) primaria y el canal (13) de refrigerante gaseoso entre sí. La segunda tubería (14e) de ramal está situada en paralelo con la primera tubería (14d) de ramal y conecta la tercera tubería (14c) principal y el canal (13) de refrigerante gaseoso entre sí. Más específicamente, la primera tubería (14d) de ramal constituye una tubería (primera porción del canal) que conecta el intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico y el canal (13) de refrigerante gaseoso entre sí. La segunda tubería (14e) de ramal constituye una tubería (segunda porción del canal) que está situada en paralelo con la primera tubería (14d) de ramal y conecta el intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico y el canal (13) de refrigerante gaseoso entre sí.

<Canal de ramal>

El canal (15) de ramal posee un extremo conectado a algún punto intermedio del canal (14) de derivación situado entre el intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico y el mecanismo (44) de regulación de presión, y otro extremo conectado a algún punto intermedio del canal (12) de refrigerante líquido situado entre las intersecciones (P1, P2) primera y segunda. Más específicamente, una intersección (una tercera intersección (P3)) entre el canal (15) de ramal y el canal (12) de refrigerante líquido está situada entre las intersecciones (P1, P2) primera y segunda en el canal (12) de refrigerante líquido.

<Válvula de Apertura/Cierre y Válvula de Retención>

El circuito (11) de refrigerante incluye adicionalmente una primera válvula (51) de apertura/cierre, una segunda

válvula (52) de apertura/cierre, una tercera válvula (53) de apertura/cierre, una primera válvula (51a) de retención, una segunda válvula (52a) de retención y una tercera válvula (53a) de retención. Por ejemplo, las válvulas (51, 52, 53) de apertura/cierre primera, segunda y tercera están configuradas como válvulas solenoidales.

- 5 La primera válvula (51) de apertura/cierre está situada entre las intersecciones (P1, P2) primera y segunda en el canal (12) de refrigerante líquido. La primera válvula (51a) de retención está conectada en paralelo con la primera válvula (51) de apertura/cierre. Más aún, la primera válvula (51a) de retención está configurada para permitir que el refrigerante circule desde el intercambiador (25) de calor de subenfriamiento con el almacenamiento térmico hasta el intercambiador (24) de calor de subenfriamiento de exterior durante una operación de calentamiento simple que se describirá más adelante.
- 10 La segunda válvula (52) de apertura/cierre está conectada en paralelo con la válvula (42) de expansión de almacenamiento térmico. La segunda válvula (52a) de retención está conectada a la segunda válvula (52) de apertura/cierre mediante una conexión en serie, y es paralela a la válvula (42) de expansión de almacenamiento térmico. La segunda válvula (52a) de retención permite que el refrigerante circule solamente desde el intercambiador (41) de calor de precalentamiento hacia el intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico.
- 15 La tercera válvula (53) de apertura/cierre está situada en el canal (15) de ramal. La tercera válvula (53a) de retención se sitúa en el canal (15) de ramal, y permite que el refrigerante circule solamente desde el canal (14) de derivación hacia el canal (12) de refrigerante líquido.

[Intercambiador de Calor de Precalentamiento]

- 20 El intercambiador (41) de calor de precalentamiento está conectado al canal (14) de derivación del circuito (11) de refrigerante y al circuito (31) de almacenamiento térmico, y permite que el refrigerante que circula a través del canal (14) de derivación intercambie calor con el medio de almacenamiento térmico que circula a través del circuito (31) de almacenamiento térmico. Más específicamente, el intercambiador (41) de calor de precalentamiento incluye un conducto (41a) de refrigerante y un conducto (41b) de medio de almacenamiento térmico. El conducto (41a) de refrigerante está insertado en el canal (14) de derivación mediante una conexión en serie. En este ejemplo, el
- 25 conducto (41a) de refrigerante está conectado al canal (14) de derivación entre las tuberías (14a, 14b) principales primera y segunda. El conducto (41b) de medio de almacenamiento térmico está insertado en el circuito (31) de almacenamiento térmico mediante una conexión en serie. El intercambiador (41) de calor de precalentamiento permite que el refrigerante que circula a través del conducto (41a) de refrigerante intercambie calor con el medio de almacenamiento térmico que circula a través del conducto (41b) de medio de almacenamiento térmico.

30 <Válvula de Expansión de Almacenamiento Térmico>

- La válvula (42) de expansión de almacenamiento térmico está situada en el canal (14) de derivación entre el intercambiador (41) de calor de precalentamiento y el intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico. En este ejemplo, la válvula (42) de expansión de almacenamiento térmico está situada en la segunda tubería (14b) principal del canal (14) de derivación. La válvula (42) de expansión de almacenamiento térmico posee un grado de
- 35 apertura ajustable, de manera que el ajuste de su apertura regula la presión y el caudal de flujo de refrigerante. La válvula (42) de expansión de almacenamiento térmico está configurada, por ejemplo, como una válvula de expansión electrónica (una válvula operada por motor).

- Una válvula (42a) de seguridad está conectada en paralelo con la válvula (42) de expansión de almacenamiento térmico. La válvula (42a) de seguridad libera la presión del lado del intercambiador (43) de calor con el
- 40 almacenamiento térmico si su valor supera a un valor permitido mientras la operación del acondicionador de aire (10) por almacenamiento térmico está siendo suspendida, por ejemplo.

[Intercambiador de Calor con el Almacenamiento Térmico]

- El intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico está conectado al canal (14) de derivación del circuito (11) de refrigerante y al circuito (31) de almacenamiento térmico, y permite que el refrigerante que circula a través
- 45 del canal (14) de derivación intercambie calor con el medio de almacenamiento térmico que circula a través del circuito (31) de almacenamiento térmico. Más específicamente, el intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico incluye un conducto (43a) de refrigerante y un conducto (43b) de medio de almacenamiento térmico. El conducto (43a) de refrigerante está insertado en el canal (14) de derivación mediante una conexión en serie. En este ejemplo, el conducto (43a) de refrigerante está conectado al canal (14) de derivación entre las
- 50 tuberías (14b, 14c) principales segunda y tercera. El conducto (43b) de medio de almacenamiento térmico está insertado en el circuito (31) de almacenamiento térmico mediante una conexión en serie. El intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico permite que el refrigerante que circula a través del conducto (43a) de refrigerante intercambie calor con el medio de almacenamiento térmico que circula a través del conducto (43b) de medio de almacenamiento térmico.

55 [Mecanismo de Regulación de Presión]

El mecanismo (44) de regulación de presión está situado en el canal (14) de derivación entre el intercambiador (43)

de calor con el almacenamiento térmico y el canal (13) de refrigerante gaseoso. El mecanismo (44) de regulación de presión está configurado para regular la presión del refrigerante que circula entre el intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico y el canal (13) de refrigerante gaseoso.

En este ejemplo, el mecanismo (44) de regulación de presión incluye una válvula (45) de regulación de presión y una válvula (46) de apertura/cierre de canal. La válvula (45) de regulación de presión está situada en la primera tubería (14d) de ramal del canal (14) de derivación. El grado de apertura de la válvula (45) de regulación de presión es ajustable. La válvula (45) de regulación de presión está configurada, por ejemplo, como una válvula operada por motor. La válvula (46) de apertura/cierre de canal está situada en la segunda tubería (14e) de ramal del canal (14) de derivación. La válvula (46) de apertura/cierre de canal está configurada para poder conmutar entre un estado abierto y un estado cerrado. La válvula (46) de apertura/cierre de canal está configurada, por ejemplo, como una válvula solenoidal.

[Circuito de Almacenamiento Térmico]

El circuito (31) de almacenamiento térmico está relleno de un medio de almacenamiento térmico. El circuito (31) de almacenamiento térmico lleva a cabo una operación de circulación mediante la circulación del medio de almacenamiento térmico. El circuito (31) de almacenamiento térmico incluye un tanque (32) de almacenamiento térmico y una bomba (33) de circulación.

[Tanque de Almacenamiento Térmico]

El tanque (32) de almacenamiento térmico es una vasija hueca en la que se almacena el medio de almacenamiento térmico. Por ejemplo, el tanque (32) de almacenamiento térmico tiene una forma cilíndrica en la que los dos extremos están cerrados y está situado de tal manera que su dimensión axial se extiende en dirección vertical. El tanque (32) de almacenamiento térmico posee una salida y una entrada. Por ejemplo, la salida está situada por encima de la entrada.

<Bomba de Circulación>

La bomba (33) de circulación hace circular el medio de almacenamiento térmico entre el tanque (32) de almacenamiento térmico, el intercambiador (41) de calor de precalentamiento y el intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico en el circuito (31) de almacenamiento térmico. El medio de almacenamiento térmico circula tal como se describe a continuación. Más específicamente, el medio de almacenamiento térmico que ha circulado hacia afuera del tanque (32) de almacenamiento térmico pasa a través del conducto (41b) de medio de almacenamiento térmico del intercambiador (41) de calor de precalentamiento y de la bomba (33) de circulación, y circula a continuación a través del conducto (43b) de medio de almacenamiento térmico del intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico, volviendo hacia el tanque (32) de almacenamiento térmico. El controlador (100) controla las operaciones de encendido/apagado de la bomba (33) de circulación y el caudal de flujo del medio de almacenamiento térmico impulsado por la bomba (33) de circulación.

[Medio de Almacenamiento Térmico]

El medio de almacenamiento térmico se describirá a continuación. El medio de almacenamiento térmico puede ser un medio en el que se genera un componente sólido cuando se enfría (de manera más específica, un medio en el que se genera un componente sólido cuando se enfría hasta una temperatura mayor de 0°C y menor de 20°C). El componente sólido es un componente que ha experimentado un cambio de fase (es decir, un cambio de calor latente) desde una fase líquida en su punto de fusión y ha generado calor. Ejemplos del componente sólido pueden incluir clatratos de hidratos.

Se describirá a continuación un ejemplo a modo de ejemplo. En este ejemplo, un material de almacenamiento térmico en el que se generan clatratos de hidratos cuando se enfría (es decir, un material de almacenamiento térmico que posee aptitud para fluir) se adopta como el medio de almacenamiento térmico. Ejemplos de un medio de almacenamiento térmico tal pueden incluir: una solución acuosa de bromuro de tetra-n-butilamonio que contiene bromuro de tetra-n-butilamonio (TBAB); una solución acuosa de trimetiletano (TME); y una lechada basada en parafina. Por ejemplo, la solución acuosa de bromuro de tetra-n-butilamonio mantiene el estado de solución acuosa incluso si se enfría de manera estable y cambia a un estado subenfriado en el que la temperatura de la solución acuosa es inferior a la temperatura de formación de hidratos. Sin embargo, una vez se proporciona algún tipo de disparador en este estado subenfriado, la solución subenfriada sufre una transformación a una solución que contiene clatratos de hidratos (es decir, sufre una transición para formar una lechada). Es decir, el estado subenfriado de la solución acuosa de bromuro de tetra-n-butilamonio cambia al estado de una lechada con una viscosidad relativamente alta debido a la generación de clatratos de hidratos (cristales de hidratos) consistentes en moléculas de bromuro de tetra-n-butilamonio y de agua. El estado subenfriado tal como se utiliza en la presente memoria hace referencia a un estado en el que los clatratos de hidratos no se han generado y el estado de la solución se mantiene incluso si el medio de almacenamiento térmico alcanza una temperatura inferior o igual a la temperatura de formación de hidratos. Por otro lado, los clatratos de hidratos se funden si la temperatura de la solución acuosa de bromuro de tetra-n-butilamonio aumenta, mediante calentamiento, por encima de la temperatura de formación de hidratos. Entonces, la solución acuosa de bromuro de tetra-n-butilamonio en el estado de lechada se transforma en

líquido (es decir, en una solución) con una aptitud para fluir relativamente alta.

En la presente realización, una solución acuosa de bromuro de tetra-n-butilamonio que contiene bromuro de tetra-n-butilamonio se adopta como el medio de almacenamiento térmico. En particular, se recomienda que el medio de almacenamiento térmico tenga una concentración cercana a una concentración congruente. La concentración congruente se refiere a una concentración de una solución acuosa que no cambia antes y después de la generación de clatratos de hidratos. En la presente realización, se establece el valor de la concentración congruente en aproximadamente un 40%. En este caso, la temperatura de formación de hidratos de la solución acuosa de bromuro de tetra-n-butilamonio es de aproximadamente 12°C.

Nótese que la temperatura de formación de hidratos de la solución acuosa de bromuro de tetra-n-butilamonio varía dependiendo de la concentración del medio de almacenamiento térmico. Por ejemplo, si el medio de almacenamiento térmico tiene una concentración de aproximadamente el 20%, la temperatura de formación de hidratos es de aproximadamente 8,5°C.

[Sensor de Temperatura de Refrigerante]

El acondicionador de aire (10) por almacenamiento térmico está dotado de varios sensores, tales como un primer sensor (61) de temperatura de refrigerante y un segundo sensor (62) de temperatura de refrigerante.

El primer sensor (61) de temperatura de refrigerante detecta la temperatura del refrigerante (primera temperatura de refrigerante) en un lugar adyacente al lado de extremo (el lado del canal (13) de refrigerante gaseoso) del intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico. En este ejemplo, el primer sensor (61) de temperatura de refrigerante está situado en un lugar adyacente a un extremo del conducto (43a) de refrigerante del intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico, y detecta la temperatura del refrigerante en esta posición como primera temperatura de refrigerante.

El segundo sensor (62) de temperatura de refrigerante detecta la temperatura del refrigerante (segunda temperatura de refrigerante) en un lugar adyacente al otro lado de extremo (el lado del canal (12) de refrigerante líquido) del intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico. En este ejemplo, el segundo sensor (62) de temperatura de refrigerante está situado en un lugar adyacente al otro extremo del conducto (43a) de refrigerante del intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico, y detecta la temperatura del refrigerante en esta posición como una segunda temperatura de refrigerante.

[Controlador (Sección de Control de Operación)]

El controlador (100) controla los componentes del acondicionador de aire (10) por almacenamiento térmico para controlar la operación del acondicionador de aire (10) por almacenamiento térmico sobre la base de los valores detectados por diversos sensores. Este acondicionador de aire (10) por almacenamiento térmico lleva a cabo una operación de enfriamiento simple, una operación de calentamiento simple, una operación de almacenamiento de energía térmica fría, una operación de enfriamiento de utilización y una operación de enfriamiento y de almacenamiento de energía térmica fría.

[Operación de Enfriamiento Simple]

La operación de enfriamiento simple se describirá a continuación haciendo referencia a la Figura 2. La operación de enfriamiento simple se lleva a cabo para enfriar la habitación utilizando solamente la energía térmica fría obtenida a través de un ciclo de refrigeración del circuito (11) de refrigerante.

El circuito (11) de refrigerante lleva a cabo un ciclo de refrigeración (un ciclo de enfriamiento simple) en el que el intercambiador (22) de calor de exterior funciona como un condensador y el intercambiador (27) de calor de interior funciona como un evaporador. El medio de almacenamiento térmico en el circuito (31) de almacenamiento térmico no circula.

Más específicamente, la válvula (28) de conmutación de cuatro vías se configura en el primer estado. Como resultado de ello, el extremo de descarga del compresor (21) se conecta al extremo de gas del intercambiador (22) de calor de exterior, y el extremo de succión del compresor (21) se conecta al canal (13) de refrigerante gaseoso. Más aún, la primera válvula (51) de apertura/cierre se abre, y las válvulas (52, 53) de apertura/cierre segunda y tercera se cierran. La válvula (23) de expansión está completamente abierta, el grado de apertura de la válvula (26) de expansión de interior está ajustada a un grado predeterminado (un grado de apertura que permite que el refrigerante en la salida del intercambiador (27) de calor de interior tenga un grado de recalentamiento fijado como objetivo), y la válvula (42) de expansión de almacenamiento térmico está completamente cerrada. El grado de apertura de la válvula (24c) de expansión de subenfriamiento de exterior está ajustado a un grado predeterminado, y la válvula (25c) de expansión de almacenamiento térmico está completamente cerrada. La válvula (45) de regulación de presión está completamente cerrada, y la válvula (46) de apertura/cierre de canal está abierta. Entonces, el compresor (21), el ventilador (22a) de exterior y el ventilador (27a) de interior están accionados, mientras que la bomba (33) de circulación está detenida. La configuración y la regulación descrita anteriormente se lleva a cabo en respuesta al control ejercido por el controlador (100). Lo mismo se aplicará a la descripción que sigue.

El refrigerante descargado desde el compresor (21) circula hacia adentro del intercambiador (22) de calor de exterior y se condensa mediante disipación de calor en el aire de exterior en el intercambiador (22) de calor de exterior. El refrigerante que ha circulado desde el intercambiador (22) de calor de exterior pasa a través de la válvula (23) de expansión de exterior, que está completamente abierta, circula hacia adentro del intercambiador (24) de calor de subenfriamiento de exterior y es enfriado en el intercambiador (24) de calor de subenfriamiento de exterior. El refrigerante que ha circulado desde el intercambiador (24) de calor de subenfriamiento de exterior pasa secuencialmente a través de la primera válvula (51) de apertura/cierre, que está abierta, y el intercambiador (25) de calor de subenfriamiento de almacenamiento térmico en el canal (12) de refrigerante líquido para circular por la válvula (26) de expansión de interior, y experimenta una reducción de presión por la acción de la válvula (26) de expansión de interior. El refrigerante que ha pasado a través de la válvula (26) de expansión de interior circula dentro del intercambiador (27) de calor de interior y absorbe calor del aire de interior en el intercambiador (27) de calor de interior para evaporarse. El aire de interior es enfriado de esta manera. El refrigerante que ha circulado desde el intercambiador (27) de calor de interior es succionado hacia adentro del compresor (21) a través del canal (13) de refrigerante gaseoso, y vuelve a ser comprimido.

Puesto que la válvula (46) de apertura/cierre de canal del mecanismo (44) de regulación de presión está abierta, puede evitarse que el refrigerante se acumule en el conducto (43a) de refrigerante del intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico.

[Operación de Calentamiento Simple]

La operación de calentamiento simple se describirá a continuación haciendo referencia a la Figura 3. La operación de calentamiento simple se lleva a cabo para calentar la habitación utilizando solamente la energía térmica caliente obtenida a través de un ciclo de refrigeración del circuito (11) de refrigerante.

El circuito (11) de refrigerante lleva a cabo un ciclo de refrigeración (un ciclo de calentamiento simple) en el cual el intercambiador (27) de calor de interior funciona como un condensador y el intercambiador (22) de calor de exterior funciona como un evaporador. El medio de almacenamiento térmico en el circuito (31) de almacenamiento térmico no circula.

Más específicamente, la válvula (28) de conmutación de cuatro vías se configura en el segundo estado. Como resultado de ello, el extremo de descarga del compresor (21) se conecta al canal (13) de refrigerante gaseoso, y el extremo de succión del compresor (21) se conecta al extremo de gas del intercambiador (22) de calor de exterior. Más aún, las válvulas (51, 52, 53) de apertura/cierre primera, segunda y tercera están cerradas. El grado de apertura de la válvula (23) de expansión de exterior está ajustado a un grado predeterminado (un grado de apertura que permite que el refrigerante en la salida del intercambiador (22) de calor de exterior tenga un grado de recalentamiento fijado como objetivo). El grado de apertura de la válvula (26) de expansión de interior está ajustado a un grado predeterminado (un grado de apertura que permite que el refrigerante en la salida del intercambiador (27) de calor de interior tenga un grado de subenfriamiento fijado como objetivo), y la válvula (42) de expansión de almacenamiento térmico está completamente cerrada. La válvula (24c) de expansión de subenfriamiento de exterior, y la válvula (25c) de expansión de subenfriamiento de almacenamiento térmico están completamente cerradas. La válvula (45) de regulación de presión está completamente cerrada, y la válvula (46) de apertura/cierre de canal está cerrada. El compresor (21), el ventilador (22a) de exterior y el ventilador (27a) de interior están accionados, y la bomba (33) de circulación está detenida.

El refrigerante descargado desde el compresor (21) circula a través del canal (13) de refrigerante gaseoso hacia adentro del intercambiador (27) de calor de interior y se condensa mediante disipación de calor en el aire de interior en el intercambiador (27) de calor de interior. El aire de interior es enfriado de esta manera. El refrigerante que ha circulado desde el intercambiador (27) de calor de interior pasa secuencialmente a través de la válvula (26) de expansión de interior, y del intercambiador (25) de calor de subenfriamiento de almacenamiento térmico, la tercera intersección (P3), la primera válvula (51a) de retención, y la primera intersección (P1) en el canal (12) de refrigerante líquido, circula a través del intercambiador (24) de calor de subenfriamiento de exterior y experimenta una reducción de presión por la acción de la válvula (23) de expansión de exterior. El refrigerante que ha pasado a través de la válvula (23) de expansión de exterior circula dentro del intercambiador (22) de calor de exterior y absorbe calor del aire de exterior en el intercambiador (22) de calor de exterior para evaporarse. El refrigerante que ha circulado desde el intercambiador (22) de calor de exterior es succionado hacia adentro del compresor (21) y vuelve a ser comprimido.

[Operación de Almacenamiento de Energía Térmica Fría]

La operación de almacenamiento de energía térmica fría se describirá a continuación haciendo referencia a la Figura 4. La operación de almacenamiento de energía térmica fría se lleva a cabo para almacenar, en el tanque (32) de almacenamiento térmico del circuito (31) de almacenamiento térmico, la energía térmica fría obtenida a través del ciclo de refrigeración del circuito (11) de refrigerante.

El circuito (11) de refrigerante lleva a cabo un ciclo de refrigeración (ciclo de almacenamiento de energía térmica fría) en el que el intercambiador (22) de calor de exterior funciona como un condensador, el intercambiador (41) de

calor de precalentamiento funciona como un subenfriador y el intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico funciona como un evaporador. El circuito (31) de almacenamiento térmico lleva a cabo una operación de circulación (de circulación del medio de almacenamiento térmico).

Más específicamente, la válvula (28) de conmutación de cuatro vías se configura en el primer estado. Como resultado de ello, el extremo de descarga del compresor (21) se conecta al extremo de gas del intercambiador (22) de calor de exterior, y el extremo de succión del compresor (21) se conecta al canal (13) de refrigerante gaseoso. Más aún, la primera válvula (51) de apertura/cierre está abierta y las válvulas (52, 53) de apertura/cierre segunda y tercera están cerradas. La válvula (23) de expansión de exterior está completamente abierta, la válvula (26) de expansión de interior está completamente cerrada, y el grado de apertura de la válvula (42) de expansión de almacenamiento térmico está ajustado a un grado predeterminado (un grado de apertura que permite que el refrigerante en la salida del intercambiador de calor con el almacenamiento térmico tenga una temperatura de evaporación fijada como objetivo). La válvula (24c) de expansión de subenfriamiento de exterior, y la válvula (25c) de expansión de subenfriamiento de almacenamiento térmico están completamente cerradas. La válvula (45) de regulación de presión está completamente cerrada, y la válvula (46) de apertura/cierre de canal está abierta. El compresor (21) y el ventilador (22a) de exterior están accionados, el ventilador (27a) de interior está detenido, y la bomba (33) de circulación está accionada. El compresor (21) está accionado a una velocidad de rotación genéricamente constante.

El refrigerante descargado desde el compresor (21) circula hacia adentro del intercambiador (22) de calor de exterior y se condensa mediante disipación de calor en el aire de exterior en el intercambiador (22) de calor de exterior. El refrigerante que ha circulado desde el intercambiador (22) de calor de exterior pasa secuencialmente a través de la válvula (23) de expansión de exterior que está completamente abierta y del intercambiador (24) de calor de subenfriamiento de exterior, y circula por el canal (12) de refrigerante líquido. El refrigerante que ha circulado dentro del canal (12) de refrigerante líquido pasa a través de la primera intersección (P1) y circula dentro del canal (14) de derivación. El refrigerante que ha circulado por el canal (14) de derivación circula por el conducto (41a) de refrigerante del intercambiador (41) de calor de precalentamiento, y es enfriado mediante disipación de calor en el medio de almacenamiento térmico que circula a través del conducto (41b) de medio de almacenamiento térmico mientras pasa a través del conducto (41a) de refrigerante del intercambiador (41) de calor de precalentamiento. El refrigerante que ha circulado desde el conducto (41a) de refrigerante del intercambiador (41) de calor de precalentamiento experimenta una reducción de presión por la acción de la válvula (42) de expansión de almacenamiento térmico, circula dentro del conducto (43a) de refrigerante del intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico, y absorbe calor del medio de almacenamiento térmico que circula a través del conducto (43b) de medio de almacenamiento térmico para evaporarse mientras pasa a través del conducto (43a) de refrigerante del intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico. El refrigerante que ha circulado desde el conducto (43a) de refrigerante del intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico pasa secuencialmente a través de la válvula (46) de apertura/cierre de canal, que está en el estado abierto, del mecanismo (44) de regulación de presión y a través del canal (13) de refrigerante gaseoso, y es succionado en el compresor (21) para volver a ser comprimido.

Puesto que la primera válvula (51) de apertura/cierre está abierta, el refrigerante líquido se acumula en la tubería (tubería de líquido) del canal (14) de derivación entre la primera intersección (P1) y la válvula (26) de expansión de interior. Por lo tanto, el estado del refrigerante en esta tubería es el mismo que el correspondiente a la operación de enfriamiento simple. Esto puede evitar la generación de un excedente de refrigerante.

En el circuito (31) de almacenamiento térmico, el medio de almacenamiento térmico que ha circulado desde el tanque (32) de almacenamiento térmico circula por el conducto (41b) de medio de almacenamiento térmico del intercambiador (41) de calor de precalentamiento, y es calentado por el refrigerante que circula a través del conducto (41a) de refrigerante mientras pasa a través del conducto (41b) de medio de almacenamiento térmico del intercambiador (41) de calor de precalentamiento. El medio de almacenamiento térmico que ha circulado desde el conducto (41b) de medio de almacenamiento térmico del intercambiador (41) de calor de precalentamiento circula a través de la bomba (33) de circulación hacia adentro del conducto (43b) de medio de almacenamiento térmico del intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico, y es enfriado por el refrigerante que circula a través del conducto (43a) de refrigerante mientras pasa a través del conducto (43b) de medio de almacenamiento térmico del intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico. El medio de almacenamiento térmico que ha circulado desde el conducto (43b) de medio de almacenamiento térmico del intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico circula hacia adentro del tanque (32) de almacenamiento térmico. De esta manera, la energía térmica fría se almacena en el tanque (32) de almacenamiento térmico.

[Operación de Enfriamiento de Utilización]

La operación de enfriamiento de utilización se describirá a continuación haciendo referencia la Figura 5. La operación de enfriamiento de utilización se lleva a cabo para enfriar la habitación utilizando la energía térmica fría almacenada en el tanque (32) de almacenamiento térmico y la energía térmica fría obtenida a través del ciclo de refrigeración del circuito (11) de refrigerante.

El circuito (11) de refrigerante lleva a cabo un ciclo de refrigeración (ciclo de enfriamiento de utilización) en el que el

intercambiador (22) de calor de exterior funciona como un condensador, el intercambiador (41) de calor de precalentamiento y el intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico funcionan como subenfriadores, y el intercambiador (27) de calor de interior funciona como un evaporador. El circuito (31) de almacenamiento térmico lleva a cabo una operación de circulación.

- 5 Más específicamente, la válvula (28) de conmutación de cuatro vías se configura en el primer estado. Como resultado de ello, el extremo de descarga del compresor (21) se conecta al extremo de gas del intercambiador (22) de calor de exterior, y el extremo de succión del compresor (21) se conecta al canal (13) de refrigerante gaseoso. Más aún, la primera válvula (51) de apertura/cierre está cerrada, y las válvulas (52, 53) de apertura/cierre segunda y tercera están abiertas. La válvula (23) de expansión de exterior está completamente abierta, y el grado de apertura de la válvula (26) de expansión de interior está ajustado a un grado predeterminado (un grado de apertura que permite que el refrigerante en la salida del intercambiador de calor de interior tenga grado de recalentamiento fijado como objetivo), y la válvula (42) de expansión de almacenamiento térmico está completamente abierta. La válvula (24c) de expansión de subenfriamiento de exterior está completamente cerrada, y el grado de apertura de la válvula (25c) de expansión de subenfriamiento de almacenamiento térmico está ajustado a un grado predeterminado. La válvula (45) de regulación de presión está completamente cerrada y la válvula (46) de apertura/cierre de canal está cerrada. El compresor (21), el ventilador (22a) de exterior, el ventilador (27a) de interior y la bomba (33) de circulación están todos ellos accionados.

- El refrigerante descargado desde el compresor (21) circula hacia adentro del intercambiador (22) de calor de exterior y se condensa mediante disipación de calor en el aire de exterior en el intercambiador (22) de calor de exterior. El refrigerante que ha circulado desde el intercambiador (22) de calor de exterior pasa secuencialmente a través de la válvula (23) de expansión de exterior, que está completamente abierta, y del intercambiador (24) de calor de subenfriamiento de exterior, y circula por el canal (12) de refrigerante líquido. El refrigerante que ha circulado por el canal (12) de refrigerante líquido pasa a través de la primera intersección (P1) y circula por el canal (14) de derivación. El refrigerante que ha circulado por el canal (14) de derivación circula por el conducto (41a) de refrigerante del intercambiador (41) de calor de precalentamiento y se enfría mediante disipación de calor en el medio de almacenamiento térmico que circula a través del conducto (41b) de medio de almacenamiento térmico mientras pasa a través del conducto (41a) de refrigerante del intercambiador (41) de calor de precalentamiento. El refrigerante que ha circulado desde el conducto (41a) de refrigerante del intercambiador (41) de calor de precalentamiento circula a través de la válvula (42) de expansión de almacenamiento térmico, que está completamente abierta, y de la segunda válvula (52) de apertura/cierre, que está abierta, hacia adentro del conducto (43a) de refrigerante del intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico, y se enfría mediante disipación de calor en el medio de almacenamiento térmico que circula a través del conducto (43b) de medio de almacenamiento térmico mientras pasa a través del conducto (43a) de refrigerante del intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico. El refrigerante que ha circulado desde el conducto (43a) de refrigerante del intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico pasa secuencialmente a través de la tercera válvula (53) de apertura/cierre, que está abierta, y de la tercera válvula (53a) de retención para circular por el canal (12) de refrigerante líquido, pasa secuencialmente a través de las intersecciones (P3, P2) tercera y segunda en el canal (12) de refrigerante líquido para circular hacia adentro del intercambiador (25) de calor de subenfriamiento de almacenamiento térmico, y es enfriado en el intercambiador (25) de calor de subenfriamiento de almacenamiento térmico. El refrigerante que ha pasado a través del intercambiador (25) de calor de subenfriamiento de almacenamiento térmico experimenta una reducción de presión en la válvula (26) de expansión de interior, circula hacia adentro del intercambiador (27) de calor de interior y absorbe calor del aire de interior en el intercambiador (27) de calor de interior para evaporarse. El aire de interior es enfriado de esta manera. El refrigerante que ha circulado desde el intercambiador (27) de calor de interior es succionado en el compresor (21) a través del canal (13) de refrigerante gaseoso para volver a ser comprimido.

- En el circuito (31) de almacenamiento térmico, el medio de almacenamiento térmico que ha circulado desde el tanque (32) de almacenamiento térmico circula por el conducto (41b) de medio de almacenamiento térmico del intercambiador (41) de calor de precalentamiento y absorbe calor del refrigerante que circula a través del conducto (41a) de refrigerante mientras pasa a través del conducto (41b) de medio de almacenamiento térmico del intercambiador (41) de calor de precalentamiento. El medio de almacenamiento térmico que ha circulado desde el conducto (41b) de medio de almacenamiento térmico del intercambiador (41) de calor de precalentamiento circula a través de la bomba (33) de circulación hacia adentro del conducto (43b) de medio de almacenamiento térmico del intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico, y absorbe calor del refrigerante que circula a través del conducto (43a) de refrigerante mientras pasa a través del conducto (43b) de medio de almacenamiento térmico del intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico. El medio de almacenamiento térmico que ha circulado desde el conducto (43b) de medio de almacenamiento térmico del intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico circula hacia adentro del tanque (32) de almacenamiento térmico. De esta manera, la energía térmica fría es entregada al refrigerante desde el medio de almacenamiento térmico.

[Operación de Enfriamiento y de Almacenamiento de Energía Térmica Fría]

- La operación de enfriamiento y de almacenamiento de energía térmica fría se describirá a continuación haciendo referencia a la Figura 6. La operación de enfriamiento y de almacenamiento de energía térmica fría se lleva a cabo para enfriar la habitación utilizando una parte de la energía térmica fría obtenida mediante el ciclo de refrigeración

del circuito (11) de refrigerante, mientras se almacena el resto de la energía térmica fría en el tanque de almacenamiento térmico. Es decir, durante la operación de enfriamiento y de almacenamiento de energía térmica fría, se lleva a cabo de manera simultánea las operaciones de almacenar la energía térmica fría y de enfriar la habitación.

- 5 El circuito (11) de refrigerante lleva a cabo un ciclo de refrigeración (un ciclo de enfriamiento y de almacenamiento de energía térmica fría) en el que el intercambiador (22) de calor de exterior funciona como un condensador, el intercambiador (41) de calor de precalentamiento funciona como un subenfriador, y el intercambiador (27) de calor de interior y el intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico funcionan como evaporadores. El circuito (31) de almacenamiento térmico lleva a cabo una operación de circulación.
- 10 Más específicamente, la válvula (28) de conmutación de cuatro vías se configura en el primer estado. Como resultado de ello, el extremo de descarga del compresor (21) se conecta al extremo de gas del intercambiador (22) de calor de exterior y el extremo de succión del compresor (21) se conecta al canal (13) de refrigerante gaseoso. Además, la primera válvula (51) de apertura/cierre está abierta, y las válvulas (52, 53) de apertura/cierre segunda y tercera están cerradas. La válvula (23) de expansión de exterior está completamente abierta, el grado de apertura de la válvula (26) de expansión de interior está ajustado a un grado predeterminado (un grado de apertura que permite que el refrigerante en la salida del intercambiador de calor de interior tenga un grado de recalentamiento fijado como objetivo), y el grado de apertura de la válvula (42) de expansión de almacenamiento térmico está ajustado a un grado predeterminado (un grado de apertura que permite que el refrigerante en la salida del intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico tenga un grado de recalentamiento fijado como objetivo). La válvula (24c) de expansión de subenfriamiento de exterior está completamente cerrada, y el grado de apertura de la válvula (25c) de expansión de subenfriamiento de almacenamiento térmico está ajustado a un grado predeterminado. El grado de apertura de la válvula (45) de regulación de presión está ajustado a un grado predeterminado, y la válvula (46) de apertura/cierre de canal está cerrada. El compresor (21), el ventilador (22a) de exterior, el ventilador (27a) de interior y la bomba (33) de circulación están todas accionadas.
- 15
- 20
- 25 El refrigerante descargado desde el compresor (21) circula hacia adentro del intercambiador (22) de calor de exterior y se condensa mediante disipación de calor en el aire de exterior en el intercambiador (22) de calor de exterior. El refrigerante que ha circulado desde el intercambiador (22) de calor de exterior pasa secuencialmente a través de la válvula (23) de expansión de exterior, que está completamente abierta, y del intercambiador (24) de calor de subenfriamiento de exterior, y circula por el canal (12) de refrigerante líquido. Una parte del refrigerante que ha circulado por el canal (12) de refrigerante líquido y que ha pasado a través de la primera intersección (P1) circula hacia adentro de la primera válvula (51) de apertura/cierre, que está abierta, y el resto del refrigerante circula por el canal (14) de derivación. El refrigerante que ha pasado a través de la primera válvula (51) de apertura/cierre circula hacia adentro de, y es enfriado en, el intercambiador (25) de calor de subenfriamiento de almacenamiento térmico. El refrigerante que ha pasado a través del intercambiador (25) de calor de subenfriamiento de almacenamiento térmico experimenta una reducción de presión en la válvula (26) de expansión de interior, circula hacia adentro del intercambiador (27) de calor de interior, y absorbe calor del aire de interior en el intercambiador (27) de calor de interior para evaporarse. El aire de interior es enfriado de esta manera. El refrigerante que ha circulado desde el intercambiador (27) de calor de interior circula por el canal (13) de refrigerante gaseoso. Por otro lado, el refrigerante que ha circulado por el canal (14) de derivación circula por el conducto (41a) de refrigerante del intercambiador (41) de calor de precalentamiento, y es enfriado mediante disipación de calor en el medio de almacenamiento térmico que circula a través del conducto (41b) de medio de almacenamiento térmico mientras pasa a través del conducto (41a) de refrigerante del intercambiador (41) de calor de precalentamiento. El refrigerante que ha circulado desde el conducto (41a) de refrigerante del intercambiador (41) de calor de precalentamiento experimenta una reducción de presión en la válvula (42) de expansión de almacenamiento térmico, circula por el conducto (43a) de refrigerante del intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico, y absorbe calor del medio de almacenamiento térmico que circula a través del conducto (43b) de medio de almacenamiento térmico para evaporarse mientras pasa a través del conducto (43a) de refrigerante del intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico. El refrigerante que ha circulado desde el conducto (43a) de refrigerante del intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico experimenta una reducción de presión en la válvula (45) de regulación de presión del mecanismo (44) de regulación de presión, y circula por el canal (13) de refrigerante gaseoso. En el canal (13) de refrigerante gaseoso, el refrigerante que ha pasado a través del intercambiador (27) de calor de interior se mezcla con el refrigerante que ha pasado a través de la válvula (45) de regulación de presión del mecanismo (44) de regulación de presión, y es succionado en el compresor (21) para volver a ser comprimido.
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55 En el circuito (31) de almacenamiento térmico, el medio de almacenamiento térmico que ha circulado desde el tanque (32) de almacenamiento térmico circula por el conducto (41b) de medio de almacenamiento térmico del intercambiador (41) de calor de precalentamiento, y es calentado por el refrigerante que circula a través del conducto (41a) de refrigerante mientras pasa a través del conducto (41b) de medio de almacenamiento térmico del intercambiador (41) de calor de precalentamiento. El medio de almacenamiento térmico que ha circulado desde el conducto (41b) de medio de almacenamiento térmico del intercambiador (41) de calor de precalentamiento circula a través de la bomba (33) de circulación por el conducto (43b) de medio de almacenamiento térmico del intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico, y es enfriado por el refrigerante que circula por el conducto (43a) de refrigerante mientras pasa a través del conducto (43b) de medio de almacenamiento térmico del intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico. El medio de almacenamiento térmico que ha circulado
- 60

desde el conducto (43b) de medio de almacenamiento térmico del intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico circula hacia adentro del tanque (32) de almacenamiento térmico. De esta manera, la energía térmica fría se almacena en el tanque (32) de almacenamiento térmico.

Por lo tanto, el refrigerante que circula a través del conducto (41a) de refrigerante del intercambiador (41) de calor de precalentamiento calienta el medio de almacenamiento térmico que circula a través del conducto (41b) de medio de almacenamiento térmico. Como resultado de ello, los clatratos de hidratos contenidos en el medio de almacenamiento térmico que han circulado desde el tanque (32) de almacenamiento térmico se funden. Esto puede evitar que disminuya la eficiencia de circulación del medio de almacenamiento térmico que se produciría debido a la generación de masa de los clatratos de hidratos en el circuito (31) de almacenamiento térmico. Más específicamente, en la tubería por la que circula el medio de almacenamiento térmico que ha circulado desde el intercambiador (41) de calor de precalentamiento (incluyendo el conducto (43b) de medio de almacenamiento térmico del intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico), puede evitarse la generación de masa de los clatratos de hidratos en el medio de almacenamiento térmico y la obstrucción resultante de la tubería que forma el circuito (31) de almacenamiento térmico.

[Control Durante la Operación de Enfriamiento y de Almacenamiento de Energía Térmica Fría]

El control (llevado a cabo por el controlador (100)) durante la operación de enfriamiento y de almacenamiento de energía térmica fría mostrada en la Figura 6 se describirá a continuación. Durante la operación de enfriamiento y de almacenamiento de energía térmica fría, el controlador (100) lleva a cabo, en paralelo, un control del grado de recalentamiento para la unidad de interior, un control del grado de recalentamiento para la unidad de almacenamiento térmico, un control de baja presión fijada como objetivo, y un control de temperatura de evaporación para la unidad de almacenamiento térmico. La temperatura y el grado de recalentamiento que se describirán a continuación pueden detectarse sobre la base de los valores medidos por diversos sensores (no mostrados).

<Control del Grado de Recalentamiento para la Unidad de Interior>

Durante el control del grado de recalentamiento para la unidad de interior, el controlador (100) regula el grado de apertura de la válvula (26) de expansión de interior de tal manera que el grado de recalentamiento del refrigerante en la salida del intercambiador (27) de calor de interior (al que se hará referencia de ahora en adelante como el "grado de recalentamiento del refrigerante de la unidad de interior") se establece en un grado de recalentamiento del refrigerante de la unidad de interior fijado como objetivo de manera predeterminada. Más específicamente, el controlador (100) aumenta el grado de apertura de la válvula (26) de expansión de interior si el grado de recalentamiento del refrigerante de la unidad de interior es mayor que el grado de recalentamiento fijado como objetivo asociado, y reduce el grado de apertura de la válvula (26) de expansión de interior si el grado de recalentamiento del refrigerante de la unidad de interior es inferior al grado de recalentamiento fijado como objetivo asociado. Nótese que el controlador (100) determina el grado de recalentamiento fijado como objetivo del refrigerante de la unidad de interior de tal manera que disminuye cuando aumenta la diferencia entre la temperatura del aire de interior y una temperatura de enfriamiento fijada como objetivo de manera predeterminada (una diferencia obtenida restando la temperatura del aire de interior de la temperatura de enfriamiento fijada como objetivo).

<Control del Grado de Recalentamiento para la Unidad de Almacenamiento Térmico>

Durante el control del grado de recalentamiento para la unidad de almacenamiento térmico, el controlador (100) regula el grado de apertura de la válvula (42) de expansión de almacenamiento térmico de tal manera que el grado de recalentamiento del refrigerante en la salida del intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico (al que se hará referencia de ahora en adelante como el "grado de recalentamiento del refrigerante de la unidad de almacenamiento térmico") se establece en un grado de recalentamiento del refrigerante de la unidad de almacenamiento térmico fijado como objetivo de manera predeterminada. Más específicamente, el controlador (100) aumenta el grado de apertura de la válvula (42) de expansión de almacenamiento térmico si el grado de recalentamiento del refrigerante de la unidad de almacenamiento térmico es mayor que el grado de recalentamiento fijado como objetivo asociado, y disminuye el grado de apertura de la válvula (42) de expansión de almacenamiento térmico si el grado de recalentamiento del refrigerante de la unidad de almacenamiento térmico es inferior al grado de recalentamiento fijado como objetivo asociado. Nótese que el grado de recalentamiento del refrigerante de la unidad de almacenamiento térmico puede calcularse sobre la base de los valores detectados por los sensores (61, 62) de temperatura de refrigerante primero y segundo.

<Control de Baja Presión Objetivo>

Durante el control de baja presión fijada como objetivo, el controlador (100) controla la velocidad de rotación del compresor (21) de tal manera que la baja presión en el circuito (11) de refrigerante (la presión de succión del compresor (21) en este ejemplo) alcanza el valor de la baja presión fijada como objetivo de manera predeterminada. Más específicamente, el controlador (100) aumenta la velocidad de rotación del compresor (21) si la presión de succión del compresor (21) es mayor que la baja presión fijada como objetivo, y reduce la velocidad de rotación del compresor (21) si la presión de succión del compresor (21) es inferior a la baja presión fijada como objetivo. Nótese

que el controlador (100) determina la baja presión fijada como objetivo de tal manera que la baja presión fijada como objetivo disminuye al aumentar la carga calorífica (es decir, una diferencia entre la temperatura del aire de interior y la temperatura del refrigerante fijada como objetivo).

<Control de Temperatura de Evaporación para la Unidad de Almacenamiento Térmico>

5 Durante el control de temperatura de evaporación para la unidad de almacenamiento térmico, el controlador (100) ajusta la cantidad en la que se reduce la presión por la acción del mecanismo (44) de regulación de presión de tal manera que la temperatura de evaporación del refrigerante en el intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico (a la que se hará referencia de ahora en adelante como la "temperatura de evaporación del refrigerante de la unidad de almacenamiento térmico") no alcanza un valor inferior a un límite inferior predeterminado de la temperatura de evaporación. Nótese que el límite inferior de la temperatura de evaporación se establece para ser un límite inferior de la temperatura en el intervalo de temperaturas de evaporación del refrigerante apropiado para enfriar el medio de almacenamiento térmico en el intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico (al que se hará referencia de ahora en adelante como "intervalo apropiado de la temperatura de evaporación"). El intervalo apropiado de la temperatura de evaporación puede determinarse sobre la base de la temperatura de formación de hidratos en el medio de almacenamiento térmico y del tamaño (área de intercambio de calor) del intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico. Por ejemplo, si se adopta una solución acuosa de bromuro de tetra-n-butilamonio como medio de almacenamiento térmico, el intervalo apropiado de la temperatura de evaporación puede corresponder a entre aproximadamente 4°C y 7°C. El límite inferior para la temperatura de evaporación puede establecerse en 4°C.

20 En este ejemplo, el controlador (100) regula el grado de apertura de la válvula (45) de regulación de presión del mecanismo (44) de regulación de presión de tal manera que la temperatura de evaporación del refrigerante de la unidad de almacenamiento térmico alcanza una temperatura de evaporación de referencia predeterminada. Más específicamente, el controlador (100) reduce el grado de apertura de la válvula (45) de regulación de presión si la temperatura de evaporación del refrigerante de la unidad de almacenamiento térmico es inferior a la temperatura de evaporación de referencia, y aumenta el grado de apertura de la válvula (45) de regulación de presión si la temperatura de evaporación del refrigerante de la unidad de almacenamiento térmico es mayor que la temperatura de evaporación de referencia. Se establece que la temperatura de evaporación de referencia es una temperatura obtenida sumando una temperatura predeterminada (por ejemplo, 1°C) al límite inferior de la temperatura de evaporación (es decir, una temperatura por encima del límite inferior de la temperatura de evaporación). Nótese que la temperatura de evaporación de referencia se establece de manera apropiada para que sea igual o inferior que el límite superior de temperatura en un intervalo apropiado de temperaturas de evaporación.

Más aún, en este ejemplo, el controlador (100) está configurado para llevar a cabo el control de la temperatura de evaporación para la unidad de almacenamiento térmico utilizando el valor detectado por el segundo sensor (62) de temperatura de refrigerante (es decir, la temperatura del refrigerante en la entrada del intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico) como temperatura de evaporación del refrigerante de la unidad de almacenamiento térmico.

[Ejemplos Específicos de Control por Parte del Controlador]

Si aumenta la carga calorífica (es decir, si la temperatura del aire de interior es mayor que la temperatura de enfriamiento fijada como objetivo), la baja presión fijada como objetivo disminuye. Por lo tanto, la presión de succión del compresor (21) toma un valor mayor que la baja presión fijada como objetivo, y entonces la velocidad de rotación del compresor (21) aumenta para hacer descender la presión de succión del compresor (21). Como resultado de ello, la presión de evaporación del refrigerante en el intercambiador (27) de calor de interior disminuye para hacer descender la temperatura de evaporación del refrigerante en el intercambiador (27) de calor de interior. De esta manera, se asegura la capacidad de enfriamiento (es decir, la capacidad de enfriar la habitación) del intercambiador (27) de calor de interior.

La presión de evaporación del refrigerante en el intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico también disminuye al disminuir la presión de succión del compresor (21). Por lo tanto, la temperatura de evaporación del refrigerante en el intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico disminuye para hacer descender el valor detectado por el segundo sensor (62) de temperatura de refrigerante (es decir, la temperatura del refrigerante en la entrada del intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico). Entonces, si la temperatura del refrigerante en la entrada del intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico alcanza un valor por debajo de la temperatura de evaporación de referencia, el grado de apertura de la válvula (45) de regulación de presión del mecanismo (44) de regulación de presión disminuye. Por lo tanto, la cantidad en la que se reduce la presión por la acción de la válvula (45) de regulación de presión aumenta para elevar la presión de evaporación del refrigerante en el intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico. Como resultado de ello, la temperatura de evaporación del refrigerante en el intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico aumenta.

- Ventajas de las Realizaciones -

Tal como puede apreciarse de todo lo anterior, la provisión de un mecanismo (44) de regulación de presión permite regular la presión de evaporación del refrigerante en el intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico de tal manera que la presión de evaporación alcanza un valor mayor que la presión de succión del compresor (21) durante la operación de enfriamiento y de almacenamiento de energía térmica fría (es decir, cuando el circuito (11) de refrigerante lleva a cabo el ciclo de enfriamiento y almacenamiento de energía térmica fría). Esto puede evitar de manera sustancial que la presión de evaporación del refrigerante en el intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico disminuya al disminuir la presión de succión del compresor (21), evitando de este modo de manera sustancial que la temperatura de evaporación del refrigerante en el intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico disminuya demasiado. Por lo tanto, puede evitarse un enfriamiento excesivo del medio de almacenamiento térmico en el intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico, lo que puede evitar de manera sustancial que disminuya la eficiencia de circulación del medio de almacenamiento térmico en el circuito (31) de almacenamiento térmico. En este ejemplo, el medio de almacenamiento térmico en el intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico no se enfría demasiado. Por lo tanto, es menos probable que se produzca una generación de una masa de clatratos de hidratos (es decir, componentes sólidos), lo que puede evitar de manera sustancial que disminuya la eficiencia de circulación del medio de almacenamiento térmico (específicamente, que la tubería que forma el circuito (31) de almacenamiento térmico se obstruya con los clatratos de hidratos). De esta manera, puede evitarse el enfriamiento excesivo del medio de almacenamiento térmico en el intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico. Esto puede evitar de manera sustancial que disminuya la eficiencia de circulación del medio de almacenamiento térmico en el circuito (31) de almacenamiento térmico, mientras que a la vez se garantiza la capacidad de enfriamiento (es decir, la capacidad de enfriar la habitación) del intercambiador de calor de interior durante la operación de enfriamiento y de almacenamiento de energía térmica fría.

Además, la cantidad en la que se reduce la presión por la acción del mecanismo (44) de regulación de presión (específicamente, el grado de apertura de la válvula (45) de regulación de presión) se ajusta de tal manera que la temperatura de evaporación del refrigerante en el intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico no disminuye por debajo del límite inferior de la temperatura de evaporación. Por lo tanto, la temperatura de evaporación del refrigerante en el intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico puede determinarse de manera apropiada. Puesto que el medio de almacenamiento térmico puede ser enfriado de manera apropiada en el intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico, la energía térmica fría puede almacenarse de manera apropiada durante la operación de enfriamiento y de almacenamiento de energía térmica fría.

Más aún, puesto que el mecanismo (44) de regulación de presión comprende la válvula (45) de regulación de presión, la cantidad en la que se reduce la presión por la acción del mecanismo (44) de regulación de presión puede ajustarse para regular el grado de apertura de la válvula (45) de regulación de presión. Como resultado de ello, la presión de evaporación del refrigerante en el intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico puede regularse de tal manera que la presión de evaporación sea mayor que la presión de succión del compresor (21), lo que puede evitar un enfriamiento excesivo del medio de almacenamiento térmico en el intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico.

Adicionalmente, puesto que el mecanismo (44) de regulación de presión comprende la válvula (45) de regulación de presión y la válvula (46) de apertura/cierre de canal, la válvula (46) de apertura/cierre de canal puede abrirse mientras la válvula (45) de regulación de presión está completamente cerrada. Por lo tanto, se permite que el refrigerante circule entre el intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico y el canal (13) de refrigerante gaseoso pasando través de la válvula (46) de apertura/cierre de canal. Una pérdida de presión en la válvula (46) de apertura/cierre de canal es menor que una pérdida de presión en la válvula (45) de regulación de presión. Por lo tanto, la pérdida de presión en el mecanismo (44) de regulación de presión puede reducirse en comparación con el caso en el que se permite al refrigerante circular entre el intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico y el canal (13) de refrigerante gaseoso a través de la válvula (45) de regulación de presión. Como resultado de ello, durante otras operaciones diferentes a la operación de enfriamiento y de almacenamiento de energía térmica fría, puede reducirse la pérdida de presión en el mecanismo (44) de regulación de presión, lo que permite que puedan llevarse a cabo de manera apropiada las otras operaciones.

(Otras Realizaciones)

El medio de almacenamiento térmico puede consistir en otros materiales de almacenamiento térmico distintos de una solución acuosa de bromuro de tetra-n-butilamonio. La concentración del medio de almacenamiento térmico no debe ser necesariamente del 40%.

Las realizaciones descritas más arriba pueden combinarse de manera apropiada si así se requiere. Nótese que la descripción anterior de las realizaciones está constituida meramente por ejemplos beneficiosos en su naturaleza, y no pretende limitar el alcance, la aplicación o los usos de la presente descripción.

Aplicabilidad industrial

Tal como puede apreciarse de todo lo anterior, el acondicionador de aire por almacenamiento térmico descrito más

arriba resulta útil como un acondicionador de aire que es capaz de almacenar energía térmica fría mediante la utilización del efecto de almacenamiento térmico de un medio de almacenamiento térmico.

Descripción de caracteres de referencia

	10	Acondicionador de aire por Almacenamiento Térmico
5	11	Circuito de Refrigerante
	12	Canal de Refrigerante Líquido
	13	Canal de Refrigerante Gaseoso
	14	Canal de Derivación
	14d	Primer Canal de Ramal (Primera Porción de Canal)
10	14e	Segundo Canal de Ramal (Segunda Porción de Canal)
	15	Canal de Ramal
	20a	Unidad de Exterior
	20b	Unidad de Interior
	21	Compresor
15	22	Intercambiador de Calor de Exterior
	22a	Ventilador de Exterior
	23	Válvula de Expansión de Exterior
	24	Intercambiador de Calor de Subenfriamiento de Exterior
	25	Intercambiador de Calor de Subenfriamiento con el Almacenamiento Térmico
20	26	Válvula de Expansión de Interior
	27	Intercambiador de Calor de Interior
	27a	Ventilador de Interior
	28	Válvula de Conmutación de Cuatro Vías
	30	Unidad de Almacenamiento Térmico
25	31	Circuito de Almacenamiento Térmico
	32	Tanque de Almacenamiento Térmico
	33	Bomba de Circulación
	41	Intercambiador de Calor de Precalentamiento
	42	Válvula de Expansión de Almacenamiento Térmico
30	43	Intercambiador de Calor con el Almacenamiento Térmico
	44	Mecanismo de Regulación de Presión
	45	Válvula de Regulación de Presión
	46	Válvula de Apertura/Cierre de Canal (Válvula de Apertura/Cierre)
	51	Primera Válvula de Apertura/Cierre
35	52	Segunda Válvula de Apertura/Cierre
	53	Tercera Válvula de Apertura/Cierre
	61	Primer Sensor de Temperatura de Refrigerante

- 62 Segundo Sensor de Temperatura de Refrigerante
- 100 Controlador (Sección de Control de Operación)

REIVINDICACIONES

1.- Un acondicionador de aire por almacenamiento térmico que comprende:

- 5 un circuito (11) de refrigerante que incluye un compresor (21), un intercambiador (22) de calor de exterior, un intercambiador (27) de calor de interior, un canal (12) de refrigerante líquido que conecta un extremo de líquido del intercambiador (22) de calor de exterior y un extremo de líquido del intercambiador (27) de calor de interior entre sí, un canal (13) de refrigerante gaseoso conectado a un extremo de gas del intercambiador (27) de calor de interior, y un canal (14) de derivación que posee un extremo conectado al canal (12) de refrigerante líquido y otro extremo conectado al canal (13) de refrigerante gaseoso;
- 10 un circuito (31) de almacenamiento térmico que está configurado para permitir que circule por su interior un medio de almacenamiento térmico que podría generar un componente sólido cuando se enfría;
- un intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico que está conectado al canal (14) de derivación y al circuito (31) de almacenamiento térmico, y que está configurado para permitir que intercambien calor un refrigerante que circula a través del canal (14) de derivación y el medio de almacenamiento térmico que circula a través del circuito (31) de almacenamiento térmico;
- 15 un sensor (62) de temperatura de refrigerante en la entrada del intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico para detectar la temperatura del refrigerante en la entrada del intercambiador de calor con el almacenamiento térmico;
- un mecanismo (44) de regulación de presión situado en el canal (14) de derivación entre el intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico y el canal (13) de refrigerante gaseoso, y
- 20 una sección (100) de control de operación, en donde
- el circuito (11) de refrigerante está configurado para llevar a cabo un ciclo de enfriamiento y de almacenamiento de energía térmica fría en el que un extremo de descarga del compresor (21) está conectado a un extremo de gas del intercambiador (22) de calor de exterior, un extremo de succión del compresor (21) está conectado al canal (13) de refrigerante gaseoso, el intercambiador (22) de calor de exterior está configurado para funcionar como un
- 25 condensador, y el intercambiador (27) de calor de interior y el intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico están configurados para funcionar como evaporadores,
- el mecanismo (44) de regulación de presión está configurado para regular una presión del refrigerante que circula entre el intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico y el canal (13) de refrigerante gaseoso, y
- 30 la sección (100) de control de operación está configurada para enviar instrucciones al circuito (11) de refrigerante para llevar a cabo el ciclo de enfriamiento y de almacenamiento de energía térmica fría, y para ajustar la cantidad en la que debe reducirse la presión por la acción del mecanismo (44) de regulación de presión durante una operación de enfriamiento y de almacenamiento de energía térmica fría, en el que se lleva a cabo el ciclo de enfriamiento y de almacenamiento de energía térmica fría, de tal manera que una temperatura de evaporación de refrigerante en el intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico, detectada por el sensor (62) de temperatura de
- 35 refrigerante, no disminuye por debajo de un límite inferior predeterminado de la temperatura de evaporación.

2.- El acondicionador de aire por almacenamiento térmico de la reivindicación 1, en donde

- el canal (14) de derivación incluye una primera porción (14d) de canal que conecta el intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico y el canal (13) de refrigerante gaseoso entre sí, y
- 40 el mecanismo (44) de regulación de presión incluye una válvula (45) de regulación de presión que está situada en la primera porción (14d) de canal y posee un grado de apertura ajustable.

3.- El acondicionador de aire por almacenamiento térmico de la reivindicación 2, en donde

- el canal (14) de derivación incluye adicionalmente una segunda porción (14e) de canal que está situada en paralelo con la primera porción (14d) de canal y que conecta el intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico y el canal (13) de refrigerante gaseoso entre sí, y
- 45 el mecanismo (44) de regulación de presión incluye adicionalmente una válvula (46) de apertura/cierre que está situada en la segunda porción (14e) de canal y está configurada para poder conmutar entre un estado abierto y un estado cerrado.

4.- Un método para hacer funcionar un acondicionador de aire por almacenamiento térmico, en donde el acondicionador de aire térmico comprende:

- 50 un circuito (11) de refrigerante que incluye un compresor (21), un intercambiador (22) de calor de exterior, un intercambiador (27) de calor de interior, un canal (12) de refrigerante líquido que conecta un extremo de líquido del

intercambiador (22) de calor de exterior y un extremo de líquido del intercambiador (27) de calor de interior entre sí, un canal (13) de refrigerante gaseoso conectado a un extremo de gas del intercambiador (27) de calor de interior, y un canal (14) de derivación que posee un extremo conectado al canal (12) de refrigerante líquido y otro extremo conectado al canal (13) de refrigerante gaseoso;

- 5 un circuito (31) de almacenamiento térmico que está configurado para permitir que circule por su interior un medio de almacenamiento térmico, que podría generar un componente sólido cuando se enfría;

- 10 un intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico que está conectado al canal (14) de derivación y al circuito (31) de almacenamiento térmico, y que está configurado para permitir que intercambien calor un refrigerante que circula a través del canal (14) de derivación y el medio de almacenamiento térmico que circula a través del circuito (31) de almacenamiento térmico;

un mecanismo (44) de regulación de presión situado en el canal (14) de derivación entre el intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico y el canal (13) de refrigerante gaseoso, y

una sección (100) de control de operación, en donde

- 15 el circuito (11) de refrigerante está configurado para llevar a cabo un ciclo de enfriamiento y de almacenamiento de energía térmica fría en el que un extremo de descarga del compresor (21) está conectado a un extremo de gas del intercambiador (22) de calor de exterior, un extremo de succión del compresor (21) está conectado al canal (13) de refrigerante gaseoso, el intercambiador (22) de calor de exterior está configurado para funcionar como un condensador, y el intercambiador (27) de calor de interior y el intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico están configurados para funcionar como evaporadores, y

- 20 el mecanismo (44) de regulación de presión está configurado para regular una presión del refrigerante que circula entre el intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico y el canal (13) de refrigerante gaseoso, en donde en el método

- 25 la sección (100) de control de operación envía instrucciones al circuito (11) de refrigerante para llevar a cabo el ciclo de enfriamiento y de almacenamiento de energía térmica fría, y ajusta la cantidad en la que debe reducirse la presión por la acción del mecanismo (44) de regulación de presión durante una operación de enfriamiento y de almacenamiento de energía térmica fría, en el que se lleva a cabo el ciclo de enfriamiento y de almacenamiento de energía térmica fría, de tal manera que una temperatura de evaporación de refrigerante en el intercambiador (43) de calor con el almacenamiento térmico no disminuye por debajo de un límite inferior predeterminado de la temperatura de evaporación.

30

FIG.1

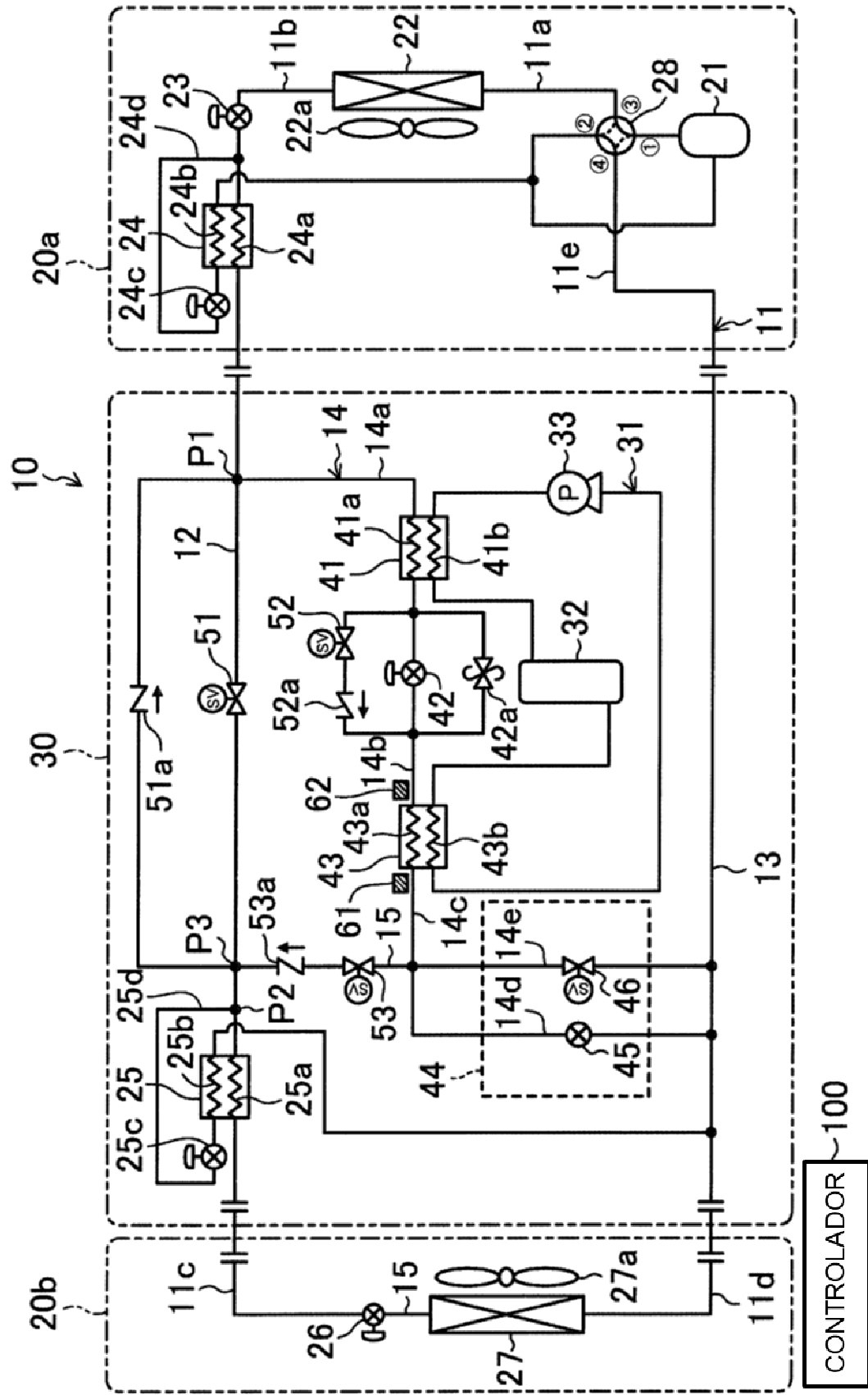


FIG. 2

OPERACIÓN DE ENFRIAMIENTO SIMPLE

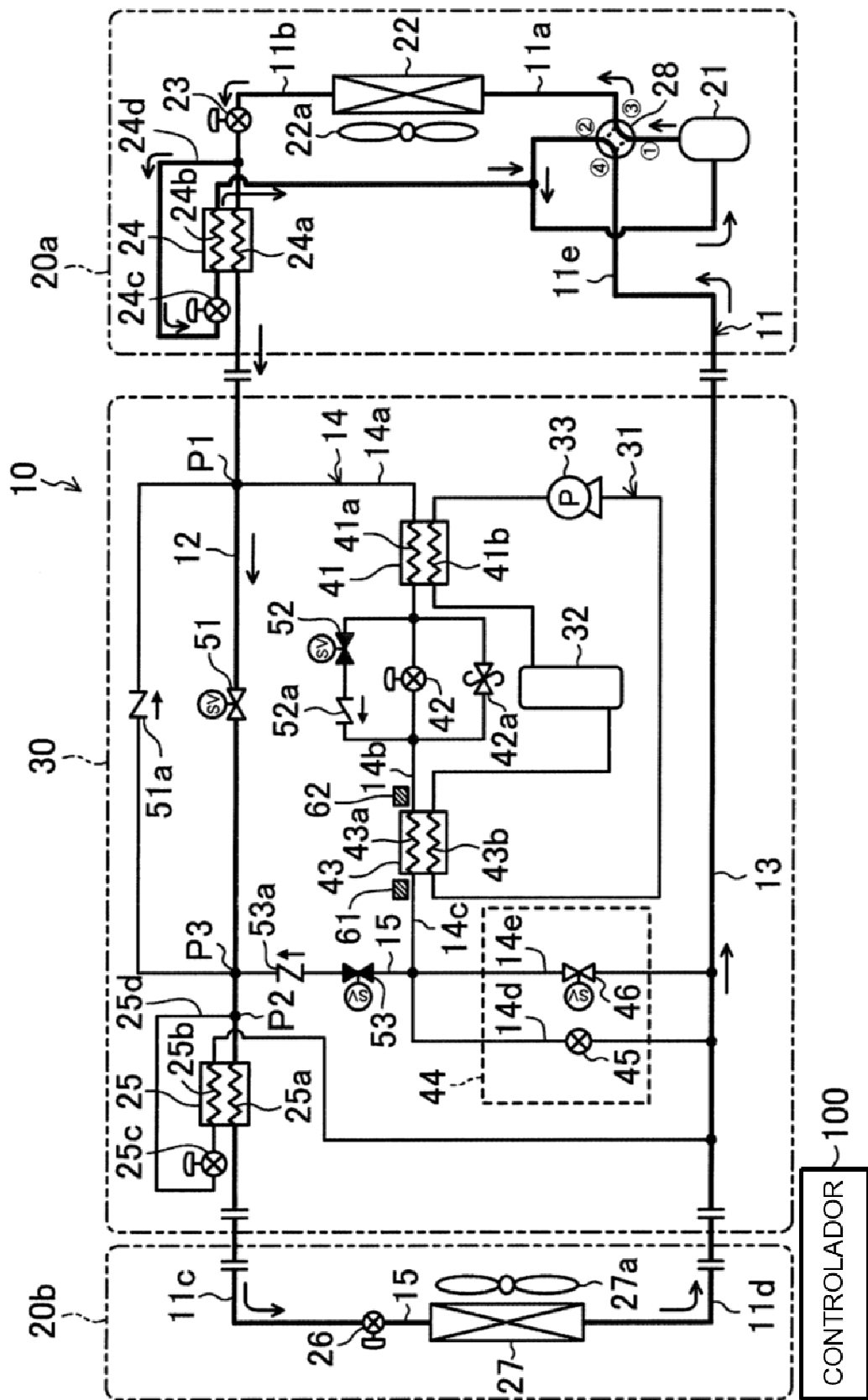


FIG.3

OPERACIÓN DE CALENTAMIENTO SIMPLE

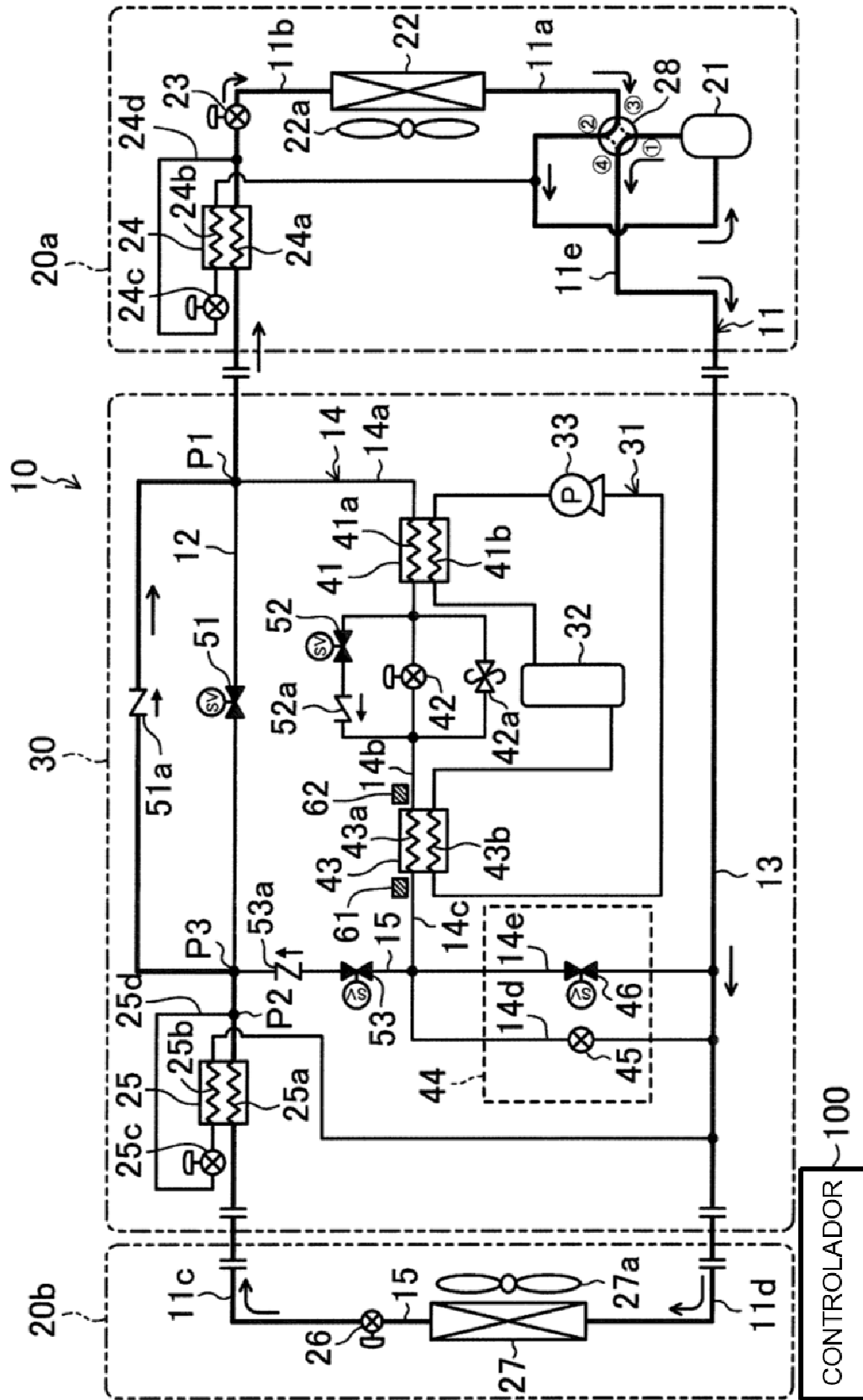


FIG.4
OPERACIÓN DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA TÉRMICA FRÍA

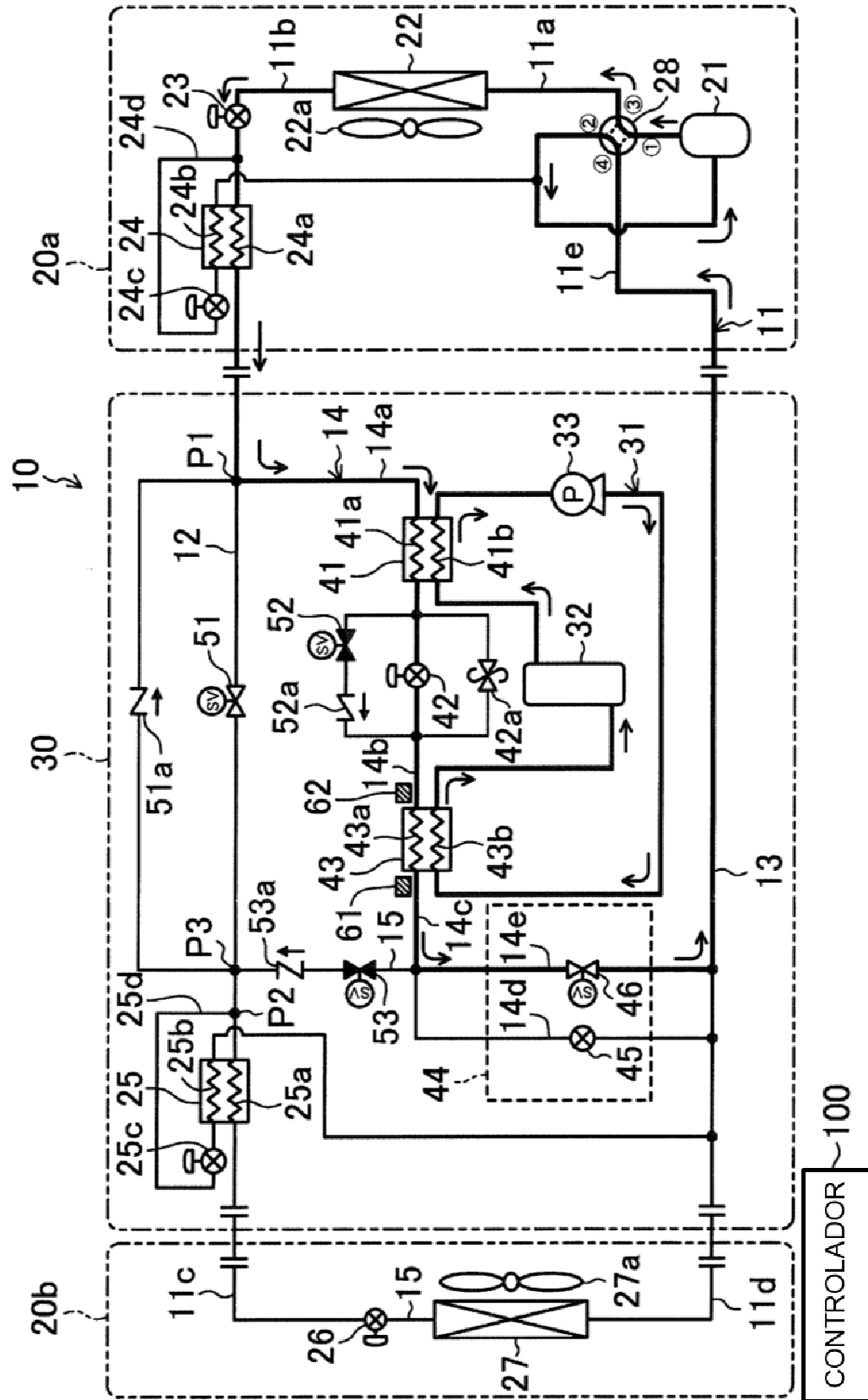


FIG.5

OPERACIÓN DE ENFRIAMIENTO DE UTILIZACIÓN

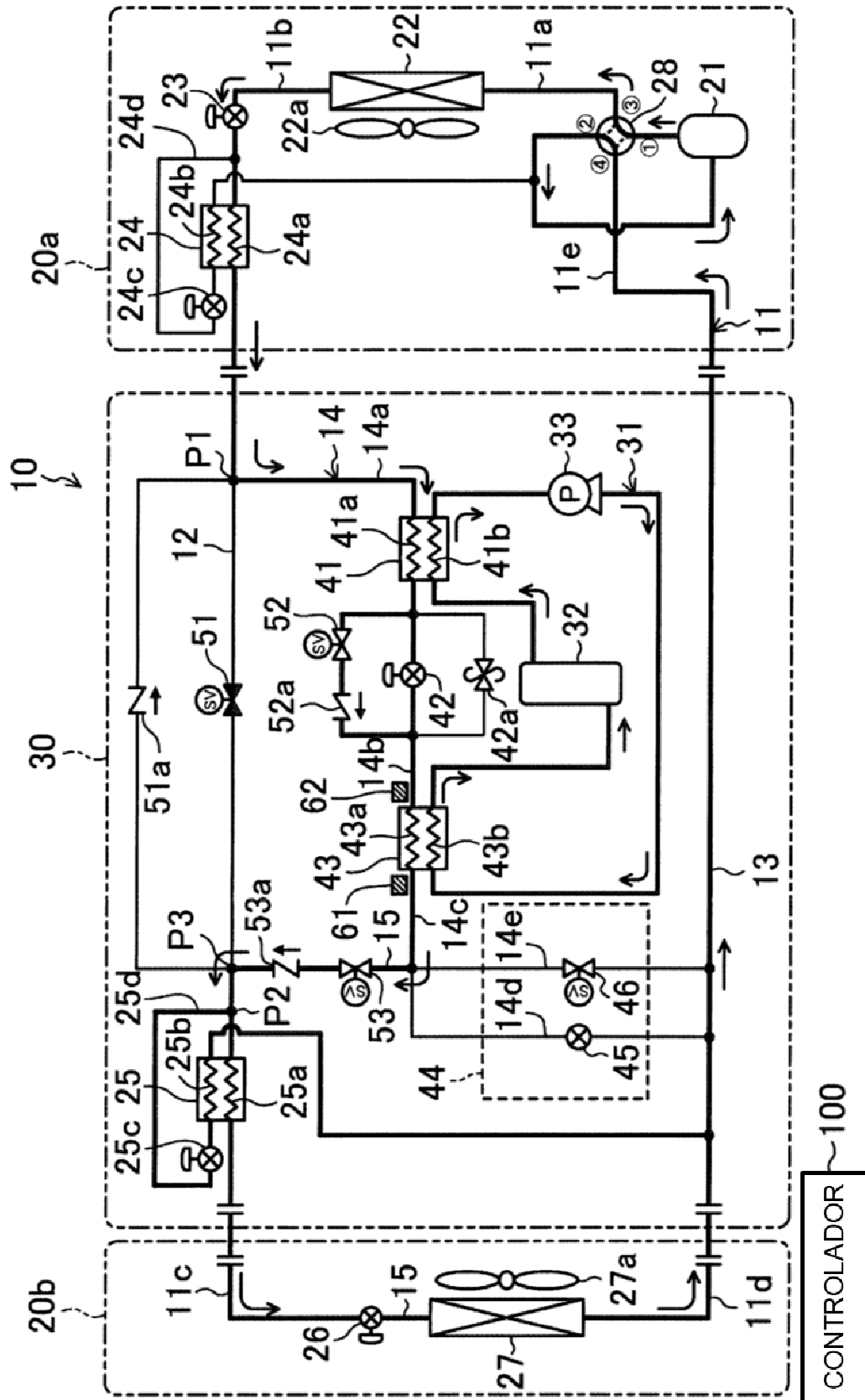


FIG.6 OPERACIÓN DE ENFRÍAMIENTO Y DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA TÉRMICA FRÍA

