

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 618 219**

51 Int. Cl.:

F25B 49/02 (2006.01)

F25B 13/00 (2006.01)

F25B 47/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.10.2012 PCT/JP2012/076938**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.04.2014 WO2014061132**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.10.2012 E 12886558 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.02.2017 EP 2884205**

54 Título: **Acondicionador de aire**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.06.2017

73 Titular/es:

DAIKIN INDUSTRIES, LTD. (50.0%)
Umeda Center Building 4-12, Nakazaki-Nishi 2-
chome
Kita-ku, Osaka-shi, Osaka 530-8323, JP y
DAIKIN EUROPE N.V. (50.0%)

72 Inventor/es:

HONDA, MASAHIRO y
MATSUMOTO, YOSHIHIRO

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 618 219 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

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un aparato de aire acondicionado y, más específicamente, a un aparato de aire acondicionado provisto de un circuito de refrigerante que tiene un intercambiador de calor, con calor almacenado, que intercambia calor entre un refrigerante y un material de almacenamiento de calor, y que puede, durante una operación de calentamiento, llevar a cabo una operación de almacenamiento de calor que almacena calor en el material de almacenamiento de calor, haciendo que el intercambiador de calor por calor almacenado funcione como un radiador del refrigerante, y que puede, durante una operación de descongelación, llevar a cabo una operación de uso del calor almacenado para liberar calor desde el material de almacenamiento de calor, haciendo que el intercambiador de calor por calor almacenado funcione como un evaporador del refrigerante.

15 Antecedentes de la invención

En la técnica convencional, como se da a conocer en el documento de patente 1 (solicitud de patente japonesa abierta a inspección pública n.º 2005-337657), un aparato de aire acondicionado está provisto de un circuito de refrigerante que tiene un compresor, un intercambiador de calor exterior, un intercambiador de calor interior, y un intercambiador de calor por calor almacenado, que intercambia calor entre un refrigerante y un material de almacenamiento de calor, que puede, durante la operación de calentamiento, llevar a cabo una operación de almacenamiento de calor y que puede, durante la operación de descongelación, llevar a cabo una operación de uso del calor almacenado. En este caso, la operación de calentamiento es una operación en la que se hace funcionar el intercambiador de calor interior como un radiador del refrigerante. La operación de almacenamiento de calor es una operación que almacena calor en el material de almacenamiento de calor, haciendo que el intercambiador de calor por calor almacenado funcione como un radiador del refrigerante. La operación de descongelación es una operación que descongela el intercambiador de calor exterior, haciendo que el intercambiador de calor exterior funcione como un radiador del refrigerante. La operación de uso del calor almacenado es una operación que libera calor desde el material de almacenamiento de calor, haciendo que el intercambiador de calor por calor almacenado funcione como un evaporador del refrigerante.

El documento JP 2005-337657 A da a conocer un aparato de aire acondicionado que comprende un circuito refrigerante que tiene un compresor, un intercambiador de calor exterior, un intercambiador de calor interior y un intercambiador de calor por calor almacenado, para intercambiar calor entre un refrigerante y un material de almacenamiento de calor, pudiendo llevar a cabo una operación de almacenamiento de calor para almacenar calor en el material de almacenamiento de calor, haciendo que el intercambiador de calor por calor almacenado funcione como un radiador del refrigerante durante una operación de calentamiento, en la cual se hace funcionar el intercambiador de calor interior como un radiador del refrigerante, y una operación de uso del calor almacenado para liberar calor del material de almacenamiento de calor, haciendo que el intercambiador de calor por calor almacenado funcione como un evaporador del refrigerante durante una operación de descongelación, para descongelar el intercambiador de calor exterior al hacer que el intercambiador de calor exterior funcione como un radiador del refrigerante: en el que el circuito refrigerante comprende adicionalmente una válvula de expansión de almacenamiento de calor, configurada para variar la cantidad del refrigerante que fluye hacia el intercambiador de calor por calor almacenado.

Sumario de la invención

En el aparato de aire acondicionado de la técnica convencional descrito anteriormente, se proporciona adicionalmente una válvula de expansión de almacenamiento de calor en el circuito de refrigerante, con el fin de variar la cantidad de refrigerante que fluye hacia el intercambiador de calor por calor almacenado y, durante la operación de almacenamiento de calor, se controla el grado de apertura de la válvula de expansión de almacenamiento de calor, basándose en el grado de subenfriamiento del refrigerante a la salida del intercambiador de calor por calor almacenado (controlando el grado de subenfriamiento mediante la válvula de expansión de almacenamiento de calor).

Sin embargo, cuando se controla el grado de subenfriamiento mediante la válvula de expansión de almacenamiento de calor de esta manera, se dan casos en los que, durante la operación de almacenamiento de calor, no es posible mantener de manera suficiente la cantidad de refrigerante que fluye hacia el intercambiador de calor por calor almacenado, aumentando el riesgo de que no pueda almacenarse calor suficiente en el material de almacenamiento de calor, a pesar de que haya finalizado la operación de almacenamiento de calor.

Un objeto de la presente invención es proporcionar un aparato de aire acondicionado provisto de un circuito de refrigerante, que tenga un intercambiador de calor por calor almacenado que intercambie calor entre el refrigerante y el material de almacenamiento de calor, y que pueda llevar a cabo una operación de almacenamiento de calor durante la operación de calentamiento, y llevar a cabo una operación de uso del calor almacenado durante la

operación de descongelación, y en el que se elimine el riesgo de almacenamiento de una cantidad insuficiente de calor en el material de almacenamiento de calor cuando haya finalizado la operación de almacenamiento de calor.

5 Un aparato de aire acondicionado de acuerdo con un primer aspecto de la presente invención está provisto de un
 10 circuito de refrigerante que tiene un compresor, un intercambiador de calor exterior, un intercambiador de calor
 interior y un intercambiador de calor por calor almacenado que intercambia calor entre un refrigerante y un material
 de almacenamiento de calor, que puede llevar a cabo una operación de almacenamiento de calor durante una
 15 operación de calentamiento y una operación de uso del calor almacenado durante una operación de descongelación.
 En este caso, la operación de calentamiento es una operación en la que se hace funcionar el intercambiador de
 20 calor interior como un radiador del refrigerante. La operación de almacenamiento de calor es una operación que
 almacena calor en el material de almacenamiento de calor, haciendo que el intercambiador de calor por calor
 almacenado funcione como un radiador del refrigerante. La operación de descongelación es una operación que
 descongela el intercambiador de calor exterior, haciendo que el intercambiador de calor exterior funcione como un
 25 radiador del refrigerante. La operación de uso del calor almacenado es una operación que libera calor desde el
 material de almacenamiento de calor, haciendo que el intercambiador con calor almacenado funcione como un
 evaporador del refrigerante. Por otra parte, el circuito de refrigerante está provisto adicionalmente de una válvula de
 expansión de almacenamiento de calor, con el fin de variar la cantidad de refrigerante que fluye hacia el
 intercambiador de calor por calor almacenado. Durante la operación de almacenamiento de calor en este aparato de
 30 aire acondicionado, se controla el grado de apertura de la válvula de expansión de almacenamiento de calor de
 modo que sea un grado de ajuste de la apertura de operación de almacenamiento de calor determinado de acuerdo
 con una función sobre la base de una presión de condensación, que es una presión de saturación que corresponde
 a una temperatura de condensación del refrigerante en el circuito refrigerante, una presión de líquido en tubo, que es
 una presión del refrigerante en una salida de la válvula de expansión de almacenamiento de calor, y una entalpía del
 35 refrigerante en una entrada y una salida del intercambiador de calor por calor almacenado.

En este caso, el grado de apertura de la válvula de expansión de almacenamiento de calor se controla de modo que
 sea el grado de ajuste de la apertura de operación de almacenamiento de calor, determinado por una función
 basada en la presión de condensación, la presión de líquido en tubo, y la entalpía del refrigerante en la salida y la
 30 entrada del intercambiador de calor por calor almacenado. Así, la determinación del grado de apertura de la válvula
 de expansión de almacenamiento de calor refleja la pluralidad de cantidades de estado del refrigerante en relación
 con el intercambiador de calor por calor almacenado, y puede hacerse que el grado de apertura de la válvula de
 expansión de almacenamiento de calor, durante la operación de almacenamiento de calor, sea el grado de apertura
 que mantenga una cantidad suficiente de refrigerante que fluya hacia el intercambiador de calor por calor
 35 almacenado.

De esta manera, puede controlarse de manera adecuada el grado de apertura de la válvula de expansión de
 almacenamiento de calor durante la operación de almacenamiento de calor, eliminando el riesgo que no se acumule
 una cantidad suficiente de calor en el material de almacenamiento de calor cuando haya finalizado la operación de
 40 almacenamiento de calor.

Un aparato de aire acondicionado de acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención es el aparato de
 aire acondicionado de acuerdo con el primer aspecto, en el que la función para determinar el grado de ajuste de la
 45 apertura de operación de almacenamiento de calor incluye adicionalmente utilizar la densidad del refrigerante en la
 salida del intercambiador de calor por calor almacenado.

En este caso, la densidad del refrigerante en la salida del intercambiador de calor por calor almacenado, que es una
 de las cantidades de estado del refrigerante en relación con el intercambiador de calor por calor almacenado, se
 refleja adicionalmente en la determinación del grado de apertura de la válvula de expansión de almacenamiento de
 50 calor, permitiendo de este modo controlar de manera más adecuada el grado de apertura de la válvula de expansión
 de almacenamiento de calor durante la operación de almacenamiento de calor.

Un aparato de aire acondicionado de acuerdo con un tercer aspecto de la presente invención es el aparato de aire
 acondicionado de acuerdo con el primer aspecto o el segundo aspecto, en el que, en la operación de
 55 almacenamiento de calor, cada vez que transcurre un tiempo de almacenamiento de calor con un grado de apertura
 normal, y solo mientras dura un tiempo de descarga de refrigerante con el grado de apertura, se corrige el grado de
 ajuste de la apertura de operación de almacenamiento de calor, de manera que sea mayor que durante el tiempo de
 almacenamiento de calor con un grado de apertura normal.

El intercambiador de calor por calor almacenado se compone principalmente de un depósito de almacenamiento de
 60 calor, en el que se almacena el material de almacenamiento de calor, y un grupo de tubos de transferencia de calor,
 dispuesto de manera sumergida en el material de almacenamiento de calor. El grupo de tubos de transferencia de
 calor tiene una configuración en la que múltiples tubos de transferencia de calor están ramificados, y conectados a
 través de un tubo colector y/o un distribuidor proporcionado/s en la salida y entrada de refrigerante. Así, en la
 65 operación de almacenamiento de calor, existe el riesgo de que se produzca un flujo irregular de refrigerante entre los
 tubos de transferencia de calor, que comprenden el grupo de tubos de transferencia de calor del intercambiador de
 calor por calor almacenado. Si se produce un flujo irregular de refrigerante entre los tubos de transferencia de calor,

se producirá la irregularidad en la magnitud de almacenamiento de calor en el material de almacenamiento de calor contenido en el depósito de almacenamiento de calor, dándose una condición de coexistencia en la que los tubos de transferencia de calor están en la proximidad del material de almacenamiento de calor en una condición en la que la temperatura es más alta que la temperatura de cambio de fase del material de almacenamiento de calor (es decir, los tubos de transferencia de calor en la proximidad del material de almacenamiento de calor para el que se ha completado el cambio de fase), y los tubos de transferencia de calor en la proximidad del material de almacenamiento de calor en una condición en la que la temperatura es más baja que la temperatura de cambio de fase del material de almacenamiento de calor para el que no se ha completado el cambio de fase). En este caso, un fenómeno que puede producirse fácilmente es que el refrigerante, en un estado gaseoso, fluya a los tubos de transferencia de calor en la proximidad del material de almacenamiento de calor para el que se ha completado el cambio de fase, mientras que el refrigerante líquido se acumula en los tubos de transferencia de calor en la proximidad del material de almacenamiento de calor para el que no se ha completado el cambio de fase (un fenómeno en el que se acumula refrigerante en el intercambiador de calor por calor almacenado). En consecuencia, resulta difícil resolver el flujo irregular en la magnitud de almacenamiento de calor en el material de almacenamiento de calor, lo que puede dar lugar incluso a un almacenamiento insuficiente de calor en el material de almacenamiento de calor cuando haya finalizado la operación de almacenamiento de calor.

Así, en este caso, como se ha descrito anteriormente, durante la operación de almacenamiento de calor, cada vez que pasa un tiempo de almacenamiento de calor con un grado de apertura normal, y solo mientras dura un tiempo de descarga de refrigerante con el grado de apertura (es decir, de manera regular), se corrige el grado de ajuste de la apertura de operación de almacenamiento de calor para aumentarlo. Por ejemplo, el grado de ajuste de la apertura de operación de almacenamiento de calor, mientras dura el tiempo de descarga de refrigerante con el grado de apertura, se establece para que sea 1,5 veces el grado de apertura durante el tiempo de almacenamiento de calor con el grado de apertura normal. Al hacer esto, puede descargarse de manera regular el refrigerante líquido acumulado en los tubos de transferencia de calor, en la proximidad del material de almacenamiento de calor para el que no se ha completado el cambio de fase, desde el lado de salida del intercambiador de calor por calor almacenado.

De este modo se suprime la ocurrencia del fenómeno de acumulación de líquido refrigerante en el intercambiador de calor almacenado, y puede resolverse la irregularidad de un grado de calor almacenado en el material de almacenamiento de calor.

El aparato de aire acondicionado de acuerdo con cualquiera del primer aspecto al tercer aspecto, en el que se juzga que la operación de descongelación ha finalizado normalmente o anormalmente en función de una temperatura de salida de intercambio de calor exterior, que es una temperatura del refrigerante en una salida del intercambiador de calor exterior. En este aparato de aire acondicionado, durante la operación de almacenamiento de calor una vez la operación de descongelación ha finalizado anormalmente, se corrige el grado de ajuste de la apertura de operación de almacenamiento de calor de manera que sea mayor que para la operación de almacenamiento de calor una vez que la operación de descongelación ha finalizado normalmente.

En caso de que la operación de descongelación finalice normalmente, es decir, en caso de que la operación de descongelación finalice con una temperatura de salida del intercambiador de calor exterior superior o igual a una temperatura final de operación de descongelación predeterminada, se puede determinar que en la operación de almacenamiento de calor efectuada antes de la operación de descongelación, no se ha producido una insuficiencia en la cantidad de calor almacenado en el material de almacenamiento de calor. Así, para una operación de almacenamiento de calor efectuada después de la operación de descongelación, resulta adecuado controlar el grado de apertura de la válvula de expansión de almacenamiento de calor de manera que sea el grado de ajuste de la apertura de operación de almacenamiento de calor determinado por una función basada en la presión de condensación, la presión de líquido en tubo y la entalpía del refrigerante en la salida y la entrada del intercambiador de calor por calor almacenado. Sin embargo, en caso de que la operación de descongelación finalice anormalmente, esto es, en caso de que la operación de descongelación finalice con una temperatura de salida del intercambiador de calor exterior no superior o igual a la temperatura final de operación de descongelación predeterminada, se puede determinar que, en la operación de almacenamiento de calor efectuada antes de la operación de descongelación, se ha producido una insuficiencia en la cantidad de calor almacenado en el material de almacenamiento de calor. Así, para una operación de almacenamiento de calor efectuada después de la operación de descongelación, si simplemente se controla el grado de apertura de la válvula de expansión de almacenamiento de calor, de manera que sea el grado de ajuste de la apertura de operación de almacenamiento de calor determinado por una función basada en la presión de condensación, la presión del líquido en tubo y la entalpía del refrigerante en la salida y la entrada del intercambiador de calor por calor almacenado, puede volver a producirse una cantidad insuficiente del calor almacenado en el material de almacenamiento de calor, aumentando el riesgo de que se produzca repetidamente una finalización anormal de la operación de descongelación.

Así, en este caso, como se ha descrito anteriormente, durante una operación de almacenamiento de calor tras haber finalizado anormalmente la operación de descongelación, se corrige el grado de ajuste de la apertura de operación

- de almacenamiento de calor, de manera que sea mayor que para la operación de almacenamiento de calor tras una operación de descongelación de finalización normal. Por ejemplo, el grado de ajuste de la apertura de operación de almacenamiento de calor, durante una operación de almacenamiento de calor efectuada después de que la operación de descongelación finalice anormalmente, se establece para que no sea inferior a 1,1 veces el grado de apertura durante una operación de almacenamiento de calor efectuada después de una operación de descongelación de finalización normal. Al hacer esto, en una operación de almacenamiento de calor efectuada después de que una operación de descongelación finalice anormalmente, existe un menor riesgo de almacenamiento de una cantidad de calor insuficiente en el material de almacenamiento de calor.
- 5 Así, en este caso, se controla apropiadamente el grado de apertura de la válvula de expansión de almacenamiento de calor durante la operación de almacenamiento de calor, teniendo en cuenta si la operación de descongelación efectuada antes de que la operación de almacenamiento de calor finalizara normalmente o anormalmente, lo que permite eliminar la aparición repetida de operaciones de descongelación finalizadas anormalmente.
- 10 El aparato de aire acondicionado de acuerdo con un quinto aspecto de la presente invención es el aparato de aire acondicionado de acuerdo con cualquiera del primer aspecto al cuarto aspecto, en el cual el circuito de refrigerante está configurado de tal manera que, en la operación de almacenamiento de calor durante la operación de calentamiento, el refrigerante descargado desde el compresor pueda suministrarse en paralelo al intercambiador de calor interior y al intercambiador de calor por calor almacenado. Adicionalmente, con este aparato de aire acondicionado, en la operación de almacenamiento de calor durante la operación de calentamiento, se limita la capacidad de calentamiento del intercambiador de calor interior, de manera que disminuya en etapas a medida que disminuya la temperatura de condensación.
- 15 La disminución de la temperatura de condensación en la operación de almacenamiento de calor, durante la operación de calentamiento, supone la disminución de la cantidad de calor liberado al material de almacenamiento de calor desde el refrigerante, a través del intercambiador de calor por calor almacenado, y dificulta el almacenamiento de calor en el material de almacenamiento de calor. A medida que se dificulta el almacenamiento de calor en el material de almacenamiento de calor, es más fácil que se produzca un almacenamiento insuficiente de calor en el material de almacenamiento de calor cuando finalice la operación de almacenamiento de calor.
- 20 En este caso, como se ha descrito anteriormente, se limita la capacidad de calentamiento del intercambiador de calor interior de manera que disminuya en etapas, a medida que disminuye la temperatura de condensación. De esta manera, la capacidad de almacenamiento de calor del intercambiador de calor por calor almacenado puede aumentarse justo en la magnitud en que disminuya la capacidad de calentamiento del intercambiador de calor interior.
- 25 Por consiguiente, en este caso, la capacidad de calentamiento del intercambiador de calor interior se limita teniendo en cuenta la temperatura de condensación en la operación de almacenamiento de calor, durante la operación de calentamiento, lo que permite suprimir el riesgo de un almacenamiento insuficiente de calor en el material de almacenamiento de calor cuando finalice la operación de almacenamiento de calor.
- 30 El aparato de aire acondicionado de acuerdo con un sexto aspecto de la presente invención es el aparato de aire acondicionado de acuerdo con el quinto aspecto, en el que el circuito de refrigerante está provisto adicionalmente de una válvula de expansión interior, para variar la cantidad de refrigerante que fluye hacia el intercambiador de calor interior y, en la operación de calentamiento, se controla la válvula de expansión interior (se controla el grado de subenfriamiento mediante la válvula de expansión interior) de manera que el grado de subenfriamiento del refrigerante, en las salidas del intercambiador de calor interior, alcance el grado destino de subenfriamiento para el intercambio de calor interior. Adicionalmente, este aparato de aire acondicionado está provisto adicionalmente de un ventilador interior para suministrar aire al intercambiador de calor interior. Con este aparato de aire acondicionado, en la operación de almacenamiento de calor durante la operación de calentamiento, se lleva a cabo la restricción de la capacidad de calentamiento del intercambiador de calor interior mediante el aumento del grado destino de subenfriamiento para intercambio de calor interior, mediante la disminución de la velocidad de rotación del ventilador interior, y/o mediante la reducción del límite superior del grado de apertura de la válvula de expansión interior. La restricción de la capacidad de calentamiento del intercambiador de calor interior, en la operación de almacenamiento de calor durante la operación de calentamiento, se puede llevar a cabo utilizando una combinación de los tres métodos anteriores, o uno cualquiera de estos métodos.
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55

Breve descripción de los dibujos

- 60 La FIG. 1 muestra un diagrama estructural esquemático del aparato de aire acondicionado de acuerdo con una realización de la presente invención;
la FIG. 2 muestra un diagrama estructural esquemático del intercambiador de calor por calor almacenado;
la FIG. 3 muestra un diagrama de bloques de control del aparato de aire acondicionado;
la FIG. 4 muestra el flujo de refrigerante en el circuito de refrigerante, durante la operación de refrigeración;
65 la FIG. 5 muestra el flujo de refrigerante en el circuito de refrigerante, durante la operación de calentamiento;
la FIG. 6 muestra el flujo de refrigerante en el circuito de refrigerante, durante la operación de almacenamiento

- de calor (operación de almacenamiento de calor durante la operación de calentamiento);
 la FIG. 7 muestra el flujo de refrigerante en el circuito de refrigerante, durante la operación de descongelación (operación de uso de calor almacenado durante la operación de descongelación);
 la FIG. 8 muestra el flujo de refrigerante en el circuito de refrigerante, durante la operación de descongelación (operación de uso de calor almacenado durante la operación de descongelación);
 la FIG. 9 muestra el flujo de refrigerante en el circuito de refrigerante, durante la operación de descongelación (operación de uso de calor almacenado durante la operación de descongelación);
 la FIG. 10 es un diagrama de flujo que muestra las etapas para determinar que la operación de almacenamiento de calor ha finalizado;
 la FIG. 11 es un diagrama de flujo que muestra la operación de retención de calor posterior a la operación de almacenamiento de calor;
 la FIG. 12 es un diagrama de flujo que muestra la corrección del grado de apertura de la válvula de expansión de almacenamiento de calor, en la operación de almacenamiento de calor durante la operación de almacenamiento de calor, en el aparato de aire acondicionado de acuerdo con la modificación 2;
 la FIG. 13 es un diagrama de flujo que muestra la restricción de la capacidad de calentamiento del intercambiador de calor interior, durante la operación de almacenamiento de calor, en el aparato de aire acondicionado de acuerdo con la modificación 3;
 la FIG. 14 es un diagrama de flujo que muestra la operación de retención de calor posterior a la operación de almacenamiento de calor, en el aparato de aire acondicionado de acuerdo con la modificación 4; y
 la FIG. 15 es un diagrama de flujo que muestra reanudación de la operación de almacenamiento de calor tras la operación de almacenamiento de calor, en el aparato de aire acondicionado de acuerdo con la modificación 5.

Descripción de realizaciones

- A continuación, se describirán las realizaciones del aparato de aire acondicionado de acuerdo con la presente invención con referencia a los dibujos. Cabe observar que la configuración básica del aparato de aire acondicionado de acuerdo con la presente invención, en las siguientes realizaciones y modificaciones, es ilustrativa y no restrictiva. Por tanto, debe comprenderse que pueden concebirse numerosas modificaciones y variaciones sin apartarse del alcance de la invención.

(1) Configuración básica del aparato de aire acondicionado

- La FIG. 1 muestra un diagrama estructural esquemático del aparato de aire acondicionado 1 de acuerdo con una realización de la presente invención. El aparato de aire acondicionado 1 es un dispositivo que se utiliza para acondicionar el aire dentro de un edificio, por ejemplo efectuando un ciclo de refrigeración del tipo por compresión de vapor. El aparato de aire acondicionado 1 comprende principalmente una unidad exterior 2, conectada a una pluralidad (en este caso, dos) de unidades interiores 4a, 4b. En este caso, la unidad exterior 2 y la pluralidad de unidades interiores 4a, 4b están conectadas a través de un tubo de comunicación 6 de refrigerante líquido y un tubo de comunicación 7 de refrigerante gaseoso. Es decir, el circuito 10 de refrigerante de tipo por compresión de vapor del aparato de aire acondicionado 1 está configurado de tal manera que la unidad exterior 2, y la pluralidad de unidades interiores 4a, 4b, estén conectadas a través de los tubos de comunicación 6 y 7 de refrigerante.

<Unidad interior>

- Las unidades interiores 4a, 4b están instalados en un espacio interior. Las unidades interiores 4a, 4b están conectadas a la unidad exterior 2 a través de los tubos de comunicación 6, 7 de refrigerante, y comprenden una parte del circuito 10 de refrigerante.

- Ahora se describirá la configuración de las unidades interiores 4a, 4b. Cabe observar que, como la unidad interior 4b tiene la misma configuración que unidad interior 4a, a continuación solo se describe la configuración de la unidad interior 4a, y se omite la configuración de cada parte de la unidad interior 4b, quedando claro que el carácter de referencia "a", que indica las respectivas partes de la unidad interior 4a, se sustituirá por el carácter de referencia "b" en el caso de la unidad interior 4b.

- La unidad interior 4a tiene principalmente un circuito interior 10a de refrigerante (en el caso de la unidad interior 4b, un circuito interior 10b de refrigerante), que comprende una parte del circuito 10 de refrigerante. El circuito interior 10a de refrigerante tiene principalmente una válvula de expansión interior 41a y un intercambiador de calor interior 42a.

- La válvula de expansión interior 41a es una válvula que despresuriza el refrigerante que fluye hacia el circuito interior 10a de refrigerante, y que varía la cantidad de refrigerante que fluye hacia el intercambiador de calor interior 42a. La válvula de expansión interior 41a es una válvula de expansión electrónica, conectada en el lado del intercambiador de calor interior 42a al que fluye el refrigerante líquido (el lado de líquido).

- Por ejemplo, el intercambiador de calor interior 42a está formado como un intercambiador de calor del tipo de aletas transversales y tubos. Un ventilador interior 43a, para dirigir aire interior al intercambiador de calor interior 42a, está

dispuesto en las proximidades del intercambiador de calor interior 42a. A medida que el ventilador interior 43a suministra el aire interior al intercambiador de calor interior 42a, el intercambiador de calor interior 42a intercambia calor entre el refrigerante y el aire interior. Un motor 44a de ventilador interior acciona las rotaciones del ventilador interior 43a. Así, el intercambiador de calor interior 42a funciona como un radiador del refrigerante, o como un evaporador del refrigerante.

Adicionalmente, se proporcionan diversos tipos de sensor en la unidad interior 4a. En el lado de líquido del intercambiador de calor interior 42a se proporciona un sensor de temperatura 45a del lado de líquido, para detectar la temperatura Trla del refrigerante en un estado líquido o en un estado gaseoso-líquido de dos fases. En el lado del intercambiador de calor interior 42a al que fluye el refrigerante gaseoso se proporciona un sensor de temperatura 45a del lado de gas, para detectar la temperatura Trga del refrigerante en un estado líquido gaseoso. En el lado de la unidad interior 4a en el que está situado el lado de admisión de aire interior se proporciona un sensor de temperatura interior 47a, para detectar la temperatura (la temperatura interior Tra) del aire interior en la zona de aire correspondiente a la unidad interior 4a. Adicionalmente, la unidad interior 4a tiene una parte de control 48a de lado interior para controlar la operación de cada parte que comprende la unidad interior 4a. La parte de control 48a de lado interior tiene un microordenador, o memoria o similar, proporcionado para llevar a cabo el control de la unidad interior 4a, y que puede intercambiar señales de control y similares con un controlador remoto 49b, para facilitar la operación individual de la unidad interior 4a, e intercambiar señales de control y similares con la unidad exterior 2. El controlador remoto 49a es un dispositivo operado por un usuario para emitir instrucciones, para operar o detener la operación del aparato de aire acondicionado, o para implementar distintos tipos de ajustes relacionados con las operaciones de acondicionamiento de aire.

<Unidad exterior>

La unidad exterior 2 está instalada al aire libre. La unidad exterior 2 está conectada a las unidades interiores 4a, 4b a través de los tubos de comunicación 6 y 7 de refrigerante, y comprende una parte del circuito 10 de refrigerante.

A continuación se describirá la configuración de la unidad exterior 2.

La unidad exterior 2 tiene principalmente un circuito 10c de refrigerante de lado exterior que comprende una parte del circuito 10 de refrigerante. Este circuito 10c de refrigerante de lado exterior presenta principalmente un compresor 21, un primer mecanismo de conmutación 22, un intercambiador de calor exterior 23, una válvula de expansión exterior 24, un segundo mecanismo de conmutación 27, un intercambiador de calor 28 por calor almacenado, y una válvula 29 de expansión de almacenamiento de calor.

El compresor 21 es un compresor herméticamente cerrado que aloja unos elementos de compresión en una carcasa, que no se muestra en el dibujo, y un motor 20 de compresor que impulsa la rotación de los elementos de compresión. Puede suministrarse energía al motor 20 de compresor a través de un dispositivo inversor, que no se muestra en el dibujo, y, cambiando la frecuencia (es decir, la velocidad de rotación) del dispositivo inversor, puede variarse la capacidad operativa del motor 20 de compresor.

El primer mecanismo de conmutación 22 es una válvula de conmutación de cuatro vías, para conmutar la dirección del flujo del refrigerante. Cuando el primer mecanismo de conmutación 22 hace que el intercambiador de calor exterior 23 funcione como un radiador del refrigerante, el primer mecanismo de conmutación 22 lleva a cabo una conmutación que conecta el lado de descarga del compresor 21 y el lado de gas del intercambiador de calor exterior 23, y conecta el lado de gas del intercambiador de calor 28 por calor almacenado y el lado de admisión del compresor 21 (véase la línea continua del primer mecanismo de conmutación 22 en la FIG. 1, condición de conmutación de liberación de calor exterior). En este caso, cuando se conmuta el primer mecanismo de conmutación 22 a la condición de conmutación de liberación de calor exterior, el intercambiador de calor 28 por calor almacenado puede hacerse funcionar como un evaporador del refrigerante. Adicionalmente, cuando el primer mecanismo de conmutación 22 hace que el intercambiador de calor exterior 23 funcione como un evaporador del refrigerante, el primer mecanismo de conmutación 22 lleva a cabo una conmutación que conecta el lado de admisión del compresor 21 y el lado de gas del intercambiador de calor exterior 23, y conecta el lado de gas del intercambiador de calor 28 por calor almacenado y el lado de descarga del compresor 21 (véase la línea discontinua del primer mecanismo de conmutación 22 en la FIG. 1, condición de conmutación de evaporación exterior). En este caso, cuando se conmuta el primer mecanismo de conmutación 22 a la condición de conmutación de evaporación exterior, el intercambiador de calor 28 por calor almacenado puede hacerse funcionar como un radiador del refrigerante. Cabe observar que también resulta adecuado configurar el primer mecanismo de conmutación 22 de modo que realice la misma función que una combinación de una válvula de tres vías, o válvula electromagnética, o similar.

El intercambiador de calor exterior 23 está formado, por ejemplo, por un intercambiador del tipo de aletas transversales y tubos. En la proximidad del intercambiador de calor exterior 23 está instalado un ventilador exterior 25, para dirigir el aire exterior al intercambiador de calor exterior 23. A medida que el ventilador exterior 25 suministra el aire exterior al intercambiador de calor exterior 23, el intercambiador de calor exterior 23 intercambia calor entre el refrigerante y el aire exterior. Un motor 26 de ventilador exterior acciona las rotaciones del ventilador exterior 25. Así, el intercambiador de calor exterior 23 viene a funcionar como un radiador de refrigerante o como un

evaporador de refrigerante.

La válvula de expansión exterior 24 despresuriza el refrigerante, que fluye al intercambiador de calor exterior 23, del circuito 10c de refrigerante del lado exterior, y es una válvula que puede variar la cantidad de refrigerante que fluye hacia el intercambiador de calor exterior 23. La válvula de expansión exterior 24 es una válvula de expansión electrónica conectada en el lado de líquido del intercambiador de calor exterior 23.

El segundo mecanismo de conmutación 27 es una válvula de conmutación de cuatro vías, para conmutar la dirección del flujo del refrigerante. Cuando el segundo mecanismo de conmutación 27 hace que los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b funcionen como evaporadores del refrigerante, el segundo mecanismo de conmutación 27 lleva a cabo una conmutación que conecta el lado de admisión del compresor 21 y el tubo de comunicación 7 de refrigerante (véase la línea sólida del segundo mecanismo de conmutación 27 en la FIG. 1, condición de conmutación de evaporación interior). Adicionalmente, cuando el segundo mecanismo de conmutación 27 hace que los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b funcionen como radiadores del refrigerante, el segundo mecanismo de conmutación 27 lleva a cabo una conmutación que conecta el lado de descarga del compresor 21 y el tubo de comunicación 7 de refrigerante (véase la línea discontinua del segundo mecanismo de conmutación 27 en la FIG. 1, condición de conmutación de liberación de calor interior). En este caso, una de las bocas de entre las cuatro bocas del segundo mecanismo de conmutación 27 (la boca hacia la derecha de la página en la FIG. 1), que está conectada de manera continua a la boca conectada al lado de admisión del compresor 21 (la boca situada de manera superior en la página de la FIG. 1) a través de un tubo capilar 271, no se utiliza de manera efectiva. Cabe observar que también resulta adecuado configurar el segundo mecanismo de conmutación 27 de modo que lleve a cabo la misma función que una combinación de una válvula de tres vías, o válvula electromagnética, o similar.

El intercambiador de calor 28 por calor almacenado es un intercambiador de calor que intercambia calor entre el refrigerante y el material de almacenamiento de calor. El intercambiador de calor 28 por calor almacenado, aunque cuando se hace funcionar como un radiador para el refrigerante almacena calor en el material de almacenamiento de calor, al hacerlo funcionar como un evaporador del refrigerante, se utiliza para llevar a cabo la liberación de calor desde el material de almacenamiento de calor (uso del calor almacenado). El intercambiador de calor 28 por calor almacenado presenta principalmente un depósito de almacenamiento de calor 281, en el que se almacena el material de almacenamiento de calor, y un grupo 282 de tubos de transferencia de calor dispuesto de manera que esté sumergido en el material de almacenamiento de calor. En este caso, como se muestra en la FIG. 2, el depósito de almacenamiento de calor 281 es una caja que tiene una forma de paralelepípedo sustancialmente rectangular, dentro de la cual se almacena el material de almacenamiento de calor. En este caso, a modo de material de almacenamiento de calor se utiliza una sustancia que facilita el almacenamiento de calor a través del cambio de fase. Específicamente, el material de almacenamiento de calor utilizado es, por ejemplo, polietilenglicol, hidrato de sulfato de sodio o parafina, o similar, que tenga una temperatura de cambio de fase de entre 30 °C y 40 °C, de manera que el cambio de fase (fusión) almacene calor cuando se usa el intercambiador de calor 28 por calor almacenado como un radiador del refrigerante, y el cambio de fase (coagulación) utilice calor almacenado cuando se use el intercambiador de calor 28 por calor almacenado como un evaporador del refrigerante. Como se muestra en la FIG. 2, el grupo 282 de tubos de transferencia de calor tiene una configuración en la que están ramificados y conectados a través de un tubo colector 283 y un distribuidor 284, proporcionados en la salida y entrada de refrigerante de una pluralidad de tubos de transferencia de calor 285. En este caso, cada uno de la pluralidad de tubos de transferencia de calor 285 tiene una forma que se pliega hacia arriba y abajo, estando formado el grupo de tubos de transferencia de calor por la conexión de los extremos de la pluralidad de tubos de transferencia de calor 285 con el distribuidor 284 y el tubo colector 283. El lado de gas del intercambiador de calor 28 por calor almacenado (es decir, un extremo del grupo de tubos de transferencia de calor) está conectado al primer mecanismo de conmutación 22, mientras que el lado de líquido del intercambiador de calor 28 por calor almacenado (que es el otro extremo del grupo 282 de tubos de transferencia de calor) está conectado, a través de la válvula 29 de expansión de almacenamiento de calor, con la porción situada entre el tubo de comunicación 6 de refrigerante y la válvula de expansión exterior 24 del circuito 10 de refrigerante (el circuito 10c de refrigerante de lado exterior). La FIG. 2 muestra un diagrama estructural esquemático del intercambiador de calor 28 por calor almacenado.

La válvula 29 de expansión de almacenamiento de calor es una válvula que despresuriza el refrigerante que fluye a través del intercambiador de calor 28 por calor almacenado, del refrigerante contenido en el circuito 10c de refrigerante de lado exterior, y varía la cantidad de refrigerante que fluye al intercambiador de calor 28 por calor almacenado. La válvula 29 de expansión de almacenamiento de calor es una válvula de expansión electrónica conectada al lado de líquido del intercambiador de calor 28 por calor almacenado.

En la unidad exterior 2 se proporcionan varios tipos de sensores. En la unidad exterior 2 están instalados un sensor de presión de admisión 31, para detectar la presión de admisión P_s del compresor 21, un sensor de presión de descarga 32 para detectar la presión de descarga P_d del compresor 21, un sensor de temperatura de admisión 33 para detectar la temperatura de admisión T_s del compresor 21, y un sensor de temperatura de descarga 34 para detectar la temperatura de descarga T_d del compresor 21. En el intercambiador de calor exterior 23 está instalado un sensor de temperatura 35 de intercambio de calor exterior, para detectar la temperatura T_{ol1} del refrigerante en un estado gaseoso-líquido de dos fases. En el lado de líquido del intercambiador de calor exterior 23 está instalado

un sensor de temperatura 36 de lado del líquido, para detectar la temperatura Tol2 del refrigerante en un estado líquido o en un estado gaseoso-líquido de dos fases. En el lado de admisión de aire exterior de la unidad exterior 2 se proporciona un sensor de temperatura 37 de aire exterior, para detectar la temperatura (esto es, la temperatura exterior Ta) del aire exterior en el espacio exterior en el que está dispuesta la unidad exterior 2 (esto es, el intercambiador de calor exterior 23 o el intercambiador de calor 28 por calor almacenado). Adicionalmente, la unidad exterior 2 tiene una parte de control 38 de lado exterior para controlar la operación de cada parte de la que la unidad exterior 2 está comprendida. La parte de control 38 de lado exterior tiene un microordenador, o memoria, que se proporciona para controlar la unidad exterior 2, y un dispositivo inversor o similar para controlar el motor 25 de compresor, y por tanto puede intercambiar señales de control y similares, con las partes de control 48a, 48b de lado interior de las unidades interiores 4a y 4b.

<Tubos de comunicación de refrigerante >

Los tubos de comunicación 6 y 7 de refrigerante son tubos de refrigerante que se construyen en el sitio de instalación del aparato de aire acondicionado 1, y pueden tener varias longitudes y diámetros, dependiendo de las condiciones de instalación de la unidad exterior 2 y las unidades interiores 4a y 4b.

<Parte de control>

Como se muestra en la FIG. 1, los controladores remotos 49a y 49b de control individual de las unidades interiores 4a, 4b, las partes de control 48a, 48b de lado interior de las unidades interiores 4a, 4b, y la parte de control 38 de lado exterior de la unidad exterior 2 comprenden la parte de control 8, que efectúa el control operativo de todo el aparato de aire acondicionado 1. Como se muestra en la FIG. 3, la parte de control 8 está conectada de manera que pueda recibir señales de detección de cada uno de los sensores 31-37, 45a, 45b, 46a, 46b, 47a y 48b, etc. La parte de control 8 está configurada de manera que pueda llevar a cabo operaciones de acondicionamiento de aire (operación de refrigeración y operación de calentamiento), mediante el control de cada uno de los dispositivos y válvulas 20, 22, 24, 26, 41a, 41b, 44a y 44b, basándose en cada una de estas señales de detección. La FIG. 3 muestra un diagrama de bloques de control del aparato de aire acondicionado 1.

Como se ha descrito anteriormente, el circuito 10 de refrigerante del aparato de aire acondicionado 1 se configura mediante la conexión de la pluralidad (en este caso, dos) de unidades interiores 4a, 4b con la unidad exterior 2. En el aparato de aire acondicionado 1, la parte de control 8 lleva a cabo los controles operativos descritos a continuación.

(2) Operaciones básicas del aparato de aire acondicionado

Se describirán ahora las operaciones básicas de la operación de refrigeración, la operación de calentamiento, la operación de almacenamiento de calor y la operación de descongelación del aparato de aire acondicionado 1, con referencia a las FIGS. 4 a 9. En este caso, la FIG. 4 muestra el flujo de refrigerante en el circuito de refrigerante durante la operación de refrigeración. La FIG. 5 muestra el flujo de refrigerante en el circuito de refrigerante durante la operación de calentamiento. La FIG. 6 muestra el flujo de refrigerante en el circuito refrigerante durante la operación de almacenamiento de calor (operación de almacenamiento de calor durante la operación de calentamiento). Las FIGS. 7 a 9 muestran el flujo de refrigerante en el circuito de refrigerante para la operación de descongelación (operación de uso del calor almacenado durante la operación de descongelación).

<Operación de refrigeración>

Cuando se emite una instrucción para la operación de refrigeración desde los controladores remotos 49a, 49b, el primer mecanismo de conmutación 22 conmuta para implementar la condición de conmutación de liberación de calor exterior (la condición indicada por la línea continua del primer mecanismo de conmutación 22 en la FIG. 4), y el segundo mecanismo de conmutación 27 conmuta para implementar la condición de conmutación de evaporación interior (la condición indicada por la línea continua del segundo mecanismo de conmutación 27 en la FIG. 4), la válvula 29 de expansión de almacenamiento de calor se pone en el estado cerrado (es decir, la condición en la que no se utiliza el intercambiador de calor 28 por calor almacenado), y se inician el compresor 21, el ventilador exterior 25, y los ventiladores interiores 43a, 43b.

En este momento, se lleva el refrigerante gaseoso a baja presión del interior del circuito 10 de refrigerante hacia el compresor 21 y se comprime el mismo, convirtiéndolo en refrigerante gaseoso a alta presión. Este refrigerante gaseoso a alta presión se suministra al intercambiador de calor exterior 23, a través del primer mecanismo de conmutación 22. El refrigerante gaseoso a alta presión, suministrado al intercambiador de calor exterior 23, se condensa al refrigerar el mismo mediante intercambio de calor con el aire exterior suministrado por el ventilador exterior 25, en el intercambiador de calor exterior 23 que funciona como un radiador del refrigerante, convirtiéndose en refrigerante líquido a alta presión. Este refrigerante líquido a alta presión se suministra desde la unidad exterior 2 a las unidades interiores 4a, 4b, a través de la válvula de expansión exterior 24 y el tubo de comunicación 6 de refrigerante.

El refrigerante a alta presión, suministrado a las unidades interiores 4a, 4b, se despresuriza mediante las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, para convertirse en refrigerante a baja presión en un estado gaseoso-líquido de dos fases, que se suministra a continuación a los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b. Este refrigerante a baja presión en un estado gaseoso-líquido de dos fases, suministrado a los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, se evapora al calentar el mismo mediante intercambio de calor con el aire interior suministrado por los ventiladores interiores 43a, 43b, en los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b que funcionan como evaporadores del refrigerante, para convertirse en refrigerante gaseoso a baja presión. Este refrigerante gaseoso a baja presión se suministra desde las unidades interiores 4a, 4b a la unidad exterior 2, a través del tubo de comunicación 7 de refrigerante.

El refrigerante de gas a baja presión, suministrado a la unidad exterior 2, se lleva de nuevo hacia el compresor 21 a través del segundo mecanismo de conmutación 27.

<Operación de calentamiento>

Cuando se emite una instrucción para la operación de calentamiento desde los controladores remotos 49a, 49b, el primer mecanismo de conmutación 22 conmuta para implementar la condición de conmutación de evaporación exterior (la condición indicada por la línea discontinua del primer mecanismo de conmutación 22 en la FIG. 5), y el segundo mecanismo de conmutación 27 conmuta para implementar la condición de conmutación de liberación de calor interior (la condición indicada por la línea discontinua del segundo mecanismo de conmutación 27 en la FIG. 5), la válvula 29 de expansión de almacenamiento de calor se pone en el estado cerrado (es decir, la condición en la que no se utiliza el intercambiador de calor 28 por calor almacenado), y se inician el compresor 21, el ventilador exterior 25, y los ventiladores interiores 43a, 43b.

En este momento, se lleva el refrigerante gaseoso a baja presión del interior del circuito 10 de refrigerante hacia el compresor 21 y se comprime el mismo, convirtiéndolo en refrigerante gaseoso a alta presión. Este refrigerante gaseoso a alta presión se suministra desde la unidad exterior 2 a las unidades interiores 4a, 4b, a través del segundo mecanismo de conmutación y el tubo de comunicación 7 de refrigerante.

El refrigerante gaseoso a alta presión, suministrado a las unidades interiores 4a, 4b, se suministra los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, y allí se condensa al refrigerar el mismo mediante intercambio de calor con el aire interno suministrado por los ventiladores interiores 43a, 43b, en los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b que funcionan como radiadores del refrigerante, convirtiéndose en refrigerante líquido a alta presión. Este refrigerante líquido a alta presión se despresuriza mediante las válvulas de expansión interiores 41a, 41b. El refrigerante despresurizado mediante las válvulas de expansión interiores 41a, 41b se suministra desde las unidades interiores 4a, 4b a la unidad exterior 2, a través del tubo de comunicación 7 de refrigerante.

El refrigerante suministrado a la unidad exterior 2 se lleva entonces a la válvula de expansión exterior 24, en la que se despresuriza, convirtiéndose en refrigerante a baja presión en un estado gaseoso-líquido de dos fases, que se suministra entonces al intercambiador de calor exterior 23, en el que este refrigerante se evapora al calentar el mismo mediante intercambio de calor con el aire exterior suministrado por el ventilador exterior 25, en el intercambiador de calor exterior que funciona como un evaporador del refrigerante, para convertirse en refrigerante gaseoso a baja presión. El refrigerante gaseoso a baja presión se lleva de nuevo hacia el compresor 21 a través del primer mecanismo de conmutación 22.

<Operación de almacenamiento de calor (Operación de almacenamiento de calor durante la operación de calentamiento)>

Durante la operación de calentamiento, se lleva a cabo la operación de almacenamiento de calor que almacena calor en el material de almacenamiento de calor al hacer que el intercambiador de calor 28 por calor almacenado funcione como un radiador del refrigerante. Esto es, durante la operación de calentamiento en la que se hace funcionar el intercambiador de calor exterior 23 como un evaporador del refrigerante, haciendo funcionar adicionalmente los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b como radiadores del refrigerante, se lleva a cabo la operación de almacenamiento de calor (operación de almacenamiento de calor durante la operación de calentamiento), que almacena calor en el material de almacenamiento de calor, al hacer funcionar el intercambiador de calor 28 por calor almacenado como un radiador del refrigerante. Esta operación de almacenamiento de calor durante la operación de calentamiento se efectúa al abrir la válvula de expansión 29 de almacenamiento de calor, conmutándose los mecanismos de conmutación 22, 27 a la misma condición que la condición aplicable a la operación de calentamiento (véase la FIG. 6).

En este caso, el refrigerante gaseoso a baja presión del interior del circuito 10 de refrigerante se lleva hacia el compresor 21, y se comprime el mismo, convirtiéndolo en refrigerante gaseoso a alta presión. Se suministra parte de este refrigerante gaseoso a alta presión, de la misma manera que durante la operación de calentamiento, a las unidades interiores 4a, 4b desde la unidad exterior 2, a través del segundo mecanismo de conmutación 27 y del tubo de comunicación 7 de refrigerante. Este refrigerante gaseoso a alta presión, suministrado a las unidades interiores 4a, 4b, se condensa al refrigerar el mismo mediante el intercambio de calor con el aire interior suministrado por los

5 ventiladores interiores 43a, 43b, en los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b que funcionan como radiadores del refrigerante, convirtiéndolo en refrigerante líquido a alta presión. Este refrigerante líquido a alta presión se despresuriza mediante las válvulas de expansión interiores 41a, 41b. El refrigerante despresurizado por las válvulas de expansión interiores 41a, 41b se suministra desde las unidades interiores 4a, 4b a la unidad exterior 2, a través del tubo de comunicación 7 de refrigerante.

10 Adicionalmente, se suministra el resto del refrigerante gaseoso a alta presión descargado desde el compresor 21, a través del primer mecanismo de conmutación 22 al intercambiador de calor por calor almacenado 28, en donde este refrigerante se condensa mediante refrigeración efectuada a través del intercambio de calor con el material de almacenamiento de calor, en el intercambiador de calor 28 por calor almacenado que funciona como un radiador del refrigerante, convirtiéndolo en refrigerante líquido a alta presión. Este refrigerante líquido a alta presión se despresuriza mediante la válvula de expansión 29. A continuación, el material de almacenamiento de calor del intercambiador de calor 28 por calor almacenado almacena calor mediante el cambio de fase (fusión), al verse calentado mediante el intercambio de calor con el refrigerante.

15 Entonces, el refrigerante despresurizado en la válvula de expansión 29 de almacenamiento de calor se mezcla con el refrigerante suministrado desde las unidades interiores 4a, 4b a la unidad exterior 2, suministrándose luego el flujo resultante a la válvula de expansión exterior 24, en donde se despresuriza el refrigerante, convirtiéndose en refrigerante a baja presión en un estado gaseoso-líquido de dos fases. Este refrigerante a baja presión en estado gaseoso-líquido de dos fases se suministra al intercambiador de calor exterior 23, en donde el refrigerante se evapora al calentar el mismo mediante el intercambio de calor con el aire exterior suministrado por el ventilador exterior 25, en el intercambiador de calor exterior 23 que funciona como un evaporador del refrigerante, convirtiéndose en refrigerante gaseoso a baja presión. Este refrigerante gaseoso a baja presión se lleva entonces de nuevo hacia el compresor 21, a través del primer mecanismo de conmutación 22. De esta manera, en la operación de almacenamiento de calor durante la operación de calentamiento, el intercambiador de calor 28 por calor almacenado puede funcionar como un radiador del refrigerante en paralelo con los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b. Es decir, el circuito 10 de refrigerante está configurado de tal manera que, durante la operación de almacenamiento de calor durante la operación de calentamiento, el refrigerante gaseoso a alta presión, descargado desde el compresor 21, pueda suministrarse en paralelo a los intercambiadores de calor interiores 42a, 20 25 30 42b y al intercambiador de calor 28 por calor almacenado.

<Operación de descongelación (Operación de uso de calor almacenado durante la operación de descongelación)>

35 Durante la operación de calentamiento, se lleva a cabo la operación de descongelación que efectúa la descongelación del intercambiador de calor, haciendo que el intercambiador de calor exterior 23 funcione como un radiador del refrigerante. Durante la operación de descongelación, se lleva a cabo la operación de uso de calor almacenado que libera calor desde el material de almacenamiento de calor, haciendo que el intercambiador de calor 28 por calor almacenado funcione como un evaporador del refrigerante. Es decir, se lleva a cabo la operación de uso de calor almacenado (operación de uso de calor almacenado durante la operación de descongelación, operación de descongelación con operación de uso de calor almacenado) en la que se hace funcionar el intercambiador de calor exterior 23 como un radiador del refrigerante, haciéndose funcionar adicionalmente el intercambiador de calor 28 por calor almacenado como un evaporador del refrigerante. Además, en este caso también se efectúa la operación de calentamiento simultáneamente, haciendo que los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b funcionen como radiadores del refrigerante. Es decir, en este caso, durante la operación de descongelación, pueden llevarse a cabo 40 45 la operación de uso de calor almacenado y la operación de calentamiento de manera simultánea (o, en la operación de descongelación con la operación de uso de calor almacenado, se lleva a cabo la operación de calentamiento de forma simultánea). Esta operación uso de calor almacenado durante la operación de descongelación (u operación de descongelación con operación de uso de calor almacenado) se lleva a cabo mediante la apertura de la válvula de expansión 29 de almacenamiento de calor, con la conmutación del mecanismo de conmutación 22 para implementar la condición de conmutación de liberación de calor, con la conmutación adicional del segundo mecanismo de conmutación 27 para poner implementar la condición de conmutación de liberación de calor interior (véase la FIG. 7). Adicionalmente, durante la operación de descongelación se detiene el ventilador exterior 25.

55 En momento, se lleva el refrigerante gaseoso a baja presión del interior del circuito 10 de refrigerante hacia el compresor 21, y se comprime el mismo, convirtiéndolo en refrigerante gaseoso a alta presión. Se suministra parte de este refrigerante gaseoso a alta presión, de la misma manera que durante la operación de calentamiento, a las unidades interiores 4a, 4b de la unidad exterior 2 a través del segundo mecanismo de conmutación 27 y del tubo de comunicación 7 de refrigerante. Este refrigerante gaseoso a alta presión, suministrado a las unidades interiores 4a, 4b, se condensa al refrigerar el mismo mediante el intercambio de calor con el aire interior suministrado por los ventiladores interiores 43a, 43b, en los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b que funcionan como radiadores del refrigerante, convirtiéndose en refrigerante líquido a alta presión. Este refrigerante líquido a alta presión se despresuriza mediante las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, suministrándose entonces el refrigerante despresurizado desde las unidades interiores 4a, 4b a la unidad exterior 2, a través del tubo de comunicación 7 de refrigerante.

65 Adicionalmente, se suministra el resto del refrigerante gaseoso a alta presión descargado desde el compresor 21, a

través del primer mecanismo de conmutación 22, al intercambiador de calor exterior 23, para su refrigeración mediante el intercambio de calor con la escarcha o el hielo adherido al intercambiador de calor exterior 23, que funciona como un radiador del refrigerante. Este refrigerante a alta presión se despresuriza mediante la válvula de expansión exterior 24. En este caso, la escarcha o el hielo adherido al intercambiador de calor exterior 23 se funde por calentamiento, mediante el intercambio de calor con el refrigerante, de manera que se lleva a cabo la descongelación del intercambiador de calor exterior 23.

A continuación, el refrigerante a alta presión despresurizado por la válvula de expansión exterior 24 se mezcla con el refrigerante, suministrado desde las unidades interiores 4a, 4b a la unidad exterior 2, suministrándose entonces el flujo resultante a la válvula de expansión 29 de almacenamiento de calor, en donde se despresuriza el refrigerante, convirtiéndose en refrigerante a baja presión en estado gaseoso-líquido de dos fases. Este refrigerante a baja presión en estado gaseoso-líquido de dos fases se suministra al intercambiador de calor 28 por calor almacenado, en donde el refrigerante se evapora al verse calentado por el intercambio de calor con el material de almacenamiento de calor, en el intercambiador de calor 28 por calor almacenado que funciona como un evaporador del refrigerante, convirtiéndose en refrigerante gaseoso a baja presión. Este refrigerante gaseoso a baja presión se lleva entonces nuevamente hacia el compresor 21, a través del primer mecanismo de conmutación 22. El material de almacenamiento de calor del intercambiador de calor 28 por calor almacenado sufre un cambio de fase (coagulación), al verse refrigerado por el intercambio de calor con el refrigerante, utilizándose el calor almacenado. De esta manera, cuando, en la operación de uso de calor almacenado durante la operación de descongelación (o la operación de descongelación con operación de uso de calor almacenado), se lleva a cabo de forma simultánea la operación de calentamiento, los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b pasan a funcionar como evaporadores de refrigerante en paralelo con el intercambiador de calor exterior 23. Esto es, el circuito 10 de refrigerante está configurado de manera que, cuando, en la operación de uso de calor almacenado durante la operación de descongelación (o la operación de descongelación con la operación de uso de calor almacenado), se lleva a cabo simultáneamente la operación de calentamiento, el refrigerante gaseoso a alta presión descargado desde el compresor 21 se puede suministrar en paralelo al intercambiador de calor exterior 23 y a los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b.

Adicionalmente, la operación de descongelación con la operación de uso de calor almacenado no se limita a la descripción anterior (véase la FIG. 7), y también resulta adecuado hacer funcionar el intercambiador de calor exterior 23 como un radiador del refrigerante, haciendo funcionar adicionalmente el intercambiador con calor almacenado 28 como un evaporador del refrigerante. Por ejemplo, resulta conveniente cerrar las válvulas de expansión interiores 41a, 41b y no efectuar la operación de calentamiento (véase la FIG. 8), o, mediante la conmutación del segundo mecanismo de conmutación 27 a la condición de conmutación de evaporación interior, hacer que los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b funcionen como evaporadores del refrigerante en paralelo con el intercambiador de calor 28 por calor almacenado (véase la FIG. 9).

<Control de la operación de refrigeración, la operación de calentamiento y la operación de descongelación>

- Control durante la operación de refrigeración -

En la operación de refrigeración anteriormente mencionada, la parte de control 8 implementa el control mediante la determinación del grado de apertura de cada una de las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, de modo que los grados de sobrecalentamiento SHra, SHrb del refrigerante en la salida de cada uno de los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b pasen a ser los grados diana de sobrecalentamiento SHras, SHrbs. En este caso, los grados de sobrecalentamiento SHra, SHrb se calculan a partir de la presión de admisión Ps detectada por el sensor de presión de admisión 31, y las temperaturas Trga, Trgb del refrigerante en el lado de gas de los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, detectadas por los sensores de temperatura 46a, 46b de lado de gas. Más específicamente, en primer lugar, la parte de control 8 convierte la presión de admisión Ps en la temperatura de saturación del refrigerante, y obtiene la temperatura de evaporación Te, que es la cantidad equivalente en ese estado correspondiente a la presión de evaporación Pe en el circuito 10 de refrigerante (es decir, la presión de evaporación Pe y la temperatura de evaporación Te, aunque difieren semánticamente, a efectos prácticos suponen cantidades correspondientes en diferentes estados). En este caso, la presión de evaporación Pe supone la presión que representa el refrigerante a baja presión que fluye desde las salidas de las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, a través de los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, para alcanzar el lado de admisión del compresor 21, en la operación de refrigeración. Por otra parte, los grados de sobrecalentamiento SHra, SHrb se obtienen al deducir la temperatura de evaporación Te de las temperaturas Trga y Trgb del refrigerante, en el lado de gas de los respectivos intercambiadores de calor interiores 42a, 42b.

Cabe señalar que, en la operación de refrigeración, el control de cada dispositivo de las unidades interiores 4a, 4b, incluyendo las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, se lleva a cabo mediante las partes de control 48a, 48b de lado interior de la parte de control 8. Adicionalmente, el control de cada dispositivo de la unidad interior 2, incluyendo la válvula de expansión exterior 24, se lleva a cabo mediante la parte de control 38 de lado exterior de la parte de control 8.

- Control durante la operación de calentamiento -

En la operación de calentamiento anteriormente mencionada, la parte de control 8 implementa el control mediante la determinación del grado de apertura de cada una de las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, de modo que los grados de sobreenfriamiento SCra, SCrb del refrigerante en la salida de cada uno de los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b pasen a ser los grados diana de sobreenfriamiento SCras, SCrbs. En este caso, los grados de sobreenfriamiento SCra, SCrb se calculan a partir de la presión de descarga Pd detectada por el sensor de presión de descarga 32, y las temperaturas Tr1a, Tr1b del refrigerante en el lado de líquido de los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, detectadas por los sensores de temperatura 45a, 45b de lado de líquido. Más específicamente, en primer lugar, la parte de control 8 convierte la presión de descarga Pd en la temperatura de saturación del refrigerante, y obtiene la temperatura de condensación Tc, que es la temperatura equivalente en ese estado correspondiente a la presión de condensación Pc en el circuito 10 de refrigerante (es decir, la presión de condensación Pc y la temperatura de condensación Tc, aunque difieren semánticamente, a efectos prácticos suponen cantidades correspondientes en diferentes estados). La presión de condensación Pc supone la presión que representa el refrigerante a alta presión que fluye desde el lado de descarga del compresor 21, a través de los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, para alcanzar las válvulas de expansión interiores 41a, 41b durante la operación de calentamiento. Por otra parte, los grados de sobreenfriamiento SCra, SCrb se obtienen al deducir de la temperatura de condensación Pc las temperaturas Tr1a y Tr1b del refrigerante, en el lado de líquido de los respectivos intercambiadores de calor interiores 42a, 42b.

Cabe señalar que, en la operación de calentamiento, el control de cada dispositivo de las unidades interiores 4a, 4b, incluyendo las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, se lleva a cabo mediante las partes de control 48a, 48b de lado interior de la parte de control 8. Adicionalmente, el control de cada dispositivo de la unidad interior 2, incluyendo la válvula de expansión exterior 24, se lleva a cabo mediante la parte de control 38 de lado exterior de la parte de control 8.

- Control durante la operación de descongelación -

En la operación de descongelación anteriormente mencionada, en el caso en el que la temperatura de salida To del intercambiador de calor exterior, que es la temperatura del refrigerante en la salida del intercambiador de calor exterior 23, sea superior o igual a una temperatura de acabado de operación de descongelación Tdefe predeterminada, o en el caso en el que haya transcurrido un tiempo de operación de descongelación tdefe predeterminado, se finaliza la operación de descongelación y se pasa a la operación de calentamiento, o a la operación de almacenamiento de calor durante la operación de calentamiento.

Como se ha descrito anteriormente, el aparato de aire acondicionado 1 puede conmutar entre llevar a cabo la operación de refrigeración y la operación de calentamiento. Al llevar a cabo la operación de almacenamiento de calor durante la operación de calentamiento, se almacena calor en el material de almacenamiento de calor mientras continúa la operación de calentamiento, y al llevar a cabo la operación de uso de calor almacenado durante la operación de descongelación, puede efectuarse la operación de descongelación mientras se utiliza calor almacenado del material de almacenamiento de calor.

(3) Control durante la operación de almacenamiento de calor

La operación de almacenamiento de calor anteriormente mencionada (que incluye la operación de calentamiento tras la operación de almacenamiento de calor) se ha ideado para llevar a cabo el control de la siguiente manera.

- Control del grado de apertura de la válvula de expansión de almacenamiento de calor durante la operación de almacenamiento de calor -

En la operación de almacenamiento de calor anteriormente mencionada, deberá mantenerse la cantidad de refrigerante que fluye hacia el intercambiador de calor 28 por calor almacenado, mediante el control del grado de apertura de la válvula 29 de expansión de almacenamiento de calor. Sin embargo, cuando el control del grado de apertura de la válvula 29 de expansión de almacenamiento de calor implica en controlar el grado de subenfriamiento mediante la válvula 29 de expansión de almacenamiento de calor, como en el documento de patente 1, en el caso en el que no sea posible mantener de manera suficiente la cantidad de refrigerante que fluye hacia el intercambiador de calor 28 por calor almacenado durante la operación de almacenamiento de calor, existe el riesgo de que el calor almacenado en el material de almacenamiento de calor sea insuficiente a pesar de que haya finalizado la operación de almacenamiento de calor.

Así, en la operación de almacenamiento de calor, se controla el grado de apertura de la válvula 29 de expansión de almacenamiento de calor, como se muestra en la fórmula 1, para que sea el grado de ajuste MVacs de la apertura de operación de almacenamiento de calor determinado por una función basada en la presión de condensación Pc, que es la presión de saturación equivalente a la temperatura de condensación Tc del refrigerante en el circuito 10 de refrigerante, la presión P1 de líquido en tubo, que es la presión del refrigerante en la salida de la válvula 29 de expansión de almacenamiento de calor, y la entalpía hi, ho del refrigerante en la entrada y en la salida del intercambiador de calor 28 por calor almacenado.

ES 2 618 219 T3

$$\text{Fórmula 1: MVACs} = k1 \times \text{CVac} - k2$$

La fórmula 1 describe las características de la cantidad de flujo del refrigerante en la válvula de expansión 29. $k1$, $k2$ son coeficientes. CVac es un coeficiente de flujo de la válvula de expansión 29.

5

El coeficiente de flujo CVac de la válvula 29 de expansión de almacenamiento de calor se expresa en la fórmula 2.

$$\text{Fórmula 2: CVac} = k3 / \Delta h / 27,9 \times (\Delta P \times \text{SLD})^{0,5}$$

10 En este caso, $k3$ es el coeficiente correspondiente a la capacidad de almacenamiento de calor del material de almacenamiento de calor. Δh es la diferencia de entalpía del refrigerante en la salida y en la entrada del intercambiador de calor 28 por calor almacenado, tal como se expresa en la fórmula 3.

$$\text{Fórmula 3: } \Delta h = h_i - h_o$$

15

En este caso, h_i es la entalpía del refrigerante en la entrada del intercambiador de calor 28 por calor almacenado (el lado de gas del intercambiador de calor 28 por calor almacenado), y h_o es la entalpía del refrigerante en la salida del intercambiador de calor 28 por calor almacenado (el lado de líquido del intercambiador de calor 28 por calor almacenado). La entalpía h_i de entrada utiliza una entalpía del refrigerante que prevé el caso en el que el grado de sobrecalentamiento del refrigerante en la entrada del intercambiador de calor 28 por calor almacenado, para la presión de condensación P_c , es el grado de sobrecalentamiento del refrigerante (por ejemplo, 10 °C) que se utiliza para ajustar el grado de apertura. La entalpía h_o de salida utiliza una entalpía del refrigerante que contempla el caso en el que el grado de subenfriamiento del refrigerante en la salida del intercambiador de calor 28 por calor almacenado, para la presión de condensación P_c , es el grado de subenfriamiento del refrigerante (por ejemplo, 3 °C) que se utiliza para ajustar el grado de apertura. Cabe observar que, cuando hay sensores de temperatura instalados en la salida del intercambiador de calor 28 por calor almacenado, resulta adecuado utilizar la temperatura detectada por estos sensores de temperatura para obtener la entalpía del refrigerante en la entrada y en la salida del intercambiador de calor 28 por calor almacenado.

20

25

30 Adicionalmente, en la fórmula 2, ΔP es la diferencia de presión correspondiente a la diferencia de presión de la válvula 29 de expansión de almacenamiento de calor, expresada por la fórmula 4.

$$\text{Fórmula 4: } \Delta P = P_c - P_1$$

35 En este caso, P_c es la presión de condensación. P_1 es la presión del líquido en tubo correspondiente a la presión del refrigerante en el lado de salida de la válvula 29 de expansión de almacenamiento de calor, en este caso, expresada por la siguiente fórmula 5 que se deriva de la función de presión de condensación P_c .

$$\text{Fórmula 5: } P_1 = k4 \times P_c^2 + k5 \times P_c + k6$$

40

En este caso, $k4$ - $k6$ son coeficientes. En el caso en el que se proporciona un sensor de presión en la salida de la válvula 29 de expansión de almacenamiento de calor, resulta adecuado utilizar el valor de la presión detectada por este sensor de presión para la presión de líquido en tubo.

45

Adicionalmente, en la fórmula 2 SLD es la densidad del refrigerante en la salida del intercambiador de calor 28 por calor almacenado. El valor para la densidad del refrigerante utilizado contempla el caso en el que el grado de subenfriamiento del refrigerante en la salida del intercambiador de calor 28 por calor almacenado, para la presión de condensación P_c , es el grado de subenfriamiento del refrigerante (por ejemplo, 3 °C) que se utiliza para ajustar el grado de apertura. Cabe observar que, en el caso en el que se proporciona un sensor de temperatura en la salida del intercambiador de calor 28 por calor almacenado, resulta adecuado utilizar el valor de temperatura detectado por este sensor de temperatura para obtener la densidad del refrigerante en la salida del intercambiador de calor 28 por calor almacenado.

50

Así, al obtener la presión P_1 de líquido en tubo a partir de la presión de condensación P_c y la fórmula 5, es posible obtener la diferencia de presión ΔP a partir de la presión de líquido en tubo y la fórmula 4. Adicionalmente, al obtener la densidad SLD y la entalpía h_i y h_o del refrigerante en la salida y en la entrada del intercambiador de calor 28 por calor almacenado a partir de la presión de condensación P_c , es posible obtener la diferencia de entalpía Δh a partir de la entalpía h_i , h_o y la fórmula 3. Por otra parte, al obtener el coeficiente de cantidad de flujo CVac de la válvula 29 de expansión de almacenamiento de calor a partir de la diferencia de entalpía Δh , el diferencial de presión ΔP , SLD, y la fórmula 2, es posible obtener el grado de ajuste de abertura de operación de almacenamiento de calor MVACs a partir del coeficiente de flujo CVac y la fórmula 1. A continuación, durante la operación de almacenamiento de calor, puede controlarse el grado de apertura de la válvula 29 de expansión de almacenamiento de calor de manera que sea el grado de ajuste de abertura de operación de almacenamiento de calor MVACs.

60

65 Así, en la operación de almacenamiento de calor se controla el grado de apertura de la válvula 29 de expansión de almacenamiento de calor, de manera que sea el grado de ajuste de abertura de operación de almacenamiento de

calor MVACs, determinado por la función basada en la presión de condensación P_c , la presión P_1 de líquido en tubo y la entalpía h_i , h_o del refrigerante en la entrada y en la salida del intercambiador de calor 28 por calor almacenado. Por consiguiente, la determinación del grado de apertura de la válvula 29 de expansión de almacenamiento de calor refleja la pluralidad de cantidades de estado del refrigerante en relación con el intercambiador de calor 28 por calor almacenado, y puede hacerse que el grado de apertura de la válvula 29 de expansión de almacenamiento de calor, durante la operación de almacenamiento de calor, sea un grado de apertura que permita mantener de manera suficiente la cantidad de flujo de refrigerante al intercambiador de calor 28 por calor almacenado.

Así, se controla de manera apropiada el grado de apertura de la válvula 29 de expansión de almacenamiento de calor durante la operación de almacenamiento de calor, y puede suprimirse el riesgo de almacenar una cantidad insuficiente de calor en el material de almacenamiento de calor cuando finalice la operación de almacenamiento de calor.

Adicionalmente, la densidad SLD del refrigerante en la salida del intercambiador de calor 28 por calor almacenado también puede utilizarse en la función de determinación del grado de ajuste de apertura de operación de almacenamiento de calor MVACs. La densidad SLD del refrigerante en la salida del intercambiador de calor 28 por calor almacenado, que es una de las cantidades de estado del refrigerante en relación con el intercambiador de calor 28 por calor almacenado, viene a reflejarse en la determinación del grado de apertura de la válvula 29 de expansión de almacenamiento de calor, lo que permite controlar de manera más apropiada el grado de apertura de la válvula 29 de expansión de almacenamiento de calor durante la operación de almacenamiento de calor.

- Determinar si la operación de almacenamiento de calor ha finalizado -

Adicionalmente, resulta preferible determinar de manera apropiada el momento de finalización de la operación de almacenamiento de calor anteriormente mencionada, tras comprobar si se ha llevado a cabo un almacenamiento suficiente de calor en el material de almacenamiento de calor. Sin embargo, en este caso, dado que se usa un material de calor de almacenamiento que sufre un cambio de fase, habiendo poca diferencia de temperatura en el material de almacenamiento de calor durante el cambio de fase y tras el cambio de fase, y al estar dispuestos de manera densa los tubos de transferencia de calor 285 que comprenden el intercambiador de calor 28 por calor almacenado, debido a la baja conductividad térmica, resulta difícil determinar de manera apropiada el momento en el que finaliza la operación de almacenamiento de calor.

Así, en la operación de almacenamiento de calor durante la operación de calentamiento, cuando el tiempo acumulativo de almacenamiento de calor t_{ac} , que es el valor integrado para el tiempo que la temperatura de condensación T_c del refrigerante en el circuito 10 de refrigerante es superior o igual a una primera temperatura de condensación de almacenamiento de calor T_{cc1} como la temperatura de condensación de finalización de almacenamiento de calor, es superior o igual al tiempo acumulativo de finalización de almacenamiento de calor t_{ace} , se finaliza la operación de almacenamiento de calor.

Específicamente en este caso, la determinación de que la operación de almacenamiento de calor ha finalizado se lleva a cabo de acuerdo con las etapas ST1-ST4, como se muestra en el diagrama de flujo de la FIG. 10.

Una vez que se inicia la operación de almacenamiento de calor, en la etapa ST1 en primer lugar, se reestablece el tiempo de acumulación del tiempo acumulativo de almacenamiento de calor t_{ac} .

En caso de que la operación de almacenamiento de calor cumpla las condiciones de inicio de conteo de tiempo de almacenamiento de calor, se efectúa una transición a las etapas ST2, y comienza el conteo del tiempo de acumulación del tiempo acumulativo de almacenamiento de calor t_{ac} . En este caso, las condiciones de inicio de conteo de tiempo de almacenamiento de calor son las condiciones para determinar si la condición es que, en efecto, se ha llevado a cabo el almacenamiento de calor en el material de almacenamiento de calor. Las condiciones de inicio de conteo de tiempo de almacenamiento de calor se verán satisfechas cuando se efectúe la operación de almacenamiento de calor durante la operación de calentamiento, adicionalmente la temperatura de condensación T_c sea mayor que una primera temperatura de condensación de almacenamiento de calor T_{cc1} prescrita (en este caso, una temperatura mayor que la temperatura de cambio de fase del material de almacenamiento de calor, por ejemplo 41 °C), adicionalmente la temperatura de condensación T_c sea superior o igual a una segunda temperatura de condensación de almacenamiento de calor T_{cc2} , que sea ligeramente menor que la primera temperatura de condensación de almacenamiento de calor T_{cc1} (en este caso, sustancialmente la misma temperatura que la temperatura de cambio de fase del material de almacenamiento de calor, por ejemplo 35 °C) durante un tiempo que sobrepase un tiempo predeterminado t_{ac2} (por ejemplo, 10 minutos).

Adicionalmente, en caso de que se cumpla la condición de finalización de conteo de tiempo de almacenamiento de calor, siendo esta condición que el tiempo acumulativo de almacenamiento de calor t_{ac} desde el comienzo del conteo de tiempo de acumulación del tiempo acumulativo de almacenamiento de calor t_{ac} , en la etapa ST2, sea superior o igual al tiempo acumulativo de finalización de almacenamiento de calor t_{ace} predeterminado, se efectúa una transición a los procesos de la etapa ST3, finaliza el conteo del tiempo acumulativo de almacenamiento de calor t_{ac} (conteo ascendente) y finaliza la operación de almacenamiento de calor.

Una vez que ha comenzado el conteo de tiempo de acumulación del tiempo acumulativo de almacenamiento de calor tac, en la etapa ST2, en el caso en el que la operación de almacenamiento de calor cumpla la condición de espera de tiempo de almacenamiento de calor, se pasa a la etapa ST4, y se interrumpe (se pone en espera) el conteo del tiempo de acumulación del tiempo acumulativo de almacenamiento de calor tac. En este caso, la

5 condición de espera de tiempo de almacenamiento de calor es la condición para determinar si no puede afirmarse que, en efecto, se ha llevado a cabo el almacenamiento de calor en el material de almacenamiento de calor. En este caso, la condición de espera de tiempo de almacenamiento de calor se cumplirá cuando la temperatura de condensación Tc sea inferior a una tercera temperatura de condensación de almacenamiento de calor Tcc3 que sea ligeramente inferior a la primera temperatura de condensación de almacenamiento de calor Tcc1 (en este caso, la

10 temperatura entre la primera temperatura de condensación de almacenamiento de calor Tcc1 y la segunda temperatura de condensación de almacenamiento de calor Tcc2, por ejemplo 40 °C).

Por otra parte, después de interrumpir el conteo de tiempo de acumulación del tiempo acumulativo de almacenamiento de calor tac, en la etapa ST4, en el caso en el que la operación de almacenamiento de calor cumpla la condición de reinicio de conteo de tiempo de almacenamiento de calor, se regresa a los procesos de la

15 etapa ST2, y se reinicia el conteo de tiempo de acumulación del tiempo acumulativo de almacenamiento de calor tac. En este caso, la condición de reinicio de conteo de tiempo de almacenamiento de calor es la condición para determinar si ha habido un retorno a la condición en la que, en efecto, se llevó a cabo el almacenamiento de calor en el material de almacenamiento de calor. En caso de que la temperatura de condensación Tc sea superior a la

20 primera temperatura de condensación de almacenamiento de calor Tcc1, se cumple la condición de reinicio de conteo de tiempo de almacenamiento de calor. De esta manera, el conteo del tiempo de acumulación del tiempo acumulativo de almacenamiento de calor se lleva a cabo solo cuando la temperatura de condensación Tc sea superior o igual a la primera temperatura de condensación de almacenamiento de calor Tcc1, como la temperatura de condensación de finalización de almacenamiento de calor.

Adicionalmente, después de interrumpir el conteo de tiempo de acumulación del tiempo acumulativo de almacenamiento de calor tac, en la etapa ST4, en caso de que la operación de almacenamiento de calor cumpla la condición de reinicio de conteo de tiempo de almacenamiento de calor, se regresa a los procesos de la etapa ST1, y se reestablece el tiempo de acumulación del tiempo acumulativo de almacenamiento de calor tac. En este caso, la

30 condición de restablecimiento de tiempo de almacenamiento de calor es la condición para determinar si es necesario volver a hacer el conteo de tiempo de acumulación de tiempo acumulativo de almacenamiento de calor tac, porque ha continuado durante largo tiempo la condición en la que no puede afirmarse que, en efecto, se ha llevado a cabo el almacenamiento de calor en el material de almacenamiento de calor. En este caso, la condición de restablecimiento de tiempo de almacenamiento de calor se cumple cuando, durante un tiempo que sobrepasa un

35 tiempo predeterminado tac4 (por ejemplo, 15 minutos), la temperatura de condensación Tc siga siendo superior o igual a una cuarta temperatura de condensación de almacenamiento de calor Tcc4 que sea ligeramente menor que la primera temperatura de condensación de almacenamiento de calor Tcc1 (en este caso, sustancialmente la misma temperatura que la temperatura de cambio de fase de material de almacenamiento de calor, por ejemplo 35 °C). Adicionalmente, en el caso en el que la operación de descongelación haya comenzado, incluso durante los procesos

40 de la etapa ST2 y la etapa ST4, se fuerza un retorno a los procesos de la etapa ST1, y se restablece el tiempo de acumulación del tiempo acumulativo de almacenamiento de calor tac.

De esta manera, durante la operación de almacenamiento de calor, se determina si la condición en la que, en efecto, se ha llevado a cabo el almacenamiento de calor en el material de almacenamiento de calor, en función de si la

45 temperatura de condensación Tc es superior o igual a la primera temperatura de condensación de almacenamiento de calor Tcc1, como la temperatura de condensación de finalización de almacenamiento de calor, y la determinación de si esta operación de almacenamiento de calor se ha llevado a cabo, en efecto, durante un tiempo suficiente será en función de si el tiempo acumulativo de almacenamiento de calor tac es superior o igual al tiempo acumulativo de finalización de almacenamiento de calor tace. Así, puede determinarse de manera apropiada el momento de la

50 finalización de la operación de almacenamiento de calor. Cuando se utiliza un material de almacenamiento de calor que sufre cambio de fase, aunque la determinación apropiada del tiempo de finalización de la operación de almacenamiento de calor puede presentar dificultades, en este caso, puede hacerse una determinación apropiada del tiempo de la finalización de la operación de almacenamiento de calor, dado que se ha añadido el indicador de determinación del tiempo acumulativo de almacenamiento de calor tac.

55 - Operación de retención de calor tras la operación de almacenamiento de calor -

Adicionalmente, cuando se finaliza el almacenamiento de calor anteriormente mencionado en el material de almacenamiento de calor, debido al rendimiento de la operación de almacenamiento de calor durante la operación

60 de calentamiento (véase la FIG. 6), podría considerarse que solo ha finalizado la operación de almacenamiento de calor (es decir, mediante el cierre de la válvula 29 de expansión de almacenamiento de calor de tal manera que el refrigerante no fluya hacia el intercambiador con calor almacenado 28), y que solo debe llevarse a cabo la operación de calentamiento anteriormente mencionada (véase la FIG. 5). Sin embargo, si tras finalizar la operación de almacenamiento de calor durante la operación de calentamiento, conmutar simplemente de tal modo que solamente

65 se lleve a cabo la operación de calentamiento presenta el riesgo de que se produzca la liberación de calor del material de almacenamiento de calor, debido a los efectos de la temperatura de aire exterior Ta del espacio exterior

en el que está instalado el intercambiador de calor 28 por calor almacenado, causando una disminución en la cantidad de calor que puede utilizarse en la subsiguiente operación de uso de calor almacenado durante la operación de descongelación.

- 5 Así, en este caso, tras finalizar la operación de almacenamiento de calor durante la operación de calentamiento, puede llevarse a cabo la operación de retención de calor para retener calor del material de almacenamiento de calor, mientras se efectúa la operación de calentamiento.

- 10 Más específicamente, la operación de retención de calor tras la operación de almacenamiento de calor se lleva a cabo de acuerdo con las etapas ST5, ST6, mostradas en el diagrama de flujo de la FIG. 11. Es decir, en la etapa ST5, si ha finalizado la operación de almacenamiento de calor durante la operación de calentamiento (la determinación de que la operación de almacenamiento de calor ha finalizado de la FIG. 10), se pasa a la operación de retención de calor de la etapa ST6. La operación de retención de calor se lleva a cabo abriendo ligeramente la válvula 29 de expansión de almacenamiento de calor (si adoptamos que el grado de apertura cuando la válvula 29 de expansión de almacenamiento de calor está en la condición totalmente abierta es el 100 %, un grado de apertura no superior a aproximadamente el 15 %).

- 20 De esta manera, al llevar a cabo la operación de retención de calor después de que la operación de almacenamiento de calor haya finalizado, puede compensarse la aparición de una disminución de la cantidad de calor debida a la liberación de calor desde el material de almacenamiento de calor, después de que finalice la operación de almacenamiento de calor. De esta manera puede suprimirse la disminución en la cantidad de calor que puede utilizarse en la operación de uso de calor almacenado, durante la operación de descongelación. Adicionalmente, la operación de retención de calor se lleva a cabo abriendo ligeramente la válvula 29 de expansión de almacenamiento de calor, para que fluya una pequeña cantidad de refrigerante al intercambiador de calor 28 por calor almacenado.
- 25 Por consiguiente, resulta difícil que disminuya la cantidad de refrigerante que fluye hacia los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b durante la operación de calentamiento, de manera que puede suprimirse al mínimo el impacto adverso sobre la operación de calentamiento. Así, puede llevarse a cabo la operación de retención de calor al tiempo que se minimiza el impacto adverso sobre la operación de calentamiento.

- 30 Como se ha descrito anteriormente, mediante el control del grado de apertura de la válvula 29 de expansión de almacenamiento de calor, puede llevarse a cabo la operación de almacenamiento de calor al tiempo que se controla apropiadamente el grado de apertura de la válvula 29 de expansión de almacenamiento de calor, y al determinar la finalización de la operación de almacenamiento de calor y llevar a cabo la operación de retención de calor tras la operación de almacenamiento de calor, como se ha descrito anteriormente, puede suprimirse la disminución de la
- 35 cantidad de calor a utilizar en la operación de uso de calor almacenado, durante la operación de descongelación, a la vez que se determina adecuadamente el tiempo de finalización de la operación de almacenamiento de calor.

(4) Modificación 1

- 40 En la realización descrita anteriormente, en el caso en el que la operación de descongelación finaliza normalmente, es decir, en el caso en el que la operación de descongelación finaliza cuando la temperatura de salida Tol2 del intercambiador de calor exterior es superior o igual a la temperatura de finalización de operación de descongelación Tdefe, es posible determinar que no se ha dado una insuficiencia en la cantidad de calor almacenado en el material de almacenamiento de calor, en la operación de almacenamiento de calor efectuada antes de la operación de descongelación. Así, para la operación de almacenamiento de calor efectuada después de la operación de descongelación, resulta adecuado controlar el grado de apertura de la válvula 29 de expansión de almacenamiento de calor de manera que sea el grado de ajuste MVacs de la apertura de operación de almacenamiento de calor, determinado por una función basada en la condensación de presión Pc, la presión P1 de líquido en tubo, y la entalpía hi, ho del refrigerante en la entrada y en la salida del intercambiador de calor 28 por calor almacenado
- 50 anteriormente mencionadas. Sin embargo, en el caso en el que la operación de descongelación finaliza anormalmente, es decir, en el caso en el que la operación de descongelación finaliza cuando la temperatura de salida Tol2 del intercambiador de calor exterior no es superior o igual a la temperatura de finalización de operación de descongelación Tdefe, es posible determinar que se ha dado una insuficiencia en la cantidad de calor almacenado en el material de almacenamiento de calor, en la operación de almacenamiento de calor efectuada
- 55 antes de la operación de descongelación. Así, para la operación de almacenamiento de calor efectuada después de la operación de descongelación, cuando simplemente se controla el grado de apertura de la válvula 29 de expansión de almacenamiento de calor de manera que sea el grado de ajuste MVacs de la apertura de operación de almacenamiento de calor, determinado por una función basada en la condensación de presión Pc, la presión P1 de líquido en tubo, y la entalpía hi, ho del refrigerante en la entrada y en la salida del intercambiador de calor 28 por calor almacenado, puede producirse de nuevo la insuficiencia en la cantidad de calor almacenado en el material de almacenamiento de calor, aumentando el riesgo de que se produzca repetidamente una finalización anormal de la
- 60 operación de descongelación.

- 65 Así, en este caso, para la operación de almacenamiento de calor después de que la operación de descongelación haya finalizado anormalmente, como se ha mencionado anteriormente, se corrige el grado de ajuste MVacs de la apertura de operación de almacenamiento de calor, de manera que sea mayor que el grado de apertura de

operación de almacenamiento de calor una vez que la operación de descongelación haya finalizado con normalidad.

Específicamente, en este caso, la corrección del grado de ajuste MVacs de la apertura de operación de almacenamiento de calor se lleva a cabo como sigue. En este caso, el grado de apertura de la válvula 29 de expansión de almacenamiento de calor se expresa en la fórmula 6 usando el grado de ajuste MVacs de la apertura de operación de almacenamiento de calor y el coeficiente de corrección α .

Fórmula 6: Grado de apertura de la válvula de expansión de almacenamiento de calor = MVacs \times α

10 Cuando comienza la operación de almacenamiento de calor, se determina el coeficiente de corrección α para el grado de ajuste MVacs de la apertura de operación de almacenamiento de calor. En el caso en el que la operación de descongelación finaliza normalmente, el coeficiente de corrección es $\alpha = 1$, por lo que el grado de apertura de la válvula 29 de expansión de almacenamiento de calor pasa a ser el mismo que el grado de ajuste MVacs de la apertura de operación de almacenamiento de calor (es decir, el grado de apertura de válvula 29 de expansión de almacenamiento de calor = grado de ajuste MVacs de la apertura de operación de almacenamiento de calor \times 1). Por otro lado, cuando la operación de descongelación finaliza anormalmente, el coeficiente de corrección pasa a ser $\alpha \geq 1,1$, por lo que el grado de apertura de la válvula 29 de expansión de almacenamiento de calor pasa a ser al menos α veces (por ejemplo, $\alpha \geq 1,1$) el grado de ajuste MVacs de la apertura de operación de almacenamiento de calor (es decir, el grado de apertura de la válvula 29 de expansión de almacenamiento de calor = grado de ajuste MVacs de la apertura de operación de almacenamiento de calor \times α), siendo mayor que el grado de apertura de la operación de almacenamiento de calor después de que la operación de descongelación finalice normalmente. Al hacer esto, en la operación de almacenamiento de calor una vez que la operación de descongelación ha finalizado anormalmente, es menos probable que se produzca una insuficiencia en la cantidad de calor que se almacena en el material de almacenamiento de calor.

25 De esta manera, al determinar si la operación de descongelación llevada a cabo antes de la operación de almacenamiento de calor ha finalizado normalmente o anormalmente, puede controlarse de manera apropiada el grado de apertura de la válvula 29 de expansión de almacenamiento de calor en la operación de almacenamiento de calor, lo que permite suprimir la aparición repetida de una finalización anormal de la operación de descongelación.

30 (5) Modificación 2

En la realización y la modificación 1 anteriormente descritas, el intercambiador de calor 28 por calor almacenado, como se muestra en la FIG. 2, presenta principalmente el depósito de almacenamiento de calor 281, en el que se almacena el material de almacenamiento de calor, y el grupo 282 de tubos de transferencia de calor está dispuesto de manera sumergida en el material de almacenamiento de calor. El grupo 282 de tubos de transferencia de calor tiene una configuración en la que múltiples tubos de transferencia de calor 285 están ramificados y conectados a través de un tubo colector 283 y un distribuidor 284, proporcionados en la salida y la entrada de refrigerante. Así, en la operación de almacenamiento de calor, existe el riesgo de que pueda producirse un flujo irregular de refrigerante entre los tubos de transferencia de calor 285, que componen el grupo 282 de tubos de transferencia de calor del intercambiador de calor 28 por calor almacenado. Si se produce el flujo irregular de refrigerante entre los tubos de transferencia de calor 285, la irregularidad se producirá en la magnitud de almacenamiento de calor en el material de almacenamiento de calor en el depósito de almacenamiento de calor 281, dándose una condición de coexistencia en la que los tubos de transferencia de calor 285 están en la proximidad del material de almacenamiento de calor en una condición en la que la temperatura es más alta que la temperatura de cambio de fase del material de almacenamiento de calor (es decir, los tubos de transferencia de calor 285 en la proximidad del material de almacenamiento de calor para el que se ha completado el cambio de fase), y los tubos de transferencia de calor 285 en la proximidad del material de almacenamiento de calor en una condición en la que la temperatura es más baja que la temperatura de cambio de fase del material de almacenamiento de calor (es decir, los tubos de transferencia de calor en la proximidad del material de almacenamiento de calor para el que no se ha completado el cambio de fase). En esta condición, se produce un fácilmente fenómeno en el que el refrigerante, en el estado gaseoso, fluye a los tubos de transferencia de calor 285 en la proximidad del material de almacenamiento de calor para el que se ha completado el cambio de fase, mientras que el refrigerante líquido se acumula en los tubos de transferencia de calor 285 en la proximidad del material de almacenamiento de calor para el que no se ha completado el cambio de fase (un fenómeno en el que se acumula refrigerante en el intercambiador de calor 28 por calor almacenado). Este fenómeno de acumulación de refrigerante en el intercambiador de calor 28 por calor almacenado se produce fácilmente porque cada uno los múltiples tubos de transferencia de calor 285 tiene una forma que se pliega hacia arriba y hacia abajo. En consecuencia, resulta difícil resolver el flujo irregular en la magnitud de almacenamiento de calor en el material de almacenamiento de calor, lo que puede dar lugar incluso a un almacenamiento insuficiente de calor en el material de almacenamiento de calor cuando haya finalizado la operación de almacenamiento de calor.

Así, en la operación de almacenamiento de calor, como se ha descrito anteriormente, cada vez que pasa un tiempo tacn de almacenamiento de calor con el grado de apertura normal, y solo mientras dura un tiempo tacd de descarga de refrigerante con el grado de apertura (es decir, de manera regular), se corrige el grado de ajuste MVacs de la apertura de operación de almacenamiento de calor para aumentarlo.

En concreto, el grado de ajuste MVacs de la apertura de operación de almacenamiento de calor se corrige siguiendo las etapas ST11-ST13 mostradas en el diagrama de flujo de la FIG. 12. En este caso, la fórmula 7 muestra el grado de apertura de la válvula 29 de expansión de almacenamiento de calor utilizando el grado de ajuste MVacs de la apertura de operación de almacenamiento de calor y el coeficiente de corrección β .

5

Fórmula 7: Grado de apertura de la válvula de expansión de almacenamiento de calor = MVacs \times β

En la etapa ST11, cuando comienza la operación de almacenamiento de calor se determina el coeficiente de corrección P para el grado de ajuste MVacs de la apertura de operación de almacenamiento de calor. En la etapa ST12, primero se hace que el coeficiente de corrección sea $\beta=1$, y con ello el grado de apertura de la válvula 29 de expansión de almacenamiento de calor resulta igual al grado de ajuste MVacs de la apertura de operación de almacenamiento de calor (es decir, grado de apertura de la válvula 29 de expansión de almacenamiento de calor = grado de ajuste de la apertura de operación de almacenamiento de calor MVacs \times 1). Tomando el coeficiente de corrección $\beta=1$, cuando ha transcurrido el tiempo tacn de almacenamiento de calor con el grado de apertura normal, en la etapa ST13 se toma el coeficiente de corrección $\beta \geq 1,5$, por lo que el grado de apertura de la válvula 29 de expansión de almacenamiento de calor resulta no inferior a P veces (por ejemplo, $\beta \geq 1,5$) el grado de ajuste MVacs de la apertura de operación de almacenamiento de calor (es decir, grado de apertura de la válvula 29 de expansión de almacenamiento de calor = grado de ajuste de la apertura de operación de almacenamiento de calor MVacs \times β), resultando mayor que el grado de apertura en la etapa 12. Entonces, mientras el coeficiente de corrección es $\beta \geq 1,5$, cuando ha transcurrido el tiempo tacd de descarga de refrigerante con el grado de apertura, se retorna a la etapa ST12, y el coeficiente de corrección resulta $\beta=1$. De este modo, en la operación de almacenamiento de calor, cada vez que pasa el tiempo tacn de almacenamiento de calor con grado de apertura normal, y solo mientras dura el tiempo tacd de descarga de refrigerante con el grado de apertura, se corrige el grado de ajuste MVacs de la apertura de operación de almacenamiento de calor para aumentarlo. Esto permite al refrigerante líquido que se acumula en los tubos 285 de transferencia de calor, en las cercanías del material de almacenamiento de calor, y que no ha completado el cambio de fase, descargarse con regularidad en el lado de salida del intercambiador de calor 28 por calor almacenado. Obsérvese que, en este caso, inmediatamente después de haber comenzado la operación de almacenamiento de calor, el coeficiente de corrección es $P=1$ y, a continuación, este se convierte en el coeficiente de corrección $\beta \geq 1,5$, aunque esto es ilustrativo y no restrictivo, y también es adecuado, inmediatamente después del comienzo de la operación de almacenamiento de calor, hacer que el coeficiente de corrección sea $\beta \geq 1,5$ y a continuación que el coeficiente de corrección sea $P=1$.

De esta manera, se suprime la aparición del fenómeno de acumulación de refrigerante en el intercambiador de calor 28 por calor almacenado, y puede resolverse la irregularidad en la magnitud de almacenamiento de calor en el material de almacenamiento de calor.

Adicionalmente, en caso de que se use la modificación 2 en combinación con la corrección del grado de ajuste MVacs de la apertura de operación de almacenamiento de calor de la modificación 1, el grado de apertura de la válvula 29 de expansión de almacenamiento de calor utiliza el grado de ajuste MVacs de la apertura de operación de almacenamiento de calor y los coeficientes de corrección α , β , como se muestra en la fórmula 7'.

40

Fórmula 7': Grado de apertura de la válvula de expansión de almacenamiento de calor = MVacs \times α \times β

En este caso, en la operación de almacenamiento de calor, la corrección del grado de ajuste MVacs de la apertura de operación de almacenamiento de calor se lleva a cabo utilizando los coeficientes de corrección α , β , que permiten controlar el grado de apertura de la válvula 29 de expansión de almacenamiento de calor teniendo en cuenta el fenómeno de acumulación de refrigerante en el intercambiador de calor 28 por calor almacenado, y la condición en la que haya finalizado la operación de descongelación.

50 (6) Modificación 3

En la realización y las modificaciones 1 y 2 anteriormente descritas, la operación de almacenamiento de calor se lleva a cabo durante la operación de calentamiento. En esta operación de almacenamiento de calor durante la operación de calentamiento, se produce una disminución de la temperatura de condensación Tc. Sin embargo, la disminución de la temperatura de condensación Tc en la operación de almacenamiento de calor, durante la operación de calentamiento, significa que disminuye la cantidad de calor liberado al material de almacenamiento de calor desde el refrigerante, a través del intercambiador de calor 28 por calor almacenado, dificultándose el almacenamiento de calor al material de almacenamiento de calor. A medida que se dificulta el almacenamiento de calor al material de almacenamiento de calor, resulta más fácil que se produzca el problema de insuficiencia de almacenamiento de calor en el material de almacenamiento de calor cuando finalice la operación de almacenamiento de calor.

Así, en este caso, en la operación de almacenamiento de calor durante la operación de calentamiento, se restringe la capacidad de calentamiento de los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, con el fin de disminuir la misma en etapas a medida que disminuye la temperatura de condensación Tc.

65

Específicamente en este caso, la restricción de la capacidad de calentamiento de los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b durante la operación de almacenamiento de calor se limita siguiendo las etapas ST21-ST24, que se muestran en el diagrama de flujo de la FIG. 13.

- 5 Una vez que se inicia la operación de almacenamiento de calor durante la operación de calentamiento, en primer lugar, en la etapa ST21 se mantiene la capacidad de almacenamiento de calor del intercambiador de calor 28 por calor almacenado, mediante el control del grado de apertura de la válvula 29 de expansión de almacenamiento de calor de modo que sea el grado de ajuste de abertura de operación de almacenamiento de calor MVACs, determinado por la función basada en la presión de condensación P_c , la presión P_1 de líquido en tubo y la entalpía h_i , h_o del refrigerante, (o, adicionalmente, el grado de apertura en su versión corregida por los coeficientes de corrección, α , β). Adicionalmente, de la misma manera que cuando solo se lleva a cabo la operación de calentamiento, se mantiene la capacidad de calentamiento de los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b mediante el control del grado de apertura de las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, de tal manera que los grados de subenfriamiento SC_{ra} , SC_{rb} del refrigerante en las salidas de los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b sean los grados diana de subenfriamiento SC_{ras} , SC_{rbs} (por ejemplo, 3 °C). De acuerdo con ello, la capacidad de calentamiento de los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b pasa a controlarse mediante las partes de control 48a, 42b de lado interior, sin relación con la capacidad de almacenamiento de calor del intercambiador de calor 28 por calor almacenado.
- 10
- 15
- 20 Sin embargo, si al mantener la capacidad de calentamiento de los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b la temperatura de condensación T_c disminuye, surge el riesgo de una capacidad de almacenamiento de calor insuficiente del intercambiador de calor 28 por calor almacenado. Así, durante los procesos de la etapa ST21, si se cumplen las condiciones de restricción de los grados de subenfriamiento, se pasa a la etapa ST22 y se incrementan los grados diana de subenfriamiento SC_{ras} , SC_{rbs} (denominándose ambos SC_r , a modo genérico) del control de grados de subenfriamiento mediante las válvulas de expansión interiores 41a, 41b. En este caso, las condiciones de restricción de los grados de subenfriamiento son las condiciones para determinar si la condición es tal que existe el riesgo de una capacidad de almacenamiento de calor insuficiente del intercambiador de calor 28 por calor almacenado. Las condiciones de restricción de los grados de subenfriamiento se cumplen cuando se lleva a cabo la operación de almacenamiento de calor durante la operación de calentamiento, adicionalmente la temperatura exterior T_a es inferior a una temperatura exterior de restricción de capacidad interior T_{pa} predeterminada (por ejemplo, 4 °C), adicionalmente la temperatura de condensación T_c es inferior a una primera temperatura de condensación de restricción de capacidad interior T_{pc1} predeterminada (una temperatura superior a la temperatura de cambio de fase del material de almacenamiento de calor, por ejemplo 41 °C), adicionalmente la capacidad operativa del compresor 21 es mayor que una primera capacidad de restricción de capacidad interior fp_1 predeterminada (por ejemplo, que la frecuencia del compresor 21 sea el 98 % de la frecuencia máxima). Si en los procesos de la etapa ST21 se cumplen las condiciones de restricción de los grados de subenfriamiento, el grado diana de subenfriamiento SC_r del control de grados de subenfriamiento mediante las válvulas de expansión interior 41a, 41b será mayor que en el caso en el que solo se lleva a cabo la operación de calentamiento (por ejemplo, el grado diana de subenfriamiento SC_r será 9 °C). En este caso, la instrucción para aumentar el grado diana de subenfriamiento SC_r del control de grados de subenfriamiento mediante las válvulas de expansión interiores 41a, 41b se efectúa desde la parte de control 38 de lado exterior, a diferencia del caso en el que solo se lleva a cabo la operación de calentamiento. Al hacer esto, disminuye el grado de apertura de las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, disminuye la capacidad de calentamiento de los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b y puede aumentarse la capacidad de almacenamiento de calor del intercambiador de calor 28 por calor almacenado, en un grado correspondiente.
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45

Después de pasar desde la etapa ST21 a la etapa ST22, si se cumplen las condiciones de liberación de restricción de los grados de subenfriamiento, se pasa a los procesos de la etapa ST21, y se reduce el grado diana de subenfriamiento SC_r para el control de grados de subenfriamiento por parte de las válvulas de expansión interiores 41a, 41b. En este caso, las condiciones de liberación de restricción de grados de subenfriamiento son las condiciones para determinar si la condición es tal que no existe el riesgo de una capacidad de almacenamiento de calor insuficiente del intercambiador de calor 28 por calor almacenado. Las condiciones de liberación de restricción de grados de subenfriamiento se cumplen cuando la temperatura de condensación T_c es mayor que una segunda temperatura de condensación de restricción de capacidad interior T_{pc2} (una temperatura ligeramente más alta que la primera temperatura de condensación de restricción de capacidad interior T_{pc1} , por ejemplo 42 °C), adicionalmente la capacidad operativa del compresor 21 es menor que una segunda capacidad de restricción de capacidad interior fp_2 predeterminada (por ejemplo, que la frecuencia del compresor 21 sea el 90 % de la frecuencia máxima), adicionalmente cuando ha transcurrido un tiempo predeterminado tp_2 desde la transición a la etapa ST22 (por ejemplo, 3 minutos), o cuando la temperatura de condensación T_c es superior a una temperatura que es más alta (en este caso, una temperatura lo suficientemente más alta que la temperatura de cambio de fase del material de almacenamiento de calor, por ejemplo 50 °C) solo por una temperatura predeterminada ΔT_{pc2} (por ejemplo, 8 °C) que la segunda temperatura de condensación de restricción de capacidad interior T_{pc2} . Si en los procesos de la etapa ST22 se cumplen las condiciones de liberación de restricción de grados de subenfriamiento, se cancela la instrucción para aumentar el grado diana de subenfriamiento SC_r para efectuar el subenfriamiento mediante las válvulas de expansión interiores 41a, 41b en la etapa ST22, y el grado diana de subenfriamiento SC_r será el mismo que cuando solo se efectúa la operación de calentamiento (por ejemplo, 3 °C). Al hacer esto, aumenta el grado de

50

55

60

65

apertura de las válvulas de expansión interiores 41a, 41b y, aunque se mantiene la capacidad de almacenamiento de calor del intercambiador de calor 28 por calor almacenado, al mismo tiempo puede aumentarse la capacidad de calentamiento de los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b.

5 Adicionalmente, incluso durante los procesos de la etapa ST22, en caso de que no haya una capacidad suficiente de almacenamiento de calor del intercambiador de calor 28 por calor almacenado y se cumplan las condiciones de restricción de los ventiladores interiores, se pasa a los procesos de la etapa ST23, y se reduce la velocidad rotacional de los ventiladores interiores 43a, 43b, reduciendo el caudal de aire. En este caso, las condiciones de restricción de los ventiladores interiores son, incluso cuando se lleven a cabo los procesos de la etapa ST22, las condiciones para determinar si la condición es tal que existe el riesgo de una capacidad insuficiente de almacenamiento de calor del intercambiador de calor 28 por calor almacenado. Así, en este caso, las condiciones de restricción de los ventiladores interiores se cumplen cuando la temperatura de condensación T_c es inferior a una tercera temperatura de condensación de restricción de capacidad interior T_{pc3} predeterminada (una temperatura ligeramente superior a la temperatura de cambio de fase del material de almacenamiento de calor, por ejemplo 41 °C), adicionalmente cuando ha transcurrido un tiempo predeterminado $tp3$ desde la transición a la etapa ST22 (por ejemplo, 5 minutos), adicionalmente la capacidad operativa del compresor 21 es mayor que una tercera capacidad de restricción de capacidad interior $fp3$ predeterminada (por ejemplo, que la frecuencia del compresor 21 sea el 98 % de la frecuencia máxima). Entonces, si durante los procesos de la etapa ST22 se cumplen las condiciones de restricción de los ventiladores interiores, se reduce la velocidad rotacional de los ventiladores interiores 43a, 43b, reduciendo el caudal de aire (por ejemplo, una reducción a la velocidad rotacional mínima de los ventiladores interiores 43a, 43b). En este caso, la instrucción para reducir la velocidad rotacional de los ventiladores interiores 43a, 43b se efectúa mediante la parte de control 38 de lado exterior, a diferencia del caso en el que solo se lleva a cabo la operación de calentamiento. Al hacer esto, se suprime el intercambio de calor en los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, y se reduce la capacidad de almacenamiento de los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, y puede aumentarse la capacidad de almacenamiento de calor del intercambiador de calor 28 por calor almacenado, en un grado correspondiente.

Después de pasar desde la etapa ST22 a la etapa ST23, si se cumplen las condiciones de liberación de restricción de los ventiladores interiores, se pasa a los procesos de la etapa ST22, y se aumenta la velocidad rotacional de los ventiladores interiores 43a, 43b, aumentando el caudal de aire. En este caso, las condiciones de liberación de restricción de los ventiladores interiores son las condiciones para determinar si la condición es tal que no existe el riesgo de una capacidad de almacenamiento de calor insuficiente del intercambiador de calor 28 por calor almacenado. Las condiciones de liberación de restricción de los ventiladores interiores se cumplen cuando la temperatura de condensación T_c es mayor que una cuarta temperatura de condensación de restricción de capacidad interior T_{pc4} (una temperatura ligeramente más alta que la primera temperatura de condensación de restricción de capacidad interior T_{pc1} , por ejemplo 42 °C), adicionalmente la capacidad operativa del compresor 21 es menor que una cuarta capacidad de restricción de capacidad interior $fp4$ predeterminada (por ejemplo, que la frecuencia del compresor 21 sea el 90 % de la frecuencia máxima), adicionalmente cuando ha transcurrido un tiempo predeterminado $tp4$ desde la transición a la etapa ST23 (por ejemplo, 3 minutos), o cuando la temperatura de condensación T_c es superior a una temperatura que es más alta (en este caso, una temperatura lo suficientemente más alta que la temperatura de cambio de fase del material de almacenamiento de calor, por ejemplo 48 °C) solo por una temperatura predeterminada ΔT_{pc4} (por ejemplo, 6 °C) que la cuarta temperatura de condensación de restricción de capacidad interior T_{pc4} . Si en los procesos de la etapa ST23 se cumplen las condiciones de liberación de restricción de los ventiladores interiores, se cancela la instrucción para disminuir la velocidad rotacional de los ventiladores interiores 43a, 43b en la etapa ST23, haciendo que la velocidad rotacional de los ventiladores interiores 43a, 43b sea la misma que cuando solo se efectúa la operación de calentamiento. Al hacer esto, se promueve el intercambio de calor del intercambiador de calor 28 por calor almacenado y, aunque se mantiene la capacidad de almacenamiento de calor del intercambiador de calor 28 por calor almacenado, puede aumentarse la capacidad de calentamiento de los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b.

Adicionalmente, incluso durante los procesos de la etapa ST23, en caso de que no haya una capacidad suficiente de almacenamiento de calor del intercambiador de calor 28 por calor almacenado y se cumplan las condiciones de restricción de grado de apertura límite superior, se pasa a los procesos de la etapa ST24, y se dan instrucciones a las válvulas de expansión interiores 41a, 41b para un grado de apertura límite superior. En este caso, las condiciones de restricción de grado de apertura límite superior son, incluso cuando se lleven a cabo los procesos de la etapa ST23, las condiciones para determinar si la condición es tal que existe el riesgo de una capacidad insuficiente de almacenamiento de calor del intercambiador de calor 28 por calor almacenado. Así, en este caso, las condiciones de restricción de grado de apertura límite superior se cumplen cuando la temperatura de condensación T_c es inferior a una quinta temperatura de condensación de restricción de capacidad interior T_{pc5} predeterminada (una temperatura superior a la temperatura de cambio de fase del material de almacenamiento de calor, por ejemplo 41 °C), adicionalmente cuando ha transcurrido un tiempo predeterminado $tp5$ desde la transición a la etapa ST23 (por ejemplo, 5 minutos), adicionalmente la capacidad operativa del compresor 21 es mayor que una quinta capacidad de restricción de capacidad interior $fp5$ predeterminada (por ejemplo, que la frecuencia del compresor 21 sea el 98 % de la frecuencia máxima). Entonces, si durante los procesos de la etapa ST23 se cumplen las condiciones de restricción de grado de apertura límite superior, se emite una instrucción de reducción de grado de apertura límite superior a las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, y se reduce la cantidad de refrigerante que

fluye hacia los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b (por ejemplo, haciendo que el límite superior del grado de apertura máximo de las válvulas de expansión interiores 41a, 41b sea el 50 %). En este caso, la instrucción a las válvulas de expansión interiores 41a, 41b para restringir el grado de apertura límite máximo se efectúa mediante la parte de control 38 de lado exterior, a diferencia del caso en el que solo se lleva a cabo la operación de calentamiento. Al hacer esto, se reduce la cantidad de refrigerante que fluye hacia los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, se reduce la capacidad de almacenamiento de los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, y puede aumentarse la capacidad de almacenamiento de calor del intercambiador de calor 28 por calor almacenado, en un grado correspondiente.

Después de pasar desde la etapa ST23 a la etapa ST24, si se cumplen las condiciones de liberación de restricción de grado de apertura límite superior, se pasa a los procesos de la etapa ST23, y se aumenta el grado de apertura de las válvulas de expansión interiores 41a, 41b. En este caso, las condiciones de liberación de restricción de grado de apertura límite superior son las condiciones para determinar si la condición es tal que no existe el riesgo de una capacidad de almacenamiento de calor insuficiente del intercambiador de calor 28 por calor almacenado. Las condiciones de liberación de restricción de grado de apertura límite superior se cumplen cuando la temperatura de condensación T_c es mayor que una sexta temperatura de condensación de restricción de capacidad interior T_{pc6} (una temperatura ligeramente más alta que la primera temperatura de condensación de restricción de capacidad interior T_{pc1} , por ejemplo 42 °C), adicionalmente la capacidad operativa del compresor 21 es menor que una sexta capacidad de restricción de capacidad interior fp_6 predeterminada (por ejemplo, que la frecuencia del compresor 21 sea el 90 % de la frecuencia máxima), adicionalmente cuando ha transcurrido un tiempo predeterminado tp_6 desde la transición a la etapa ST24 (por ejemplo, 3 minutos), o cuando la temperatura de condensación T_c es superior a una temperatura que es más alta (en este caso, una temperatura lo suficientemente más alta que la temperatura de cambio de fase del material de almacenamiento de calor, por ejemplo 46 °C) solo por una temperatura predeterminada ΔT_{pc6} (por ejemplo, 4 °C) que la sexta temperatura de condensación de restricción de capacidad interior T_{pc6} . Si en los procesos de la etapa ST24 se cumplen las condiciones de liberación de restricción de grado de apertura límite superior, se cancela la instrucción de restricción de grado de apertura límite superior a las válvulas de expansión interiores 41a, 41b en la etapa ST24, generando la condición en la que no existe restricción de grado de apertura límite superior para las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, de la misma manera que cuando solo se efectúa la operación de calentamiento. Al hacer esto, se aumenta la cantidad de refrigerante que fluye hacia los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b y, aunque se mantiene la capacidad de almacenamiento de calor del intercambiador de calor 28 por calor almacenado, puede aumentarse la capacidad de calentamiento de los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b.

De esta manera, teniendo en cuenta la temperatura de condensación T_c en la operación de almacenamiento de calor durante la operación de calentamiento, se restringe la capacidad de calentamiento de los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, lo que permite suprimir la aparición de un almacenamiento de calor insuficiente en el material de almacenamiento de calor cuando finalice la operación de almacenamiento de calor.

Adicionalmente, la restricción de la capacidad de calentamiento de los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, en la operación de almacenamiento de calor durante la operación de calentamiento, puede llevarse a cabo con una combinación de las tres técnicas de la instrucción para el grado diana de subenfriamiento SCrs, la instrucción de caudal de aire a los ventiladores interiores 43a, 43b y la instrucción de grado de apertura límite superior a las válvulas de expansión interiores 41a, 41b. Cabe observar que este tipo de restricción de capacidad de calentamiento no solo puede efectuarse mediante la combinación de las tres técnicas anteriores, y que también resulta adecuado combinar dos cualesquiera de dichas instrucciones, adicionalmente, resultando adecuado también usar cualquiera de esas instrucciones. Por ejemplo, cuando solo se utiliza la instrucción para el grado diana de subenfriamiento SCrs, puede incrementarse el grado diana de subenfriamiento SCrs por etapas.

(7) Modificación 4

En la realización y las modificaciones 1 a 3 anteriormente descritas, la operación de retención de calor se lleva a cabo después de la operación de almacenamiento de calor. Sin embargo, la operación de retención de calor es una operación que se hace necesaria cuando resulta necesario llevar a cabo la operación de descongelación con la operación de uso de calor almacenado. Así, cuando la temperatura exterior T_a es elevada y no se requiere la operación de descongelación en sí, no es necesario efectuar la operación de retención de calor. Adicionalmente, la operación de retención de calor es una operación que se hace posible cuando se mantiene la temperatura de condensación T_c , en la operación de calentamiento tras la operación de almacenamiento de calor, a una temperatura que pueda compensar la disminución de la cantidad de calor debida a la liberación de calor del material de almacenamiento de calor. En consecuencia, en el caso en el que la temperatura de condensación T_c en la operación de calentamiento tras la operación de almacenamiento de calor sea baja, por ejemplo cuando la temperatura de condensación T_c sea inferior a la temperatura de cambio de fase del material de almacenamiento de calor, incluso si se llevara a cabo la operación de retención de calor, el refrigerante no podría liberar calor al material de almacenamiento de calor sino que, por el contrario, sería el material de almacenamiento de calor el que liberaría calor.

Así, si en la operación de retención de calor la temperatura exterior T_a , del espacio exterior en el que está dispuesto

el intercambiador de calor 28 por calor almacenado, es superior o igual a una temperatura exterior de interrupción de retención de calor T_{ka} , o la temperatura de condensación T_c es inferior o igual a una temperatura de condensación de interrupción retención de calor T_{kc} , se interrumpe la operación de retención de calor.

- 5 Específicamente en este caso, la operación de retención de calor tras la operación de almacenamiento de calor se lleva a cabo de acuerdo con las etapas ST31-ST33, que se muestran en el diagrama de flujo de la FIG. 14.

10 En primer lugar, en la etapa ST31, si finaliza la operación de almacenamiento de calor durante la operación de calentamiento, comienza la operación de retención de calor de la etapa ST32 (en este caso, la operación con la válvula 29 de expansión de almacenamiento de calor ligeramente abierta).

15 Si la operación de retención de calor cumple las condiciones para interrumpir la operación de retención de calor, se pasa a los procesos de la etapa ST33, y se interrumpe la operación de retención de calor. En este caso, las condiciones de interrupción de operación de retención de calor se cumplen cuando la temperatura exterior T_a es superior o igual a la temperatura exterior de interrupción de retención de calor T_{ka} (una temperatura a la que hay poco riesgo de helada en el intercambiador de calor exterior 23, por ejemplo 6 °C), o la temperatura de condensación T_c es inferior o igual a la temperatura de condensación de interrupción retención de calor T_{kc} (una temperatura ligeramente inferior a la temperatura de cambio de fase del material de almacenamiento de calor, por ejemplo 38 °C). La operación de retención de calor se interrumpe mediante el cierre completo de la válvula de expansión 29.

20 Después de interrumpir la operación de retención de calor en la etapa ST33, si la temperatura exterior T_a o la temperatura de condensación T_c no han cumplido las condiciones de interrupción de operación de retención de calor (exclusión de la condición de operación de interrupción de retención de calor), se regresa a los procesos de la etapa ST32, y vuelve a comenzar la operación de retención de calor.

30 Así, en este caso, si la temperatura exterior T_a pasa a ser superior o igual a la temperatura exterior de interrupción de retención de calor T_{ka} , mediante la interrupción de la operación de retención de calor, el proceso finaliza sin llevar a cabo innecesariamente la operación de retención de calor. Adicionalmente, si la temperatura de condensación T_c pasa a ser inferior o igual a la temperatura de condensación de interrupción retención de calor T_{kc} , mediante la interrupción de la operación de retención del calor, se suprimen el problema de que el material de almacenamiento de calor libere calor al refrigerante y la reducción innecesaria de la cantidad de calor en el material de almacenamiento de calor. Así, no se lleva a cabo innecesariamente la operación de retención de calor.

35 (8) Modificación 5

40 En la realización y las modificaciones 1 a 4 anteriormente descritas, una vez que finaliza la operación de almacenamiento de calor durante la operación de calentamiento, puede ocurrir que, a pesar de llevar a cabo la operación de retención de calor, se produzca la liberación de calor desde el material de almacenamiento de calor en un grado que no pueda compensarse mediante la operación de retención de calor.

45 En este caso, una vez que ha finalizado la operación de almacenamiento de calor durante la operación de calentamiento, se determina si la condición es de liberación de calor desde el material de almacenamiento de calor en función de si la temperatura de condensación T_c es inferior o igual a una primera temperatura de condensación de reinicio de almacenamiento de calor T_{rc} , mientras que la determinación de si dicha liberación de calor, desde el material de almacenamiento de calor, es para una duración de tiempo que requiera reanudar la operación de almacenamiento de calor será en función de si un tiempo acumulativo de retención de calor trc , que es un valor integrado para el tiempo en el que la temperatura de condensación T_c es inferior o igual a la primera temperatura de condensación de reinicio de almacenamiento de calor T_{rc} , es superior o igual a un tiempo acumulativo de reinicio de almacenamiento de calor $trce$.

En concreto, la determinación de reinicio de almacenamiento de calor tras la operación de almacenamiento de calor se lleva a cabo de acuerdo con las etapas ST41-ST44, que se muestran en el diagrama de flujo de la FIG. 15.

- 55 Una vez que finaliza la operación de almacenamiento de calor (es decir, se pasa a la operación de calentamiento con la operación de retención de calor), en primer lugar, en la etapa ST41, se restablece el tiempo de acumulación del tiempo acumulativo de retención de calor trc .

60 En el caso en el que la operación de calentamiento con la operación de retención de calor cumpla las condiciones para comenzar un conteo de tiempo de reanudación del almacenamiento de calor, se pasa a los procesos de la etapa ST42, y comienza un conteo del tiempo de acumulación del tiempo acumulativo de retención de calor trc . En este caso, las condiciones para comenzar el conteo de tiempo de reanudación del almacenamiento de calor son las condiciones para determinar si la condición es tal que, en efecto, se ha producido la liberación de calor del material de almacenamiento a pesar de llevar a cabo la operación de retención de calor. Las condiciones para comenzar el conteo de tiempo de reanudación del almacenamiento de calor se cumplen cuando ha finalizado la operación de almacenamiento de calor, adicionalmente la temperatura de condensación T_c es inferior a una primera temperatura

de condensación de reanudación de almacenamiento de calor Trc1 predeterminada (una temperatura ligeramente inferior a la temperatura de cambio de fase del material de almacenamiento de calor, por ejemplo 37 °C).

5 En el caso en el que se cumple la condición para completar el conteo de tiempo de reanudación de almacenamiento de calor, siendo esta condición que el tiempo acumulativo de retención de calor trc desde el comienzo del conteo de tiempo de acumulación del tiempo acumulativo de retención de calor trc, en la etapa ST42, es superior o igual al tiempo acumulativo de reinicio de almacenamiento de calor trce, se pasa a los procesos de la etapa ST43, se finaliza el conteo de tiempo de acumulación del tiempo acumulativo de retención de calor trc (conteo ascendente), y vuelve a comenzar la operación de almacenamiento de calor.

10 Adicionalmente, cuando, tras volver a comenzar el conteo de tiempo de acumulación del tiempo acumulativo de retención de calor trc en la etapa ST42, la operación de calentamiento con la operación de retención de calor cumple las condiciones para poner en espera el conteo de tiempo de reanudación de almacenamiento de calor (condición de puesta en espera de conteo tiempo de reanudación de almacenamiento de calor), se pasa a la etapa ST44, y se interrumpe el conteo de tiempo de acumulación del tiempo acumulativo de retención de calor trc (puesta en espera).
15 En este caso, la condición de puesta en espera de conteo tiempo de reanudación de almacenamiento de calor es la condición para determinar si se recupera la condición en la que no puede afirmarse que, en efecto, se ha producido la liberación de calor desde el material de almacenamiento de calor. En este caso, la condición de puesta en espera de conteo de tiempo de reanudación de almacenamiento de calor se cumple cuando la temperatura de condensación Tc es mayor que la segunda temperatura de condensación de reanudación de almacenamiento de calor Trc2 (por ejemplo, 38 °C), que es ligeramente más alta que la primera temperatura de condensación de reanudación de almacenamiento de calor Trc2.

25 Adicionalmente, tras interrumpir el conteo de tiempo de acumulación del tiempo acumulativo de retención de calor trc en la etapa ST44, si la operación de calentamiento con la operación de retención de calor cumple la condición para reanudar el conteo de tiempo de reanudación de almacenamiento de calor, se regresa a los procesos de la etapa ST42, y vuelve a comenzar el conteo de tiempo de acumulación del tiempo acumulativo de retención de calor trc. La condición para reanudar el conteo de tiempo de reanudación de almacenamiento de calor es la condición para determinar si, en efecto, ha vuelto a producirse la condición en la que se libera calor desde el material de almacenamiento de calor. La condición para reanudar el conteo de tiempo de reanudación de almacenamiento de calor se cumple cuando la temperatura de condensación Tc pasa a ser menor que la primera temperatura de condensación de reanudación de almacenamiento de calor Trc1. De este modo, el conteo de tiempo de acumulación del tiempo acumulativo de retención de calor trc solo se lleva a cabo cuando la temperatura de condensación Tc es superior o igual a la primera temperatura de condensación de reanudación de almacenamiento de calor Trc1.
30 Adicionalmente, en el caso en el que se haya iniciado la operación de almacenamiento de calor o en el caso en el que la temperatura de condensación Tc siga siendo una tercera temperatura de condensación de reanudación de almacenamiento de calor Trc3 (una temperatura más alta que la temperatura de cambio de fase del material de almacenamiento de calor, por ejemplo 41 °C) durante un tiempo predeterminado Trc3 (por ejemplo, 30 minutos), incluso durante los procesos de la etapa ST42 y la etapa ST44, se da un retorno forzado a los procesos de la etapa ST41, y se restablece el tiempo de acumulación del tiempo acumulativo de retención de calor trc.

45 Así, en este caso, durante la operación de calentamiento con la operación de retención de calor, es posible determinar adecuadamente si es necesario volver a comenzar la operación de almacenamiento de calor. Al reanudar la operación de almacenamiento de calor, es posible suprimir el problema de que se produzca una liberación de calor desde el material de almacenamiento de calor en un grado que no pueda compensarse mediante la operación de retención de calor. Así, es posible suprimir la aparición de la disminución en la cantidad de calor que puede utilizarse en la operación de uso de calor almacenado durante la operación de descongelación.

Aplicabilidad industrial

50 La presente invención está provista de un circuito de refrigerante que tiene un intercambiador de calor por calor almacenado, para llevar a cabo un intercambio de calor entre un refrigerante y un material de almacenamiento de calor, y puede aplicarse ampliamente a un aparato de aire acondicionado que lleve a cabo una operación de almacenamiento de calor mediante el almacenamiento de calor en el material de almacenamiento de calor, al hacer
55 que el intercambiador de calor por calor almacenado funcione como un radiador del refrigerante durante una operación de calentamiento, y que lleve a cabo una operación de uso con calor almacenado mediante la liberación de calor desde el material de almacenamiento de calor, al hacer que el intercambiador de calor por calor almacenado funcione como un evaporador del refrigerante durante una operación de descongelación.

60 Lista de signos de referencia

- 1 Aparato de aire acondicionado
- 10 Circuito de refrigerante
- 21 Compresor
- 65 23 Intercambiador de calor exterior
- 28 Intercambiador de calor por calor almacenado

29 Válvula de expansión de almacenamiento de calor
41a, 41b Válvula de expansión interior
42a, 42b Intercambiador de calor interior
43a, 43b Ventilador interior

5

Literatura de patente

Documento de patente 1

10 Solicitud de Patente de Japón Abierta a Inspección Pública n.º 2005-337657

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de aire acondicionado (1), que comprende un circuito (10) de refrigerante que tiene un compresor (21), un intercambiador de calor exterior (23), un intercambiador de calor interior (42a, 42b), y un intercambiador de calor por calor almacenado (28) para intercambiar calor entre un refrigerante y un material de almacenamiento de calor, pudiendo llevar a cabo una operación de almacenamiento de calor para almacenar calor en el material de almacenamiento de calor, al hacer que el intercambiador de calor por calor almacenado funcione como un radiador del refrigerante durante una operación de calentamiento, en la que se hace funcionar el intercambiador de calor interior como un radiador del refrigerante, y una operación de uso de calor almacenado para liberar calor desde el material de almacenamiento de calor al hacer que el intercambiador de calor por calor almacenado funcione como un evaporador del refrigerante, durante una operación de descongelación para descongelar el intercambiador de calor exterior al hacer que el intercambiador de calor exterior funcione como un radiador del refrigerante: en el que el circuito de refrigerante comprende adicionalmente una válvula de expansión de almacenamiento de calor (29), configurada para variar la cantidad de refrigerante que fluye hacia el intercambiador de calor por calor almacenado, y una parte de control (8), configurada para controlar el grado de apertura de la válvula de expansión de almacenamiento de calor (29), y la operación de almacenamiento de calor está **caracterizada por que** la parte de control (8) está configurada para controlar el grado de ajuste de la válvula de expansión de almacenamiento de calor (29) en la operación de almacenamiento de calor, mediante un grado de ajuste de la apertura de operación de almacenamiento de calor determinado de acuerdo con una función basada en una presión de condensación, que es una presión de saturación que corresponde a una temperatura de condensación del refrigerante en el circuito refrigerante, una presión de líquido en tubo, que es una presión del refrigerante en una salida de la válvula de expansión de almacenamiento de calor, y una entalpía del refrigerante en una entrada y una salida del intercambiador de calor por calor almacenado.
2. El aparato de aire acondicionado (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que; la función para determinar el grado de ajuste de la apertura de operación de almacenamiento de calor utiliza, adicionalmente, una densidad del refrigerante en la salida del intercambiador de calor por calor almacenado (28).
3. El aparato de aire acondicionado (1) de acuerdo con una cualquiera de la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que; en la operación de almacenamiento de calor, cada vez que pasa un tiempo de apertura de almacenamiento de calor con un grado normal, solo mientras dura un tiempo de grado de apertura de descarga de refrigerante, se corrige el grado de ajuste de la apertura de operación de almacenamiento de calor de manera que sea mayor que durante el tiempo de almacenamiento de calor con grado de apertura normal.
4. El aparato de aire acondicionado (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que; se determina si la operación de descongelación ha finalizado normalmente o ha finalizado anormalmente, en función de una temperatura de salida de intercambio de calor exterior, que es una temperatura del refrigerante en una salida del intercambiador de calor exterior (23), y en la operación de almacenamiento de calor una vez que la operación de descongelación ha finalizado anormalmente, se corrige el grado de ajuste de la apertura de operación de almacenamiento de calor, de manera que sea mayor que para la operación de almacenamiento de calor una vez que la operación de descongelación ha finalizado normalmente.
5. El aparato de aire acondicionado (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que; el circuito (10) de refrigerante está configurado de tal manera que, en la operación de almacenamiento de calor durante la operación de calentamiento, el refrigerante descargado desde el compresor (21) puede suministrarse en paralelo al intercambiador de calor interior (42a, 42b) y al intercambiador de calor por calor almacenado (28), y en la operación de almacenamiento de calor durante la operación de calentamiento, se restringe una capacidad de calentamiento del intercambiador de calor interior de manera que disminuya por etapas, a medida que disminuye la temperatura de condensación.
6. El aparato de aire acondicionado (1) de acuerdo con la reivindicación 5, en el que; el circuito (10) de refrigerante comprende adicionalmente una válvula de expansión interior (41a, 41b), configurada para variar la cantidad de refrigerante que fluye hacia el intercambiador de calor interior (42a, 42b), la válvula de expansión interior está configurada para su control en la operación de calentamiento, de tal manera que, en la salida del intercambiador de calor interior, un grado de subenfriamiento del refrigerante alcance un grado diana de subenfriamiento, para el intercambio de calor interior, un ventilador interior (43a, 43b) está configurado para suministrar aire al intercambiador de calor interior, y en la operación de almacenamiento de calor durante la operación de calentamiento se restringe la capacidad de calentamiento del intercambiador de calor interior, mediante el aumento del grado diana de subenfriamiento para el intercambio de calor de interior, al disminuir la velocidad de rotación del ventilador interior, y/o al reducir un grado de apertura límite superior de la válvula de expansión interior.

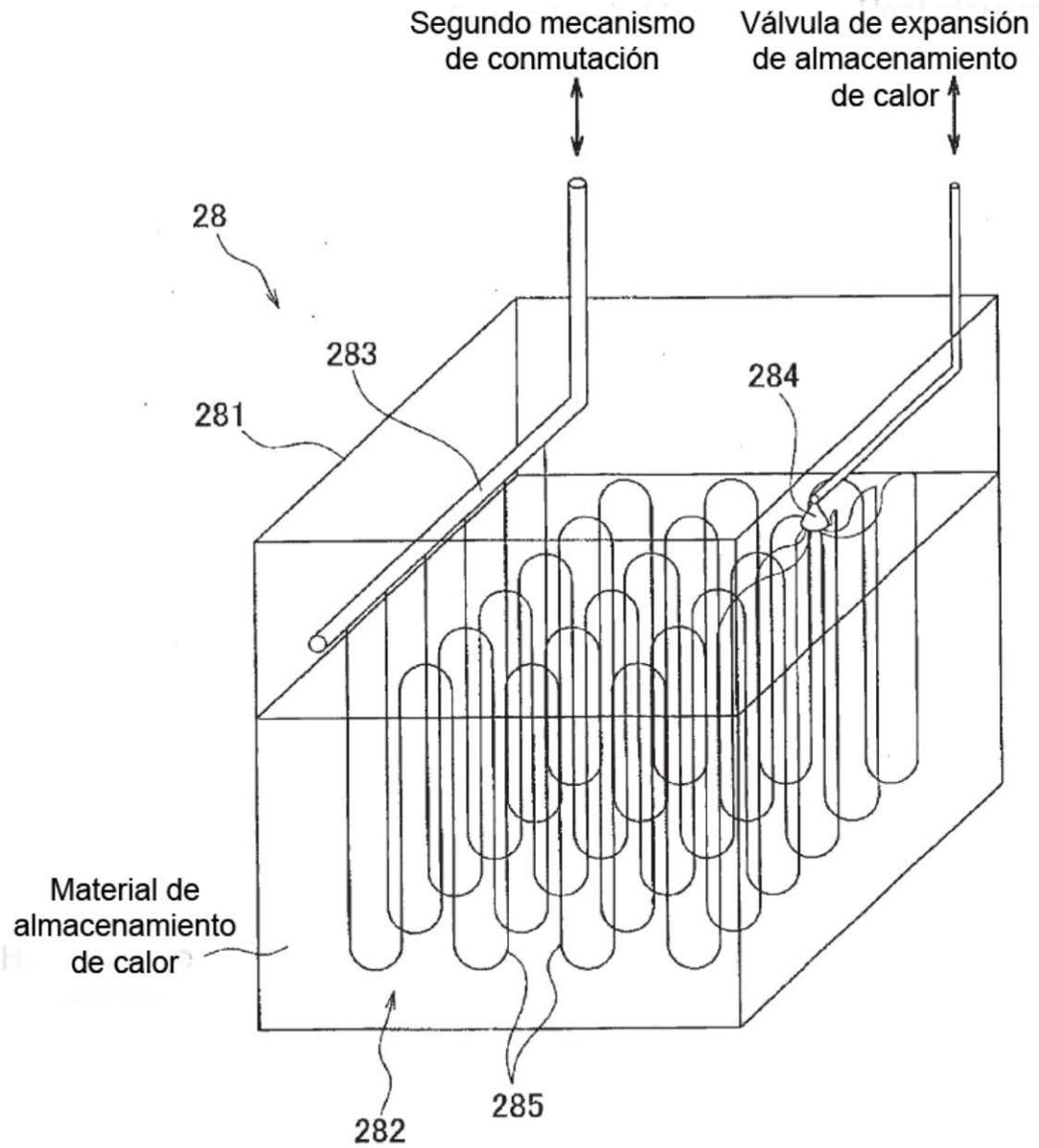


FIG. 2



FIG. 3

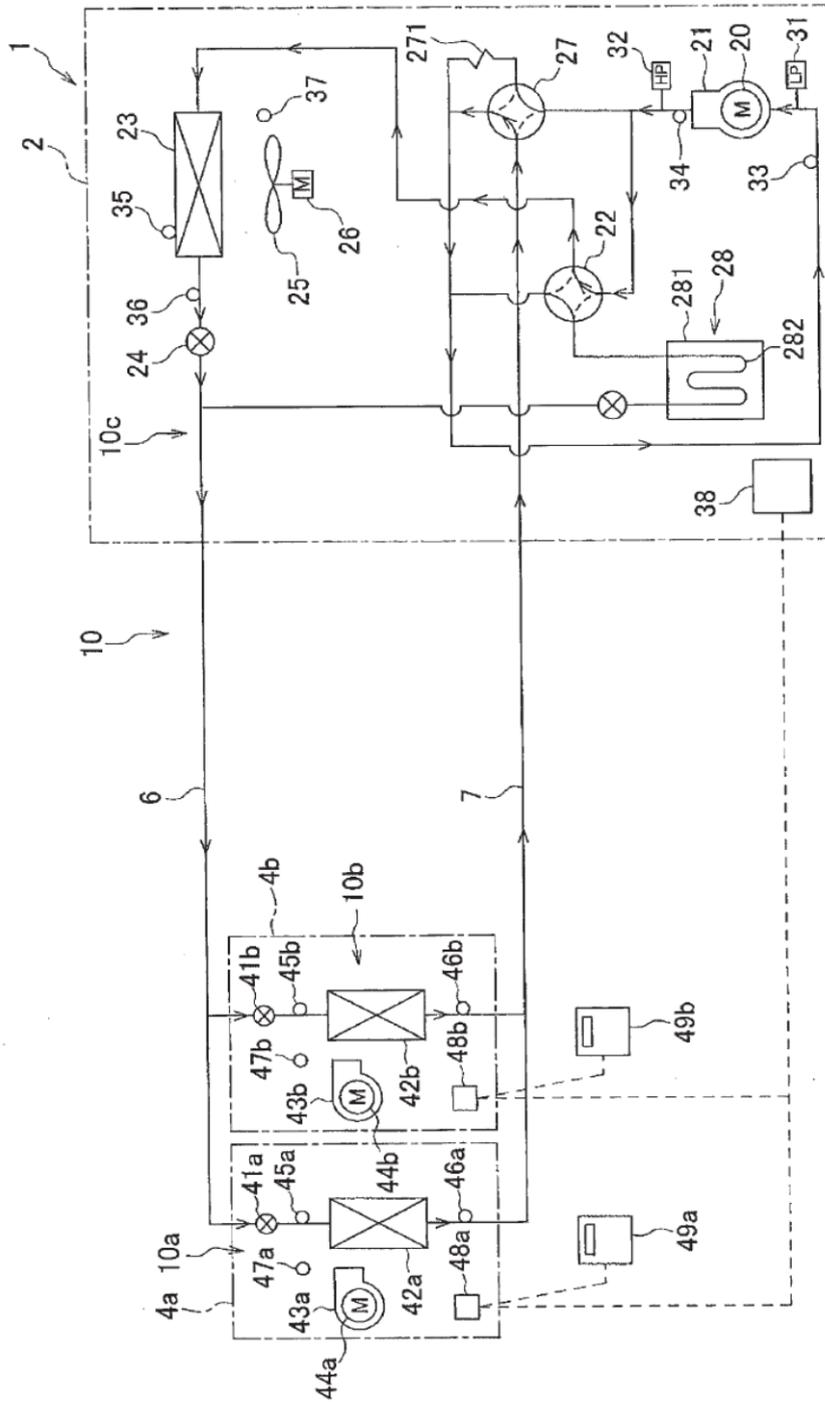


FIG. 4

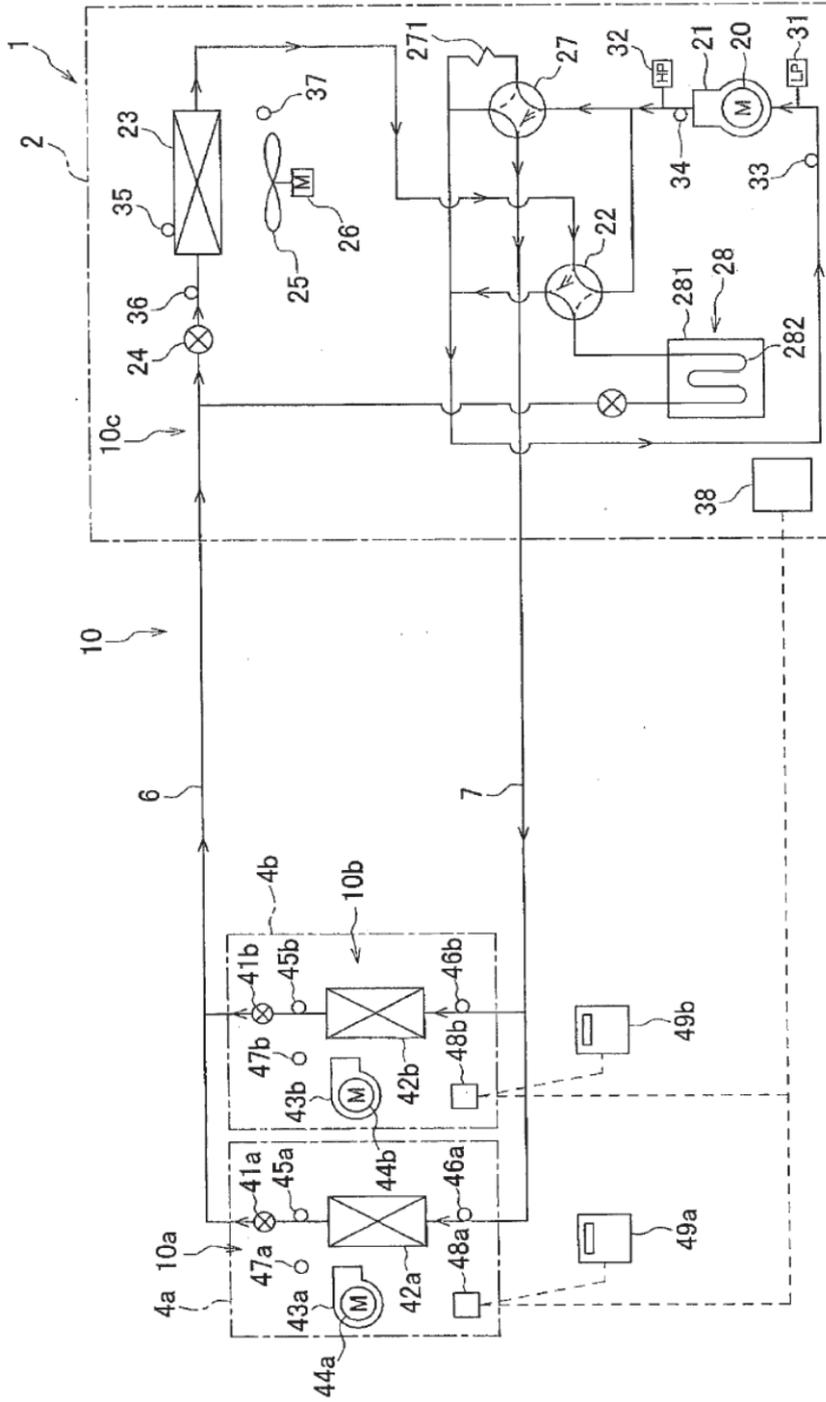


FIG. 5

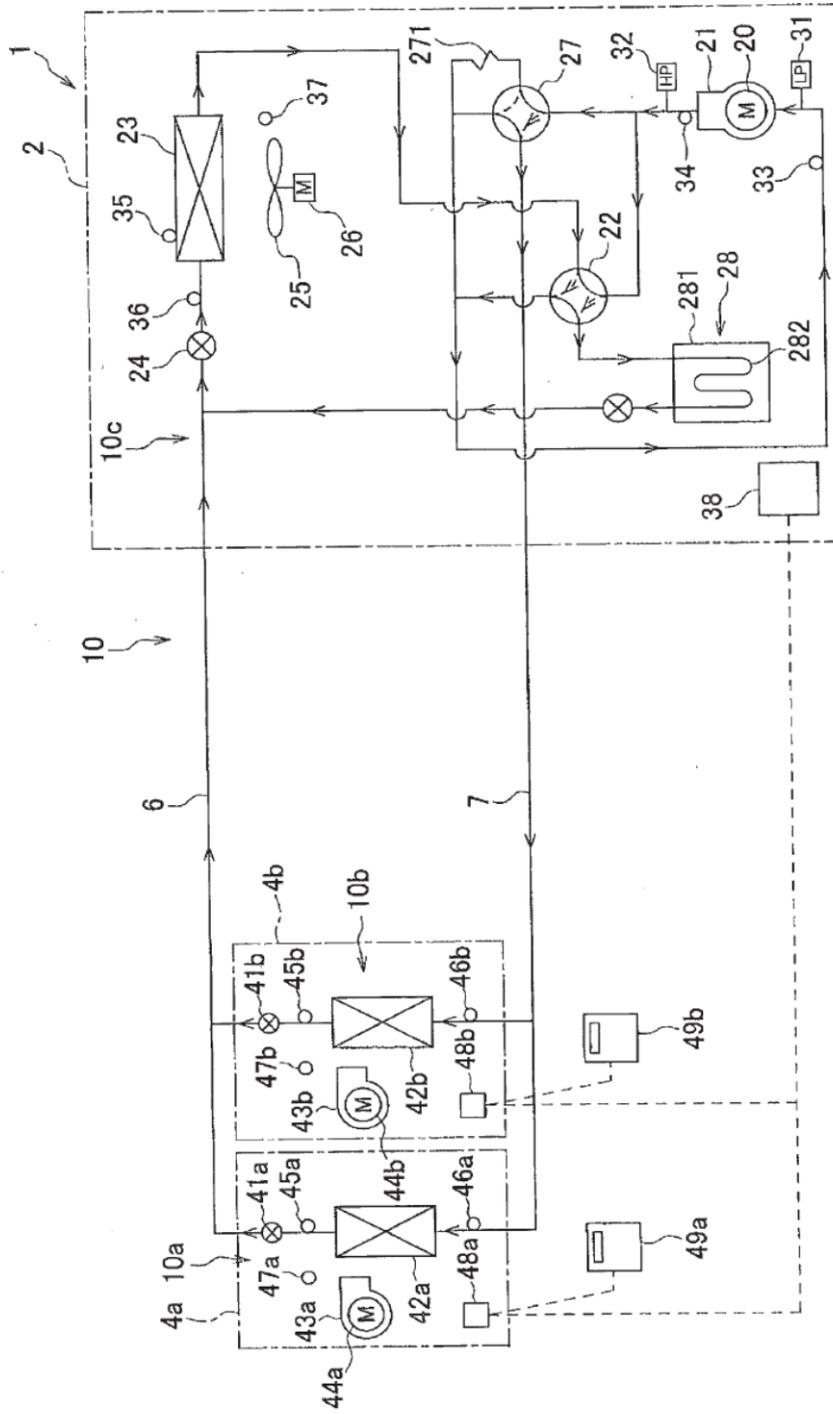


FIG. 6

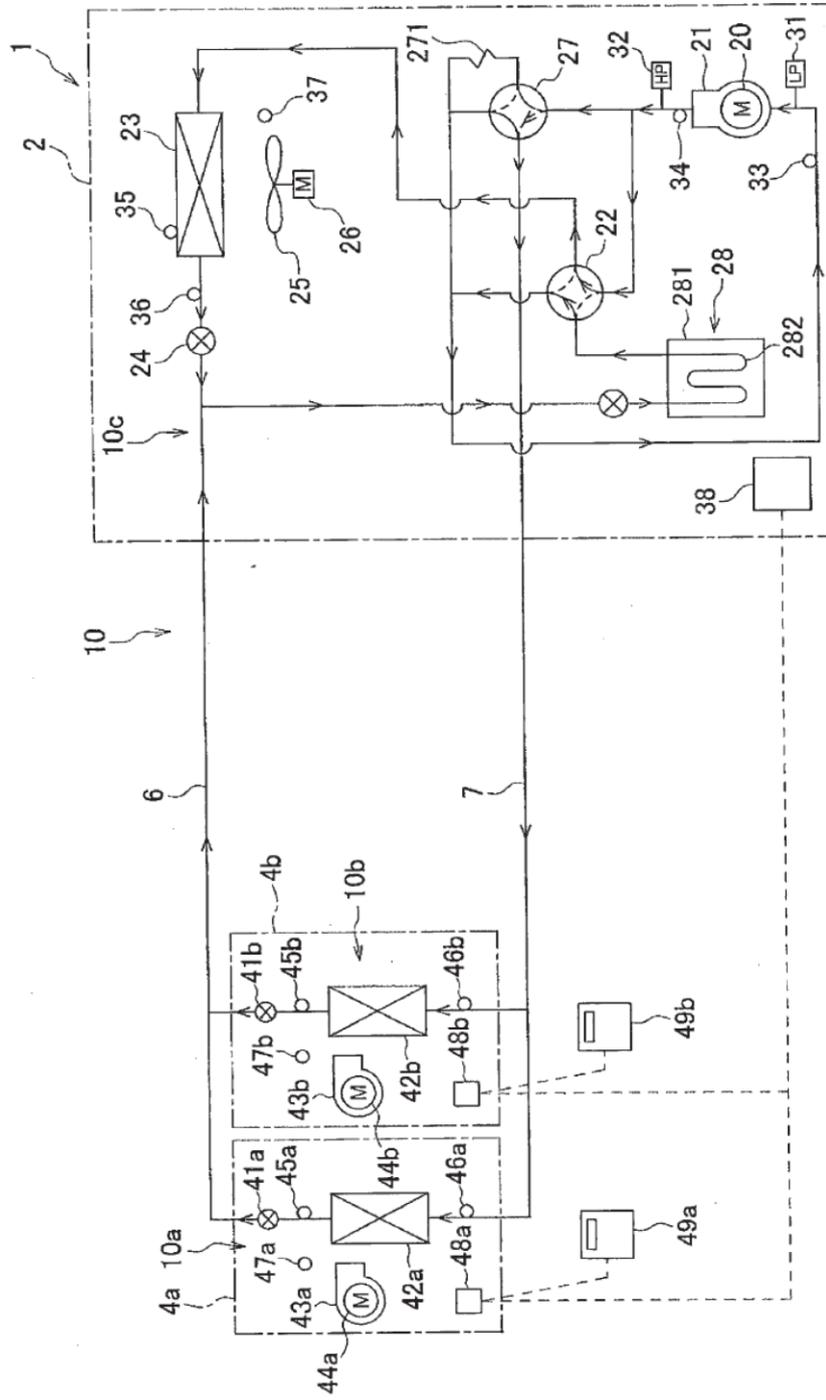


FIG. 7

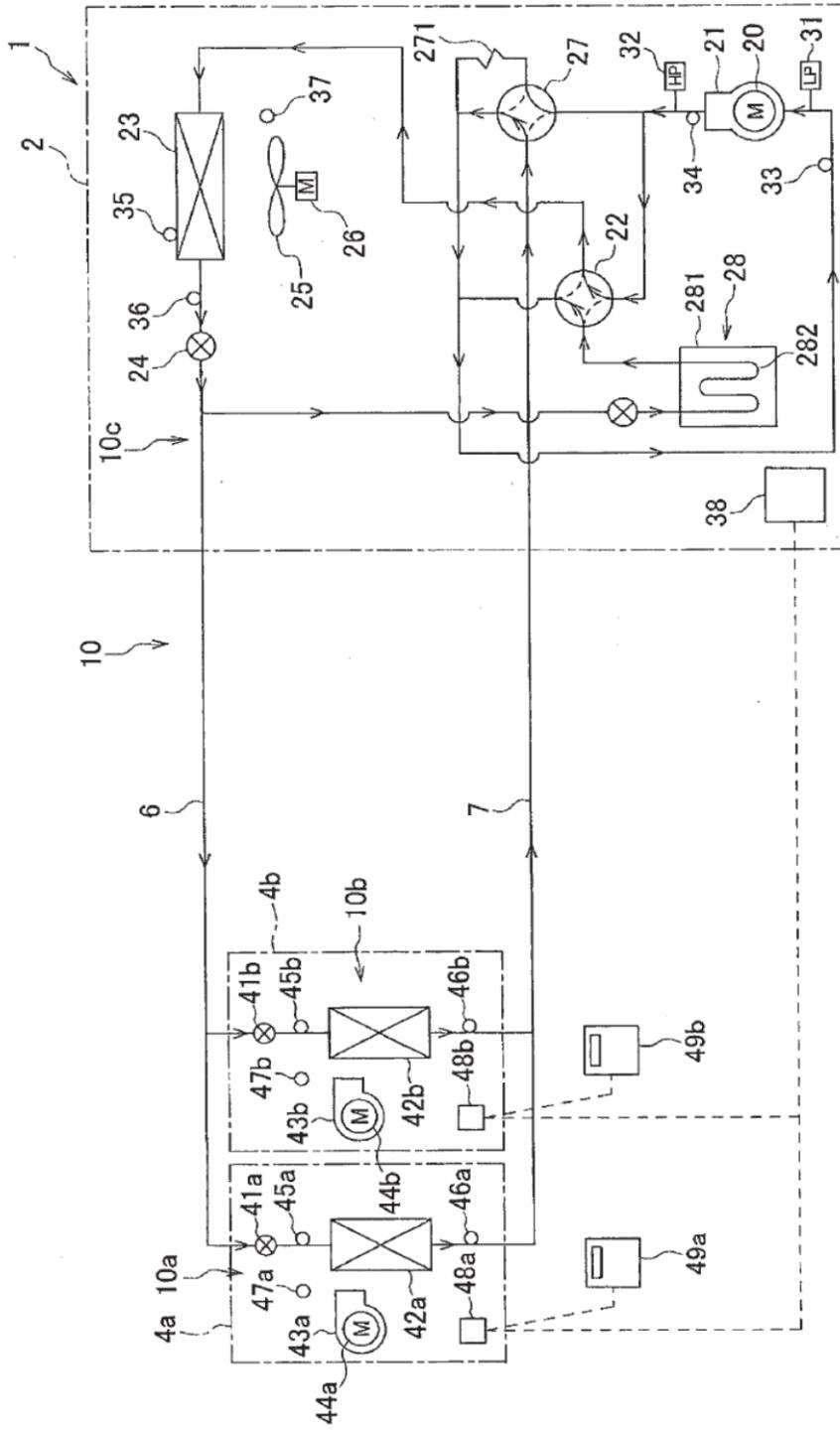


FIG. 9

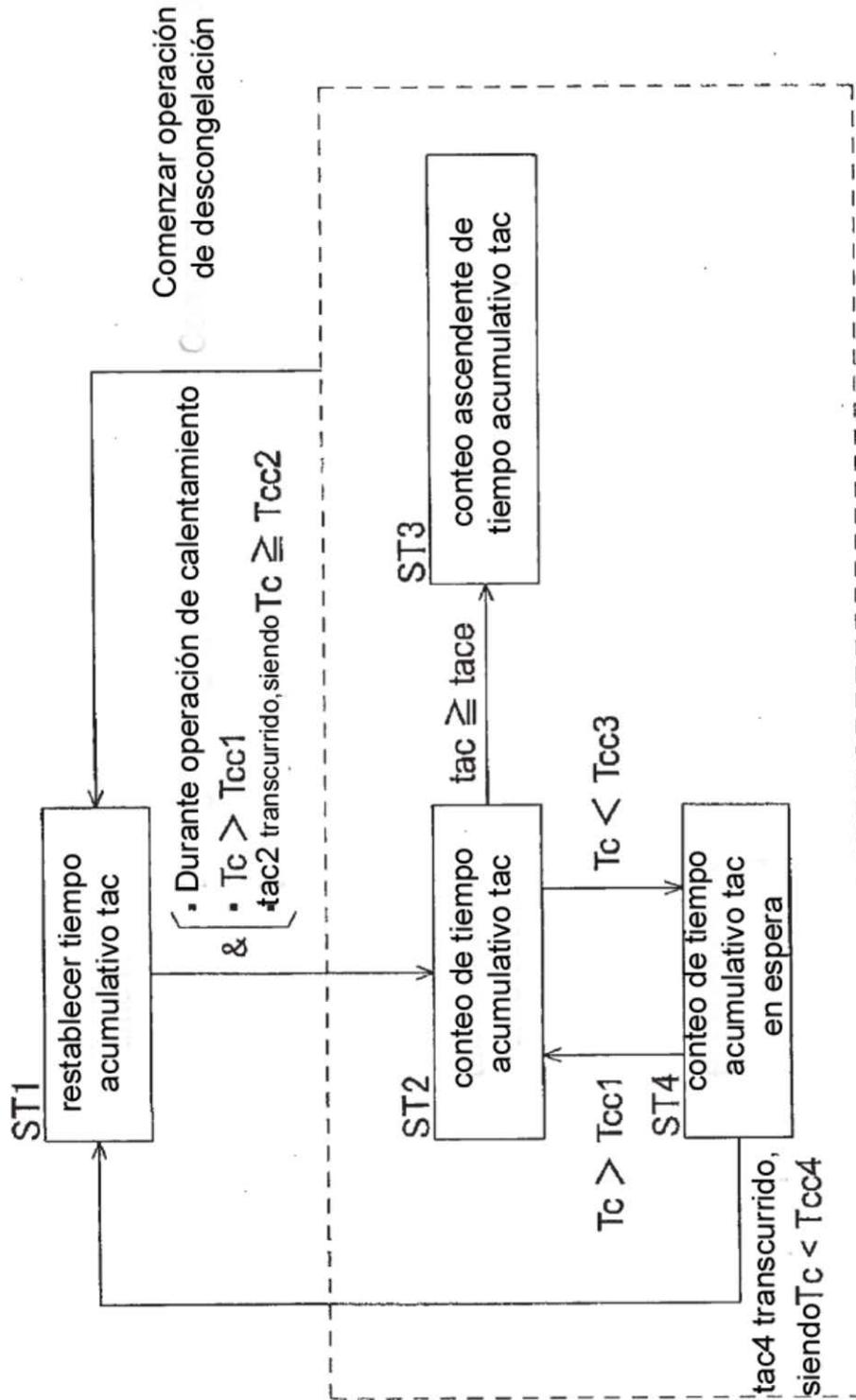


FIG. 10

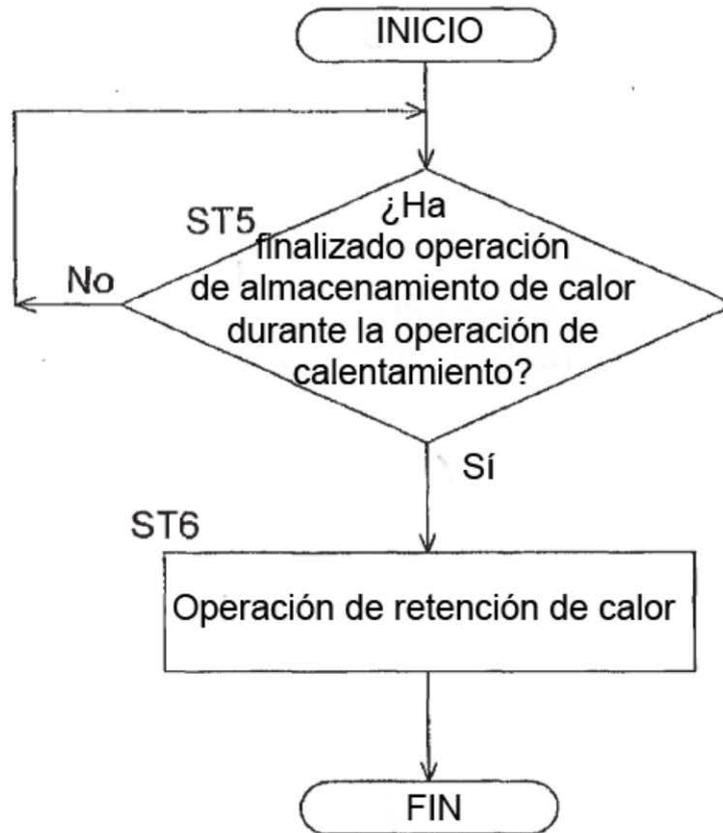


FIG. 11

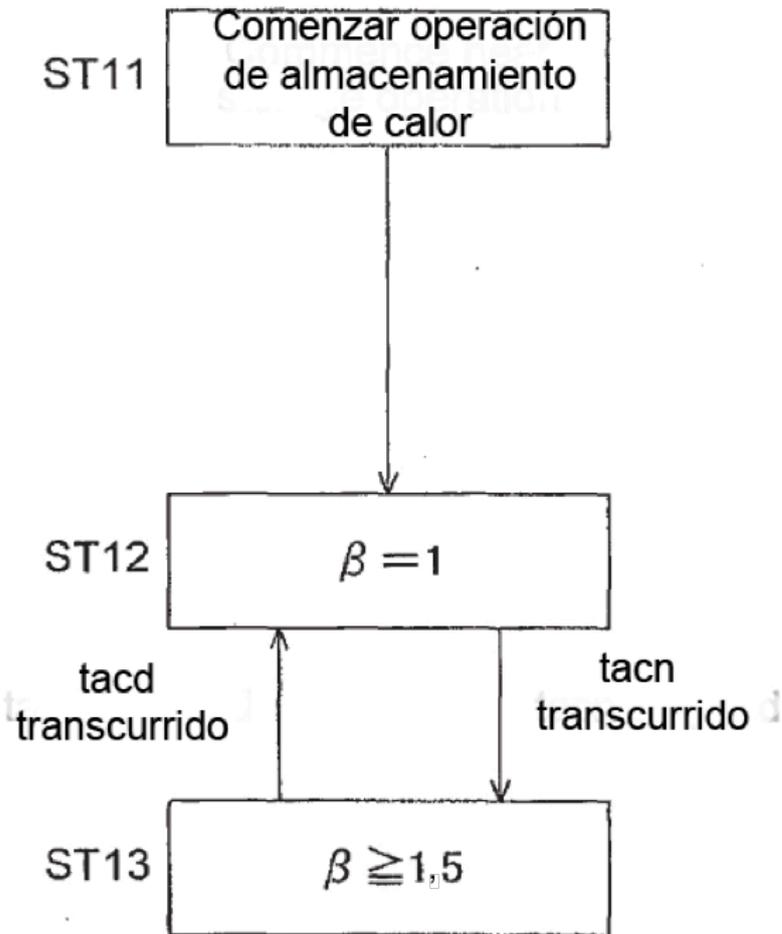


FIG. 12

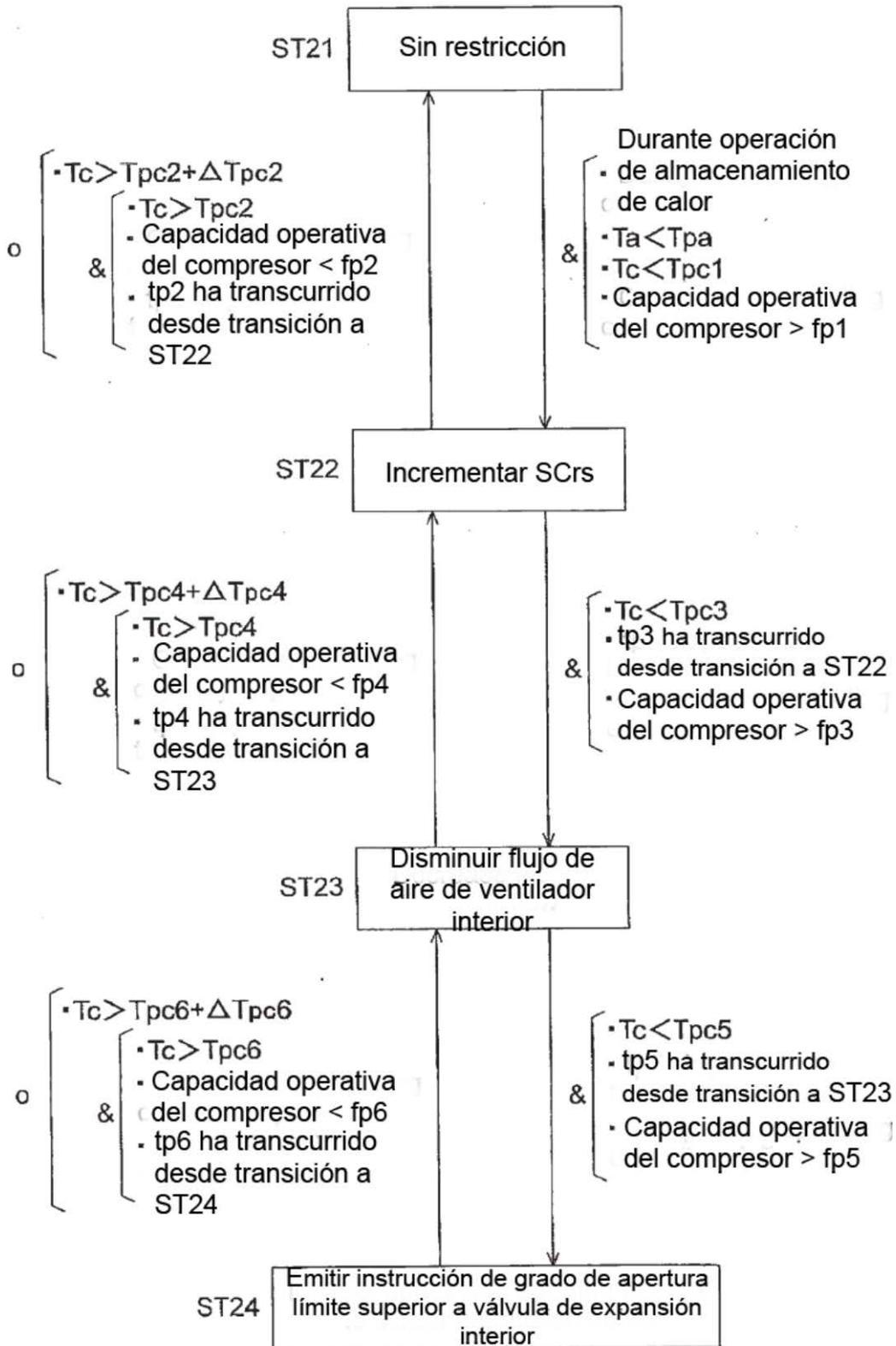


FIG. 13

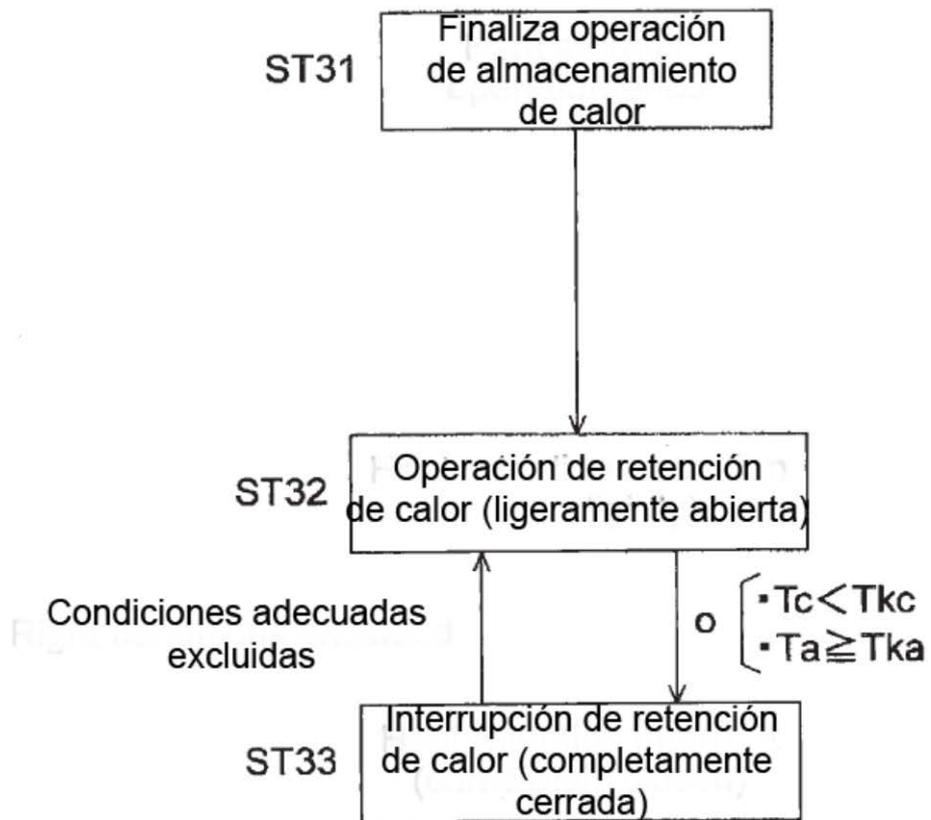


FIG. 14

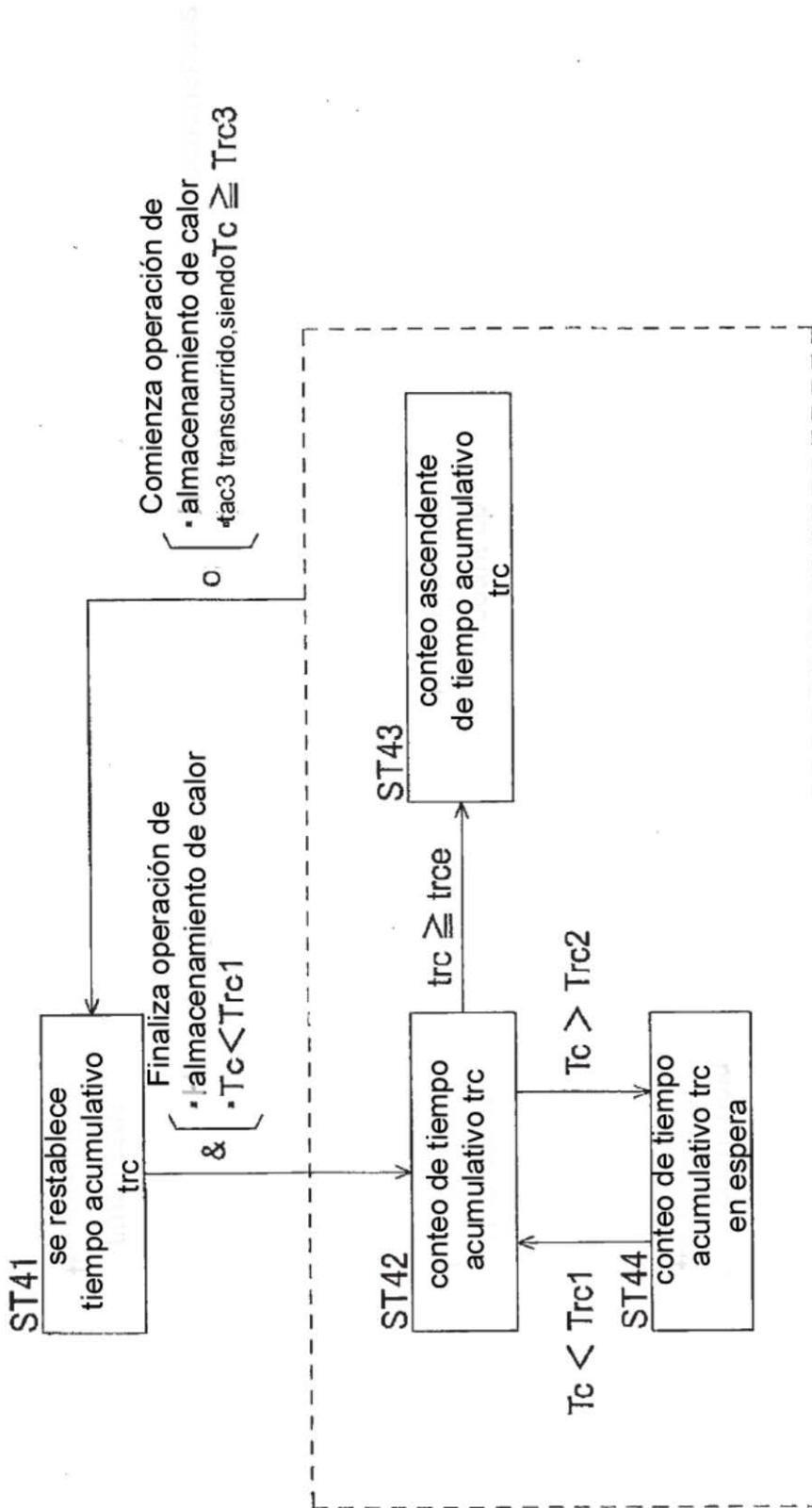


FIG. 15