(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 708 779**

(51) Int. CI.:

F25B 1/00 (2006.01)
F25B 1/10 (2006.01)
F25B 30/02 (2006.01)
F25B 43/02 (2006.01)
F24H 4/04 (2006.01)
F24H 9/20 (2006.01)
F25B 31/00 (2006.01)
F25B 47/02 (2006.01)
F24F 3/00 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **31.07.2014 PCT/JP2014/004029**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **02.04.2015 WO15045247**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.07.2014 E 14847548 (6)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.12.2018 EP 3040643**

(54) Título: **Sistema de bomba de calor, y calentador de agua de bomba de calor**

(30) Prioridad:

30.09.2013 JP 2013203187
26.11.2013 JP 2013243573

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.04.2019

(73) Titular/es:

MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES THERMAL SYSTEMS, LTD. (100.0%)
16-5, Konan 2-Chome, Minato-ku
Tokyo 108-8215 , JP

(72) Inventor/es:

OMURA, MINEMASA;
OKADA, TAKUYA;
TATEISHI, TAICHI y
SATO, HAJIME

(74) Agente/Representante:

VEIGA SERRANO, Mikel

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

Sistema de bomba de calor, y calentador de agua de bomba de calor

Sector de la técnica

La presente invención se refiere a un sistema de bomba de calor del tipo de compresión en dos etapas en el que se conectan en serie dos compresores independientes.

Estado de la técnica

Los sistemas de agua caliente han empleado una bomba de calor para ahorrar energía.

Un ciclo de refrigeración de compresión en dos etapas, que incluye un circuito refrigerante en el que se conectan en serie un compresor de la etapa de baja y un compresor de la etapa de alta y hace circular refrigerante usando el circuito refrigerante, es conocido como un sistema refrigerante (por ejemplo, la bibliografía de patente 1 a 3).

Lista de citaciones

Bibliografía de patente

[BLP 1] Publicación de Solicitud de Patente Japonesa no Examinada N.º 5-93552
[BLP 2] Publicación de Solicitud de Patente Japonesa no Examinada N.º 6-2966
[BLP 3] Publicación de Solicitud de Patente Japonesa no Examinada N.º 2009-168330
[BLP 4] JP 2001 349629 A divulga un sistema de bomba de calor de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.
[BLP 5] JP 2013 139902 A divulga un dispositivo de refrigeración.

Objeto de la invención

Problema técnico

Es necesario hacer funcionar dos compresores de una etapa de baja y una etapa de alta con velocidades de rotación, que son independientes entre sí, para hacer funcionar siempre el ciclo de refrigeración de compresión en dos etapas con alta eficiencia. El control del nivel de aceite de refrigerante contenido en cada uno de los dos compresores es de la mayor importancia para esta finalidad. Cuando se conectan en serie dos compresores independientes a diferencia de un compresor que incluye dos mecanismos de compresión de una etapa de baja y una etapa de alta provistas en una carcasa, es necesario mantener la cantidad de aceite de refrigerante en un nivel uniforme apropiado entre los dos compresores para hacer funcionar satisfactoriamente los dos compresores.

La invención se ha realizado sobre la base de este problema técnico, y el objeto de la invención es proporcionar un sistema de bomba de calor del tipo de compresión en dos etapas en la que la cantidad aceite de refrigerante de los dos compresores se mantiene uniforme sin que se detenga la operación o se haya de realizar una complicada operación. Asimismo, un objeto de la invención es proporcionar un calentador de agua de bomba de calor de alta eficiencia que incluye un sistema de bomba de calor del tipo de compresión en dos etapas.

Solución al problema

La invención, que se ha realizado para conseguir los objetivos tal como se define en la reivindicación 1, y se divide en una primera divulgación y una segunda divulgación.

Primero, de acuerdo con la primera divulgación, se proporciona un sistema de bomba de calor que incluye: un mecanismo de compresión que incluye un compresor de la etapa de baja y un compresor de la etapa de alta y comprime y descarga un refrigerante; un separador de aceite que se proporciona en un lado de descarga del compresor de la etapa de alta; un primer intercambiador de calor que intercambia calor entre el refrigerante comprimido por el mecanismo de compresión y un objeto a ser sometido a intercambio térmico; una válvula de expansión que descomprime y expande el refrigerante que circula fuera del primer intercambiador de calor; un segundo intercambiador de calor que intercambia calor entre el refrigerante descomprimido y expandido por la válvula de expansión y el objeto a ser sometido a intercambio térmico; un recorrido de igualación de aceite que conecta el compresor de la etapa de baja al compresor de la etapa de alta y permite que el aceite de refrigerante fluya entre el compresor de la etapa de baja y el compresor de la etapa de alta; una tubería de retorno principal que conecta el separador de aceite a un lado de succión del compresor de la etapa de alta; un recorrido de retorno del aceite que conecta las tuberías de retorno principal al recorrido de igualación de aceite; una válvula todo-nada de retorno de aceite que se proporciona sobre el recorrido de retorno del aceite; y un mecanismo de cambio del recorrido de refrigerante que cambia selectivamente un recorrido del refrigerante entre un recorrido de compresión en dos etapas a lo largo del que el refrigerante circula a través del compresor de la etapa de baja y el compresor de

la etapa de alta en este orden y un recorrido de compresión en una etapa a lo largo del que el refrigerante circula a través de solamente uno de entre el compresor de la etapa de baja y el compresor de la etapa de alta.

Por ejemplo, cuando se supone un calentador de agua de bomba de calor, se determina la alta presión del dispositivo dependiendo de la temperatura (por ejemplo, en el intervalo de 35 °C a 75 °C) de agua que entra en un intercambiador de calor (un intercambiador de calor de agua-refrigerante) para agua y un refrigerante. Por consiguiente, una diferencia en la presión entre el lado de succión y el lado de descarga del compresor puede cambiarse significativamente de acuerdo con la temperatura del agua. Cuando se realiza una operación de compresión en dos etapas mientras la temperatura del agua en una entrada del intercambiador de calor agua-refrigerante es baja, se reduce la presión diferencial entre el compresor de la etapa de baja y el compresor de la etapa de alta. Se determina la cantidad de aceite de refrigerante a ser devuelto de acuerdo con la presión diferencial entre los compresores. Por consiguiente, cuando una presión diferencial entre el compresor de la etapa de baja y el compresor de la etapa de alta se reduce en mitad de la operación de compresión de dos etapas en la divulgación, se cambia una operación de compresión a la operación de compresión en una etapa.

En el sistema de bomba de calor de la primera divulgación, el recorrido del refrigerante se cambia a un recorrido de compresión en una etapa cuando se selecciona el recorrido de compresión en dos etapas y se satisface una cualquiera de las siguientes condiciones (1) a (3).

Condición (1): $T_W \leq T_R$

T_W: La temperatura del agua que entra en un intercambiador de calor (intercambiador de calor de agua) para el agua y el refrigerante cuando el objeto, que ha de ser sometido a intercambio térmico, del primer intercambiador de calor es agua
T_R: Valor prescrito

Condición (2): $(P_{HO}-P_{LI}) \leq \Delta P_{R1}$

P_{LI}: El valor de aspiración del compresor de la etapa de baja
P_{HO}: La presión de descarga del compresor de la etapa de alta
ΔP_{R1}: Valor prescrito

Condición (3): $(P_{LO}-P_{LI}) \leq \Delta P_{R2}$

P_{LI}: El valor de aspiración del compresor de la etapa de baja
P_{LO}: El valor de descarga del compresor de la etapa de baja
ΔP_{R2}: Valor prescrito

Asimismo, en el sistema de bomba de calor de la primera divulgación, cuando el mecanismo de cambio del recorrido de refrigerante selecciona el recorrido de compresión en una etapa, la válvula todo-nada de retorno del aceite se abre y el aceite de refrigerante desde el separador de aceite pueda retornar al recorrido de igualación de aceite a través del recorrido de retorno del aceite sin pasar a través del compresor de la etapa de alta.

Dado que se proporcionan el recorrido de retorno del aceite y el recorrido de igualación de aceite formados tal como se ha descrito anteriormente, es posible recuperar fácilmente la cantidad de aceite de refrigerante cuando la cantidad de aceite de refrigerante de cada uno del compresor de la etapa de baja y el compresor de la lado de la etapa de alta es insuficiente.

En el sistema de bomba de calor de la primera divulgación, es preferible que la apertura/cierre de la válvula todo-nada del aceite de retorno se controle basándose en una cantidad estimada de aceite de refrigerante del compresor de la etapa de baja y una cantidad estimada de aceite de refrigerante del compresor de la etapa de alta.

Es posible controlar el aceite de refrigerante en un momento apropiado basándose en la cantidad de aceite de cada uno de los dos compresores obtenida a partir de resultados de detección de sensores de presión y de un sensor de temperatura del sistema de bomba de calor.

Dado que la cantidad de aceite de refrigerante de cada uno del compresor de la etapa de baja y el compresor de la etapa de alta se aseguran en un calentador de agua de bomba de calor que incluye el primer intercambiador de calor del sistema de bomba de calor anteriormente mencionado que es un intercambiador de calor de agua-refrigerante para calentamiento de agua mediante el intercambio de calor entre el refrigerante y el agua, el calentador de agua de bomba de calor puede suministrar establemente agua caliente con alta eficiencia.

A continuación, de acuerdo con una segunda divulgación, se proporciona un sistema de bomba de calor que incluye: un mecanismo de compresión que incluye un compresor de la etapa de baja y un compresor de la etapa de alta y comprime y descarga un refrigerante; un primer intercambiador de calor en el que el refrigerante comprimido por el mecanismo de compresión intercambia calor con un objeto a ser sometido a intercambio térmico; una válvula de

expansión que descomprime y expande el refrigerante que circula fuera del primer intercambiador de calor; un segundo intercambiador de calor en el que el refrigerante descomprimido y expandido por la válvula de expansión intercambia calor con un objeto a ser sometido a intercambio térmico; un recorrido de igualación de aceite que conecta el compresor de la etapa de baja al compresor de la etapa de alta y permite que el aceite de refrigerante fluya entre el compresor de la etapa de baja y el compresor de la etapa de alta; una válvula de igualación de aceite que abre y cierra la tubería de igualación de aceite; y un dispositivo de control que controla una operación para la apertura/cierre de la válvula de igualación de aceite.

Cuando el dispositivo de control determina que el refrigerante está circulando en la tubería de igualación de aceite, el dispositivo de control da instrucciones a la válvula de igualación de aceite para cerrarse.

En el sistema de bomba de calor de la segunda divulgación, el dispositivo de control puede determinar si el refrigerante está circulando o no en la tubería de igualación de aceite basándose en la comparación de la temperatura detectada T0 de la tubería de igualación de aceite y uno o ambos de entre la temperatura detectada T1 de una tubería de refrigerante, que permite al refrigerante fluir al compresor de la etapa de alta desde el compresor de la etapa de baja, y una temperatura detectada T2 del compresor de la etapa de alta.

En el sistema de bomba de calor de la segunda divulgación, es preferible que el dispositivo de control dé instrucciones a la válvula de igualación de aceite para continuar estando cerrada durante una operación inestable incluso si se satisface una condición de apertura.

Asimismo, en el sistema de bomba de calor de la segunda divulgación, es preferible que el dispositivo de control dé instrucciones a la válvula de igualación de aceite para que se abra y cierre alternativa y repetidamente en cada uno de los momentos predeterminados independientemente de la determinación de si el refrigerante está circulando o no en la tubería de igualación de aceite cuando la velocidad de rotación del compresor de la etapa de alta es más pequeña que un valor predeterminado.

Dado que la cantidad de aceite de refrigerante de cada uno del compresor de la etapa de baja y el compresor de la etapa de alta se aseguran en un calentador de agua de bomba de calor que incluye el primer intercambiador de calor del sistema de bomba de calor anteriormente mencionado de la segunda divulgación que es un intercambiador de calor de agua-refrigerante para calentamiento de agua mediante el intercambio de calor entre el refrigerante y el agua, el calentador de agua de bomba de calor puede suministrar establemente agua caliente con alta eficiencia.

Efectos ventajosos de la divulgación

De acuerdo con la primera divulgación, es posible igualar el aceite de refrigerante del compresor de la etapa de baja y del compresor de la etapa de alta solamente mediante una operación simple de la apertura/cierre de la primera válvula electromagnética y de la segunda válvula electromagnética sin detener la operación del compresor de la etapa de baja y del compresor de la etapa de alta.

Asimismo, de acuerdo con la segunda divulgación, es posible igualar el aceite de refrigerante en el mecanismo de compresión mediante una operación simple de apertura/cierre de la válvula de igualación de aceite sin detener la operación del mecanismo de compresión. Además, de acuerdo con la divulgación, cuando el dispositivo de control determina que el refrigerante está circulando en la tubería de igualación de aceite, el dispositivo de control cierra la válvula de igualación de aceite abierta. Por consiguiente, es posible evitar el uso derrochador del mecanismo de compresión que se provoca cuando el refrigerante circula en la tubería de igualación de aceite.

Descripción de las figuras

La Fig. 1 es un diagrama que muestra la configuración de un circuito de un sistema de bomba de calor de acuerdo con una primera realización.
La Fig. 2 es un diagrama que muestra la operación del sistema de bomba de calor de la primera realización en la que la Fig. 2A muestra una operación de compresión en dos etapas y la Fig. 2B muestra una operación de compresión en una etapa.
La Fig. 3 es un diagrama que muestra la configuración de un circuito que cambia una operación de compresión entre la operación de compresión en dos etapas y la operación de compresión en una etapa del sistema de bomba de calor de la Fig. 1 mediante dos válvulas electromagnéticas.
La Fig. 4 es un diagrama que muestra la configuración de un circuito en el que se añaden dos separadores de aceite al sistema de bomba de calor de la Fig. 1.
La Fig. 5 es un diagrama que muestra la configuración de un circuito de un calentador de agua/acondicionador de aire del tipo bomba de calor de acuerdo con una segunda realización.
La Fig. 6 muestra la configuración del circuito del calentador de agua/acondicionador de aire del tipo bomba de calor de acuerdo con la segunda realización y muestra un modo de operación diferente del de la Fig. 5.
La Fig. 7 es un diagrama que muestra un ejemplo de modificación de una tubería de igualación de aceite.
La Fig. 8 es un diagrama que muestra la configuración de un circuito de un ciclo de refrigeración de acuerdo con una tercera realización.

La Fig. 9 es un diagrama que muestra la operación del ciclo de refrigeración de la Fig. 8 en el que la tubería de igualación de aceite está cerrada en la Fig. 9A y en el que la tubería de igualación aceite está abierta en la Fig. 9B.

La Fig. 10 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento para apertura/cierre de una válvula que se proporciona sobre la tubería de igualación de aceite del ciclo de refrigeración de la Fig. 8.

La Fig. 11 es un diagrama de flujo que ilustra un ejemplo de modificación del procedimiento para apertura/cierre de la válvula de la Fig. 10.

La Fig. 12 es un diagrama que muestra la configuración de un circuito de un calentador de agua/acondicionador de aire del tipo bomba de calor de acuerdo con una cuarta realización.

La Fig. 13 es un diagrama que muestra la configuración del circuito del calentador de agua/acondicionador de aire del tipo bomba de calor de acuerdo con la cuarta realización y muestra un modo de operación diferente del de la Fig. 12.

Descripción detallada de la invención Se describirán a continuación realizaciones de la invención con referencia a los dibujos adjuntos.

[Primera realización]

Como se muestra en la Fig. 1, un sistema de bomba de calor 1 de acuerdo con una primera realización incluye un compresor de la etapa de baja 10a y un compresor de la etapa de alta 10b que comprime y descarga un refrigerante, un primer intercambiador de calor 11 que intercambia calor entre el refrigerante comprimido por el compresor de la etapa de alta 10b y un fluido como un objeto a ser sometido a intercambio térmico, una válvula de expansión 12 que descomprime y expande el refrigerante que circula fuera del primer intercambiador de calor 11 (de aquí en adelante, simplemente denominada como una válvula de expansión), y un segundo intercambiador de calor 13 que intercambia calor entre el refrigerante descomprimido y expandido por la válvula de expansión 12 y el fluido como un objeto a ser sometido a intercambio térmico. El compresor de la etapa de baja 10a, el compresor de la etapa de alta 10b, el primer intercambiador de calor 11, la válvula de expansión 12 y el segundo intercambiador de calor 13 se conectan en serie en este orden en la dirección de circulación del refrigerante. En esta realización, el primer intercambiador de calor 11 puede funcionar como un condensador que irradia calor mediante el intercambio térmico con, por ejemplo, agua y el segundo intercambiador de calor 13 puede funcionar como un evaporador que absorbe calor mediante el intercambio térmico con aire exterior.

El sistema de bomba de calor 1 incluye una válvula de conmutación de cuatro vías 14 que cambia un estado de conexión del compresor de la etapa de baja 10a y del compresor de la etapa de alta 10b tal como se describe a continuación. Es decir, la válvula de conmutación de cuatro vías 14 cambia el estado de conexión entre la operación de compresión en dos etapas (recorrido de compresión en dos etapas) en la que un refrigerante pasa a través tanto del compresor de la etapa de baja 10a como del compresor de la etapa de alta 10b y una operación de compresión en una etapa (un recorrido de compresión en una etapa) en la que un refrigerante pasa a través solamente del compresor de la etapa de baja 10a y contornea el compresor de la etapa de alta 10b.

Asimismo, el sistema de bomba de calor 1 incluye un mecanismo de igualación de aceite 20 que mantiene la cantidad de aceite de refrigerante retenida en los compresores del lado de la etapa de baja y de alta 10a y 10b uniforme.

El sistema de bomba de calor 1 incluye una tubería L1 que conecta el compresor de la etapa de baja 10a al compresor de la etapa de alta 10b, una tubería L2 que conecta el compresor de la etapa de alta 10b al primer intercambiador de calor 11, una tubería L3 que conecta el primer intercambiador de calor 11 al segundo intercambiador de calor 13, y una tubería L4 que conecta al segundo intercambiador de calor 13 al compresor de la etapa de baja 10a. Por consiguiente, el sistema de bomba de calor 1 forma un circuito refrigerante en el que circula un refrigerante. Entre las tuberías, la tubería L4 forma una tubería del lado de aspiración del compresor de la etapa de baja 10a, la tubería L1 que conecta el compresor de la etapa de baja 10a al compresor de la etapa de alta 10b forma una tubería de presión intermedia, y la tubería L2 forma una tubería del lado de descarga del compresor de la etapa de alta 10b.

Asimismo, el sistema de bomba de calor 1 incluye una tubería L5 que conecta el lado de descarga (la tubería L1) del compresor de la etapa de baja 10a al lado de descarga (la tubería L2) del compresor de la etapa de alta 10b. La válvula de conmutación de cuatro vías 14 anteriormente mencionada se proporciona en un extremo de conexión de la tubería L5 que corresponde al lado de descarga del compresor de la etapa de baja 10a. La válvula de conmutación de cuatro vías 14 se cambia de modo que el refrigerante descargado desde el compresor de la etapa de baja 10a es aspirado al interior del compresor de la etapa de alta 10b a través de la tubería L1 justamente como está o se suministra al primer intercambiador de calor 11 a través de las tuberías L5 y L2. La conmutación entre el recorrido de compresión en dos etapas y el recorrido de compresión en una etapa se realiza mediante la conmutación.

Por su parte, se hace referencia general al compresor de la etapa de baja 10a y al compresor de la etapa de alta 10b como un mecanismo de compresión 10 sin distinción entre ellos.

A continuación, el sistema de bomba de calor 1 incluye un separador de aceite 26 que se proporciona sobre la tubería L2. El separador de aceite 26 se conecta directamente al compresor de la etapa de alta 10b mediante una tubería de retorno de aceite 27. La tubería de retorno de aceite 27 incluye un estrangulador fijo 27a.

En la mitad de la operación de compresión en dos etapas, el separador de aceite 26 separa el aceite de refrigerante del refrigerante, que se descarga desde el compresor de la etapa de alta 10b, y retorna el aceite de refrigerante al compresor de la etapa de alta 10b a través de la tubería de retorno 27. En la mitad de la operación de compresión en una etapa, el separador de aceite 26 separa el aceite de refrigerante del refrigerante, que se descarga desde el compresor de la etapa de baja 10a, y retorna el aceite de refrigerante al compresor de la etapa de alta 10b a través de la tubería de retorno 27.

Se describirán a continuación de uno en uno los componentes respectivos del sistema de bomba de calor 1.

[Mecanismo de compresión 10]

Cuando el compresor de la etapa de baja 10a es accionado giratoriamente por un motor eléctrico que está formado de modo integral con el compresor de la etapa de baja 10a, el compresor de la etapa de baja 10a aspira el refrigerante, que ha pasado a través del segundo intercambiador de calor 13 y tiene una baja temperatura y una baja presión, comprime el refrigerante hasta una presión intermedia, y descarga el refrigerante comprimido al compresor de la etapa de alta 10b.

Un mecanismo de compresión públicamente conocido, tal como el mecanismo de compresión scroll o un mecanismo de compresión giratorio, puede aplicarse como el mecanismo de compresión que se aplica al compresor de la etapa de baja 10a. De la misma forma, se aplica lo mismo al compresor de la etapa de alta 10b.

El compresor de la etapa de alta 10b aspira y comprime el refrigerante, que es descargado desde el compresor de la etapa de baja 10a, y descarga el refrigerante comprimido al primer intercambiador de calor 11 como un refrigerante que tiene una alta temperatura y una alta presión.

[Primer intercambiador de calor 11]

El primer intercambiador de calor 11 calienta el fluido, tal como agua o aire, como un objeto a ser sometido a intercambio térmico mediante el intercambio de calor entre el fluido y un refrigerante que tiene una alta temperatura y una alta presión. El refrigerante, que se descarga desde el compresor de la etapa de alta 10b y tiene una alta temperatura y una alta presión, es enfriado y condensado en el primer intercambiador de calor 11. Puede usarse un intercambiador de calor públicamente conocido como el primer intercambiador de calor 11. Lo mismo se aplica al segundo intercambiador de calor 13 a ser descrito a continuación.

Cuando un objeto a ser sometido a intercambio térmico es el aire, el primer intercambiador de calor 11 está provisto con un ventilador 11f y se intercambia calor entre el aire soplado por el ventilador 11f y el refrigerante mientras el aire impulsado por el ventilador 11f pasa a través del primer intercambiador de calor 11.

[Válvula de expansión 12 y segundo intercambiador de calor 13]

El segundo intercambiador de calor 13 intercambia calor entre el refrigerante, que pasa a través de la válvula de expansión 12 y se descomprime y expande, y el aire externo (aire soplado), y el refrigerante se evapora y absorbe calor desde el aire exterior mientras se intercambia calor entre el refrigerante y el aire exterior. El segundo intercambiador de calor 13 está también provisto con un ventilador 13f y se intercambia calor entre el aire soplado por el ventilador 13f y el refrigerante, de modo que el refrigerante a baja presión se evapora y se genera una operación de absorción de calor.

Por ejemplo, una válvula de expansión, que incluye un cuerpo de válvula con forma de aguja y un motor de pulsos para el accionamiento del cuerpo de válvula, puede usarse como la válvula de expansión 12.

[Mecanismo de igualación de aceite 20]

El mecanismo de igualación de aceite 20 incluye una tubería de igualación de aceite 21 que conecta el compresor de la etapa de baja 10a al compresor de la etapa de alta 10b, una tubería de derivación 23 que conecta la tubería de igualación de aceite 21 a la tubería de retorno de aceite 27, y una válvula electromagnética 25 que se proporciona sobre la tubería de derivación 23.

El mecanismo de igualación de aceite 20 permite que el aceite de refrigerante fluya entre el compresor de la etapa de baja 10a y el compresor de la etapa de alta 10b a través de la tubería de igualación de aceite 21. Asimismo, el mecanismo de igualación de aceite 20 retorna aceite de refrigerante a la tubería de igualación de aceite 21 desde el lado de descarga del compresor de la etapa de alta 10b a través de la tubería de derivación 23. La función de la

tubería de derivación 23 se logra durante la operación de compresión en una etapa, y es para aplicar la presión diferencial necesaria a la tubería de igualación de aceite 21.

Cuando un nivel que representa la cantidad de aceite de refrigerante, que es necesario en cada uno del compresor de la etapa de baja 10a y el compresor de la etapa de alta 10b, se define como un nivel de referencia, la tubería de igualación de aceite 21 se conecta al compresor de la etapa de baja 10a y al compresor de la etapa de alta 10b directamente por encima del nivel de referencia.

La Fig. 1 muestra un ejemplo en el que se proporciona una única tubería de igualación de aceite 21, pero puede proporcionarse una pluralidad de tuberías de igualación de aceite 21 (21A, 21B y 21C) en paralelo tal como se muestra en la Fig. 7. Asimismo, las tuberías de igualación de aceite 21B y 21C se proveen con válvulas todo-nada 22B y 22C, respectivamente.

Cuando se proporciona la tubería de igualación de aceite 21 única, puede fluir excesivo aceite de refrigerante. Sin embargo, Cuando se proporciona la pluralidad de tuberías de igualación de aceite 21A, 21B y 21C como se ha descrito anteriormente y se accionan las válvulas todo-nada 22B y 22C de modo que se abran y cierren, puede ajustarse la cantidad de aceite de refrigerante en circulación. Asimismo, la tubería de igualación de aceite 21A puede estar provista también con una válvula todo-nada.

Por su parte, las cantidades máximas de aceite de refrigerante que circulan a través de las tuberías de igualación de aceite 21A, 21B y 21C pueden ajustarse para que sean iguales entre sí y pueden ajustarse para que sean diferentes entre sí. Asimismo, la apertura y cierre de las válvulas todo-nada 22B y 22C puede controlarse a través de la detección de la temperatura del aceite de refrigerante que circula dentro del compresor de la etapa de alta 10b.

[Funcionamiento del sistema de bomba de calor 1]

Se describirá a continuación el funcionamiento el sistema de bomba de calor 1.

En el sistema de bomba de calor 1, circula un refrigerante y se realiza la operación de compresión en dos etapas. Sin embargo, se realiza la operación de compresión en una etapa bajo condiciones específicas.

Se describirá primero la operación de compresión en dos etapas.

Como se muestra en la Fig. 2A, durante la operación de compresión en dos etapas, la válvula de conmutación de cuatro vías 14 es cambiada de modo que las tuberías L11 y L12 (L1) se comuniquen entre sí. Por consiguiente, el refrigerante, que se comprime a una presión intermedia mediante el compresor de la etapa de baja 10a, es aspirado al interior del compresor de la etapa de alta 10b a través de la tubería L11, la válvula de conmutación de cuatro vías 14 y la tubería L12. En Fig. 2A, las flechas indican una dirección en la que fluye el refrigerante. Lo mismo se aplica a la Fig. 2B a ser descrita a continuación.

El refrigerante a alta presión, que se descarga después de que el refrigerante se comprima a una alta temperatura y una alta presión mediante el compresor de la etapa de alta 10b, fluye al interior del primer intercambiador de calor 11 a través de la tubería L2 y radia calor a un objeto a ser sometido a intercambio térmico. El refrigerante a alta presión, que ha radiado calor en el primer intercambiador de calor 11, se convierte en un refrigerante a baja presión al ser expandido mientras pasa a través de la válvula de expansión 12 a través de la tubería L3. El refrigerante a baja presión circula adicionalmente al interior del segundo intercambiador de calor 13 a través de la tubería L3, absorbe calor desde el aire exterior, y se evapora. Después de esto, el refrigerante a baja presión, que fluye al exterior del segundo intercambiador de calor 13, es aspirado al interior del compresor de la etapa de baja 10a a través de la tubería L4.

Después de que el refrigerante a baja presión, que es aspirado al interior del compresor de la etapa de baja 10a, sea comprimido y se convierta en un refrigerante a presión intermedia, el refrigerante a presión intermedia se descarga a la tubería L1. El refrigerante a presión intermedia, que se descarga a la tubería L1 desde el compresor de la etapa de baja 10a, es aspirado al interior del compresor de la etapa de alta 10b. Después de que el refrigerante, que es aspirado al interior del compresor de la etapa de alta 10b, se comprima y se convierta en un refrigerante a alta presión, el refrigerante a alta presión es descargado a la tubería L2.

El sistema de bomba de calor 1 asegura el nivel de aceite de refrigerante de cada uno del compresor de la etapa de baja 10a y el compresor de la etapa de alta 10b dentro de un intervalo necesario para permitir que el aceite de refrigerante fluya a través de la tubería de igualación de aceite 21 mientras se repite el ciclo de compresión, condensación, expansión y evaporación del refrigerante que se ha descrito anteriormente.

En este caso, un método en el que un dispositivo, que se llama separador de aceite para la separación del aceite respecto a un refrigerante, se dispone sobre el lado de descarga del compresor y el aceite de refrigerante separado retorna al lado de succión del compresor a través de un circuito de retorno de aceite que incluye un estrangulador fijo tal como un tubo capilar se usa en general como un método de retorno del aceite de refrigerante, que está contenido

en el refrigerante descargado desde el compresor, al compresor.

Sin embargo, por ejemplo, cuando se supone un calentador de agua de bomba de calor, se determina la alta presión del dispositivo dependiendo de la temperatura (por ejemplo, en el intervalo de 35 °C a 75 °C) de agua que entra en un intercambiador de calor (un intercambiador de calor de agua-refrigerante) para agua y un refrigerante. Por consiguiente, una diferencia en la presión entre el lado de succión y el lado de descarga del compresor puede cambiarse significativamente de acuerdo con la temperatura del agua. Cuando se realiza la operación de compresión en dos etapas mientras la temperatura del agua en una entrada del intercambiador de calor agua-refrigerante es baja, se reduce la presión diferencial entre el compresor de la etapa de baja 10a y el compresor de la etapa de alta 10b. Se determina la cantidad de aceite de refrigerante a ser devuelto de acuerdo con la presión diferencial entre los compresores. Por consiguiente, cuando la presión diferencial entre el compresor de la etapa de baja 10a y el compresor de la etapa de alta 10b se reduce en mitad de la operación de compresión de dos etapas en esta realización, se cambia una operación de compresión a la operación de compresión en una etapa y se abre la válvula electromagnética 25. De esta manera, el sistema de bomba de calor 1 retorna aceite de refrigerante a la tubería de igualación de aceite 21 desde el separador de aceite 26 a través de la tubería de derivación 23 de modo que el aceite de refrigerante no pasa a través del compresor de la etapa de alta 10b. Por consiguiente, la presión diferencial del mecanismo de igualación de aceite 20 puede mantenerse siempre en un valor igual a o mayor que un valor preestablecido. Además, dado que el sistema de bomba de calor 1 puede retornar aceite al compresor de la etapa de baja 10a de modo que el aceite no pase a través del estrangulador fijo 27a provisto sobre la tubería de retorno de aceite 27 y el compresor de la etapa de alta 10b, se impide la reducción del caudal del aceite a ser retornado, que es provocada por una pérdida de presión generada en el estrangulador fijo 27a o el compresor de la etapa de alta 10b.

El sistema de bomba de calor 1 cambia una operación de compresión a la operación de compresión en una etapa cuando se satisface las condiciones (1) a (3) siguientes en mitad de la operación de compresión en dos etapas. Todas las siguientes condiciones son índices de la reducción de la presión diferencial entre el compresor de la etapa de baja 10a y el compresor de la etapa de alta 10b. Los valores preestablecidos T_R, ΔP_{R1}, y ΔP_{R2} de las condiciones (1) a (3) no se determinan de modo único sino que se determinan en correspondencia con los componentes respectivos y condiciones de operación del sistema de bomba de calor 1 a ser aplicado. Por su parte, aunque no se muestra, un sensor de temperatura provisto sobre el primer intercambiador de calor 11 y sensores de presión provistos sobre el compresor de la etapa de baja 10a y el compresor de la etapa de alta 10b detectan la temperatura T_W del agua, una presión de aspiración P_{LI}, una presión de descarga P_{LO}, y una presión de descarga P_{HO}. La información detectada se envía a un dispositivo de control 30 mostrado en la Fig. 1. El dispositivo de control 30 determina las condiciones (1) a (3) mediante el uso de la información acerca de la temperatura T_W del agua, la presión de aspiración P_{LI}, la presión de descarga P_{LO}, y la presión de descarga P_{HO} que han sido adquirida. El dispositivo de control 30 continúa determinando las condiciones (1) a (3) incluso en mitad de la operación de compresión en una etapa.

(1) La temperatura del agua que entra en el intercambiador de calor (intercambiador de calor de agua) para el agua y un refrigerante: T_W,
Valor prescrito: T_R

$$T_W \leq T_R$$

(2) La presión de aspiración del compresor de la etapa de baja 10a: P_{LI}
La presión de descarga del compresor de la etapa de alta 10b: P_{HO}
Valor prescrito: ΔP_{R1}

$$(P_{HO}-P_{LI}) \leq \Delta P_{R1}$$

(3) La presión de aspiración del compresor de la etapa de baja 10a: P_{LI}
La presión de descarga del compresor de la etapa de baja 10a: P_{LO}
Valor prescrito: ΔP_{R2}

$$(P_{LO}-P_{LI}) \leq \Delta P_{R2}$$

[Operación de compresión en dos etapas → operación de compresión en una etapa]

Cuando el dispositivo de control 30 determina que se satisface una cualquiera de las condiciones (1) a (3) en mitad de la operación de compresión en dos etapas, el dispositivo de control 30 da instrucciones a la válvula de conmutación de cuatro vías 14 para ser cambiada a una posición de la operación de compresión en una etapa mostrada en la Fig. 2B. Asimismo, el dispositivo de control 30 da instrucciones a la válvula electromagnética 25 para ser abierta. En este caso, el sistema de bomba de calor 1 funciona como sigue.

El refrigerante a alta presión, que se descarga después de que se comprima el refrigerante a una alta presión por el compresor de la etapa de baja 10a, fluye al interior del primer intercambiador de calor 11 a través de la tubería L11,

la válvula de conmutación de cuatro vías 14 y la tubería L5 y radia calor a un objeto a ser sometido a intercambio térmico. Por su parte, en este caso, dado que la capacidad de operación del compresor de la etapa de baja 10a es más alta que en el momento de la operación de compresión en dos etapas, el compresor de la etapa de baja 10a comprime el refrigerante a una alta presión. Asimismo, el compresor de la etapa de alta 10b detiene su operación.

El refrigerante a alta presión, que ha radiado calor en el primer intercambiador de calor 11, se convierte en un refrigerante a baja presión al ser expandido mientras pasa a través de la válvula de expansión 12 a través de la tubería L3. El refrigerante a baja presión circula adicionalmente al interior del segundo intercambiador de calor 13 a través de la tubería L3, absorbe calor desde el aire exterior, y se evapora. Después de esto, el refrigerante a baja presión, que fluye al exterior del segundo intercambiador de calor 13, es aspirado al interior del compresor de la etapa de baja 10a a través de la tubería L4.

Dado que la válvula electromagnética 25 se abre en una operación de compresión en una etapa mientras se repite un ciclo de compresión, condensación, expansión y evaporación del refrigerante que se ha descrito anteriormente, el aceite de refrigerante se retorna a la tubería de igualación de aceite 21 a través de la tubería de derivación 23 sin pasar a través del compresor de la etapa de alta 10b. Por consiguiente, dado que la presión diferencial del mecanismo de igualación de aceite 20 puede mantenerse siempre en un valor igual a o mayor que un valor preestablecido, el nivel de aceite de refrigerante entre el compresor de la etapa de baja 10a y el compresor de la etapa de alta 10b puede mantenerse en equilibrio.

El sistema de bomba de calor 1 anteriormente mencionado ha usado la válvula de conmutación de cuatro vías 14 para cambiar una operación de compresión entre la operación de compresión en dos etapas y la operación de compresión en una etapa, pero la invención no está limitada a la misma. Como se muestra en la Fig. 3, un sistema de bomba de calor 2 incluye dos válvulas electromagnéticas 14a y 14b que se disponen sobre tuberías L1 y L5, respectivamente, y pueden cambiar una operación de compresión entre la operación de compresión en dos etapas y la operación de compresión en una etapa mediante el control selectivamente de la apertura y cierre de las válvulas electromagnéticas 14a y 14b. En el caso de un ejemplo mostrado en la Fig. 3, la operación de compresión en dos etapas se realiza cuando la válvula electromagnética 14a está abierta y la válvula electromagnética 14b está cerrada, y la operación de compresión en dos etapas se realiza cuando la válvula electromagnética 14a está cerrada y la válvula electromagnética 14b está abierta. Por su parte, los mismos componentes que los componentes de la Fig. 1 se indican en la Fig. 3 mediante los mismos números de referencia que los números de referencia de la Fig. 1. Lo mismo se aplica a la Fig. 4.

La Fig. 1 muestra un ejemplo en el que se proporciona el separador de aceite 26 de modo que corresponda tanto al compresor de la etapa de baja 10a como al compresor de la etapa de alta 10b. Sin embargo, en un sistema de bomba de calor 3 mostrado en la Fig. 4, puede proporcionarse un separador de aceite 28 para el compresor de la etapa de baja 10a frente a la válvula de conmutación de cuatro vías 14 sobre el lado de descarga del compresor de la etapa de baja 10a. El separador de aceite 28 se conecta a la tubería de igualación de aceite 21 a través de una tubería de retorno de aceite 29.

Incluso en la mitad de tanto la operación de compresión en dos etapas como la operación de compresión en una etapa, el separador de aceite 26 separa el aceite de refrigerante del refrigerante, que se descarga desde el compresor de la etapa de baja 10a, y retorna el aceite de refrigerante al compresor de la etapa de baja 10a a través de la tubería de retorno de aceite 29 y de la tubería de igualación de aceite 21. Por consiguiente, el sistema de bomba de calor 3 mostrado en la Fig. 4 puede retornar eficientemente el aceite de refrigerante al compresor de la etapa de baja 10a.

[Segunda realización]

Se describirá a continuación un tipo de bomba de calor de calentador de agua/acondicionador de aire 100 a la que se aplica el sistema de bomba de calor 1 como una segunda realización de la invención.

Como se muestra en la Fig. 5, el calentador de agua/acondicionador de aire 100 incluye un sistema de bomba de calor 200 y un sistema de agua 300.

[Sistema de bomba de calor 200]

El sistema de bomba de calor 200 usa un circuito en el que se proporciona un separador de aceite 26 mostrado en el sistema de bomba de calor 1 (Fig. 1) descrito en la primera realización, e intercambia calor entre el aire exterior (aire externo) y un refrigerante. Cuando el sistema de bomba de calor 200 incluye componentes que corresponden al sistema de bomba de calor 1, los componentes se indican por los mismos números de referencia que los números de referencia de la primera realización y se omitirá la descripción de los mismos. Sin embargo, el primer intercambiador de calor 11 es sustituido con un intercambiador de calor agua-refrigerante 11. El intercambiador de calor agua-refrigerante 11 calienta el agua del sistema de agua 300 mediante intercambio de calor entre el agua y un refrigerante. Asimismo, el segundo intercambiador de calor 13 es sustituido con un intercambiador de calor del lado de la fuente de calor 13. Además, el sistema de bomba de calor 200 incluye los siguientes componentes que no se

incluyen en el sistema de bomba de calor 1.

El sistema de bomba de calor 200 incluye una válvula de conmutación de cuatro vías 15 entre una tubería L2, que se proporciona sobre el lado de descarga del compresor de la etapa de alta 10b, y una tubería L4, que se proporciona sobre el lado de succión del compresor de la etapa de baja 10a, y puede invertir la dirección de circulación de un refrigerante mediante la válvula de conmutación de cuatro vías 15, de modo que puede seleccionarse uno cualquiera de entre un ciclo de refrigeración (ciclo de deshelado) en el que se hace circular un refrigerante en el sentido de las agujas del reloj al intercambiador de calor agua-refrigerante 11 a través del intercambiador de calor del lado de la fuente de calor 13 y un ciclo de calentamiento en el que se hace circular un refrigerante en el sentido contra las agujas del reloj al intercambiador de calor del lado de la fuente de calor 13 a través del intercambiador de calor agua-refrigerante 11.

El sistema de bomba de calor 200 incluye una primera válvula de expansión 12a, un receptor de presión intermedia 16a, un serpentín de super-refrigeración 17, una segunda válvula de expansión 12b, y un acumulador 18 sobre un circuito de refrigerante además del intercambiador de calor del lado de la fuente de calor 13, el intercambiador de calor agua-refrigerante 11, y la válvula de conmutación de cuatro vías 15. La primera válvula de expansión 12a sirve como un medio de descompresión para el control de la temperatura de un refrigerante en una salida del intercambiador de calor agua-refrigerante 11, el receptor de presión intermedia 16a separa el refrigerante en un refrigerante gas y un refrigerante líquido, y la segunda válvula de expansión 12b descomprime un refrigerante a presión intermedia. El acumulador 18 separa un refrigerante líquido que no se ha evaporado mediante el intercambiador de calor del lado de la fuente de calor 13.

Asimismo, el sistema de bomba de calor 200 incluye un circuito de inyección 16 que incluye una válvula electromagnética 16b, una válvula antirretorno 16c, y una tubería de inyección 16d. La válvula electromagnética 16b inyecta el gas refrigerante a presión intermedia, que se separa mediante el receptor de presión intermedia 16a, en un gas refrigerante a presión intermedia que ha de aspirarse al interior del compresor de la etapa de alta 10b.

Por su parte, la válvula electromagnética 16b sirve también como una válvula para el cierre del circuito de inyección 16 de modo que no se suministre refrigerante líquido al compresor de la etapa de alta 10b en el momento de la activación en el que el receptor de presión intermedia 16a está lleno con un refrigerante líquido.

Además, el sistema de bomba de calor 200 incluye una sub-tubería 121 que se proporciona en paralelo a la tubería de igualación de aceite 21, y la sub-tubería 121 está provista con una válvula electromagnética 122. De la misma forma, el sistema de bomba de calor 200 incluye una sub-tubería 127 que se proporciona en paralelo a la tubería de retorno 27, y la sub-tubería 127 está provista con una válvula electromagnética 128. Por su parte, cada una de las sub-tuberías 121 y 127 está provista con un estrangulador.

Dado que la cantidad de aceite de refrigerante que circula a través de cada una de las tuberías de igualación de aceite 21, y la tubería de retorno 27 tiene un límite, las válvulas electromagnéticas 122 y 128 de las sub-tuberías 121 y 127 se abren cuando es necesario hacer circular una cantidad mayor de aceite de refrigerante.

[Sistema de agua 300]

El sistema de agua 300 incluye un paso de flujo de circulación de agua caliente 301 en el que el agua circulada por una bomba 307 absorbe calor de un refrigerante y se convierte en agua caliente en el intercambiador de calor agua-refrigerante 11 del sistema de bomba de calor 200 y que usa el agua caliente como la fuente de calor para calentamiento o similares mediante la circulación del agua caliente entre el radiador del lado de carga (intercambiador de calor del lado de usuario) 303 y el intercambiador de calor agua-refrigerante 11. Un tanque de almacenamiento de calor 305, en el que se introduce agua caliente desde el paso del flujo de circulación de agua caliente 301 a través de una válvula de conmutación de tres vías 306 capaz de ajustar una relación de caudal y que puede almacenar el agua caliente como agua caliente de almacenamiento de calor, se conecta al paso de flujo de circulación de agua caliente 301.

El tanque de almacenamiento de calor 305 toma agua caliente de almacenamiento de calor desde una parte superior del mismo a través de la válvula de conmutación de tres vías 306, que se proporciona sobre el paso de flujo de circulación de agua caliente 301 a través del que el agua caliente calentada por el intercambiador de calor agua-refrigerante 11 se hace circular al radiador 303, y descarga el agua caliente de almacenamiento de calor al paso de flujo de circulación de agua caliente 301 en un momento necesario.

Asimismo, el tanque de almacenamiento de calor 305 se proporciona con un circuito de suministro de agua sanitaria (no mostrada) para suministro de agua caliente a ser suministrada, que se calienta por el calor del agua caliente de almacenamiento de calor almacenada, y un calentador eléctrico (no mostrado) al que se aplica corriente cuando es necesario.

El sistema de agua 300 que tiene la configuración anteriormente mencionada se adapta para realizar selectivamente uno de entre una operación de calentamiento en la que se suministra agua caliente al radiador 303 y una operación

de almacenamiento de calor en la que se suministra agua caliente al tanque de almacenamiento de calor 305 mediante el control de la apertura y cierre de la válvula de conmutación de tres vías 306 para cambiar selectivamente la válvula de conmutación de tres vías 306, y para realizar simultáneamente tanto la operación de calentamiento como la operación de almacenamiento de calor usando agua caliente mediante la distribución y suministro de agua caliente tanto al radiador 303 como al tanque de almacenamiento de calor 305.

Además, en el sistema de agua 300, el agua, que se suministra desde el tanque de almacenamiento 305 mediante la bomba de circulación de agua 307, como un objeto a ser calentado se realiza mediante intercambio de calor con el refrigerante del sistema de bomba de calor 200 en el intercambiador de calor agua-refrigerante 11.

Por su parte, cuando se selecciona el ciclo de calentamiento en el sistema de bomba de calor 200, un gas refrigerante, que tiene una baja temperatura y una baja presión, se comprime mediante el mecanismo de compresión 10 (el compresor de la etapa de baja 10a y el compresor de la etapa de alta 10b) y se descarga al sistema de bomba de calor 200 como un refrigerante gas que tiene una alta temperatura y una alta presión. Como se muestra en la Fig. 5 mediante las flechas de línea continua, este refrigerante gas es guiado al intercambiador de calor agua-refrigerante 11 mediante la válvula de conmutación de cuatro vías 14 y se hace circular en el sentido de las agujas del reloj. En este caso, el intercambiador de calor agua-refrigerante 11 es un intercambiador de calor para intercambio térmico entre el agua, que se hace circular mediante la bomba de circulación de agua 307, del sistema de agua 300 y un refrigerante gas que tiene una alta temperatura y una alta presión; y funciona como un condensador en el que se calienta agua mediante el calor de condensación radiado debido a la condensación del refrigerante. Como resultado, el refrigerante gas, que tiene una alta temperatura y una alta presión y circula en el sistema de bomba de calor 200, se convierte en un refrigerante líquido, que tiene una alta temperatura y una alta presión, al ser condensado; y el agua, que circula en el sistema de agua 300, absorbe calor desde el refrigerante y se convierte en agua caliente.

El refrigerante, que se condensa en el intercambiador de calor agua-refrigerante 11, circula al interior del receptor de presión intermedia 16a a través de la primera válvula de expansión 12a que está totalmente abierta. El refrigerante se separa en un refrigerante gas y un refrigerante líquido en el receptor de presión intermedia 16a, y el refrigerante gas separado que tiene una presión intermedia se inyecta a través de la válvula electromagnética 16b y la válvula antirretorno 16c con una presión intermedia entre el compresor de la etapa de baja 10a y el compresor de la etapa de alta 10b.

Por su parte, el refrigerante líquido, que se separa mediante el receptor de presión intermedia 16a, pasa a través del serpentín de super-enfriamiento 17 y se convierte en un refrigerante en dos fases gas-líquido que tiene una baja temperatura y una baja presión al ser descomprimido mediante la segunda válvula de expansión 12b y es guiado al intercambiador de calor del lado de la fuente de calor 13. El refrigerante en dos fases gas-líquido, que se introduce en el intercambiador de calor del lado de la fuente de calor 13 funcionando como un evaporador, absorbe calor del aire exterior y se vaporiza mediante el intercambio de calor con el aire exterior.

Un gas refrigerante, que tiene una baja temperatura y una baja presión y se obtiene cuando el refrigerante en dos fases de gas-líquido absorbe calor desde el aire exterior y se vaporiza mientras pasa a través del intercambiador de calor del lado de fuente de calor 13 como se ha descrito anteriormente, es aspirado al interior del compresor de la etapa de baja 10a a través de la válvula de conmutación de cuatro vías 15 de nuevo. El refrigerante gas, que tiene una baja temperatura y una baja presión y es aspirado al interior del compresor de la etapa de baja 10a como se ha descrito anteriormente, se convierte en un refrigerante gas, que tiene una alta temperatura y una alta presión, al ser comprimido en fases por el compresor de la etapa de baja 10a y el compresor de la etapa de alta 10b; y se somete repetidamente a un cambio de fase de gas-líquido mientras es circulado a lo largo del mismo recorrido que se describe a continuación. En este caso, la humedad o similares en el aire se congela sobre la superficie periférica exterior, que tienen una baja temperatura, del intercambiador de calor del lado de fuente de calor 13, de modo que tiene lugar un fenómeno de formación de escarcha.

Dado que la formación de escarcha inhibe el intercambio de calor entre el refrigerante y al aire exterior en el intercambiador de calor del lado de fuente de calor 13 y reduce la eficiencia del intercambio térmico, es necesario detectar si se ha acumulado o no escarcha y retirar la escarcha mediante la realización de una operación de deshelado en cada uno de los momentos de operación apropiados. En el sistema de bomba de calor 200 anteriormente mencionado, la válvula de conmutación de cuatro vías 15 se conmuta para invertir la dirección de circulación de un refrigerante y para cambiar un ciclo a un ciclo de refrigeración (ciclo de deshelado) que hace circular el refrigerante en una dirección indicada por las flechas de línea discontinua de la Fig. 6, un gas refrigerante, que tiene una alta temperatura y una alta presión y se descarga desde el compresor de la etapa de alta 10b, se introduce en el intercambiador de calor del lado de la fuente de calor 13, y la escarcha adherida al intercambiador de calor del lado de la fuente de calor 13 se funde por el calor (calor de condensación) del refrigerante gas. De esta manera, se realiza la operación de deshelado.

Durante la operación de deshelado usando el método de ciclo inverso, el intercambiador de calor agua-refrigerante 11 funciona como un evaporador, absorbe calor del agua que circula a través del paso de flujo de circulación de agua caliente 301, vaporiza el refrigerante, y funde la escarcha, que se forma sobre el intercambiador de calor del lado de la fuente de calor 13, mediante el uso del calor. En este caso, cuando la temperatura del agua desciende

excesivamente, el agua se congela en el intercambiador de calor agua-refrigerante 11 y se genera un riesgo de daños al intercambiador de calor. Por esta razón, es necesario impedir que la temperatura del agua, que se hace circular en el intercambiador de calor agua-refrigerante 11 y la temperatura de evaporación del refrigerante desciendan excesivamente.

También en el calentador de agua/acondicionador de aire 100 anteriormente mencionado, una operación de compresión se cambia a una operación de compresión en una etapa como en la primera realización cuando se satisfacen las condiciones (1) a (3) siguientes en mitad de la operación de compresión en dos etapas. El cambio es el mismo que el descrito con referencia a las Figs. 2A y 2B.

(1) La temperatura del agua que entra en el intercambiador de calor (intercambiador de calor de agua) para el agua y un refrigerante: T_W,
Valor prescrito: T_R

$$T_W \leq T_R$$

(2) La presión de aspiración del compresor de la etapa de baja 10a: P_{LI}
La presión de descarga del compresor de la etapa de alta 10b: P_{HO}
Valor prescrito: ΔP_{R1}

$$(P_{HO}-P_{LI}) \leq \Delta P_{R1}$$

(3) La presión de aspiración del compresor de la etapa de baja 10a: P_{LI}
La presión de descarga del compresor de la etapa de baja 10a: P_{LO}
Valor prescrito: ΔP_{R2}

$$(P_{LO}-P_{LI}) \leq \Delta P_{R2}$$

[Operación de compresión en dos etapas → operación de compresión en una etapa]

Cuando una operación de compresión se cambia a la operación de compresión en una etapa, el refrigerante a alta presión, que se descarga después de que se comprima el refrigerante a una alta temperatura por el compresor de la etapa de baja 10a, fluye al interior del intercambiador de calor agua-refrigerante 11 a través de la tubería L11, la válvula de conmutación de cuatro vías 14 y la tubería L5 y radia calor a un objeto a ser sometido a intercambio térmico. Por su parte, en este caso, dado que la capacidad de operación del compresor de la etapa de baja 10a es más alta que en el momento de la operación de compresión en dos etapas, el compresor de la etapa de baja 10a comprime el refrigerante a una alta presión. Asimismo, el compresor de la etapa de alta 10b detiene su operación.

[Tercera realización]

Como se muestra en la Fig. 8, un sistema de bomba de calor 4 de acuerdo con una tercera realización incluye un compresor de la etapa de baja 10a y un compresor de la etapa de alta 10b que comprime y descarga un refrigerante, un primer intercambiador de calor 11 que intercambia calor entre el refrigerante comprimido por el compresor de la etapa de alta 10b y un fluido como un objeto a ser sometido a intercambio térmico, una válvula de expansión 12 que descomprime y expande el refrigerante que fluye fuera del primer intercambiador de calor 11, y un segundo intercambiador de calor 13 que intercambia calor entre el refrigerante descomprimido y expandido por la válvula de expansión 12 y el fluido como un objeto a ser sometido a intercambio térmico. El compresor de la etapa de baja 10a, el compresor de la etapa de alta 10b, el primer intercambiador de calor 11, la válvula de expansión 12 y el segundo intercambiador de calor 13 se conectan en serie en este orden en la dirección de circulación del refrigerante. En esta realización, el primer intercambiador de calor 11 puede funcionar como un condensador que irradia calor mediante el intercambio térmico con, por ejemplo, agua y el segundo intercambiador de calor 13 puede funcionar como un evaporador que absorbe calor mediante el intercambio térmico con aire exterior.

Asimismo, el sistema de bomba de calor 4 incluye un mecanismo de igualación de aceite 20 que mantiene la cantidad de aceite de refrigerante retenida en los compresores del lado de la etapa de baja y de alta 10a y 10b uniforme. Se describirán a continuación los detalles del mecanismo de igualación de aceite 20, que son las características de esta realización.

El sistema de bomba de calor 4 incluye una tubería L1 que conecta el compresor de la etapa de baja 10a al compresor de la etapa de alta 10b, una tubería L2 que conecta el compresor de la etapa de alta 10b al primer intercambiador de calor 11, una tubería L3 que conecta el primer intercambiador de calor 11 al segundo intercambiador de calor 13, y una tubería L4 que conecta al segundo intercambiador de calor 13 al compresor de la etapa de baja 10a. Por consiguiente, el sistema de bomba de calor 1 forma un circuito refrigerante en el que circula un refrigerante. Entre las tuberías, la tubería L4 forma una tubería del lado de aspiración del compresor de la etapa de baja 10a, la tubería L1 que conecta el compresor de la etapa de baja 10a al compresor de la etapa de alta 10b forma una tubería de presión intermedia, y la tubería L2 forma una tubería del lado de descarga del compresor de la

etapa de alta 10b.

Por su parte, se hace referencia general al compresor de la etapa de baja 10a y al compresor de la etapa de alta 10b como un mecanismo de compresión 10 sin distinción entre ellos.

Se describirán a continuación de uno en uno los componentes respectivos del sistema de bomba de calor 4.

[Mecanismo de compresión 10]

Cuando el compresor de la etapa de baja 10a es accionado giratoriamente por un motor eléctrico que está formado de modo integral con el compresor de la etapa de baja 10a, el compresor de la etapa de baja 10a aspira el refrigerante, que ha pasado a través del segundo intercambiador de calor 13 y tiene una baja temperatura y una baja presión, comprime el refrigerante hasta una presión intermedia, y descarga el refrigerante comprimido al compresor de la etapa de alta 10b.

Un mecanismo de compresión públicamente conocido, tal como el mecanismo de compresión scroll o un mecanismo de compresión giratorio, puede aplicarse como el mecanismo de compresión que se aplica al compresor de la etapa de baja 10a. De la misma forma, se aplica lo mismo al compresor de la etapa de alta 10b.

El compresor de la etapa de alta 10b aspira y comprime el refrigerante, que es descargado desde el compresor de la etapa de baja 10a, y descarga el refrigerante comprimido al primer intercambiador de calor 11 como un refrigerante que tiene una alta temperatura y una alta presión.

[Primer intercambiador de calor 11]

El primer intercambiador de calor 11 calienta el fluido, tal como agua o aire, como un objeto a ser sometido a intercambio térmico mediante el intercambio de calor entre el fluido y un refrigerante que tiene una alta temperatura y una alta presión. El refrigerante, que se descarga desde el compresor de la etapa de alta 10b y tiene una alta temperatura y una alta presión, es enfriado y condensado en el primer intercambiador de calor 11. Puede usarse un intercambiador de calor públicamente conocido como el primer intercambiador de calor 11. Lo mismo se aplica al segundo intercambiador de calor 13 a ser descrito a continuación.

Cuando un objeto a ser sometido a intercambio térmico es el aire, el primer intercambiador de calor 11 está provisto con un ventilador 11f y se intercambia calor entre el aire soplado por el ventilador 11f y el refrigerante mientras el aire impulsado por el ventilador 11f pasa a través del primer intercambiador de calor 11.

[Válvula de expansión 12 y segundo intercambiador de calor 13]

El segundo intercambiador de calor 13 intercambia calor entre el refrigerante, que pasa a través de la válvula de expansión 12 y se descomprime y expande, y el aire exterior soplado, y el refrigerante se evapora y absorbe calor desde el aire exterior mientras se intercambia calor entre el refrigerante y el aire externo. El segundo intercambiador de calor 13 está también provisto con un ventilador 13f y se intercambia calor entre el aire soplado por el ventilador 13f y el refrigerante, de modo que el refrigerante a baja presión se evapora y se genera una operación de absorción de calor.

La válvula de expansión 12 se forma de, por ejemplo, una válvula de expansión electrónica que incluye un cuerpo de válvula con forma de aguja y un motor de pulsos para el accionamiento del cuerpo de válvula.

[Mecanismo de igualación de aceite 20]

El mecanismo de igualación de aceite 20 incluye una tubería de igualación de aceite 21 que conecta el compresor de la etapa de baja 10a al compresor de la etapa de alta 10b, una válvula de igualación de aceite (válvula todo-nada) 23 que se proporciona sobre la tubería de igualación de aceite 21 y controla el flujo del aceite de refrigerante entre el compresor de la etapa de baja 10a y el compresor de la etapa de alta 10b, un primer sensor de temperatura 34 que se proporciona cerca de la tubería de igualación de aceite 21 y detecta la temperatura del interior de la tubería de igualación de aceite 21, y un segundo sensor de temperatura 35 que se proporciona cerca de la tubería L2 y detecta la temperatura del interior de la tubería L2.

La información de temperatura (temperatura detectada) T_0 y la información de temperatura (temperatura detectada) T_1, que se detectan por el primer sensor de temperatura 34 y el segundo sensor de temperatura 35, se transmiten al dispositivo de control 30. El dispositivo de control 30 controla la apertura/cierre de la válvula de igualación de aceite 23 basándose en la información de temperatura T_0 y la información de temperatura T_1 que se transmiten.

El mecanismo de igualación de aceite 20 suministra un excedente de aceite de refrigerante del compresor de la etapa de alta 10b al compresor de la etapa de baja 10a o detiene el suministro del excedente de aceite de refrigerante a través del control de la apertura/cierre de la válvula de igualación de aceite 23.

Un nivel que representa la cantidad de aceite de refrigerante, que es necesario para una operación normal de cada uno del compresor de la etapa de baja 10a y el compresor de la etapa de alta 10b, se establece y la tubería de igualación de aceite 21 se conecta al compresor de la etapa de baja 10a y al compresor de la etapa de alta 10b en una posición correspondiente al nivel de referencia. Asimismo, es preferible que cada uno de los extremos de conexión de la tubería de igualación de aceite 21 esté sumergido siempre en el aceite de refrigerante.

Cuando se abre la válvula de igualación de aceite 23 de la tubería de igualación de aceite 21 como se muestra en la Fig. 9B, el aceite de refrigerante fluye al compresor de la etapa de baja 10a desde el compresor de la etapa de alta 10b. La razón para esto es que la presión del interior del compresor de la etapa de alta 10b es mayor que la presión del interior del compresor de la etapa de baja 10a. Por su parte, en la Fig. 9, la válvula de igualación de aceite 23 cerrada se representa como una válvula negra (Fig. 9A) y la válvula de igualación de aceite abierta 23 se representa como una válvula vacía (Fig. 9B). Asimismo, en la Fig. 9, la tubería de igualación de aceite 21 se muestra mediante una línea continua cuando el aceite de refrigerante fluye en la tubería de igualación de aceite, y la tubería de igualación de aceite 21 se muestra mediante una línea discontinua cuando el aceite de refrigerante no fluye en la tubería de igualación de aceite.

Sin embargo, el flujo del aceite de refrigerante al compresor de la etapa de baja 10a desde el compresor de la etapa de alta 10b se fundamenta en el hecho de que el extremo de conexión de la tubería de igualación de aceite 21 correspondiente al compresor de la etapa de alta 10b está sumergido en el aceite de refrigerante. Cuando no se satisface esta premisa, la tubería de igualación de aceite 21 sirve como un paso para un refrigerante. Por consiguiente, una parte del refrigerante, que se comprime por el compresor de la etapa de alta 10b, vuelve al compresor de la etapa de baja 10a. Esto significa que la energía utilizada para comprimir el refrigerante se desperdicia tanto en el compresor de la etapa de baja 10a como en el compresor de la etapa de alta 10b. Por lo tanto, cuando el aceite de refrigerante no fluye en la tubería de igualación de aceite 21, es preferible que la válvula de igualación de aceite 23 se cierre para cerrar la tubería de igualación de aceite 21 como se muestra en la Fig. 9A de modo que no fluya un refrigerante al compresor de la etapa de baja 10a.

[Dispositivo de control 30]

El dispositivo de control 30 toma a su cargo la operación del sistema de bomba de calor 4, pero controla particularmente la apertura/cierre de la válvula de igualación de aceite 23 de la tubería de igualación de aceite 21 en esta realización. El dispositivo de control 30 adquiere la información de temperatura T_0 y la información de temperatura T_1 desde el primer y segundo sensores de temperatura a 34 y 35, respectivamente, para controlar la apertura/cierre de la válvula de igualación de aceite 23. El dispositivo de control 30 determina la apertura/cierre de la válvula de igualación de aceite 23 a través de la comparación de la información de temperatura T_0 y la información de temperatura T_1 que se adquieren. Es decir, cuando la temperatura del aceite de refrigerante que fluye en la tubería de igualación de aceite 21 se compara con la temperatura del refrigerante que fluye en la tubería L2, la temperatura del refrigerante es significativamente baja. Sin embargo, cuando fluye refrigerante en lugar del aceite de refrigerante en la tubería de igualación de aceite 21, una diferencia entre la información de temperatura T_0, que se detecta en la tubería de igualación de aceite 21, y la información de temperatura T_1, que se detecta en la tubería L2, se reduce. Por consiguiente, el dispositivo de control 30 puede determinar si el aceite de refrigerante está fluyendo en la tubería de igualación de aceite 21 o si el refrigerante está fluyendo en la tubería de igualación de la aceite 21 a través de la comparación de la información de temperatura T_0 y la información de temperatura T_1.

[Funcionamiento del sistema de bomba de calor 4]

Se describirá a continuación el funcionamiento el sistema de bomba de calor 4.

En el sistema de bomba de calor 4, circula un refrigerante y se realiza un ciclo de refrigeración de compresión en dos etapas.

En el sistema de bomba de calor 4, el refrigerante, que se descarga desde el compresor de la etapa de alta 10b y tiene una alta temperatura y una alta presión, fluye al interior del primer intercambiador de calor 11 a través de la tubería L2 y radia calor a un objeto a ser sometido a intercambio térmico. El refrigerante, que ha radiado calor en el primer intercambiador de calor 11, se convierte en un refrigerante a baja presión al ser expandido mientras pasa a través de la válvula de expansión 12 a través de la tubería L3. El refrigerante a baja presión circula adicionalmente al interior del segundo intercambiador de calor 13 a través de la tubería L3, absorbe calor desde el aire exterior, y se evapora. Después de esto, el refrigerante a baja presión, que fluye al exterior del segundo intercambiador de calor 13, es aspirado al interior del compresor de la etapa de baja 10a a través de la tubería L4.

Después de que el refrigerante a baja presión, que es aspirado al interior del compresor de la etapa de baja 10a, sea comprimido y se convierta en un refrigerante a presión intermedia, el refrigerante a presión intermedia se descarga a la tubería L1. El refrigerante a presión intermedia, que se descarga a la tubería L1 desde el compresor de la etapa de baja 10a, es aspirado al interior del compresor de la etapa de alta 10b. Después de que el refrigerante, que es aspirado al interior del compresor de la etapa de alta 10b, se comprima y se convierta en un refrigerante a alta

presión, el refrigerante a alta presión es descargado a la tubería L2.

El sistema de bomba de calor 4 repite alternadamente una operación en la que la válvula de igualación de aceite 23 se cierra durante un periodo de cierre t_w y una operación en la que la válvula de igualación de aceite 23 se abre durante un período de igualación de aceite t_m mientras se repite un ciclo de compresión, condensación, expansión y evaporación del refrigerante que se ha descrito anteriormente. Esta realización se caracteriza porque la válvula de igualación de aceite 23 se cierra forzosamente incluso durante el período t_m de igualación de aceite. Se describirá a continuación con referencia a la Fig. 10 un procedimiento de una operación para la apertura/cierre de la válvula de igualación de aceite 23.

Como se muestra en la Fig. 10, el dispositivo de control 30 da instrucciones a la válvula de igualación de aceite 23 para estar cerrada (OFF) como ajuste inicial en el que el sistema de bomba de calor 4 es instruido para iniciar el funcionamiento (S101 de la Fig. 10). Cuando la válvula de igualación de aceite 23 se cierra desde el principio, el procedimiento continúa tal como es.

El dispositivo de control 30 mide un tiempo t transcurrido después de que se instruya al sistema de bomba de calor 4 para iniciar el funcionamiento, y el dispositivo de control 30 da instrucciones a la válvula de igualación de aceite 23 para abrirse (CONEXIÓN) cuando el tiempo t transcurrido alcanza un periodo de cierre t_w predeterminado (S103 de la Fig. 10). Cuando el tiempo transcurrido alcanza un periodo de cierre t_m predeterminado después de que el dispositivo de control 30 dé instrucciones a la válvula de igualación de aceite 23 para abrirse, el dispositivo de control 30 da instrucciones a la válvula de igualación de aceite 23 para cerrarse (S111de la Fig. 10). La operación en la que la válvula de igualación de aceite 23 de la primera realización se cierra durante un periodo de cierre t_w y la operación en la que la válvula de igualación de aceite 23 de la primera realización se abre durante un periodo de igualación de aceite t_m se repiten alternadamente como se ha descrito anteriormente.

Sin embargo, el dispositivo de control 30 tiene dos excepciones a ser descritas a continuación con relación a la apertura/cierre de la válvula de igualación de aceite 23.

Primero, el dispositivo de control 30 determina si el sistema de bomba de calor 4 está realizando o no una operación estable. Si el sistema de bomba de calor 4 está realizando una operación estable, el procedimiento prosigue a la determinación de la segunda excepción (Sí en la etapa 105, S107). Sin embargo, si el sistema de bomba de calor 4 no está realizando una operación estable, la válvula de igualación de aceite 23 se mantiene cerrada (No en S105 de la Fig. 10). En este caso, el caso de una operación inestable, que no corresponde a una operación estable, corresponde a un caso en el que, por ejemplo, se realiza una operación de deshelado. La razón para esto es que hay una preocupación sobre la premisa de esta realización de que la temperatura del aceite de refrigerante que fluye a través de la válvula de igualación de aceite 23 sea más alta que la temperatura del refrigerante aspirado al interior del compresor de la etapa de alta 10b, puede no satisfacerse durante la operación inestable. Asimismo, la etapa primitiva de la activación del sistema de bomba de calor 4 también corresponde a una operación inestable, pero la etapa primitiva de la activación se considera como el periodo de cierre t_w anteriormente mencionado en esta realización.

A continuación, como la segunda excepción, el dispositivo de control 30 compara la velocidad de rotación R del compresor de la etapa de alta 10b con una velocidad de rotación predeterminada R_0 (S107 de la Fig. 10); y el dispositivo de control 30 da instrucciones a la válvula de igualación de aceite 23 para abrirse (CONEXIÓN) y cerrarse (DESCONEXIÓN) alternada y repetidamente en cada uno de los momentos predeterminados (Sí en S107 de la Fig. 10, S108) si la velocidad de rotación R es más pequeña que la velocidad de rotación R_0.

En un caso que no corresponde a las dos excepciones anteriormente mencionadas, el dispositivo de control 30 da instrucciones a la válvula de igualación de aceite 23 para abrirse (S109 de la Fig. 10). Después de recibir esta instrucción, la válvula de igualación de aceite 23 se mantiene abierta durante el período de igualación de aceite t_m (S111 de la Fig. 3).

Durante este período, el dispositivo de control 30 determina si una diferencia (T_0-T_1) entre la información de temperatura T_0, que se adquiere desde el primer sensor de temperatura 34, y la información de temperatura T_1, que se adquiere desde el segundo sensor de temperatura 35, es igual a o más pequeña que un valor predeterminado ΔT (S113 de la Fig. 10). En este caso, la información de temperatura T_0 se considera como la temperatura del fluido (aceite de refrigerante o un refrigerante) que fluye en la tubería de separación del aceite 21 y la información de temperatura T_1 se considera como la temperatura del refrigerante aspirado al interior del compresor de la etapa de alta 10b.

Si la diferencia (T_0-T_1) es igual a o menor que ΔT, el dispositivo de control 30 determina que el refrigerante en lugar del aceite de refrigerante está fluyendo en la tubería de evaluación del aceite 21 y cierra la válvula de igualación de aceite 23 (Sí en S113 de la Fig. 10). Por su parte, si la diferencia (T_0-T_1) excede de ΔT, la válvula de igualación de aceite 23 continúa estando abierta hasta que termine el período de igualación de aceite t_m. Si el período de igualación de aceite t_m finaliza, la válvula de igualación de aceite 23 se cierra (No en S113 y Sí en S111 Sí de la Fig. 10).

Como se ha descrito anteriormente, de acuerdo con esta realización, es posible suministrar aceite de refrigerante a la etapa de baja desde la etapa de alta e igualar el aceite refrigerante de tanto al compresor de la etapa de baja 10a como del compresor de la etapa de alta 10b mediante una simple operación de apertura/cierre de la válvula de igualación de aceite 23 sin detener la operación del compresor de la etapa de baja 10a ni el compresor de la etapa de alta 10b. Además, de acuerdo con esta realización, cuando el dispositivo de control 30 determina que está fluyendo un refrigerante en lugar de un aceite de refrigerante en la tubería de igualación de aceite 21, el dispositivo de control 30 cierra la válvula de igualación de aceite 23. Por consiguiente, es posible evitar el uso derrochador del mecanismo de compresión 10 que se provoca cuando el refrigerante circula en la tubería de igualación de aceite 21.

La invención se ha descrito anteriormente sobre la base de las realizaciones, pero los componentes descritos en las realizaciones anteriormente mencionadas pueden seleccionarse apropiadamente o pueden sustituirse apropiadamente con otros componentes sin apartarse de la esencia de la invención.

En la descripción anterior, la apertura/cierre general de la válvula de igualación de aceite 23 se ha controlado mediante el período de cierre t_w y el período de igualación de aceite t_m. Sin embargo, la invención no está limitada a ello. La información de temperatura T_0 y la información de temperatura T_1 pueden usarse como condiciones que son necesarias para abrir la válvula de igualación de aceite 23. Es decir, como se muestra en la Fig. 11, la válvula de igualación de aceite 23 puede abrirse (etapa 203 y etapa 109 de la Fig. 11) cuando T_0-T_1 excede de ΔT, y la válvula de igualación de aceite 23 puede cerrarse (etapa 113 y etapa S101 de la Fig. 11) cuando T_0-T_1 es igual o menor que ΔT.

Asimismo, la información de temperatura, que ha de compararse con la información de temperatura T_0, no se limita a la información de temperatura T_1, y la información de temperatura T_0, puede compararse con una temperatura detectada (información de temperatura) T_2 del compresor de la etapa de alta 10b. Una diferencia, que se obtiene en este caso, es T_2-T_0, y el dispositivo de control 30 determina que está fluyendo un refrigerante en la tubería de igualación de aceite 21 cuando la diferencia es igual a o menor que un valor ΔTT predeterminado. Por su parte, la temperatura del compresor de la etapa de alta 10b se detecta en una zona de baja del compresor de la etapa de alta en la que se almacena el aceite de refrigerante.

[Cuarta realización]

Se describirá a continuación un tipo de bomba de calor de calentador de agua/acondicionador de aire 100 al que se aplica el sistema de bomba de calor 4 descrito como la primera realización, como una cuarta realización de la invención.

Como se muestra en las Figs. 12 y 13, el calentador de agua/acondicionador de aire 100 incluye un sistema de bomba de calor 200 y un sistema de agua 300.

[Sistema de bomba de calor 200]

El sistema de bomba de calor 200 usa el sistema de bomba de calor 4 descrito en la primera realización, e intercambia calor entre el aire exterior (aire externo) y un refrigerante. Cuando el sistema de bomba de calor 200 incluye componentes que corresponden al sistema de bomba de calor 4, los componentes se indican por los mismos números de referencia que los números de referencia de la tercera realización y se omitirá la descripción de los mismos. Sin embargo, el primer intercambiador de calor 11 es sustituido con un intercambiador de calor agua-refrigerante 11. El intercambiador de calor agua-refrigerante 11 calienta el agua del sistema de agua 300 mediante intercambio de calor entre el agua y un refrigerante. Asimismo, el segundo intercambiador de calor 13 es sustituido con un intercambiador de calor del lado de la fuente de calor 13. Además, el sistema de bomba de calor 200 incluye los siguientes componentes que no se incluyen en el sistema de bomba de calor 4.

El sistema de bomba de calor 200 incluye una válvula de conmutación de cuatro vías 15 entre una tubería L2, que se proporciona sobre el lado de descarga del compresor de la etapa de alta 10b, y una tubería L4, que se proporciona sobre el lado de succión del compresor de la etapa de baja 10a, y puede invertir la dirección de circulación de un refrigerante mediante la válvula de conmutación de cuatro vías 15, de modo que puede seleccionarse uno cualquiera de entre un ciclo de refrigeración (ciclo de deshelado) en el que se hace circular un refrigerante en el sentido de las agujas del reloj al intercambiador de calor agua-refrigerante 11 a través del intercambiador de calor del lado de la fuente de calor 13 y un ciclo de calentamiento en el que se hace circular un refrigerante en el sentido contra las agujas del reloj al intercambiador de calor del lado de la fuente de calor 13 a través del intercambiador de calor agua-refrigerante 11.

El sistema de bomba de calor 200 incluye una válvula de expansión 12a para refrigeración, una válvula de expansión 12b para calentamiento, y un receptor 39 como un mecanismo de estrangulación, además del intercambiador de calor del lado de la fuente de calor 13, el intercambiador de calor agua-refrigerante 11, y la válvula de conmutación de cuatro vías 15. La válvula de expansión 12a para refrigeración y la válvula de expansión 12b para calentamiento se disponen en serie con el receptor 18 interpuesto entre ellas.

Asimismo, el sistema de bomba de calor 200 incluye un circuito economizador 36 que se proporciona sobre la tubería L3. El circuito economizador 36 incluye un intercambiador de calor 36a para un economizador, una válvula de expansión 36b para un economizador, y una tubería de inyección 36c. Después de que una parte del refrigerante líquido que ha pasado a través del intercambiador de calor agua-refrigerante 11 se introduzca en el intercambiador de calor 36a para un economizador a través de la válvula de expansión 36b para un economizador y se evapore mediante el intercambio de calor con un refrigerante líquido que fluye en la tubería L3, se inyecta un refrigerante gas a la tubería de presión intermedia L1, que se proporciona entre el compresor de la etapa de baja 10a y el compresor de la etapa de alta 10b, a través de la tubería de inyección 36c.

Además, el sistema de bomba de calor 200 incluye un separador de aceite 37 que se proporciona sobre el lado de descarga del compresor de la etapa de baja 10a y un separador de aceite 38 que se proporciona sobre el lado de descarga del compresor de la etapa de alta 10b. El aceite de refrigerante, que está contenido en el refrigerante descargado desde el compresor de la etapa de baja 10a, se separa del refrigerante mediante el separador de aceite 37 y se retorna al compresor de la etapa de baja 10a a través de una tubería de retorno 37L. De la misma forma, el aceite de refrigerante, que está contenido en el refrigerante descargado desde el compresor de la etapa de alta 10b, se separa del refrigerante mediante el separador de aceite 38 y se retorna al compresor de la etapa de alta 10b a través de una tubería de retorno 38L.

[Sistema de agua 300]

El sistema de agua 300 incluye un paso de flujo de circulación de agua caliente 301 en el que el agua circulada mediante una bomba de circulación de agua 307 absorbe calor de un refrigerante en el intercambiador de calor agua-refrigerante 11 del sistema de bomba de calor 200 y se convierte en agua caliente y que usa el agua caliente como una fuente de calor para calentamiento o similares mediante la circulación del agua caliente entre el radiador del lado de carga 303 y el intercambiador de calor agua-refrigerante 11. Un tanque de almacenamiento de calor 305, en el que se introduce agua caliente desde el paso del flujo de circulación de agua caliente 301 a través de una válvula de conmutación de tres vías 306 capaz de ajustar una relación de caudal y que puede almacenar el agua caliente como agua caliente de almacenamiento de calor, se conecta al paso de flujo de circulación de agua caliente 301.

El tanque de almacenamiento de calor 305 toma agua caliente de almacenamiento de calor desde una parte superior del mismo a través de la válvula de conmutación de tres vías 306, que se proporciona sobre el paso de flujo de circulación de agua caliente 301 a través del que el agua caliente calentada por el intercambiador de calor agua-refrigerante 11 se hace circular al radiador 303, y descarga el agua caliente de almacenamiento de calor al paso de flujo de circulación de agua caliente 301 en un momento necesario.

Asimismo, el tanque de almacenamiento de calor 305 se proporciona con un circuito de suministro de agua sanitaria (no mostrada) para suministro de agua caliente a ser suministrada, que se calienta por el calor del agua caliente de almacenamiento de calor almacenada, y un calentador eléctrico (no mostrado) al que se aplica corriente cuando es necesario.

El sistema de agua 300 que tiene la configuración anteriormente mencionada se adapta para realizar selectivamente uno de entre una operación de calentamiento en la que se suministra agua caliente al radiador 303 y una operación de almacenamiento de calor en la que se suministra agua caliente al tanque de almacenamiento de calor 305 mediante el cambio selectivamente de la válvula de conmutación de tres vías 306, y para realizar simultáneamente tanto la operación de calentamiento como la operación de almacenamiento de calor usando agua caliente mediante la distribución y suministro de agua caliente tanto al radiador 303 como al tanque de almacenamiento de calor 305.

Además, en el sistema de agua 300, el agua, que se suministra desde el tanque de almacenamiento 305 mediante la bomba de circulación de agua 307, como un objeto a ser calentado se realiza mediante intercambio de calor con el refrigerante del sistema de bomba de calor 200 en el intercambiador de calor agua-refrigerante 11.

Por su parte, cuando se selecciona el ciclo de calentamiento en el sistema de bomba de calor 200, un gas refrigerante, que tiene una baja temperatura y una baja presión, se comprime mediante el mecanismo de compresión 10 (el compresor de la etapa de baja 10a y el compresor de la etapa de alta 10b) y se descarga al sistema de bomba de calor 200 como un refrigerante gas que tiene una alta temperatura y una alta presión. Como se muestra en la Fig. 12 mediante las flechas de línea continua, este refrigerante gas es guiado al intercambiador de calor agua-refrigerante 11 mediante la válvula de conmutación de cuatro vías 15 y se hace circular en el sentido contrario a las agujas del reloj. En este caso, el intercambiador de calor agua-refrigerante 11 es un intercambiador de calor para intercambio térmico entre el agua, que se hace circular mediante la bomba de circulación de agua 307, del sistema de agua 300 y un refrigerante gas que tiene una alta temperatura y una alta presión; y funciona como un condensador en el que se calienta agua mediante el calor de condensación radiado debido a la condensación del refrigerante. Como resultado, el refrigerante gas, que tiene una alta temperatura y una alta presión y circula en el sistema de bomba de calor 200, se convierte en un refrigerante líquido, que tiene una alta temperatura y una alta presión, al ser condensado; y el agua, que circula en el sistema de agua 300, absorbe calor desde el refrigerante y

se convierte en agua caliente.

El refrigerante, que se condensa mediante el intercambiador de calor agua-refrigerante 11, fluye al interior del receptor 39 a través de la válvula de expansión 12a para refrigeración que está totalmente abierta. En el receptor 39, el refrigerante se separa en un refrigerante gas y un refrigerante líquido y se ajusta la cantidad de refrigerante en circulación. La válvula de expansión 12b para calentamiento, que descomprime un refrigerante líquido que tiene una alta temperatura y una alta presión, se dispone en el lado aguas abajo del receptor 39. El refrigerante líquido que tiene una alta temperatura y una alta presión se convierte en un refrigerante en dos fases gas-líquido que tiene una baja temperatura y una baja presión al ser descomprimido mientras el refrigerante pasa a través de la válvula de expansión 12b para calentamiento. Después, el refrigerante en dos fases gas-líquido es guiado al intercambiador de calor del lado de la fuente de calor 13. El refrigerante en dos fases gas-líquido, que se introduce en el intercambiador de calor del lado de la fuente de calor 13 funcionando como un evaporador, absorbe calor del aire exterior y se vaporiza mediante el intercambio de calor con el aire exterior.

Un gas refrigerante, que tiene una baja temperatura y una baja presión y se obtiene cuando el refrigerante en dos fases de gas-líquido absorbe calor desde el aire exterior y se vaporiza mientras pasa a través del intercambiador de calor del lado de fuente de calor 13 como se ha descrito anteriormente, es aspirado al interior del compresor de la etapa de baja 10a a través de la válvula de conmutación de cuatro vías 15 de nuevo. El refrigerante gas, que tiene una baja temperatura y una baja presión y es aspirado al interior del compresor de la etapa de baja 10a como se ha descrito anteriormente, se convierte en un refrigerante gas, que tiene una alta temperatura y una alta presión, al ser comprimido en fases por el compresor de la etapa de baja 10a y el compresor de la etapa de alta 10b; y se somete repetidamente a un cambio de fase de gas-líquido mientras es circulado a lo largo del mismo recorrido que se describe a continuación. En este caso, la humedad o similares en el aire se congela sobre la superficie periférica exterior, que tienen una baja temperatura, del intercambiador de calor del lado de fuente de calor 13, de modo que tiene lugar un fenómeno de formación de escarcha.

Dado que la formación de escarcha inhibe el intercambio de calor entre el refrigerante y al aire exterior en el intercambiador de calor del lado de fuente de calor 13 y reduce la eficiencia del intercambio térmico, es necesario detectar si se ha acumulado o no escarcha y retirar la escarcha mediante la realización de una operación de deshelado en cada uno de los momentos de operación apropiados. En el sistema de bomba de calor 200 anteriormente mencionado, la válvula de conmutación de cuatro vías 15 se conmuta para invertir la dirección de circulación de un refrigerante y para cambiar un ciclo al ciclo de refrigeración (ciclo de deshelado) que hace circular el refrigerante en una dirección indicada por las flechas de línea de punto y raya de la Fig. 13, un gas refrigerante, que tiene una alta temperatura y una alta presión y se descarga desde el compresor de la etapa de alta 10b, se introduce en el intercambiador de calor del lado de la fuente de calor 13, y la escarcha adherida al intercambiador de calor del lado de la fuente de calor 13 se funde por el calor (calor de condensación) del refrigerante gas. De esta manera, se realiza la operación de deshelado.

Durante la operación de deshelado usando el método de ciclo inverso, el intercambiador de calor agua-refrigerante 11 funciona como un evaporador, absorbe calor del agua que circula a través del paso de flujo de circulación de agua caliente 301, vaporiza el refrigerante, y funde la escarcha, que se forma sobre el intercambiador de calor del lado de la fuente de calor 13, mediante el uso del calor. En este caso, cuando la temperatura del agua desciende excesivamente, el agua se congela en el intercambiador de calor agua-refrigerante 11 y se genera un riesgo de daños al intercambiador de calor. Por esta razón, es necesario impedir que la temperatura del agua, que se hace circular en el intercambiador de calor agua-refrigerante 11 y la temperatura de evaporación del refrigerante desciendan excesivamente.

Incluso en el calentador de agua/acondicionador de aire 100 anteriormente mencionado, la apertura/cierre de la válvula de igualación de aceite 23 proporcionada entre el compresor de la etapa de baja 10a y el compresor de la etapa de alta 10b se controla como en la primera realización. Por consiguiente, de acuerdo con el calentador de agua/acondicionador de aire 100 de esta realización, es posible igualar el aceite refrigerante del compresor de la etapa de baja 10a y del compresor de la etapa de alta 10b mediante una simple operación de apertura/cierre de la válvula de igualación de aceite 23 sin detener la operación del compresor de la etapa de baja 10a ni el compresor de la etapa de alta 10b.

La invención se ha descrito anteriormente sobre la base de las realizaciones, pero los componentes descritos en las realizaciones anteriormente mencionadas pueden seleccionarse apropiadamente o pueden sustituirse apropiadamente con otros componentes sin apartarse de la esencia de la invención.

Lista de signos de referencia

1, 2, 3, 4: sistema de bomba de calor
10a: compresor de la etapa de baja
10b: compresor de la etapa de alta
11: primer intercambiador de calor, intercambiador de calor agua-refrigerante
11f: ventilador

12: válvula de expansión
12a: primera válvula de expansión, válvula de expansión para refrigeración
12b: segunda válvula de expansión, válvula de expansión para calentamiento
13: segundo intercambiador de calor, intercambiador de calor del lado de la fuente de calor
13f: ventilador
14, 15: válvula de conmutación de cuatro vías
14a, 14b: válvula electromagnética
16: circuito de inyección
16a: receptor de presión intermedia
16b: válvula electromagnética
16c: válvula antirretorno
16d: tubería de inyección
17: serpentín de super-refrigeración
18: acumulador
20: mecanismo de igualación de aceite
21: tubería de igualación de aceite
23: válvula de igualación de aceite
25: válvula electromagnética
26, 28: separador de aceite
27, 29: tubería de retorno de aceite
30: dispositivo de control
34: primer sensor de temperatura
35: segundo sensor de temperatura
36: circuito economizador
36a: intercambiador de calor para un economizador
36b: válvula de expansión para un economizador
36c: tubería de inyección
37, 38: separador de aceite
37L, 38L: tubería de retorno
39: receptor
100: calentador de agua/acondicionador de aire
121, 127: sub-tubería
122, 128: válvula electromagnética
200: sistema de bomba de calor
300: sistema de agua
301: paso del flujo de circulación de agua caliente
303: radiador
305: tanque de almacenamiento de calor
306: válvula de conmutación de tres vías
307: bomba de circulación de agua
L1, L11, L12, L2, L3, L4, L5: tubería

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de bomba de calor (1; 2; 3) que comprende:

un mecanismo de compresión que incluye un compresor de la etapa de baja (10a) y un compresor de la etapa de alta (10b) configurado para comprimir y descargar un refrigerante;
un separador de aceite (26) que se proporciona en un lado de descarga del compresor de la etapa de alta (10b);
un primer intercambiador de calor (11) configurado para intercambiar calor entre el refrigerante comprimido por el mecanismo de compresión y un objeto a ser sometido a intercambio térmico;
una válvula de expansión (12) configurada para descomprimir y expandir el refrigerante que circula fuera del primer intercambiador de calor (11);
un segundo intercambiador de calor (13) configurado para intercambiar calor entre el refrigerante descomprimido y expandido por la válvula de expansión (12) y un objeto a ser sometido a intercambio térmico; y
una tubería de retorno principal (27) que conecta el separador de aceite (26) a un lado de aspiración del compresor de la etapa de alta (10b); **caracterizado por que** comprende
un recorrido de igualación de aceite (21) que conecta el compresor de la etapa de baja (10a) al compresor de la etapa de alta (10b) configurado para permitir que el aceite de refrigerante fluya entre el compresor de la etapa de baja (10a) y el compresor de la etapa de alta (10b);
un recorrido de retorno del aceite (23) que conecta las tuberías de retorno principal (27) al recorrido de igualación de aceite (21);
una válvula todo-nada de retorno de aceite (25) que se proporciona sobre el recorrido de retorno del aceite (23); y
un mecanismo de cambio del recorrido de refrigerante (14) configurado para cambiar selectivamente un recorrido del refrigerante entre un recorrido de compresión en dos etapas a lo largo del que el refrigerante circula a través del compresor de la etapa de baja (10a) y el compresor de la etapa de alta (10b) en este orden y un recorrido de compresión en una etapa a lo largo del que el refrigerante circula a través de solamente uno de entre el compresor de la etapa de baja y el compresor de la etapa de alta,
un dispositivo de control (30) configurado para dar instrucciones al mecanismo de cambio del recorrido de refrigerante (14) y a la válvula todo-nada de retorno de aceite (25) de modo que cuando el dispositivo de control (30) da instrucciones al mecanismo de cambio del recorrido de refrigerante (14) para seleccionar el recorrido de compresión en una etapa, el dispositivo de control (30) da instrucciones a la válvula todo-nada de retorno del aceite (25) para ser abierta y el aceite de refrigerante desde el separador de aceite (26) es retornado al recorrido de igualación de aceite (21) a través del recorrido de retorno del aceite (23) sin pasar a través del compresor de la etapa de alta (10b).

2. El sistema de bomba de calor (1; 2; 3) de acuerdo con la reivindicación 1,
en el que cuando se selecciona el recorrido de compresión en dos etapas y se satisface una cualquiera de las siguientes condiciones (1) a (3), el dispositivo de control (30) se configura para cambiar el recorrido del refrigerante al recorrido de compresión en una etapa.

Condición (1): $T_W \leq T_R$

T_W: La temperatura del agua que entra en un intercambiador de calor (intercambiador de calor de agua) para el agua y el refrigerante cuando el objeto, que ha de ser sometido a intercambio térmico, del primer intercambiador de calor es agua
T_R: Valor prescrito

Condición (2): $(P_{HO}-P_{LI}) \leq \Delta P_{R1}$

P_{LI}: El valor de aspiración del compresor de la etapa de baja
P_{HO}: La presión de descarga del compresor de la etapa de alta
ΔP_{R1}: Valor prescrito

Condición (3): $(P_{LO}-P_{L1}) \leq \Delta P_{R2}$

P_{LI}: El valor de aspiración del compresor de la etapa de baja
P_{LO}: El valor de descarga del compresor de la etapa de baja
ΔP_{R2}: Valor prescrito

3. El sistema de bomba de calor (1; 2; 3) de acuerdo con la reivindicación 1 o 2,
en el que el dispositivo de control (30) se configura para controlar la apertura/cierre de la válvula todo-nada del aceite de retorno (25) basándose en una cantidad estimada de aceite de refrigerante del compresor de la etapa de baja (10a) y una cantidad estimada de aceite de refrigerante del compresor de la etapa de alta (10b).

4. Un calentador de agua de bomba de calor que comprende:
el primer intercambiador de calor (11) del sistema de bomba de calor (1; 2; 3) de acuerdo con una cualquiera de las

reivindicaciones 1 a 3 que es un intercambiador de calor agua-refrigerante para calentamiento de agua mediante el intercambio de calor entre el refrigerante y agua.

FIG. 1

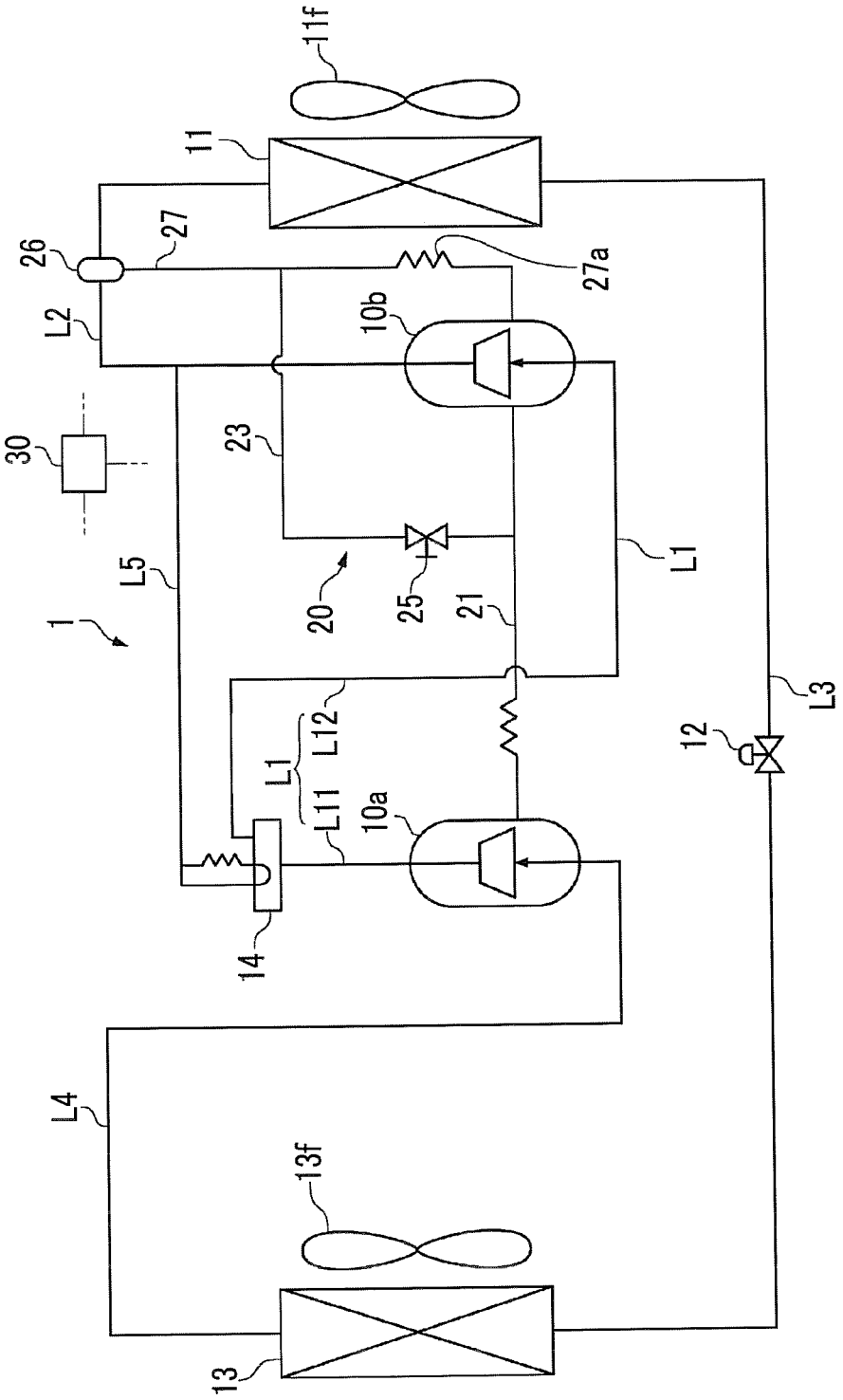

11f
11
26
27
27a
L2
10b
30
23
L5
1
20
25
21
L1
L3
12
L12
L1
L11
10a
14
L4
13f
13

FIG. 2

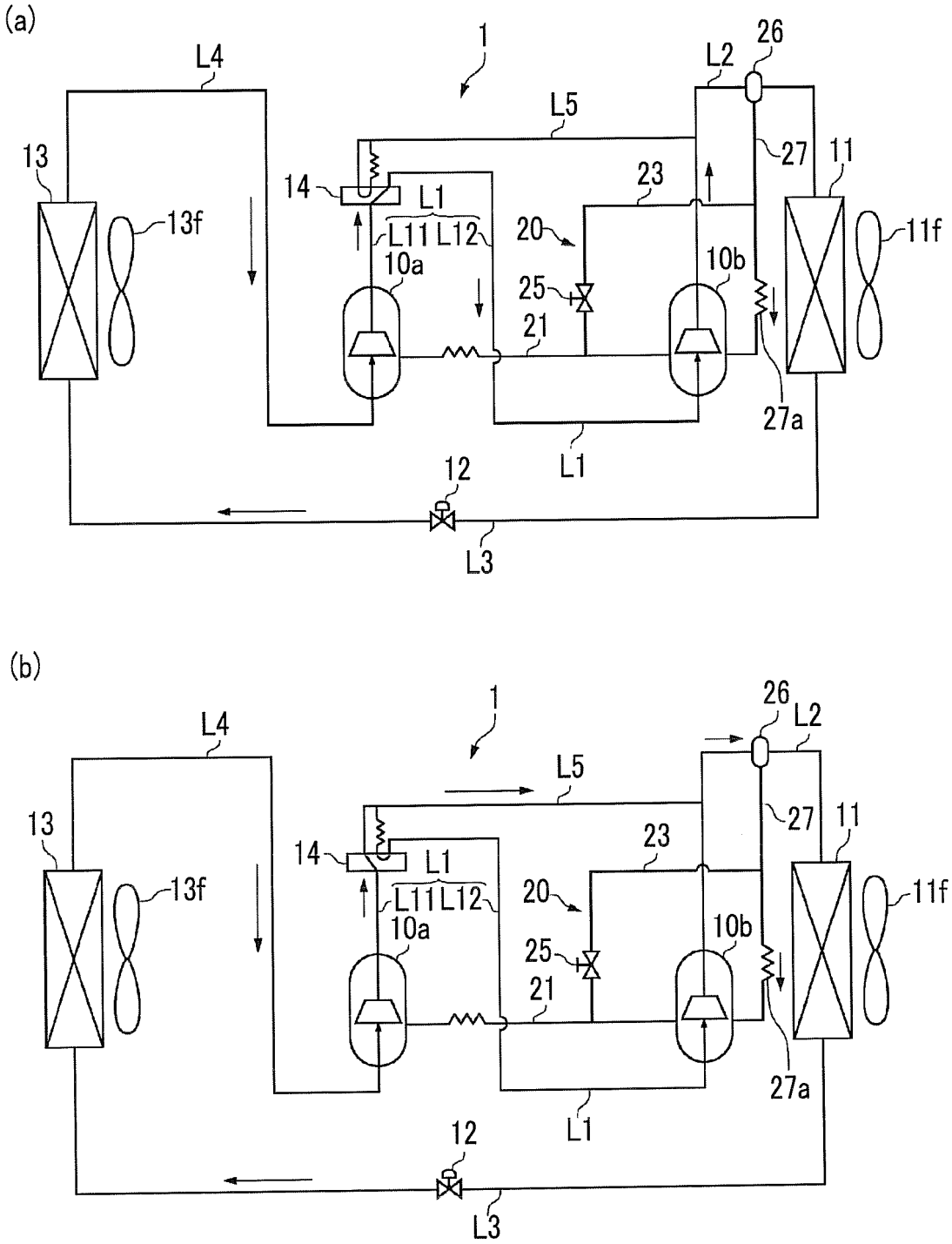

(a)
1
L4
L2
26
L5
13
27
11
14
L1
23
13f
L11 L12
20
11f
10a
10b
25
21
27a
L1
12
L3
(b)
1
26
L4
L2
L5
13
27
11
14
L1
23
13f
L11 L12
20
11f
10a
10b
25
21
27a
L1
12
L3

FIG. 3

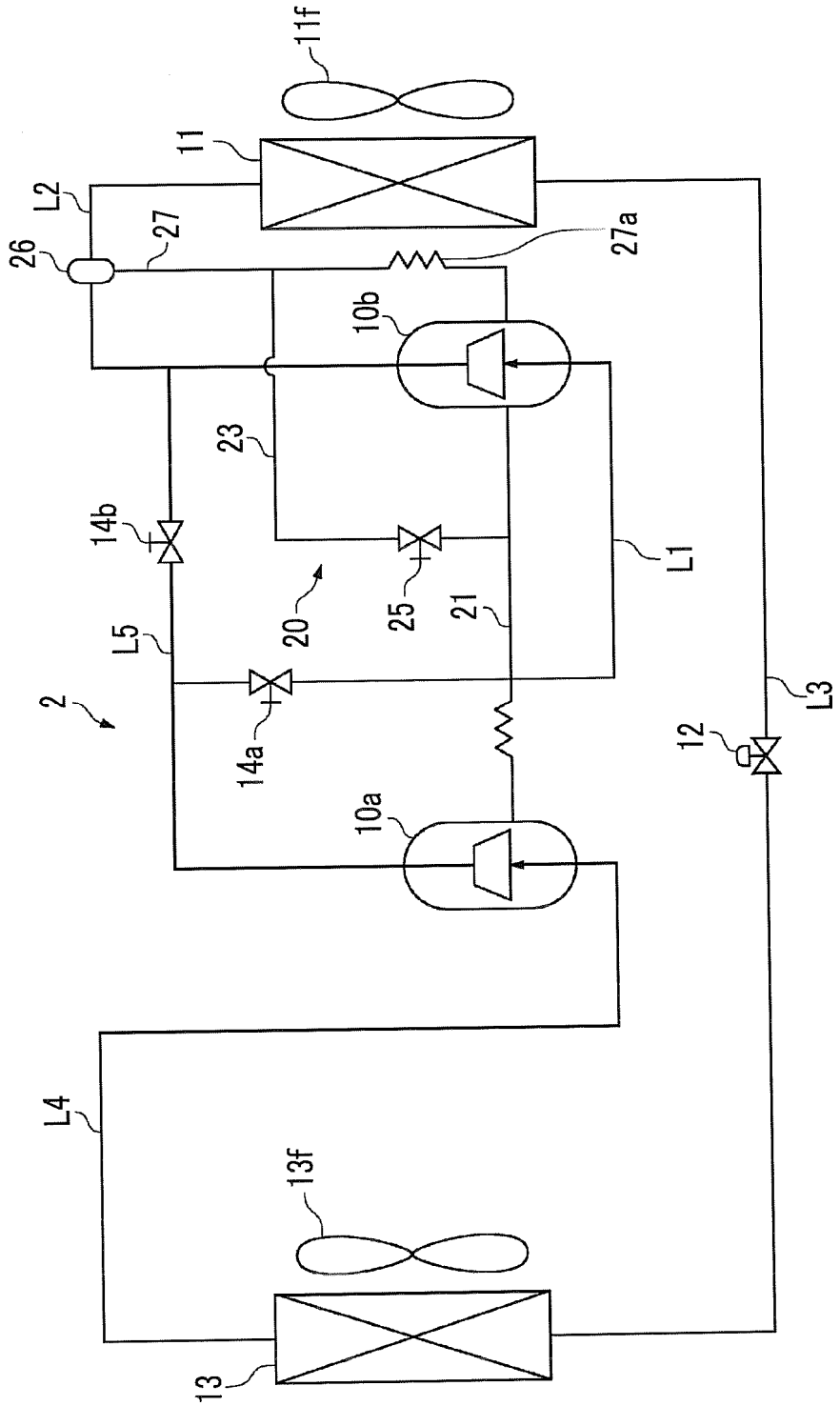

11f
11
L2
27
26
27a
10b
23
14b
L1
20
25
21
L5
2
14a
12
L3
10a
L4
13f
13

FIG. 4

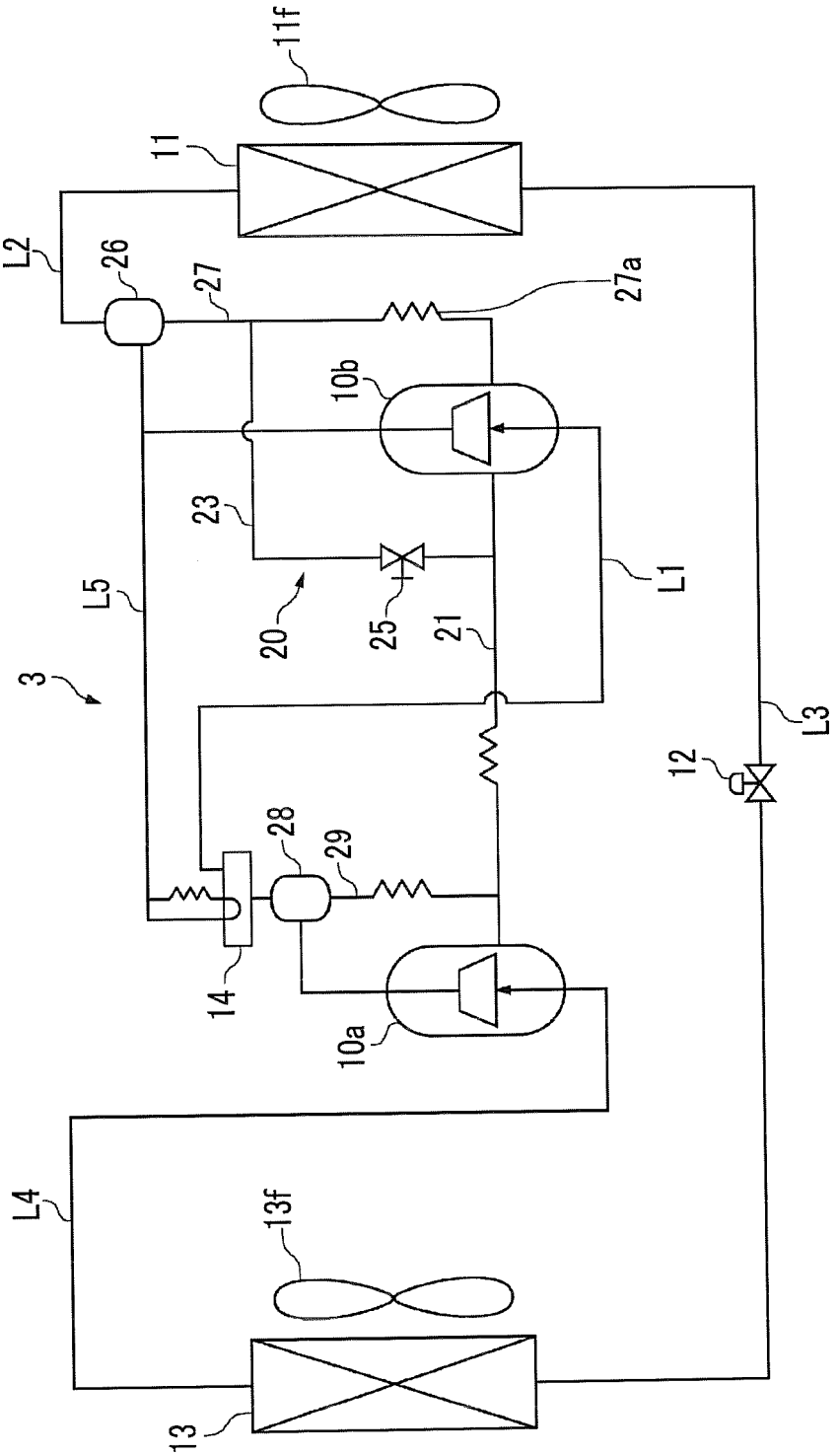

11f
11
L2
26
27
27a
10b
23
L5
20
25
21
L1
3
L3
12
28
29
14
10a
L4
13f
13

FIG. 5

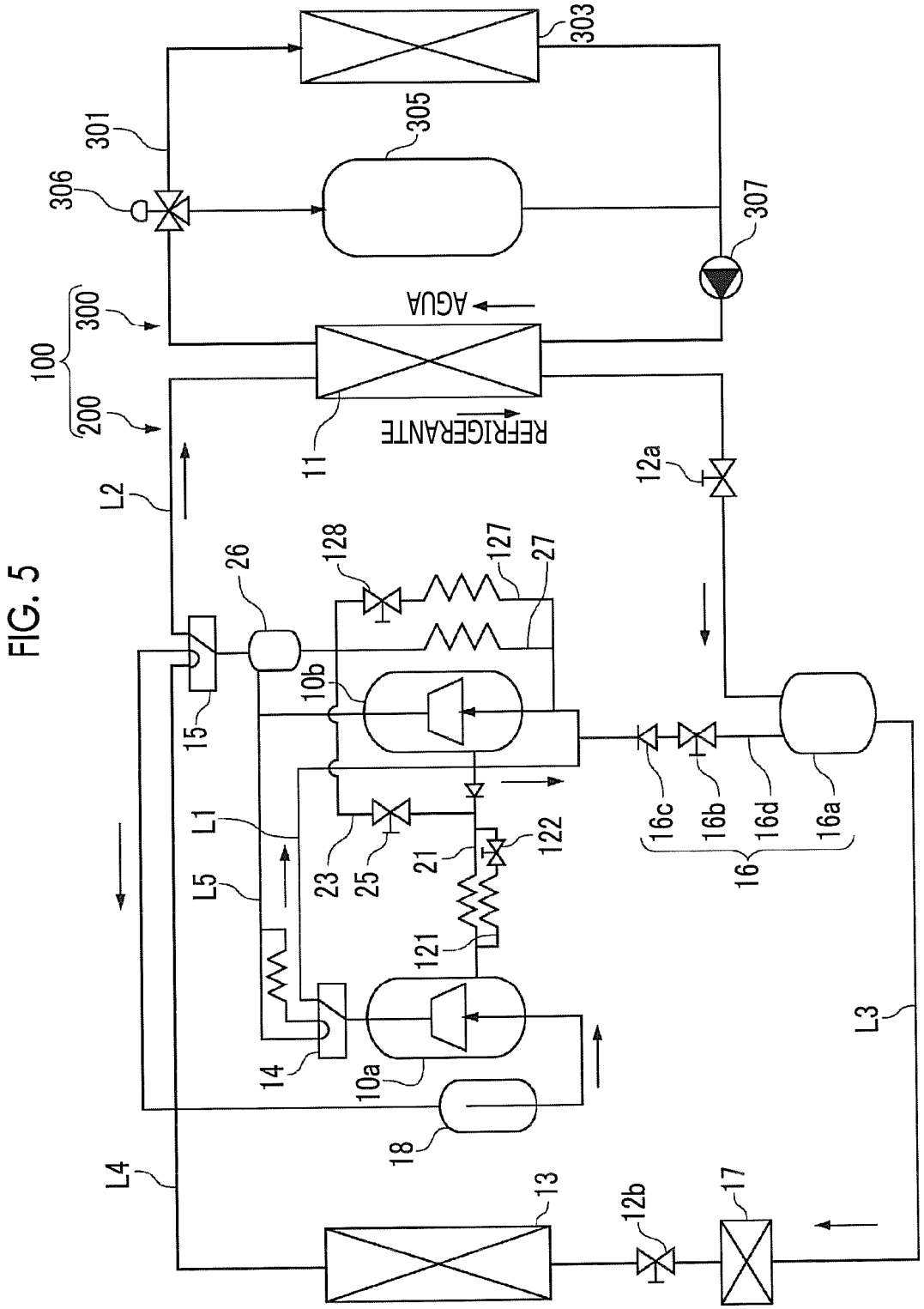

303
305
301
306
307
AGUA
100
300
200
REFRIGERANTE
11
12a
L2
26
128
127
27
10b
15
L1
L5
23
25
21
122
121
16c
16b
16d
16a
16
L3
14
10a
18
L4
13
12b
17

FIG. 6

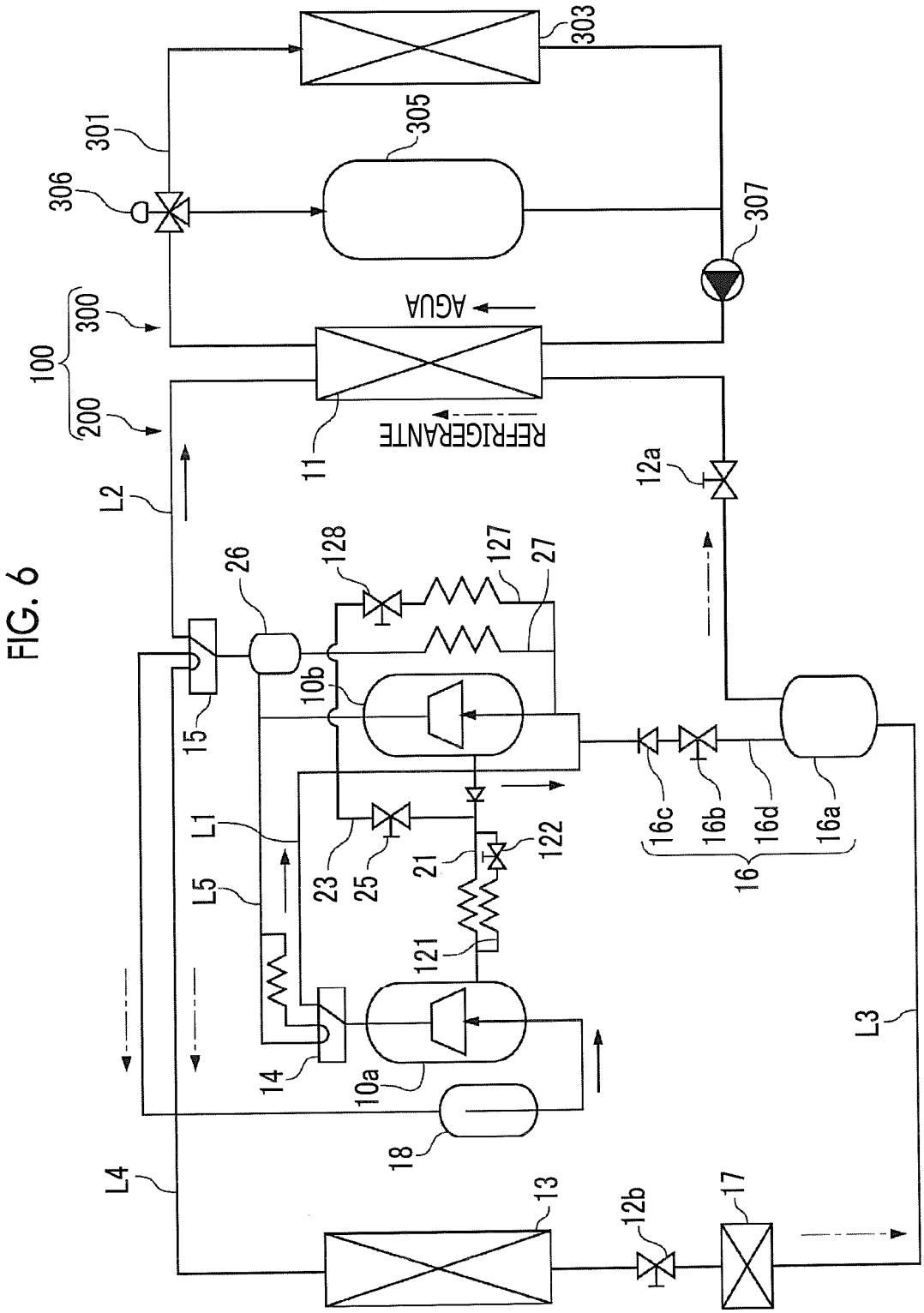

303
305
301
306
307
AGUA
100
300
200
REFRIGERANTE
11
12a
L2
26
128
127
27
10b
15
L1
L5
23
25
21
122
121
16c
16b
16d
16a
16
L3
14
10a
18
L4
13
12b
17

FIG. 7

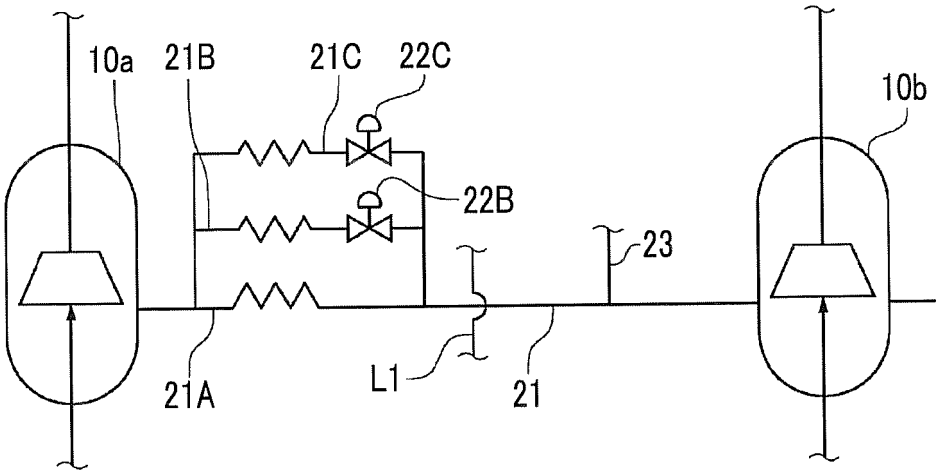


FIG. 8

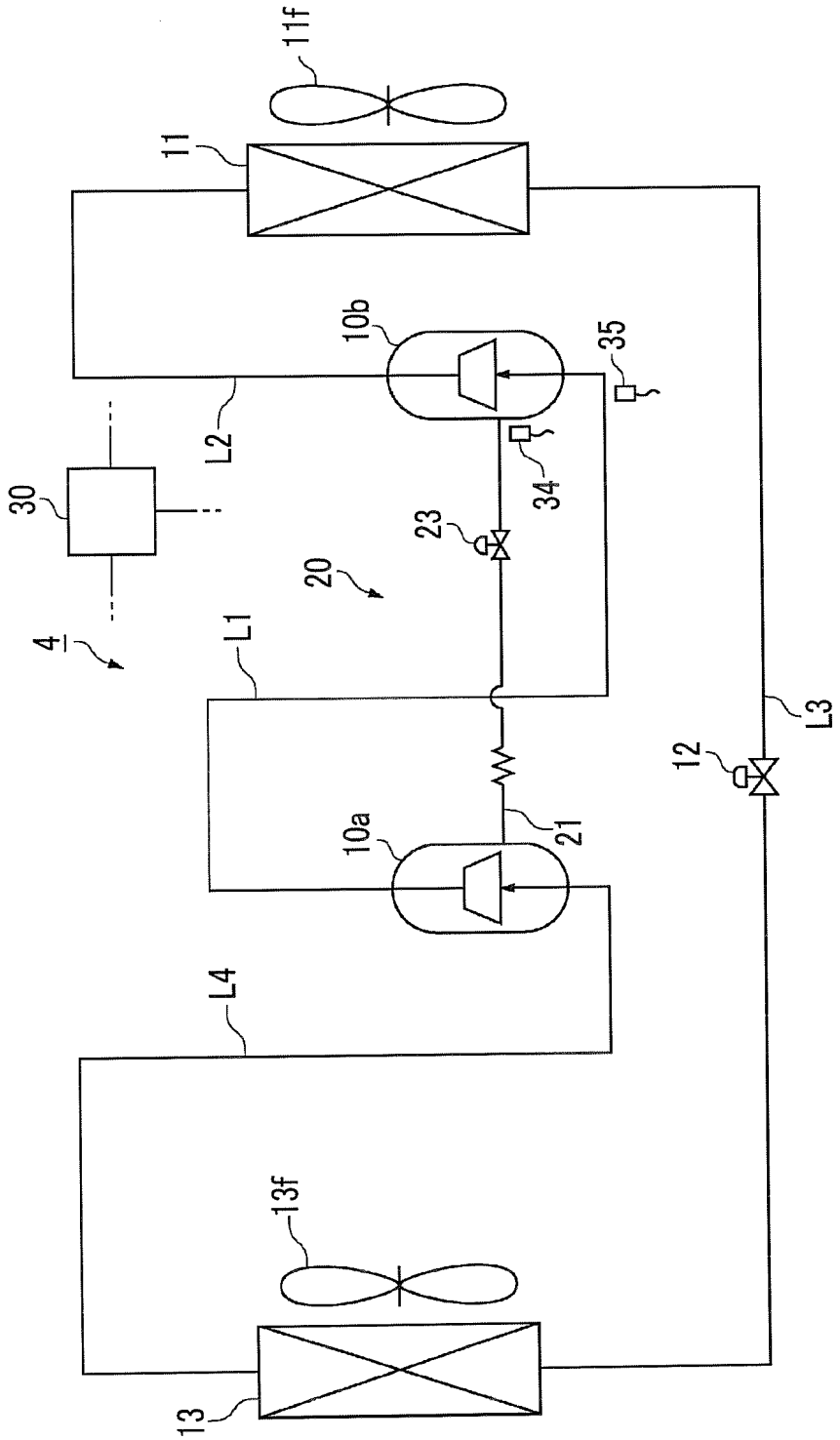


FIG. 9

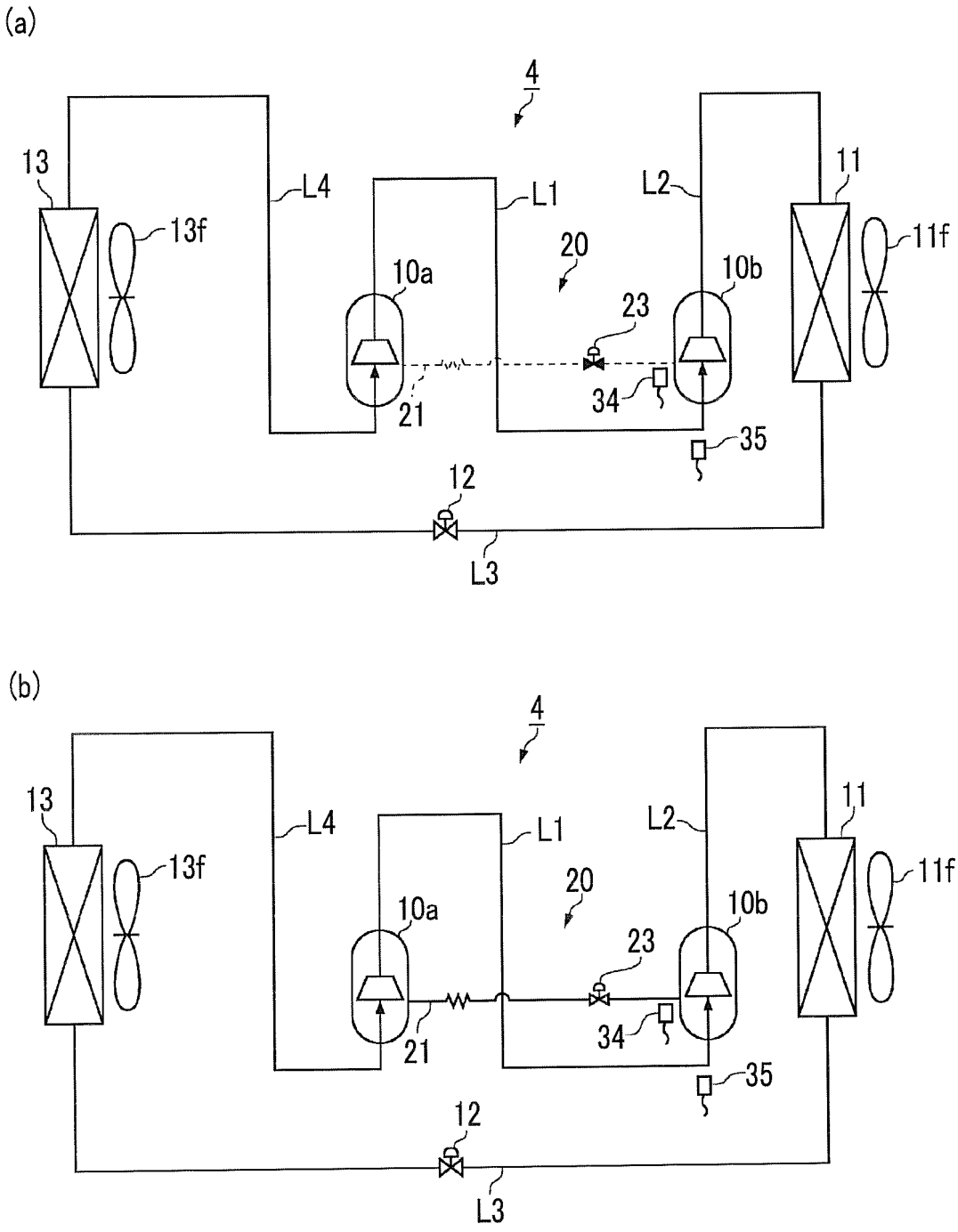

(a)
4
13
13f
L4
L1
L2
11
11f
20
10a
10b
23
21
34
35
12
L3
(b)
4
13
13f
L4
L1
L2
11
11f
20
10a
10b
23
21
34
35
12
L3

FIG. 10

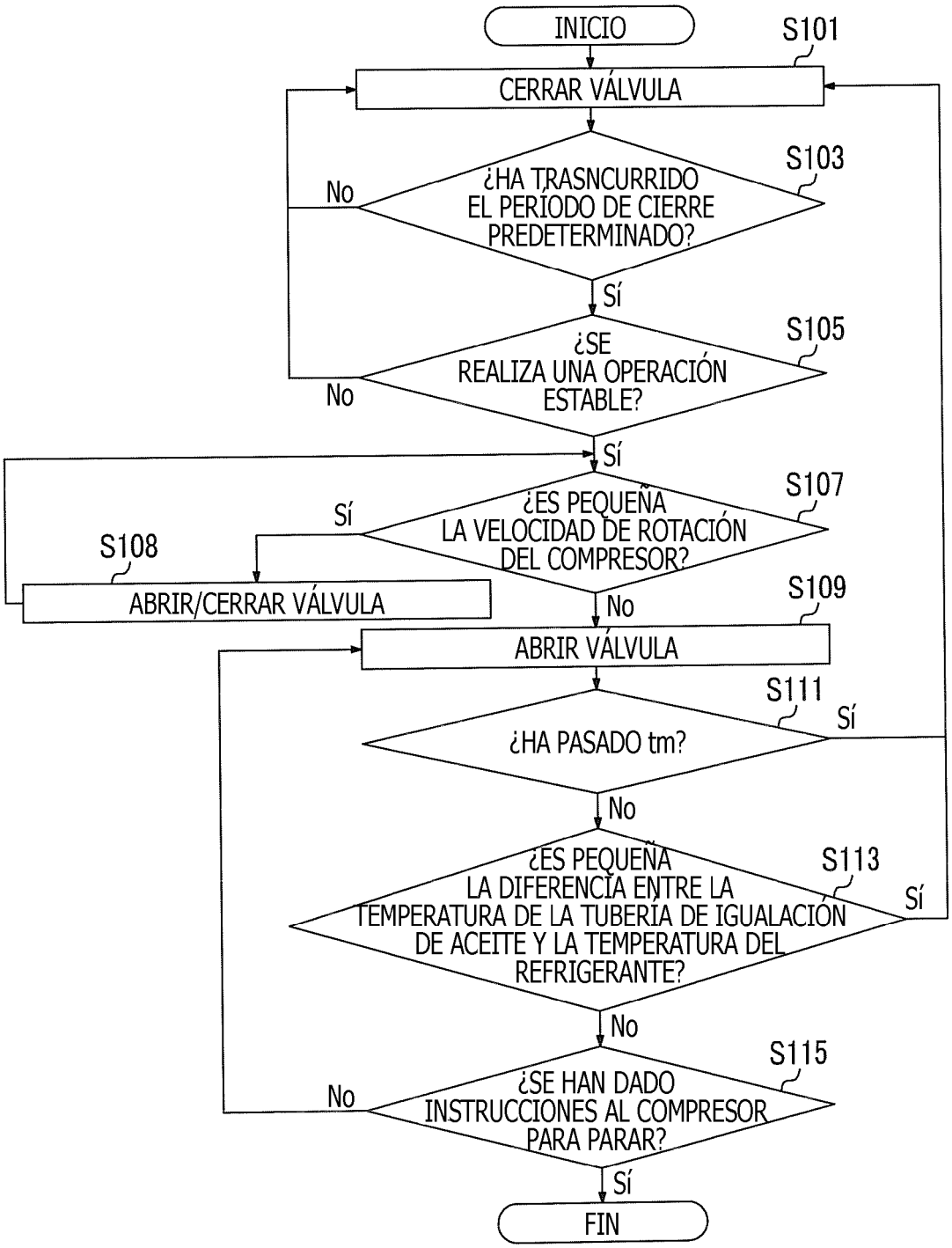

INICIO
S101
CERRAR VÁLVULA
S103
¿HA TRASNCURRIDO EL PERÍODO DE CIERRE PREDETERMINADO?
No
Sí
S105
¿SE REALIZA UNA OPERACIÓN ESTABLE?
No
Sí
S107
¿ES PEQUEÑA LA VELOCIDAD DE ROTACIÓN DEL COMPRESOR?
Sí
S108
ABRIR/CERRAR VÁLVULA
No
S109
ABRIR VÁLVULA
S111
¿HA PASADO tm?
Sí
No
S113
¿ES PEQUEÑA LA DIFERENCIA ENTRE LA TEMPERATURA DE LA TUBERÍA DE IGUALACIÓN DE ACEITE Y LA TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE?
Sí
No
S115
¿SE HAN DADO INSTRUCCIONES AL COMPRESOR PARA PARAR?
No
Sí
FIN

FIG. 11

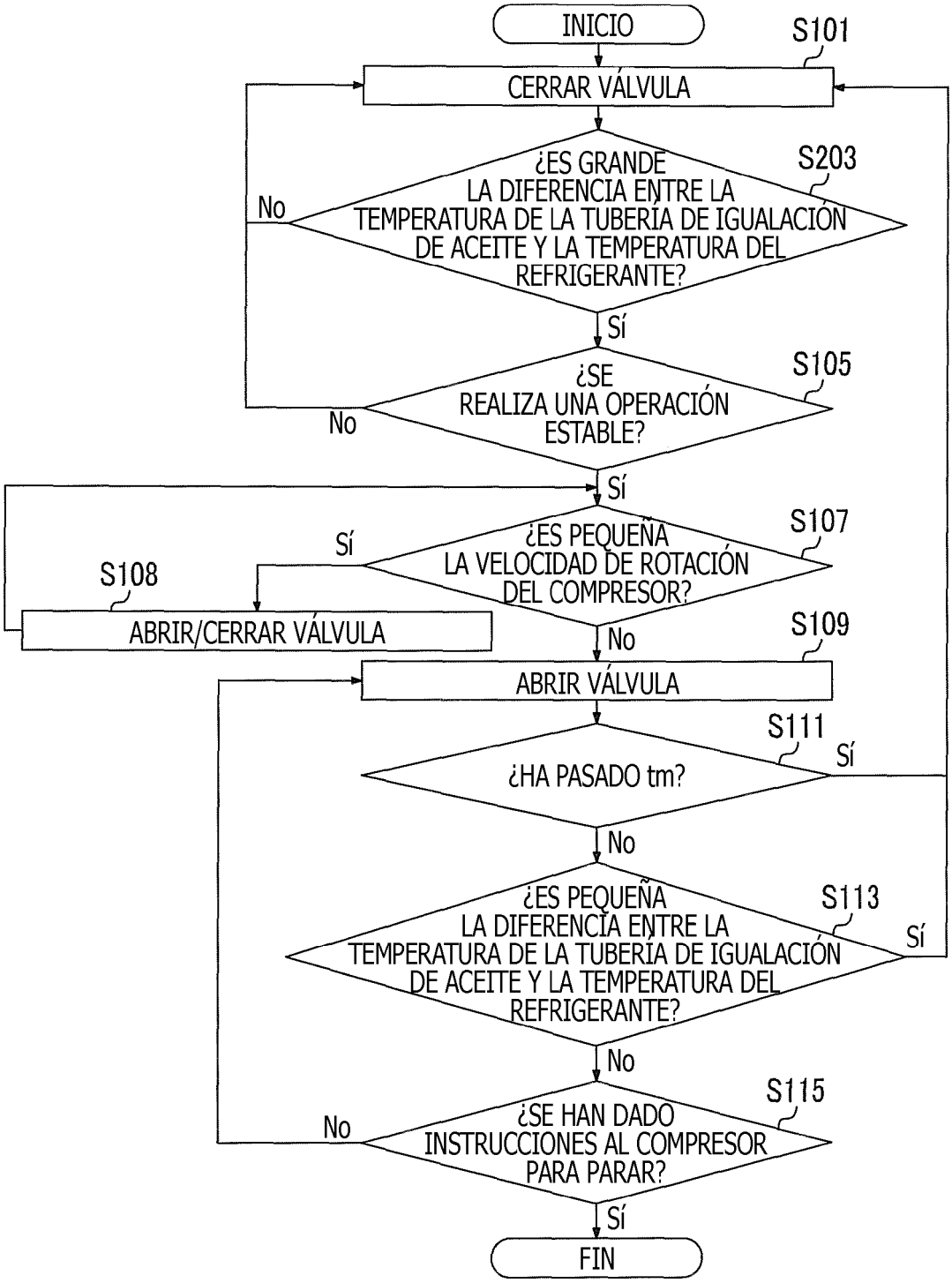

INICIO
S101
CERRAR VÁLVULA
S203
¿ES GRANDE LA DIFERENCIA ENTRE LA TEMPERATURA DE LA TUBERÍA DE IGUALACIÓN DE ACEITE Y LA TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE?
No
Sí
S105
¿SE REALIZA UNA OPERACIÓN ESTABLE?
No
Sí
S107
¿ES PEQUEÑA LA VELOCIDAD DE ROTACIÓN DEL COMPRESOR?
Sí
S108
ABRIR/CERRAR VÁLVULA
No
S109
ABRIR VÁLVULA
S111
¿HA PASADO tm?
Sí
No
S113
¿ES PEQUEÑA LA DIFERENCIA ENTRE LA TEMPERATURA DE LA TUBERÍA DE IGUALACIÓN DE ACEITE Y LA TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE?
Sí
No
S115
¿SE HAN DADO INSTRUCCIONES AL COMPRESOR PARA PARAR?
No
Sí
FIN

FIG. 12

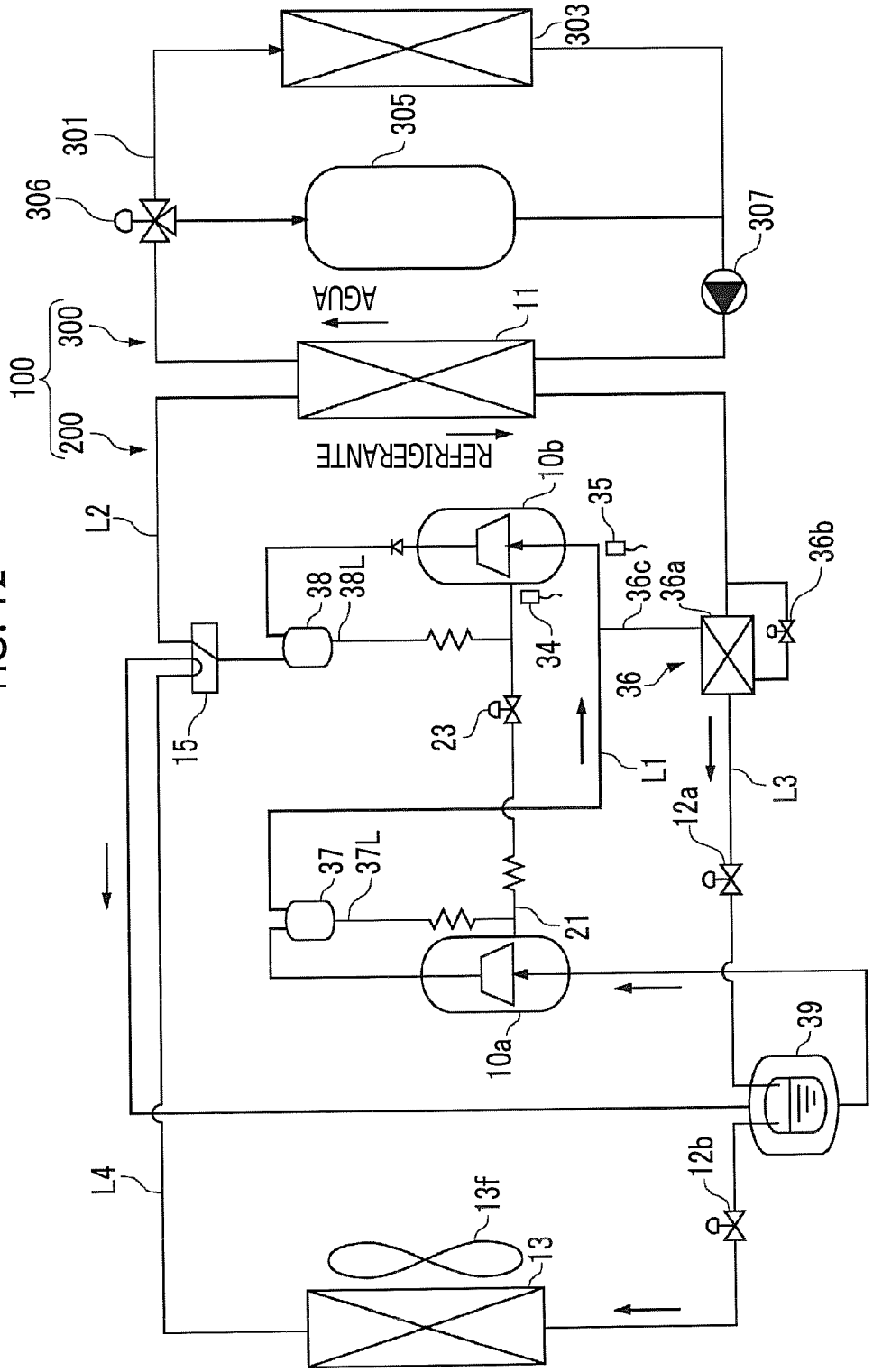
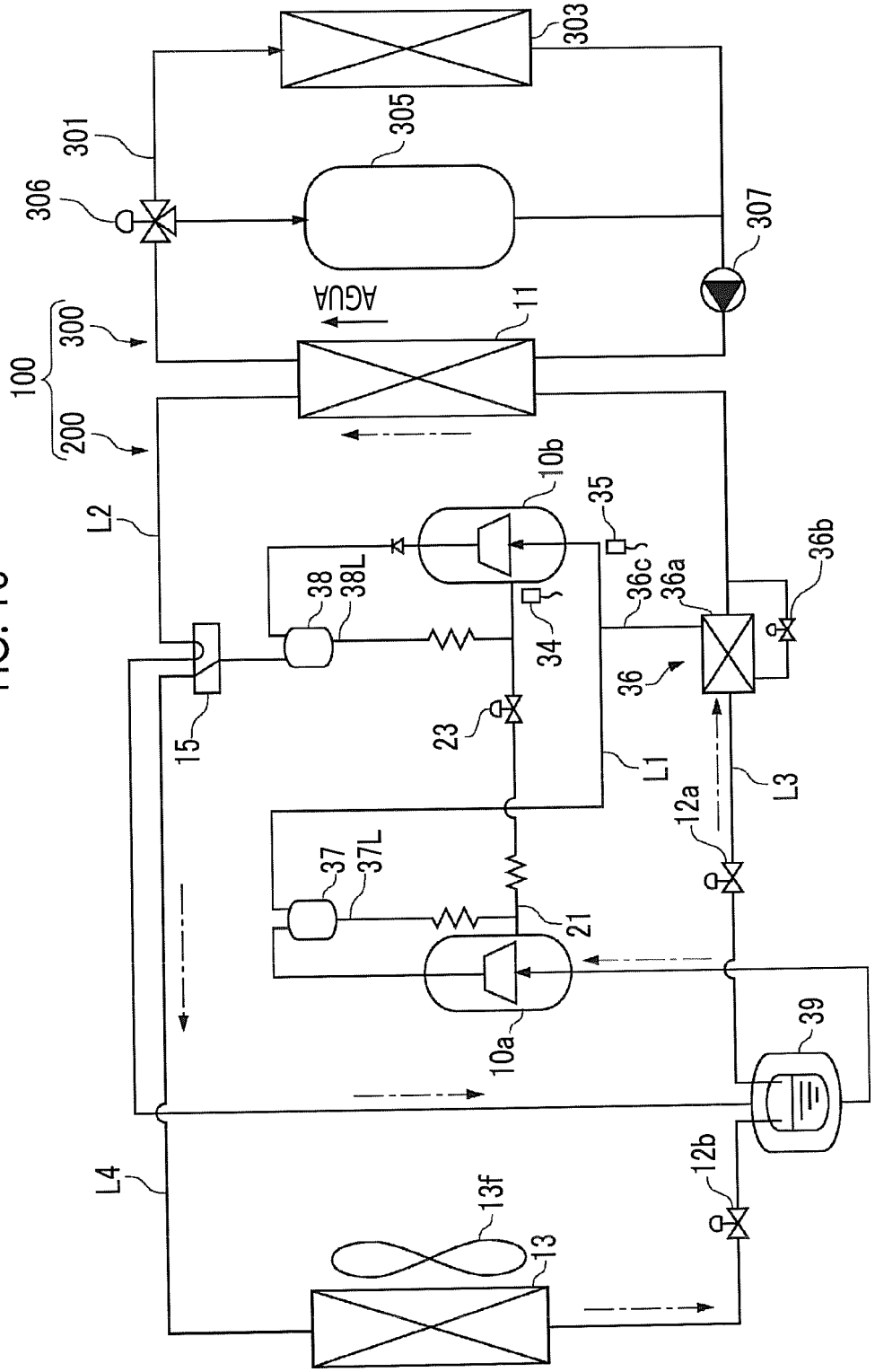

303
305
301
306
307
AGUA
11
100
300
200
REFRIGERANTE
10b
35
L2
38
38L
36c
36a
36b
34
36
15
23
L1
L3
12a
37
37L
21
10a
39
L4
12b
13f
13

FIG. 13


303
305
301
306
307
AGUA
11
300
100
200
L2
10b
35
38
38L
36c
36a
36b
34
36
15
23
L1
L3
12a
37
37L
21
10a
39
L4
13f
13
12b