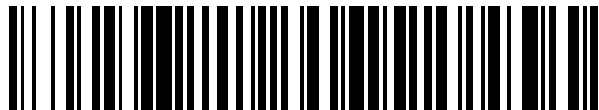


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 930 460**

51 Int. Cl.:

F25B 1/00 (2006.01)

F25B 1/10 (2006.01)

F25B 43/00 (2006.01)

F25B 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.09.2019 PCT/JP2019/038399**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.04.2020 WO20071293**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.09.2019 E 19869332 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.10.2022 EP 3862651**

54 Título: **Dispositivo de ciclo de refrigeración**

30 Prioridad:

02.10.2018 JP 2018187366

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

13.12.2022

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**IWATA, IKUHIRO;
KUMAKURA, EIJI;
FURUSHO, KAZUHIRO;
FUJIYOSHI, RYUSUKE y
MATSUOKA, HIROMUNE**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 930 460 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de ciclo de refrigeración

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un dispositivo de ciclo de refrigeración en el que se proporciona una tubería de inyección de succión y un intercambiador de calor de subenfriamiento en un circuito de refrigerante que tiene un compresor, un intercambiador de calor de lado de fuente de calor, un mecanismo de expansión y un intercambiador de calor de lado de uso, la tubería de inyección de succión hace que el refrigerante que fluye entre el intercambiador de calor de lado de fuente de calor y el intercambiador de calor de lado de uso se bifurque y se envíe al lado de succión del compresor, el intercambiador de calor de subenfriamiento enfría el refrigerante que fluye entre el mecanismo de expansión y el intercambiador de calor de lado de uso por intercambio de calor con un refrigerante que fluye en la tubería de inyección de succión.

Antecedentes de la técnica

15 Hasta ahora, ha existido un dispositivo de ciclo de refrigeración que incluye un circuito de refrigerante que tiene un compresor, un intercambiador de calor de lado de fuente de calor, un mecanismo de expansión y un intercambiador de calor de lado de uso. Como tal dispositivo de ciclo de refrigeración, como se describe en el documento JP 2013-139938 A, existe un dispositivo en el que se proporciona una tubería de inyección de succión y un intercambiador de calor de subenfriamiento en un circuito de refrigerante, la tubería de inyección de succión hace que un refrigerante que fluye entre el intercambiador de calor de lado de fuente de calor y el intercambiador de calor de lado de uso se bifurque y sea enviado a un lado de succión del compresor, el intercambiador de calor de subenfriamiento enfría un refrigerante que fluye entre el mecanismo de expansión y el intercambiador de calor de lado de uso por intercambio de calor con un refrigerante que fluye en la tubería de inyección de succión.

20 El documento US 2015/075199 A1 describe un sistema de suministro de aire acondicionado/agua caliente que tiene una alta eficiencia operativa según el preámbulo de la reivindicación 1. Un intercambiador de calor interno tiene: una tubería primaria de transferencia de calor para formar parte del circuito anular de un circuito de refrigerante para aire acondicionado; y una tubería secundaria de transferencia de calor conectada a tuberías bifurcadas desde el circuito anular a través de un dispositivo de reducción de presión. El dispositivo de reducción de presión reduce la presión de un primer refrigerante que fluye en el mismo desde la tubería dependiendo de un modo de funcionamiento y hace que el primer refrigerante, cuya presión se ha reducido, fluya hacia la tubería secundaria de transferencia de calor, enfriando así el primer refrigerante que fluye a través de la tubería primaria de transferencia de calor.

30 Compendio de la invención**Problema técnico**

35 Dado que la tubería de inyección de succión y el intercambiador de calor de subenfriamiento se proporcionan en el circuito de refrigerante, el dispositivo de ciclo de refrigeración conocido en la técnica relacionada anterior puede realizar una acción (una acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento) que enfría un refrigerante que fluye entre el mecanismo de expansión y el intercambiador de calor de lado de uso con un refrigerante que se bifurca desde una ubicación entre el intercambiador de calor de lado de fuente de calor y el intercambiador de calor de lado de uso y que se envía al lado de succión del compresor. Al realizar la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento, se reduce la entalpía de un refrigerante que se envía al intercambiador de calor de lado de uso, y la capacidad de intercambio de calor que se obtiene por evaporación del refrigerante en el intercambiador de calor de lado de uso (capacidad de evaporación del intercambiador de calor de lado de uso) se puede aumentar.

Sin embargo, según las condiciones de funcionamiento, como la temperatura del aire exterior, puede resultar difícil aumentar la capacidad de evaporación del intercambiador de calor de lado de uso.

45 Por lo tanto, en el dispositivo de ciclo de refrigeración en el que la tubería de inyección de succión y el intercambiador de calor de subenfriamiento se proporcionan en el circuito de refrigerante, es deseable que la capacidad de evaporación del intercambiador de calor de lado de uso pueda aumentar independientemente de las condiciones de funcionamiento.

Solución al problema

50 Un dispositivo de ciclo de refrigeración según un primer aspecto de la presente invención incluye un circuito de refrigerante principal, un circuito de refrigerante secundario y una unidad de control que se configura para controlar los dispositivos constituyentes del circuito de refrigerante principal y el circuito de refrigerante secundario. El circuito de refrigerante principal tiene un compresor principal, un intercambiador de calor de lado de fuente de calor principal, un intercambiador de calor de lado de uso principal, un mecanismo de expansión principal, una tubería de inyección de succión y un intercambiador de calor de subenfriamiento. El compresor principal es un compresor que se configura para comprimir un refrigerante principal. El intercambiador de calor de lado de fuente de calor principal es un intercambiador de calor que se configura para funcionar como disipador de calor (radiador) del refrigerante principal.

El intercambiador de calor de lado de uso principal es un intercambiador de calor que se configura para funcionar como evaporador del refrigerante principal. El mecanismo de expansión principal es un mecanismo de expansión que se configura para descomprimir el refrigerante principal que fluye entre el intercambiador de calor de lado de fuente de calor principal y el intercambiador de calor de lado de uso principal. La tubería de inyección de succión es una tubería de refrigerante que se configura para hacer que el refrigerante principal que fluye entre el intercambiador de calor de lado de fuente de calor principal y el intercambiador de calor de lado de uso principal se bifurque y se envíe al lado de succión del compresor principal. El intercambiador de calor de subenfriamiento es un intercambiador de calor que se configura para enfriar el refrigerante principal que fluye entre el mecanismo de expansión principal y el intercambiador de calor de lado de uso principal mediante el intercambio de calor con el refrigerante principal que fluye en la tubería de inyección de succión. El circuito de refrigerante principal tiene un intercambiador de calor de lado de uso secundario que se configura para funcionar como enfriador del refrigerante principal que fluye entre el mecanismo de expansión principal y el intercambiador de calor de lado de uso principal. El circuito de refrigerante secundario tiene un compresor secundario, un intercambiador de calor de lado de fuente de calor secundario y el intercambiador de calor de lado de uso secundario. El compresor secundario es un compresor que se configura para comprimir el refrigerante secundario. El intercambiador de calor de lado de fuente de calor secundario es un intercambiador de calor que se configura para funcionar como disipador de calor del refrigerante secundario. El intercambiador de calor de lado de uso secundario es un intercambiador de calor que se configura para funcionar como evaporador del refrigerante secundario y que enfría el refrigerante principal que fluye entre el mecanismo de expansión principal y el intercambiador de calor de lado de uso principal. Además, según la temperatura del aire exterior, la temperatura del refrigerante principal en el intercambiador de calor de lado de fuente de calor principal, el grado de subenfriamiento del refrigerante principal en una salida del intercambiador de calor de subenfriamiento o el grado de subenfriamiento del refrigerante principal en una salida del intercambiador de calor de lado de uso secundario, la unidad de control se configura para conmutar entre una acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento que enfría el refrigerante principal al usar la tubería de inyección de succión y el intercambiador de calor de subenfriamiento y una acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario que enfría el refrigerante principal al usar el circuito de refrigerante secundario.

Aquí, como se ha descrito anteriormente, no solo la tubería de inyección de succión y el intercambiador de calor de subenfriamiento, que son los mismos que los conocidos en la técnica, se proporcionan en el circuito de refrigerante principal en el que circula el refrigerante principal, sino también el circuito de refrigerante secundario que difiere del circuito de refrigerante principal y en el que circula el refrigerante secundario. Además, el intercambiador de calor de lado de uso secundario que se proporciona en el circuito de refrigerante secundario y que funciona como evaporador del refrigerante secundario se proporciona en el circuito de refrigerante principal para que funcione como intercambiador de calor que enfría el refrigerante principal que fluye entre el mecanismo de expansión principal y el intercambiador de calor de lado de uso principal. Por lo tanto, aquí, no solo se puede realizar la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento que enfría el refrigerante principal que fluye entre el mecanismo de expansión principal y el intercambiador de calor de lado de uso principal al usar la tubería de inyección de succión y el intercambiador de calor de subenfriamiento que son los mismos que los conocidos en la técnica, sino también se puede realizar la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario que enfría el refrigerante principal que fluye entre el mecanismo de expansión principal y el intercambiador de calor de lado de uso principal al usar el circuito de refrigerante secundario. Además, aquí, como se ha descrito anteriormente, incluso si la entalpía del refrigerante principal que se envía al intercambiador de calor de lado de uso principal no se reduce lo suficiente en la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento, como resultado de conmutar entre el acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento y la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario según una cantidad de estado, como la temperatura del aire exterior, es posible reducir suficientemente la entalpía del refrigerante principal que se envía al intercambiador de calor de lado de uso principal por la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario. Por lo tanto, es posible aumentar la capacidad de evaporación del intercambiador de calor de lado de uso principal.

De esta manera, aquí, en el dispositivo de ciclo de refrigeración en el que la tubería de inyección de succión y el intercambiador de calor de subenfriamiento se proporcionan en el circuito de refrigerante, es posible aumentar la capacidad de evaporación del intercambiador de calor de lado de uso independientemente de las condiciones de funcionamiento.

Además, en el dispositivo de ciclo de refrigeración según el primer aspecto de la presente invención, la unidad de control se configura para realizar la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario al hacer funcionar el compresor secundario, y detiene la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario al detener el compresor secundario.

Además, en el dispositivo de ciclo de refrigeración según el primer aspecto de la presente invención, la tubería de inyección de succión tiene un mecanismo de expansión de inyección de succión. Además, la unidad de control se configura para realizar la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento al abrir el mecanismo de expansión de inyección de succión y para detener la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento al cerrar el mecanismo de expansión de inyección de succión.

Un dispositivo de ciclo de refrigeración según un segundo aspecto es el dispositivo de ciclo de refrigeración según el primer aspecto, en el que, en un caso predeterminado, la unidad de control se configura para realizar la acción de

enfriamiento del circuito de refrigerante secundario entre la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario y la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento. Aquí, el caso predeterminado es cuando la temperatura del aire exterior es mayor o igual que una primera temperatura, cuando la temperatura del refrigerante principal en el intercambiador de calor de lado de fuente de calor principal es mayor o igual que una segunda temperatura, cuando el grado de subenfriamiento del refrigerante principal a la salida del intercambiador de calor de subenfriamiento es menor o igual que un primer grado de subenfriamiento, o cuando el grado de subenfriamiento del refrigerante principal a la salida del intercambiador de calor de lado de uso secundario es menor o igual a un segundo grado de subenfriamiento.

Aquí, como se ha descrito anteriormente, se prescribe la condición de una cantidad de estado, tal como la temperatura del aire exterior, para realizar únicamente la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario. Aquí, cuando, debido, por ejemplo, a un aumento en la temperatura del aire exterior, la entalpía del refrigerante principal que se envía al intercambiador de calor de lado de uso principal se vuelve difícil de reducir incluso si se realiza la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento, el coeficiente de rendimiento del dispositivo de ciclo de refrigeración tiende a reducirse. Además, cuando esta tendencia aumenta, la reducción de la entalpía del refrigerante principal que se envía al intercambiador de calor de lado de uso principal por la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario más bien cumple la condición de aumentar el coeficiente de rendimiento del dispositivo de ciclo de refrigeración incluso cuando se considera el consumo de energía del compresor secundario. Por lo tanto, aquí, la condición en la que la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario aumenta el coeficiente de rendimiento del dispositivo de ciclo de refrigeración más que la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento se prescribe, como se ha descrito anteriormente, como la primera temperatura, la segunda temperatura, el primer grado de subenfriamiento o el segundo grado de subenfriamiento.

En consecuencia, aquí, es posible conmutar para realizar solo la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario al considerar el coeficiente de rendimiento del dispositivo de ciclo de refrigeración.

Un dispositivo de ciclo de refrigeración según un tercer aspecto es el dispositivo de ciclo de refrigeración según el primer aspecto o el segundo aspecto, en el que, en un caso predeterminado, la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento se realiza entre la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario y la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento. Aquí, el caso predeterminado es cuando la temperatura del aire exterior es menor o igual a una tercera temperatura, cuando la temperatura del refrigerante principal en el intercambiador de calor de lado de fuente de calor principal es menor o igual a una cuarta temperatura, cuando el grado de subenfriamiento del refrigerante principal a la salida del intercambiador de calor de subenfriamiento es mayor o igual a un tercer grado de subenfriamiento, o cuando el grado de subenfriamiento del refrigerante principal a la salida del intercambiador de calor de lado de uso secundario es mayor o igual a un cuarto grado de subenfriamiento.

Aquí, como se ha descrito anteriormente, se prescribe la condición de una cantidad de estado, como la temperatura del aire exterior, para realizar solo la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento. Aquí, cuando, debido, por ejemplo, a una reducción en la temperatura del aire exterior, la entalpía del refrigerante principal que se envía al intercambiador de calor de lado de uso principal se reduce lo suficiente al realizar la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento, el coeficiente de rendimiento del dispositivo de ciclo de refrigeración tiene una tendencia a aumentar. Además, cuando esta tendencia aumenta, la reducción de la entalpía del refrigerante principal que se envía al intercambiador de calor de lado de uso principal al realizar la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario más bien cumple la condición de reducir el coeficiente de rendimiento del dispositivo de ciclo de refrigeración cuando se considera el consumo de energía del compresor secundario. Por lo tanto, aquí, la condición en la que la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento aumenta el coeficiente de rendimiento del dispositivo de ciclo de refrigeración más que la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario se prescribe, como se ha descrito anteriormente, como la tercera temperatura, la cuarta temperatura, el tercer grado de subenfriamiento o el cuarto grado de subenfriamiento.

En consecuencia, aquí, es posible conmutar para realizar solo la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento considerando el coeficiente de rendimiento del dispositivo de ciclo de refrigeración.

Un dispositivo de ciclo de refrigeración según un cuarto aspecto es el dispositivo de ciclo de refrigeración según cualquiera de los aspectos primero a tercero, en el que, en el momento de la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario, la unidad de control se configura para controlar una capacidad de funcionamiento del compresor secundario.

Por lo tanto, aquí, en el momento de la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario, es posible ajustar la capacidad de enfriamiento del intercambiador de calor de lado de uso secundario al cambiar el caudal del refrigerante secundario que circula en el circuito de refrigerante secundario.

Un dispositivo de ciclo de refrigeración según un quinto aspecto es el dispositivo de ciclo de refrigeración según cualquiera de los aspectos primero a cuarto, en el que, en el momento de la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento, la unidad de control se configura para controlar un grado de apertura del mecanismo de expansión de inyección de succión.

Por lo tanto, aquí, en el momento de la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento, es posible ajustar la capacidad de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento al cambiar el caudal del refrigerante principal que fluye en la tubería de inyección de succión.

5 Un dispositivo de ciclo de refrigeración según un sexto aspecto es el dispositivo de ciclo de refrigeración según cualquiera de los aspectos primero a quinto, en el que el circuito de refrigerante principal tiene un separador gas-líquido entre el mecanismo de expansión principal y el intercambiador de calor de subenfriamiento, el separador gas-líquido se configura para hacer que el refrigerante principal descomprimido en el mecanismo de expansión principal experimente una separación gas-líquido. Al separador gas-líquido se conecta una tubería de desgasificación que se configura para extraer el refrigerante principal en estado gaseoso y enviar el refrigerante principal en estado gaseoso al lado de succión del compresor principal. La tubería de inyección de succión se proporciona en el circuito de refrigerante principal para que el refrigerante principal en estado líquido que fluye entre el separador gas-líquido y el intercambiador de calor de subenfriamiento se bifurque. El intercambiador de calor de subenfriamiento se proporciona en el circuito de refrigerante principal para que el refrigerante principal en estado líquido que fluye entre el separador gas-líquido y el intercambiador de calor de lado de uso principal se enfríe por intercambio de calor con el refrigerante principal que fluye en la tubería de inyección de succión y el refrigerante principal que fluye en la tubería de desgasificación.

Aquí, como se ha descrito anteriormente, la tubería de inyección de succión hace que el refrigerante principal en estado líquido que fluye entre el separador gas-líquido y el intercambiador de calor de subenfriamiento se bifurque, y el intercambiador de calor de subenfriamiento se proporciona entre el separador gas-líquido y el intercambiador de calor de lado de uso principal. Además, es posible hacer que, no solo el refrigerante principal que fluye en la tubería de inyección de succión, sino también el refrigerante principal que es extraído por la tubería de desgasificación del separador gas-líquido fluya hacia el intercambiador de calor de subenfriamiento como refrigerante principal de la fuente de enfriamiento de refrigerante principal. Por lo tanto, aquí, en el momento de la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento, se hace que un refrigerante principal que fluye en la tubería de inyección de succión y la tubería de desgasificación fluya en el intercambiador de calor de subenfriamiento por una acción de apertura del mecanismo de expansión de inyección de succión y, cuando se detiene la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento, solo el refrigerante principal que fluye en la tubería de desgasificación se hace fluir en el intercambiador de calor de subenfriamiento por una operación de cierre del mecanismo de expansión de inyección de succión.

30 De esta manera, aquí, cuando se realiza la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento y cuando se detiene la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento, el intercambiador de calor de subenfriamiento permite que el refrigerante principal en estado líquido que fluye entre el separador gas-líquido y el intercambiador de calor de lado de uso principal sea enfriado por al menos el refrigerante principal que fluye en la tubería de desgasificación.

35 Un dispositivo de ciclo de refrigeración según un séptimo aspecto es el dispositivo de ciclo de refrigeración según cualquiera del primer aspecto al sexto aspecto, en el que el refrigerante principal es dióxido de carbono, y en el que el refrigerante secundario es R32, R1234yf, R1234ze, o R452B.

Aquí, como se ha descrito anteriormente, dado que se utiliza el refrigerante principal y el refrigerante secundario que tienen un GWP bajo, es posible reducir la carga ambiental, como el calentamiento global.

40 Un dispositivo de ciclo de refrigeración según un octavo aspecto es el dispositivo de ciclo de refrigeración según cualquiera del primer al sexto aspecto, en el que el refrigerante principal es dióxido de carbono y en el que el refrigerante secundario es propano o amoníaco.

Aquí, como se ha descrito anteriormente, dado que, como refrigerante secundario, se usa un refrigerante natural que tiene un coeficiente de rendimiento superior al del dióxido de carbono, es posible reducir la carga ambiental, tal como el calentamiento global.

Breve descripción de los dibujos

[Fig. 1]

La Fig. 1 es una vista esquemática de una configuración de un dispositivo de ciclo de refrigeración según una realización de la presente invención.

50 [Fig. 2]

La Fig. 2 ilustra el flujo de un refrigerante en el dispositivo de ciclo de refrigeración en el momento de un funcionamiento enfriando que acompaña a una acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento.

[Fig. 3]

La Fig. 3 es un diagrama de presión-entalpía que ilustra el ciclo de refrigeración en el momento del funcionamiento

enfriando que acompaña a la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento.

[Fig. 4]

La Fig. 4 ilustra el flujo de un refrigerante en el dispositivo de ciclo de refrigeración en el momento de un funcionamiento enfriando que acompaña a una acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario.

5 [Fig. 5]

La Fig. 5 es un diagrama de presión-entalpía que ilustra el ciclo de refrigeración en el momento del funcionamiento enfriando que acompaña a la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario.

[Fig. 6]

10 La Fig. 6 es un diagrama de flujo de control para conmutar entre la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento y la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario.

[Fig. 7]

La Fig. 7 ilustra el flujo de un refrigerante en el dispositivo de ciclo de refrigeración en el momento de un funcionamiento enfriando que acompaña a la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento y la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario en la Modificación 1.

15 [Fig. 8]

La Fig. 8 es un diagrama de presión-entalpía que ilustra el ciclo de refrigeración en el momento del funcionamiento enfriando que acompaña a la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento y la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario en la Modificación 1.

[Fig. 9]

20 La Fig. 9 es un diagrama de flujo de control para conmutar entre la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento y la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario en la Modificación 1.

[Fig. 10]

La Fig. 10 es una vista esquemática de una configuración de un dispositivo de ciclo de refrigeración de la Modificación 2.

25 [Fig. 11]

La Fig. 11 es una vista esquemática de una configuración de un dispositivo de ciclo de refrigeración de la Modificación 3.

Descripción de realizaciones

A continuación se describe un dispositivo de ciclo de refrigeración basado en los dibujos.

30 (1) Configuración

La Fig. 1 es una vista esquemática de una configuración de un dispositivo de ciclo de refrigeración 1 según una realización de la presente invención.

<Configuración del circuito>

35 El dispositivo de ciclo de refrigeración 1 incluye un circuito de refrigerante principal 20 en el que circula un refrigerante principal y un circuito de refrigerante secundario 80 en el que circula un refrigerante secundario, y es un dispositivo que climatiza (aquí, enfría) el interior de una habitación.

- Circuito de refrigerante principal -

40 El circuito de refrigerante principal 20 tiene principalmente compresores principales 21 y 22, un intercambiador de calor de lado de fuente de calor principal 25, intercambiadores de calor de lado de uso principal 72a y 72b, un mecanismo de expansión principal 27, una tubería de inyección de succión 61, un intercambiador de calor de subenfriamiento 62, y un intercambiador de calor de lado de uso secundario 85. El circuito de refrigerante principal 20 tiene un intercambiador de calor intermedio 26, un separador gas-líquido 51, una tubería de desgasificación 52 y mecanismos de expansión de lado de uso principal 71a y 71b. Como refrigerante principal, el dióxido de carbono está sellado en el circuito de refrigerante principal 20.

45 Los compresores principales 21 y 22 son dispositivos que comprimen el refrigerante principal. El primer compresor

- principal 21 es un compresor en el que un elemento de compresión de lado de fase baja 21a, tal como un tipo rotatorio o tipo espiral, es impulsado por un mecanismo impulsor, tal como un motor o un motor térmico. El segundo compresor principal 22 es un compresor en el que un elemento de compresión de lado de fase alta 22a, tal como un tipo rotatorio o tipo espiral, es impulsado por un mecanismo impulsor, tal como un motor o un motor térmico. Los compresores principales 21 y 22 constituyen un compresor multifase (aquí, un compresor de dos fases) en el que, en el primer compresor principal 21 en el lado de fase baja, el refrigerante principal se comprime y luego se descarga, y en el que, en el segundo compresor principal 22 en el lado de fase alta, se comprime el refrigerante principal descargado del primer compresor principal 21.
- El intercambiador de calor intermedio 26 es un dispositivo que hace que el refrigerante principal y el aire exterior intercambien calor entre sí y, aquí, es un intercambiador de calor que funciona como enfriador de un refrigerante principal que fluye entre el primer compresor principal 21 y el segundo compresor principal 22.
- El intercambiador de calor de lado de fuente de calor principal 25 es un dispositivo que hace que el refrigerante principal y el aire exterior intercambien calor entre sí y, aquí, es un intercambiador de calor que funciona como disipador de calor (radiador) del refrigerante principal. Un extremo (entrada) del intercambiador de calor de lado de fuente de calor principal 25 se conecta a un lado de descarga del segundo compresor principal 22, y el otro extremo (salida) del intercambiador de calor de lado de fuente de calor principal 25 se conecta al mecanismo de expansión principal 27.
- El mecanismo de expansión principal 27 es un dispositivo que descomprime el refrigerante principal y, aquí, es un mecanismo de expansión que descomprime un refrigerante principal que fluye entre el intercambiador de calor de lado de fuente de calor principal 25 y los intercambiadores de calor de lado de uso principal 72a y 72b. Específicamente, el mecanismo de expansión principal 27 se proporciona entre el otro extremo (salida) del intercambiador de calor de lado de fuente de calor principal 25 y el separador gas-líquido 51. El mecanismo de expansión principal 27 es, por ejemplo, una válvula de expansión accionada eléctricamente. Obsérvese que el mecanismo de expansión principal 27 puede ser un expansor que hace que se produzca energía al descomprimir el refrigerante principal.
- El separador gas-líquido 51 es un dispositivo que hace que el refrigerante principal experimente la separación gas-líquido y, aquí, es un recipiente en el que el refrigerante principal que ha sido descomprimido en el mecanismo de expansión principal 27 sufre la separación gas-líquido. Específicamente, el separador gas-líquido 51 se proporciona entre el mecanismo de expansión principal 27 y el intercambiador de calor de subenfriamiento 62 (un extremo de una primera ruta de flujo de subenfriamiento 62a).
- La tubería de desgasificación 52 es una tubería de refrigerante en la que fluye el refrigerante principal, y, aquí, es una tubería de refrigerante que extrae el refrigerante principal en estado gaseoso del separador gas-líquido 51 y envía el refrigerante principal en estado gaseoso a un lado de succión de cada uno de los compresores principales 21 y 22. Específicamente, la tubería de desgasificación 52 es una tubería de refrigerante que envía el refrigerante principal en estado gaseoso extraído del separador gas-líquido 51 al lado de succión del primer compresor principal 21 a través de la tubería de inyección de succión 61. Un extremo de la tubería de desgasificación 52 se conecta para comunicar con un espacio superior del separador gas-líquido 51, y el otro extremo de la tubería de desgasificación 52 se conecta a la tubería de inyección de succión 61 (una primera tubería de inyección de succión 61a).
- La tubería de desgasificación 52 tiene un mecanismo de expansión de desgasificación 53. El mecanismo de expansión de desgasificación 53 es un dispositivo que descomprime el refrigerante principal y, aquí, es un mecanismo de expansión que descomprime un refrigerante principal que fluye en la tubería de desgasificación 52. El mecanismo de expansión de desgasificación 53 es, por ejemplo, una válvula de expansión accionada eléctricamente.
- La tubería de inyección de succión 61 es una tubería de refrigerante en la que fluye el refrigerante principal y, aquí, es una tubería de refrigerante que hace que el refrigerante principal fluya entre el intercambiador de calor de lado de fuente de calor principal 25 y los intercambiadores de calor de lado de uso principal 72a y 72b para bifurcarse y ser enviado al lado de succión de los compresores principales 21 y 22. Específicamente, la tubería de inyección de succión 61 es una tubería de refrigerante que hace que el refrigerante principal en estado líquido fluya entre el separador gas-líquido 51 y el intercambiador de calor de subenfriamiento 62 (el extremo de la primera ruta de flujo de subenfriamiento 62a) para bifurcarse y ser enviado al lado de succión del primer compresor principal 21, e incluye la primera tubería de inyección de succión 61a y una segunda tubería de inyección de succión 61b. Un extremo de la primera tubería de inyección de succión 61a se conecta entre el separador gas-líquido 51 y el intercambiador de calor de subenfriamiento 62 (el extremo de la primera ruta de flujo de subenfriamiento 62a), y el otro extremo de la primera tubería de inyección de succión 61a se conecta al intercambiador de calor de subenfriamiento 62 (un extremo de una segunda ruta de flujo de subenfriamiento 62b). Un extremo de la segunda tubería de inyección de succión 61b se conecta al intercambiador de calor de subenfriamiento 62 (el otro extremo de la segunda ruta de flujo de subenfriamiento 62b), y el otro extremo de la segunda tubería de inyección de succión 61b se conecta al lado de succión del primer compresor 21.
- La tubería de inyección de succión 61 tiene un mecanismo de expansión de inyección de succión 63. El mecanismo de expansión de inyección de succión 63 se proporciona en la primera tubería de inyección de succión 61a. El mecanismo de expansión de inyección de succión 63 es un dispositivo que descomprime el refrigerante principal y, aquí, es un mecanismo de expansión que descomprime un refrigerante principal que fluye en la tubería de inyección de succión 61. El mecanismo de expansión de inyección de succión 63 es, por ejemplo, una válvula de expansión

accionada eléctricamente. El otro extremo de la tubería de desgasificación 52 se conecta a la primera tubería de inyección de succión 61a en una ubicación entre el mecanismo de expansión de inyección de succión 63 y el intercambiador de calor de subenfriamiento 62 (el extremo de la segunda ruta de flujo de subenfriamiento 62b).

5 El intercambiador de calor de subenfriamiento 62 es un dispositivo que hace que los refrigerantes principales intercambien calor entre sí y, aquí, es un intercambiador de calor que enfría un refrigerante principal que fluye entre el mecanismo de expansión principal 27 y los intercambiadores de calor de lado de uso principal 72a y 72b por intercambio de calor con el refrigerante principal que fluye en la tubería de inyección de succión 61. Específicamente, el intercambiador de calor de subenfriamiento 62 es un intercambiador de calor que enfría un refrigerante principal en estado líquido que fluye entre el separador gas-líquido 51 y los intercambiadores de calor de lado de uso principal 72a y 72b (una segunda ruta de flujo secundario 85b del intercambiador de calor de lado de uso secundario 85) por intercambio de calor con el refrigerante principal que fluye en la tubería de inyección de succión 61 y el refrigerante principal que fluye en el tubería de desgasificación 52. El intercambiador de calor de subenfriamiento 62 tiene la primera ruta de flujo de subenfriamiento 62a en la que se hace fluir un refrigerante principal que fluye entre el separador gas-líquido 51 y los intercambiadores de calor de lado de uso principal 72a y 72b, y la segunda ruta de flujo de subenfriamiento 62b en la que se hace fluir el refrigerante principal que fluye en la tubería de inyección de succión 61. Un extremo (entrada) de la primera ruta de flujo de subenfriamiento 62a se conecta al separador gas-líquido 51, y el otro extremo (salida) de la primera ruta de flujo de subenfriamiento 62a se conecta al intercambiador de calor de lado de uso secundario 85 (un extremo de la segunda ruta de flujo secundario 85b). Un extremo (entrada) de la segunda ruta de flujo de subenfriamiento 62b se conecta al otro extremo de la primera tubería de inyección de succión 61a, y el otro extremo (salida) de la segunda ruta de flujo de subenfriamiento 62b se conecta a un extremo de la segunda tubería de inyección de succión 61b.

El intercambiador de calor de lado de uso secundario 85 es un dispositivo que hace que el refrigerante principal y el refrigerante secundario intercambien calor entre sí y, aquí, es un intercambiador de calor que funciona como enfriador del refrigerante principal que fluye entre el mecanismo de expansión principal 27 y los intercambiadores de calor de lado de uso principal 72a y 72b. Específicamente, el intercambiador de calor de lado de uso secundario 85 es un intercambiador de calor que enfría un refrigerante principal que fluye entre el intercambiador de calor de subenfriamiento 62 (el otro extremo de la primera ruta de flujo de subenfriamiento 62a) y los intercambiadores de calor de lado de uso principal 72a y 72b (los mecanismos de expansión de lado de uso principal 71a y 71b).

30 Cada uno de los mecanismos de expansión de lado de uso principal 71a y 71b es un dispositivo que descomprime el refrigerante principal y, aquí, cada uno es un mecanismo de expansión que descomprime el refrigerante principal que fluye entre el mecanismo de expansión principal 27 y los intercambiadores de calor de lado de uso principal 72a y 72b. Específicamente, los mecanismos de expansión de lado de uso principal 71a y 71b se proporcionan cada uno entre el intercambiador de calor de lado de uso secundario 85 (el otro extremo de la segunda ruta de flujo secundario 85b) y un extremo (entrada) de cada uno de los intercambiadores de calor de lado de uso principal 72a y 72b. Cada uno de los mecanismos de expansión de lado de uso principales 71a y 71b es, por ejemplo, una válvula de expansión accionada eléctricamente.

Los intercambiadores de calor de lado de uso principal 72a y 72b son cada uno un dispositivo que hace que el refrigerante principal y el aire interior intercambien calor entre sí y, aquí, cada uno es un intercambiador de calor que funciona como evaporador del refrigerante principal. Un extremo (entrada) de cada uno de los intercambiadores de calor de lado de uso principal 72a y 72b se conecta a uno correspondiente de los mecanismos de expansión de lado de uso principal 71a y 71b, y el otro extremo (salida) de cada uno de los intercambiadores de calor de lado de uso principal 72a y 72b se conecta al lado de succión del primer compresor 21.

- Circuito de refrigerante secundario -

45 El circuito de refrigerante secundario 80 tiene principalmente un compresor secundario 81, un intercambiador de calor de lado de fuente de calor secundario 83 y el intercambiador de calor de lado de uso secundario 85. El circuito de refrigerante secundario 80 tiene un mecanismo de expansión secundario 84. Como refrigerante secundario, un refrigerante HFC (como R32), un refrigerante HFO (como R1234yf o R1234ze) o una mezcla de refrigerantes en la que se mezclan el refrigerante HFC y el refrigerante HFO (como R452B) se sella en el circuito de refrigerante secundario 80, el refrigerante HFC, el refrigerante HFO y la mezcla de refrigerantes que tiene un GWP (potencial de calentamiento global) de 750 o menos. Obsérvese que el refrigerante secundario no se limita a este y puede ser un refrigerante natural que tenga un coeficiente de rendimiento superior al del dióxido de carbono (como el propano o el amoníaco).

55 El compresor secundario 81 es un dispositivo que comprime el refrigerante secundario. El compresor secundario 81 es un compresor en el que un elemento de compresión 81a, tal como un tipo rotatorio o tipo espiral, es impulsado por un mecanismo de accionamiento, como un motor o un motor térmico.

El intercambiador de calor de lado de fuente de calor secundario 83 es un dispositivo que hace que el refrigerante secundario y el aire exterior intercambien calor entre sí y, aquí, es un intercambiador de calor que funciona como disipador de calor del refrigerante secundario. Un extremo (entrada) del intercambiador de calor de lado de fuente de calor secundario 83 se conecta a un lado de descarga del compresor secundario 81, y el otro extremo (salida) del

intercambiador de calor de lado de fuente de calor secundario 83 se conecta al mecanismo de expansión secundaria 84.

El mecanismo de expansión secundaria 84 es un dispositivo que descomprime el refrigerante secundario y, aquí, es un mecanismo de expansión que descomprime un refrigerante secundario que fluye entre el intercambiador de calor de lado de fuente de calor secundario 83 y el intercambiador de calor de lado de uso secundario 85. Específicamente, el mecanismo de expansión secundaria 84 se proporciona entre el otro extremo (salida) del intercambiador de calor de lado de fuente de calor secundario 83 y el intercambiador de calor de lado de uso secundario 85 (un extremo de una primera ruta de flujo secundario 85a). El mecanismo de expansión secundaria 84 es, por ejemplo, una válvula de expansión accionada eléctricamente.

Como se ha descrito anteriormente, el intercambiador de calor de lado de uso secundario 85 es un dispositivo que hace que el refrigerante principal y el refrigerante secundario intercambien calor entre sí y, aquí, funciona como evaporador del refrigerante secundario y es un intercambiador de calor que enfría el refrigerante principal que fluye entre el mecanismo de expansión principal 27 y los intercambiadores de calor de lado de uso principal 72a y 72b. Específicamente, el intercambiador de calor de lado de uso secundario 85 es un intercambiador de calor que enfría un refrigerante principal que fluye entre el intercambiador de calor de subenfriamiento 62 (el otro extremo de la primera ruta de flujo de subenfriamiento 62a) y los intercambiadores de calor de lado de uso principal 72a y 72b (los mecanismos de expansión de lado de uso principal 71a y 71b) al usar un refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante secundario 80. El intercambiador de calor de lado de uso secundario 85 tiene la primera ruta de flujo secundario 85a en la que el refrigerante secundario se hace que fluya entre el mecanismo de expansión secundaria 84 y un lado de succión del compresor secundario 81, y la segunda ruta de flujo secundario 85b en la que se hace que el refrigerante principal fluya entre el intercambiador de calor de subenfriamiento 62 y los intercambiadores de calor de lado de uso principal 72a y 72b. Un extremo (entrada) de la primera ruta de flujo secundario 85a se conecta al mecanismo de expansión secundaria 84, y el otro extremo (salida) de la primera ruta de flujo secundario 85a se conecta al lado de succión del compresor secundario 81. Un extremo (entrada) de la segunda ruta de flujo secundario 85b se conecta al intercambiador de calor de subenfriamiento 62 (el otro extremo de la primera ruta de flujo de subenfriamiento 62a), y el otro extremo (salida) de la segunda ruta de flujo secundario 85b se conecta a los mecanismos de expansión de lado de uso principal 71a y 71b.

<Configuración de la unidad>

Los dispositivos constituyentes del circuito de refrigerante principal 20 y el circuito de refrigerante secundario 80 anteriores se proporcionan en una unidad de fuente de calor 2, una pluralidad de unidades de uso 7a y 7b y una unidad secundaria 8. Las unidades de uso 7a y 7b se proporcionan cada una en correspondencia con uno correspondiente de los intercambiadores de calor de lado de uso principal 72a y 72b.

- Unidad de fuente de calor -

La unidad de fuente de calor 2 se dispone al aire libre. El circuito de refrigerante principal 20 excluyendo el intercambiador de calor de lado de uso secundario 85, los mecanismos de expansión de lado de uso principal 71a y 71b y los intercambiadores de calor de lado de uso principal 72a y 72b se proporciona en la unidad de fuente de calor 2.

Un ventilador de lado de fuente de calor 28 para enviar aire exterior al intercambiador de calor de lado de fuente de calor principal 25 y al intercambiador de calor intermedio 26 se proporciona en la unidad de fuente de calor 2. El ventilador de lado de fuente de calor 28 es un ventilador en el que un elemento de soplado, como un ventilador de hélice, es impulsado por un mecanismo de accionamiento, como un motor.

La unidad de fuente de calor 2 se provee de diversos sensores. Específicamente, se proporciona un sensor de presión 91 y un sensor de temperatura 92 que detectan la presión y la temperatura de un refrigerante principal en el lado de succión del primer compresor principal 21. Se proporciona un sensor de presión 93 que detecta la presión de un refrigerante principal en un lado de descarga del primer compresor principal 21. Se proporciona un sensor de presión 94 y un sensor de temperatura 95 que detectan la presión y la temperatura de un refrigerante principal en un lado de descarga del segundo compresor principal 21. Se proporciona un sensor de temperatura 96 que detecta la temperatura de un refrigerante principal en el otro extremo (lado de salida) del intercambiador de calor de lado de fuente de calor principal 25. Se proporciona un sensor de presión 97 y un sensor de temperatura 98 que detectan la presión y la temperatura de un refrigerante principal en el separador gas-líquido 51. Se proporciona un sensor de temperatura 64 que detecta la temperatura de un refrigerante principal en el otro lado de extremo del intercambiador de calor de subenfriamiento 62 (el otro extremo de la primera ruta de flujo de subenfriamiento 62a). Se proporciona un sensor de temperatura 65 que detecta la temperatura de un refrigerante principal en la segunda tubería de inyección de succión 61b. Se proporciona un sensor de temperatura 105 que detecta la temperatura de un refrigerante principal en el otro extremo del intercambiador de calor de lado de uso secundario 85 (el otro extremo de la segunda ruta de flujo secundario 85b). Se proporciona un sensor de temperatura 99 que detecta la temperatura del aire exterior (temperatura del aire exterior).

- Unidades de uso -

Las unidades de uso 7a y 7b se disponen en el interior. Los mecanismos de expansión de lado de uso principal 71a y 71b y los intercambiadores de calor de lado de uso principal 72a y 72b del circuito de refrigerante principal 20 se proporcionan en una correspondiente de las unidades de uso 7a y 7b.

5 Los ventiladores de lado de uso 73a y 73b para enviar aire interior a uno correspondiente de los intercambiadores de calor de lado de uso principal 72a y 72b se proporcionan en una correspondiente de las unidades de uso 7a y 7b. Cada uno de los ventiladores interiores 73a y 73b es un ventilador en el que un elemento de soplado, como un ventilador centrífugo o un ventilador de múltiples aspas, es impulsado por un mecanismo de accionamiento, como un motor.

10 Las unidades de uso 7a y 7b se proveen de diversos sensores. Específicamente, sensores de temperatura 74a y 74b que detectan la temperatura de un refrigerante principal en un extremo (lado de entrada) de uno correspondiente de los intercambiadores de calor de lado de uso principal 72a y 72b, y sensores de temperatura 75a y 75b que detectan la temperatura de un refrigerante principal se proporcionan en el otro extremo (lado de salida) de uno correspondiente de los intercambiadores de calor de lado de uso principal 72a y 72b.

15 - Unidad secundaria -

La unidad secundaria 8 se dispone al aire libre. El circuito de refrigerante secundario 80 y una parte de una tubería de refrigerante que constituye el circuito de refrigerante principal 20 (una parte de la tubería de refrigerante que se conecta al intercambiador de calor de lado de uso secundario 85 y en la que fluye el refrigerante principal) se proporcionan en la unidad secundaria 8.

20 En la unidad secundaria 8 se proporciona un ventilador secundario 86 para enviar aire exterior al intercambiador de calor secundario de lado de fuente de calor 83. El ventilador de lado de uso secundario 86 es un ventilador en el que un elemento de soplado, como un ventilador de hélice, es impulsado por un mecanismo impulsor, como un motor.

25 Aquí, aunque la unidad secundaria 8 se proporciona adyacente a la unidad de fuente de calor 2 y la unidad secundaria 8 y la unidad de fuente de calor 2 se integran sustancialmente entre sí, no se limita a ello. La unidad secundaria 8 puede proporcionarse aparte de la unidad de fuente de calor 2, o todos los dispositivos constituyentes de la unidad secundaria 8 pueden proporcionarse en la unidad de fuente de calor 2 y la unidad secundaria 8 puede omitirse.

30 La unidad secundaria 8 se provee de diversos sensores. Específicamente, se proporciona un sensor de presión 101 y un sensor de temperatura 102 que detectan la presión y la temperatura de un refrigerante secundario en el lado de succión del compresor secundario 81. Se proporciona un sensor de presión 103 y un sensor de temperatura 104 que detectan la presión y la temperatura de un refrigerante secundario en el lado de descarga del compresor secundario 81. Se proporciona un sensor de temperatura 106 que detecta la temperatura del aire exterior (temperatura del aire exterior).

- Tuberías de conexión de refrigerante principal -

35 La unidad de fuente de calor 2 y las unidades de uso 7a y 7b se conectan entre sí mediante tuberías de conexión de refrigerante principal 11 y 12 que constituyen una parte del circuito de refrigerante principal 20.

La primera tubería de conexión de refrigerante principal 11 es parte de una tubería que conecta el intercambiador de calor de lado de uso secundario 85 (el otro extremo de la segunda ruta de flujo secundario 85b) y los mecanismos de expansión de lado de uso principal 71a y 71b.

40 La segunda tubería principal de conexión de refrigerante 12 es parte de una tubería que conecta los otros extremos de los correspondientes intercambiadores de calor de lado de uso principal 72a y 72b y el lado de succión del primer compresor principal 21.

- Unidad de control -

45 Los dispositivos constituyentes de la unidad de fuente de calor 2, las unidades de uso 7a y 7b y la unidad secundaria 8, incluidos los dispositivos constitutivos del circuito de refrigerante principal 20 y el circuito de refrigerante secundario 80 anteriores, son controlados por una unidad de control 9. La unidad de control 9 se forma por una conexión de comunicación de, por ejemplo, una placa de control provista en la unidad de fuente de calor 2, las unidades de uso 7a y 7b, y la unidad secundaria 8, y se forma para ser capaz de recibir, por ejemplo, señales de detección de los diversos sensores 64, 65, 74a, 74b, 75a, 75b, 91 a 99 y 101 a 106. Obsérvese que, por conveniencia, la Fig. 1 ilustra la unidad de control 9 en una posición alejada de, por ejemplo, la unidad de fuente de calor 2, las unidades de uso 7a y 7b, y la unidad secundaria 8. De esta manera, la unidad de control 9, basándose, por ejemplo, en las señales de detección de, por ejemplo, los diversos sensores 64, 65, 74a, 74b, 75a, 75b, 91 a 99 y 101 a 106 controla los dispositivos constituyentes 21, 22, 27, 28, 53, 63, 71a, 71b, 73a, 73b, 81, 84 y 86 del dispositivo de ciclo de refrigeración 1, es decir, controla el funcionamiento de todo el dispositivo de ciclo de refrigeración 1.

(2) Funcionamiento

A continuación, se describe el funcionamiento del dispositivo de ciclo de refrigeración 1 usando las Figs. 2 a 6. Aquí, la Fig. 2 ilustra el flujo de un refrigerante en el dispositivo de ciclo de refrigeración 1 en el momento de un funcionamiento enfriando que acompaña a una acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento. La Fig. 3 es un diagrama de presión-entalpía que ilustra el ciclo de refrigeración en el momento del funcionamiento enfriando que acompaña a la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento. La Fig. 4 ilustra el flujo de un refrigerante en el dispositivo de ciclo de refrigeración 1 en el momento de un funcionamiento enfriando que acompaña a una acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario. La Fig. 5 es un diagrama de presión-entalpía que ilustra el ciclo de refrigeración en el momento del funcionamiento enfriando que acompaña a la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario. La Fig. 6 es un diagrama de flujo de control para conmutar entre la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento y la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario.

El dispositivo de ciclo de refrigeración 1 es capaz de realizar, como una operación de aire acondicionado del interior de una habitación, un funcionamiento enfriando que enfría el aire interior con los intercambiadores de calor de lado de uso principal 72a y 72b funcionar como evaporadores del refrigerante principal. Además, aquí, en el momento del funcionamiento enfriando, la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento que enfría el refrigerante principal utilizando la tubería de inyección de succión 61 y el intercambiador de calor de subenfriamiento 62 y la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario que enfría el refrigerante principal usando el circuito de refrigerante secundario 80 se puede realizar conmutando entre las acciones. Obsérvese que las acciones para el funcionamiento enfriando, incluida la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento, la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario y la conmutación entre la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento y la acción de enfriamiento del circuito del enfriador secundario son realizadas por la unidad de control 9.

<Funcionamiento enfriando que acompaña a la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento>

En el momento del funcionamiento enfriando que acompaña a la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento, dado que se utiliza la tubería de inyección de succión 61 y el intercambiador de calor de subenfriamiento 62, se abre el mecanismo de expansión de inyección de succión 63 y dado que el circuito de refrigerante secundario 80 está no se utiliza, se detiene el funcionamiento del compresor secundario 81.

En el estado del circuito de refrigerante principal 20, el refrigerante principal a baja presión (LPh) (consúltese el punto A en las Figs. 2 y 3) en el ciclo de refrigeración es succionado por el primer compresor principal 21 y, en el primer compresor principal 21, el refrigerante principal se comprime hasta una presión intermedia (MPH1) en el ciclo de refrigeración y se descarga (consúltese el punto B en las Figs. 2 y 3).

El refrigerante principal a la presión intermedia descargado del primer compresor principal 21 se envía al intercambiador de calor intermedio 26 y, en el intercambiador de calor intermedio 26, intercambia calor con el aire exterior que es enviado por el ventilador de lado de fuente de calor 28 y se enfría (consúltese el punto C en las Figs. 2 y 3).

El refrigerante principal a la presión intermedia que se ha enfriado en el intercambiador de calor intermedio 26 es succionado por el segundo compresor principal 22 y, en el segundo compresor principal 22, se comprime hasta una alta presión (HPh) en el ciclo de refrigeración y se descarga (consúltese el punto D en las Figs. 2 y 3). Aquí, el refrigerante principal a alta presión descargado del segundo compresor principal 22 tiene una presión que excede la presión crítica del refrigerante principal.

El refrigerante principal a alta presión descargado del segundo compresor principal 22 se envía al intercambiador de calor de lado de fuente de calor principal 25 y, en el intercambiador de calor de lado de fuente de calor principal 25, intercambia calor con el aire exterior que es enviado por el ventilador de lado de fuente de calor 28 y se enfría (consúltese el punto E en las Figs. 2 y 3).

El refrigerante principal a alta presión que se ha enfriado en el intercambiador de calor de lado de fuente de calor principal 25 se envía al mecanismo de expansión principal 27 y, en el mecanismo de expansión principal 27, se descomprime hasta una presión intermedia (MPH2) en el ciclo de refrigeración, y se lleva a un estado bifásico gas-líquido (consúltese el punto F en las Figs. 2 y 3). Aquí, la presión intermedia (MPH2) es una presión inferior a la presión intermedia (MPH1).

El refrigerante principal a la presión intermedia que se ha descomprimido en el mecanismo de expansión principal 27 se envía al separador gas-líquido 51 y, en el separador gas-líquido 51, se separa en un refrigerante principal en estado gaseoso (consúltese el punto K en las Figs. 2 y 3) y un refrigerante principal en estado líquido (consúltese el punto G en las Figs. 2 y 3).

El refrigerante principal a presión intermedia y en estado gaseoso que ha sido separado en el separador gas-líquido 51 es extraído del separador gas-líquido 51 hacia la tubería de desgasificación 52 según el grado de apertura del

mecanismo de expansión de desgasificación 53. El refrigerante principal a la presión intermedia y en estado gaseoso que ha sido extraído a la tubería de desgasificación 52 es descomprimido hasta la baja presión (LPh) (consúltese el punto L en las Figs. 2 y 3) en el mecanismo de expansión de desgasificación 53 y se envía a la tubería de inyección de succión 61 (lado aguas abajo del mecanismo de expansión de inyección de succión 63 en la primera tubería de inyección de succión 61a).

Aquí, el grado de apertura del mecanismo de expansión de desgasificación 53 se ajusta en función de la presión (MPh2) del refrigerante principal en el separador gas-líquido 51. Por ejemplo, la unidad de control 9 controla el grado de apertura del mecanismo de expansión de desgasificación 53 para que la presión (MPh2) del refrigerante principal en el separador gas-líquido 51 se convierta en un objetivo de valor MPh2t. Obsérvese que la presión intermedia MPh2 es detectada por el sensor de presión 97.

Una parte del refrigerante principal a presión intermedia y en estado líquido que ha sido separado en el separador gas-líquido 51 se bifurca hacia la tubería de inyección de succión 61 según el grado de apertura del mecanismo de expansión de inyección de succión 63, y el refrigerante principal restante se envía al intercambiador de calor de subenfriamiento 62 (la primera ruta de flujo de subenfriamiento 62a). El refrigerante principal a la presión intermedia y en estado líquido que se ha bifurcado a la tubería de inyección de succión 61 se descomprime hasta la presión baja (LPh) y se lleva a un estado bifásico gas-líquido (consúltese el punto M en las Figs. 2 y 3) en el mecanismo de expansión de inyección de succión 63, se fusiona con un refrigerante principal a baja presión que se envía desde la tubería de desgasificación 52 y se envía al intercambiador de calor de subenfriamiento 62 (la segunda ruta de flujo de subenfriamiento 62b). En el intercambiador de calor de subenfriamiento 62, el refrigerante principal a presión intermedia y en estado líquido que fluye en la primera ruta de flujo de subenfriamiento 62a intercambia calor con el refrigerante principal a baja presión y en estado bifásico gas-líquido que fluye en la segunda ruta de flujo de subenfriamiento 62b, y se enfría (consúltese el punto H en las Figs. 2 y 3). En cambio, el refrigerante principal a baja presión y en estado bifásico gas-líquido que fluye en la segunda ruta de flujo de subenfriamiento 62b intercambia calor con el refrigerante principal a presión intermedia y en estado líquido que fluye en la primera ruta de flujo de subenfriamiento 62a y se calienta (consúltese el punto N en las Figs. 2 y 3), y se envía al lado de succión del primer compresor principal 21.

Aquí, el grado de apertura del mecanismo de expansión de inyección de succión 63 se ajusta en función del grado de sobrecalentamiento SHh1 de un refrigerante principal en una salida del intercambiador de calor de subenfriamiento 62 en un lado de la tubería de inyección de succión 61. Por ejemplo, la unidad de control 9 controla el grado de apertura del mecanismo de expansión de inyección de succión 63 para que el grado de sobrecalentamiento SHh1 se convierta en un objetivo de valor SHh1t. Obsérvese que el grado de sobrecalentamiento SHh1 se obtiene convirtiendo la presión (LPh) del refrigerante principal que detecta el sensor de presión 91 en temperatura de saturación, y restando la temperatura de saturación de la temperatura del refrigerante principal que detecta el sensor de temperatura 65.

El refrigerante principal a la presión intermedia que se ha enfriado en el intercambiador de calor de subenfriamiento 62, después de pasar por el intercambiador de calor de lado de uso secundario 85 (la segunda ruta de flujo secundario 85b) (consúltese el punto I en las Figs. 2 y 3), se envía a los mecanismos de expansión de lado de uso principal 71a y 71b a través de la primera tubería de conexión de refrigerante principal 11 y, en los mecanismos de expansión de lado de uso principal 71a y 71b, se descomprime hasta la baja presión (LPh), y se lleva a un estado bifásico gas-líquido (consultar los puntos J en las Figs. 2 y 3). Obsérvese que, aquí, dado que se detiene el funcionamiento del compresor secundario 81 y el refrigerante secundario no circula en el circuito de refrigerante secundario 80, el refrigerante principal y el refrigerante secundario no intercambian calor entre sí en el intercambiador de calor del refrigerante de lado de uso secundario 85 (consúltese los puntos H e I en las Figs. 2 y 3).

El refrigerante principal a baja presión que se ha descomprimido en los mecanismos de expansión de lado de uso principal 71a y 71b se envía a los correspondientes intercambiadores de calor de lado de uso principal 72a y 72b y, en los correspondientes intercambiadores de calor de lado de uso principal 72a y 72b, intercambia calor con el aire interior que es enviado por los correspondientes ventiladores de lado de uso 73a y 73b, se calienta y se evapora (consúltese el punto A en las Figs. 2 y 3). Por el contrario, el aire interior intercambia calor con el refrigerante principal a baja presión y en estado bifásico gas-líquido que fluye en los intercambiadores de calor de lado de uso principal 72a y 72b y se enfría, como resultado de lo cual el interior de una habitación se enfría.

El refrigerante principal a baja presión que se ha evaporado en los intercambiadores de calor de lado de uso principal 72a y 72b se envía al lado de succión del primer compresor principal 21 a través de la segunda tubería de conexión de refrigerante principal 12 y es, junto con el refrigerante principal que se fusiona con el mismo desde la tubería de inyección de succión 61, succionado nuevamente por el primer compresor principal 21. De esta manera, se realiza el funcionamiento enfriando que acompaña a la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento.

<Funcionamiento enfriando que acompaña a la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario>

En el momento del funcionamiento enfriando que acompaña a la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario, dado que se utiliza el circuito de refrigerante secundario 80, el compresor secundario 81 está en funcionamiento y dado que la tubería de inyección de succión 61 y el intercambiador de calor de subenfriamiento 62 están apenas utilizados, el mecanismo de expansión de inyección de succión 63 está cerrado.

En el estado del circuito de refrigerante principal 20, el refrigerante principal a baja presión (LPh) (consúltese el punto A en las Figs. 4 y 5) en el ciclo de refrigeración es succionado por el primer compresor principal 21 y, en el primer compresor principal 21, el refrigerante principal se comprime hasta la presión intermedia (MPH1) en el ciclo de refrigeración y se descarga (consúltese el punto B en las Figs. 4 y 5).

5 El refrigerante principal a la presión intermedia descargado del primer compresor principal 21 se envía al intercambiador de calor intermedio 26 y, en el intercambiador de calor intermedio 26, intercambia calor con el aire exterior que es enviado por el ventilador de lado de fuente de calor 28 y se enfría (consúltese el punto C en las Figs. 4 y 5).

10 El refrigerante principal a la presión intermedia que se ha enfriado en el intercambiador de calor intermedio 26 es succionado por el segundo compresor principal 22 y, en el segundo compresor principal 22, se comprime hasta una alta presión (HPh) en el ciclo de refrigeración y se descarga (consúltese el punto D en las Figs. 4 y 5). Aquí, el refrigerante principal a alta presión descargado del segundo compresor principal 22 tiene una presión que excede la presión crítica del refrigerante principal.

15 El refrigerante principal a alta presión descargado del segundo compresor principal 22 se envía al intercambiador de calor de lado de fuente de calor principal 25 y, en el intercambiador de calor de lado de fuente de calor principal 25, intercambia calor con el aire exterior que es enviado por el ventilador de lado de fuente de calor 28 y se enfría (consúltese el punto E en las Figs. 4 y 5).

20 El refrigerante principal a alta presión que se ha enfriado en el intercambiador de calor de lado de fuente de calor principal 25 se envía al mecanismo de expansión principal 27 y, en el mecanismo de expansión principal 27, se descomprime hasta la presión intermedia (MPH2) en el ciclo de refrigeración, y se lleva a un estado bifásico gas-líquido (consúltese el punto F en las Figs. 4 y 5). Aquí, la presión intermedia (MPH2) es una presión inferior a la presión intermedia (MPH1).

25 El refrigerante principal a la presión intermedia que se ha descomprimido en el mecanismo de expansión principal 27 se envía al separador gas-líquido 51 y, en el separador gas-líquido 51, se separa en un refrigerante principal en estado gaseoso (consúltese el punto K en las Figs. 4 y 5) y un refrigerante principal en estado líquido (consúltese el punto G en las Figs. 4 y 5).

30 El refrigerante principal a presión intermedia y en estado gaseoso que ha sido separado en el separador gas-líquido 51 es extraído del separador gas-líquido 51 hacia la tubería de desgasificación 52 según el grado de apertura del mecanismo de expansión de desgasificación 53. El refrigerante principal a la presión intermedia y en estado gaseoso que ha sido extraído a la tubería de desgasificación 52 se descomprime hasta la baja presión (LPh) (consúltese el punto L en las Figs. 4 y 5) en el mecanismo de expansión de desgasificación 53 y se envía a la tubería de inyección de succión 61 (lado aguas abajo del mecanismo de expansión de inyección de succión 63 en la primera tubería de inyección de succión 61a). Aquí, el grado de apertura del mecanismo de expansión de desgasificación 53 se ajusta en función de la presión (MPH2) del refrigerante principal en el separador gas-líquido 51. Por ejemplo, la unidad de control 9 controla el grado de apertura del mecanismo de expansión de desgasificación 53 para que la presión (MPH2) del refrigerante principal en el separador gas-líquido 51 se convierta en un objetivo de valor MPH2s. Obsérvese que la presión intermedia MPH2 es detectada por el sensor de presión 97.

40 Dado que el mecanismo de expansión de inyección de succión 63 está cerrado, el refrigerante principal a la presión intermedia y en estado líquido que se ha separado en el separador gas-líquido 51 se envía al intercambiador de calor de subenfriamiento 62 (la primera ruta de flujo de subenfriamiento 62a) sin bifurcarse en la tubería de inyección de succión 61. Por lo tanto, solo un refrigerante principal a baja presión que se envía desde la tubería de desgasificación 53 fluye en la tubería de inyección de succión 61, y el refrigerante principal a baja presión se envía al intercambiador de calor de subenfriamiento 62 (la segunda ruta de flujo de subenfriamiento 62b). En el intercambiador de calor de subenfriamiento 62, el refrigerante principal a presión intermedia y en estado líquido que fluye en la primera ruta de flujo de subenfriamiento 62a intercambia calor con el refrigerante principal a baja presión y en estado bifásico gas-líquido que fluye en la segunda ruta de flujo de subenfriamiento 62b y se enfría (consúltese el punto H en las Figs. 4 y 5). En cambio, el refrigerante principal a baja presión y en estado bifásico gas-líquido que fluye en la segunda ruta de flujo de subenfriamiento 62b intercambia calor con el refrigerante principal a presión intermedia y en estado líquido que fluye en la primera ruta de flujo de subenfriamiento 62a y se calienta (consúltese el punto N en las Figs. 4 y 5), y se envía al lado de succión del primer compresor principal 21. Obsérvese que, aquí, dado que el mecanismo de expansión de inyección de succión 63 está cerrado y el caudal del refrigerante principal que fluye en la tubería de inyección de succión 61 es pequeño, el intercambio de calor apenas se realiza en el intercambiador de calor de subenfriamiento 62 (consúltese los puntos G y H en las Figs. 4 y 5).

55 El refrigerante principal a la presión intermedia que se enfría ligeramente en el intercambiador de calor de subenfriamiento 62 se envía al intercambiador de calor de lado de uso secundario 85 (segunda ruta de flujo secundario 85b).

Por otro lado, en el circuito de refrigerante secundario 80, el refrigerante secundario (consúltese el punto R en las Figs. 4 y 5) a baja presión (LPs) en el ciclo de refrigeración es succionado por el compresor secundario 81, y, en el compresor

secundario 81, el refrigerante secundario se comprime hasta una alta presión (HP) en el ciclo de refrigeración y se descarga (consúltese el punto S en las Figs. 4 y 5).

El refrigerante secundario a alta presión descargado del compresor secundario 81 se envía al intercambiador de calor de lado de fuente de calor secundario 83 y, en el intercambiador de calor de lado de fuente de calor secundario 83, intercambia calor con el aire exterior que es enviado por el ventilador secundario 86 y se enfría (consúltese el punto T en las Figs. 4 y 5).

El refrigerante secundario a alta presión que ha sido enfriado en el intercambiador de calor de lado de fuente de calor secundario 83 se envía al mecanismo de expansión secundaria 84 y, en el mecanismo de expansión secundaria 84, se descomprime hasta una presión baja y se lleva a un estado bifásico gas-líquido (consúltese el punto U en las Figs. 4 y 5).

Luego, en el intercambiador de calor de lado de uso secundario 85, un refrigerante principal a la presión intermedia que fluye en la segunda ruta de flujo secundario 85b intercambia calor con el refrigerante secundario a baja presión y estado en el bifásico gas-líquido que fluye en la primera ruta de flujo secundario 85a y se enfría (consúltese el punto I en las Figs. 4 y 5). En cambio, el refrigerante secundario a baja presión y en estado bifásico gas-líquido que circula por la primera ruta de flujo secundario 85a intercambia calor con el refrigerante principal a presión intermedia que circula por la segunda ruta de flujo secundario 85b y se calienta (consúltese el punto R en las Figs. 4 y 5), y se succiona nuevamente en el lado de succión del compresor secundario 81.

Aquí, la capacidad de funcionamiento del compresor secundario 81 se ajusta en función de la baja presión LPs del circuito de refrigerante secundario 80. Por ejemplo, la unidad de control 9 controla la capacidad de funcionamiento (frecuencia de funcionamiento y número de rotaciones) del compresor secundario 81 de modo que la baja presión LPs se convierta en un objetivo de valor LPst. Obsérvese que la baja presión LPs es detectada por el sensor de presión 101. El grado de apertura del mecanismo de expansión secundaria 84 se ajusta en función del grado de sobrecalentamiento SHs1 de un refrigerante secundario en una salida del intercambiador de calor de lado de uso secundario 85 en un lado del circuito de refrigerante secundario 80. Por ejemplo, la unidad de control 9 controla el grado de apertura del mecanismo de expansión secundaria 84 para que el grado de sobrecalentamiento SHs1 se convierta en un objetivo de valor SHs1t. Obsérvese que el grado de sobrecalentamiento SHs1 se obtiene convirtiendo la presión (LPs) del refrigerante secundario que detecta el sensor de presión 101 en temperatura de saturación, y restando la temperatura de saturación de la temperatura del refrigerante secundario que detecta el sensor de temperatura 102.

El refrigerante principal a la presión intermedia que ha sido enfriado en el intercambiador de calor de lado de uso secundario 85 se envía a los mecanismos de expansión de lado de uso principal 71a y 71b a través de la primera tubería de conexión de refrigerante principal 11 y, en los mecanismos de expansión de lado de uso principal 71a y 71b, se descomprime hasta la baja presión (LPh) y se lleva a un estado bifásico gas-líquido (consúltese los puntos J en las Figs. 4 y 5).

El refrigerante principal a baja presión que se ha descomprimido en los mecanismos de expansión de lado de uso principal 71a y 71b se envía a los correspondientes intercambiadores de calor de lado de uso principal 72a y 72b y, en los correspondientes intercambiadores de calor de lado de uso principal 72a y 72b, intercambia calor con el aire interior que es enviado por los correspondientes ventiladores de lado de uso 73a y 73b, se calienta y se evapora (consúltese el punto A en las Figs. 4 y 5). Por el contrario, el aire interior intercambia calor con el refrigerante principal a baja presión y en estado bifásico gas-líquido que fluye en los intercambiadores de calor de lado de uso principal 72a y 72b y se enfría, como resultado de lo cual el interior de una habitación se enfría.

El refrigerante principal a baja presión que se ha evaporado en los intercambiadores de calor de lado de uso principal 72a y 72b se envía al lado de succión del primer compresor principal 21 a través de la segunda tubería de conexión de refrigerante principal 12 y es, junto con el refrigerante principal que se fusiona con el mismo desde la tubería de inyección de succión 61, succionado nuevamente por el primer compresor principal 21. De esta manera, se realiza el funcionamiento enfriando que acompaña a la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario.

<Conmutación entre la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento y la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario>

A continuación, se describe la conmutación entre la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento y la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario en el momento del funcionamiento enfriando.

Al realizar la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento en el momento del funcionamiento enfriando, se reduce la entalpía del refrigerante que se envía a los intercambiadores de calor de lado de uso principal 72a y 72b, y se obtiene una capacidad de intercambio de calor Q_e . por la evaporación del refrigerante en los intercambiadores de calor de lado de uso principal 72a y 72b (la capacidad de evaporación de los intercambiadores de calor de lado de uso principal) puede incrementarse. Sin embargo, por ejemplo, bajo una condición de funcionamiento en la que la temperatura del aire exterior T_a es alta, dado que la capacidad de disipación de calor del refrigerante principal en el intercambiador de calor de lado de fuente de calor principal 25 se reduce, incluso si se

realiza la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento, la entalpía del refrigerante que se envía a los intercambiadores de calor de lado de uso principal 72a y 72b no se reduce lo suficiente, como resultado de lo cual tiende a ser difícil aumentar la capacidad de evaporación del intercambiador de calor de lado de uso principal y los intercambiadores de calor de lado de uso principal 72a y 72b. En particular, cuando como refrigerante principal se utiliza dióxido de carbono que tiene un coeficiente de rendimiento que es inferior al coeficiente de rendimiento de, por ejemplo, un refrigerante HFC, esta tendencia se hace evidente. Por el contrario, en una condición de funcionamiento en la que la temperatura del aire exterior T_a es baja, dado que la capacidad de disipación de calor del refrigerante principal en el intercambiador de calor de lado de fuente de calor principal 25 aumenta, la entalpía del refrigerante que se envía a los intercambiadores de calor de lado de uso principal 72a y 72b se reduce lo suficiente (consúltese los puntos H, I y J en la Fig. 3) al realizar solo la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento, como resultado de lo cual la capacidad de evaporación Q_e de los intercambiadores de calor de lado de uso principal 72a y 72b tiene tendencia a aumentar fácilmente.

Por lo tanto, aquí, como se muestra en la Fig. 6, la unidad de control 9 conmuta entre la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento y la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario según cantidades de estado, como la temperatura del aire exterior T_a .

Cuando se emite una orden para realizar el funcionamiento enfriando a la unidad de control 9, primero, en la etapa ST1, la unidad de control 9 realiza el funcionamiento enfriando que acompaña a la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento. Es decir, cuando el compresor secundario 81 está en estado detenido (es decir, cuando la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario está en estado detenido), la unidad de control 9 abre el mecanismo de expansión de inyección de succión 63 para iniciar la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento.

A continuación, en la etapa ST2, la unidad de control 9 determina si se cumple la condición de cantidades de estado, como la temperatura del aire exterior T_a , (primera condición de conmutación) para realizar solo la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario.

Aquí, la primera condición de conmutación es una condición de cantidades de estado, como la temperatura del aire exterior T_a , para determinar si, de la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario y la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento, solo se va a realizar la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario.

Cuando, debido, por ejemplo, a un aumento en la temperatura del aire exterior T_a , la entalpía del refrigerante principal que se envía a los intercambiadores de calor de lado de uso principal 72a y 72b se vuelve difícil de reducir incluso si se realiza la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento, el coeficiente de rendimiento del dispositivo de ciclo de refrigeración 1 tiende a reducirse. Además, cuando esta tendencia aumenta, la reducción de la entalpía del refrigerante principal que se envía a los intercambiadores de calor de lado de uso principal 72a y 72b por la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario más bien realiza la condición de aumentar el coeficiente de rendimiento del dispositivo de ciclo de refrigeración 1 incluso cuando se considera el consumo de energía del compresor secundario 81.

Por lo tanto, aquí, la condición en la que la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario aumenta el coeficiente de rendimiento del dispositivo de ciclo de refrigeración 1 más que la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento se prescribe como la primera condición de conmutación. Como cantidades de estado para determinar si se cumple la primera condición de conmutación, se usa la temperatura del aire exterior T_a , una temperatura $Th1$ del refrigerante principal en el intercambiador de calor principal de lado de fuente de calor 25, un grado de subenfriamiento $SCh1$ del refrigerante principal en la salida del intercambiador de calor de subenfriamiento 62, o se usa un grado de subenfriamiento $SCh2$ del refrigerante principal en la salida del intercambiador de calor de lado de uso secundario 85. Obsérvese que la temperatura del aire exterior T_a es detectada por el sensor de temperatura 99 o el sensor de temperatura 106. La temperatura $Th1$ es detectada por el sensor de temperatura 96. El grado de subenfriamiento $SCh1$ se obtiene al restar la temperatura del refrigerante principal que detecta el sensor de temperatura 64 de la temperatura del refrigerante principal que detecta el sensor de temperatura 98. El grado de subenfriamiento $SCh2$ se obtiene al restar la temperatura del refrigerante principal que detecta el sensor de temperatura 105 de la temperatura del refrigerante principal que detecta el sensor de temperatura 98.

En la etapa ST2, cuando la temperatura del aire exterior T_a es mayor o igual a una primera temperatura $Tat1$, cuando la temperatura $Th1$ es mayor o igual a una segunda temperatura $Th1t1$, cuando el grado de subenfriamiento $SCh1$ es menor o igual a un primer grado de subenfriamiento $SCh1t1$, o cuando el grado de subenfriamiento $SCh2$ es inferior o igual a un segundo grado de subenfriamiento $SCh2t1$, la unidad de control 9 determina que se cumple la primera condición de conmutación. Es decir, se determina que, en la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento, la entalpía del refrigerante principal que se envía a los intercambiadores de calor de lado de uso principal 72a y 72b no se reduce lo suficiente. Aquí, la primera temperatura $Tat1$ y la segunda temperatura $Th1t1$ se establecen en alrededor de 30~45 °C, y el primer grado de subenfriamiento $SCh1t1$ y el segundo grado de subenfriamiento $SCh2t1$ se establecen en alrededor de 0~5 °C.

En la etapa ST2, cuando las cantidades de estado, como la temperatura del aire exterior T_a , no satisfacen la primera

- condición de conmutación, la unidad de control 9 continúa la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento de la etapa ST1, y cuando las cantidades de estado, tales como a medida que la temperatura del aire exterior T_a satisface la primera condición de conmutación, la unidad de control 9 pasa a la etapa ST3 y conmuta de la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento a la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario. Es decir, la unidad de control 9 detiene la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento al cerrar el mecanismo de expansión de inyección de succión 63, y realiza la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario al hacer funcionar el compresor secundario 81. Por lo tanto, al realizar la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario, es posible reducir suficientemente la entalpía del refrigerante principal que se envía a los intercambiadores de calor de lado de uso principal 72a y 72b.
- 5
- 10 A continuación, en la etapa ST4, la unidad de control 9 determina si se cumple una condición de las cantidades de estado, como la temperatura del aire exterior T_a (una segunda condición de conmutación) para realizar solo la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento.
- Aquí, la segunda condición de conmutación es una condición de las cantidades de estado, como la temperatura del aire exterior T_a , para determinar si, de la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario y la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento, solo la se va a realizar la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento.
- 15
- Cuando, debido, por ejemplo, a una reducción en la temperatura del aire exterior T_a , la entalpía del refrigerante principal que se envía a los intercambiadores de calor de lado de uso principal se reduce lo suficiente al realizar la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento, el coeficiente de rendimiento del dispositivo de ciclo de refrigeración 1 tiene una tendencia a aumentar. Además, cuando esta tendencia aumenta, la reducción de la entalpía del refrigerante principal que se envía a los intercambiadores de calor de lado de uso principal 72a y 72b al realizar la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario más bien cumple la condición de reducir el coeficiente de rendimiento del dispositivo de ciclo de refrigeración 1 cuando se considera el consumo de energía del compresor secundario 81.
- 20
- 25 Por lo tanto, aquí, la condición en la que la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento aumenta el coeficiente de rendimiento del dispositivo de ciclo de refrigeración 1 más que la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario se prescribe como la segunda condición de conmutación. Como cantidades de estado para determinar si se cumple la segunda condición de conmutación, de forma similar a la primera condición de conmutación, la temperatura del aire exterior T_a , la temperatura T_{h1} del refrigerante principal en el intercambiador de calor de lado de fuente de calor principal 25, el grado de subenfriamiento S_{Ch1} del refrigerante principal a la salida del intercambiador de calor de subenfriamiento 62, o se usa el grado de subenfriamiento S_{Ch2} del refrigerante principal a la salida del intercambiador de calor de lado de uso secundario 85.
- 30
- 35 En la etapa ST4, cuando la temperatura del aire exterior T_a es menor o igual a una tercera temperatura T_{at2} , cuando la temperatura T_{h1} es menor o igual a una cuarta temperatura T_{ht2} , cuando el grado de subenfriamiento S_{Ch1} es mayor o igual a un tercer grado de subenfriamiento S_{Ch1t2} , o cuando el grado de subenfriamiento S_{Ch2} es mayor o igual a un cuarto grado de subenfriamiento S_{Ch2t2} , la unidad de control 9 determina que se cumple la segunda condición de conmutación. Es decir, se determina que, al realizar la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento, la entalpía del refrigerante principal que se envía a los intercambiadores de calor de lado de uso principal 72a y 72b se reduce suficientemente. Aquí, la tercera temperatura T_{at2} y la cuarta temperatura T_{ht2} se ajustan a una temperatura (alrededor de 10~25 °C) que es más baja que la primera temperatura T_{at1} y la segunda temperatura T_{ht1} , y el tercer grado de subenfriamiento S_{Ch1t2} y el cuarto grado de subenfriamiento S_{Ch2t2} se configuran en un grado de subenfriamiento (alrededor de 10~15 °C) que es más alto que el primer grado de subenfriamiento S_{Ch1t1} y el segundo grado de subenfriamiento S_{Ch2t1} .
- 40
- 45 En la etapa ST4, cuando las cantidades de estado, como la temperatura del aire exterior T_a , no satisfacen la segunda condición de conmutación, la unidad de control 9 continúa la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario de la etapa ST3, y cuando las cantidades de estado, como la temperatura del aire exterior T_a , satisfacen la segunda condición de conmutación, la unidad de control 9 pasa a la etapa ST1 y conmuta de la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario a la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento. Es decir, la unidad de control 9 detiene la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario al detener el compresor secundario 81 y realiza la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento al abrir el mecanismo de expansión de inyección de succión 63. Por lo tanto, al realizar la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento, es posible reducir suficientemente la entalpía del refrigerante principal que se envía a los intercambiadores de calor de lado de uso principal 72a y 72b.
- 50
- 55 De esta manera, aquí, cuando se cumple la primera condición de conmutación, como que la temperatura del aire exterior T_a sea alta, se realiza el funcionamiento enfriando que acompaña a la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario y, cuando se cumple la segunda condición de conmutación, como si la temperatura del aire exterior T_a es baja, se realiza el funcionamiento enfriando que acompaña a la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento. Cuando una condición se encuentra entre la primera condición de conmutación y la segunda operación de conmutación, como que la temperatura del aire exterior T_a sea aproximadamente una temperatura intermedia, se realiza el funcionamiento enfriando que acompaña a la acción de
- 60

enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento o la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario.

(3) Características

A continuación, se describen las características del dispositivo de ciclo de refrigeración 1.

5 <A>

Aquí, como se ha descrito anteriormente, no solo la tubería de inyección de succión 61 y el intercambiador de calor de subenfriamiento 62, que son los mismos que los conocidos en la técnica, se proporcionan en el circuito de refrigerante principal 20 en el que circula el refrigerante principal, sino que también se proporciona el circuito de refrigerante secundario 80 que difiere del circuito de refrigerante principal 20 y en el que circula el refrigerante secundario. Además, el intercambiador de calor de lado de uso secundario 85 que se proporciona en el circuito de refrigerante secundario 80 y que funciona como evaporador del refrigerante secundario se proporciona en el circuito de refrigerante principal 20 para que funcione como intercambiador de calor que enfría el refrigerante principal que fluye entre el mecanismo de expansión principal 27 y los intercambiadores de calor de lado de uso principal 72a y 72b. Por lo tanto, aquí, no solo se puede realizar la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento que enfría el refrigerante principal que fluye entre el mecanismo de expansión principal 27 y los intercambiadores de calor de lado de uso principal 72a y 72b al usar la tubería de inyección de succión 61 y el subenfriamiento intercambiador de calor 62 que son los mismos que los conocidos en la técnica, sino que también se puede realizar la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario que enfría el refrigerante que fluye entre el mecanismo de expansión principal 27 y los intercambiadores de calor de lado de uso principal 72a y 72b utilizando el circuito de refrigerante secundario 80. Además, aquí, como se ha descrito anteriormente, incluso si la entalpía del refrigerante principal que se envía a los intercambiadores de calor de lado de uso principal 72a y 72b no se reduce lo suficiente en la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento, al conmutar entre el acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento y la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario según las cantidades de estado, como la temperatura del aire exterior T_a , es posible reducir suficientemente la entalpía del refrigerante principal que se envía a los intercambiadores de calor de lado de uso principal 72a y 72b por la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario. Por lo tanto, es posible aumentar la capacidad de evaporación Q_e de los intercambiadores de calor de lado de uso principal 72a y 72b.

De esta manera, aquí, en el dispositivo de ciclo de refrigeración 1 en el que la tubería de inyección de succión 61 y el intercambiador de calor de subenfriamiento 62 se proporcionan en el circuito de refrigerante 20, es posible aumentar la capacidad de evaporación Q_e de los intercambiadores de calor de lado de uso 72a y 72b independientemente de las condiciones de funcionamiento.

Aquí, como se ha descrito anteriormente, se prescribe la condición de las cantidades de estado, como la temperatura del aire exterior T_a (la primera condición de conmutación) para realizar únicamente la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario. Aquí, cuando, debido, por ejemplo, a un aumento en la temperatura del aire exterior T_a , la entalpía del refrigerante principal que se envía a los intercambiadores de calor de lado de uso principal 72a y 72b se vuelve difícil de reducir incluso si se realiza la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento, el coeficiente de rendimiento del dispositivo de ciclo de refrigeración 1 tiende a reducirse. Además, cuando esta tendencia aumenta, la reducción de la entalpía del refrigerante principal que se envía a los intercambiadores de calor de lado de uso principal 72a y 72b por la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario más bien realiza la condición de aumentar el coeficiente de rendimiento del dispositivo de ciclo de refrigeración 1 incluso cuando se considera el consumo de energía del compresor secundario 81. Por lo tanto, aquí, la condición en la que la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario aumenta el coeficiente de rendimiento del dispositivo de ciclo de refrigeración 1 más que la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento se prescribe, como se ha descrito anteriormente, como la primera temperatura T_{at1} , la segunda temperatura T_{h1t1} , el primer grado de subenfriamiento S_{Ch1t1} o el segundo grado de subenfriamiento S_{Ch2t1} . Obsérvese que, aquí, las cantidades de estado utilizadas para determinar la primera condición de conmutación se prescriben como cuatro cantidades de estado: la temperatura del aire exterior T_a , la temperatura T_{h1} del refrigerante principal en el intercambiador de calor de lado de fuente de calor principal 25, el grado de subenfriamiento S_{Ch1} del refrigerante principal a la salida del intercambiador de calor de subenfriamiento 62, o el grado de subenfriamiento S_{Ch2} del refrigerante principal a la salida del intercambiador de calor de lado de uso secundario 85. Sin embargo, se puede utilizar cualquiera de estas cantidades de estado o dos o tres de estas cantidades de estado.

En consecuencia, aquí, es posible conmutar para realizar solo la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario considerando el coeficiente de rendimiento del dispositivo de ciclo de refrigeración 1.

55 <C>

Aquí, como se ha descrito anteriormente, se prescribe la condición de las cantidades de estado, como la temperatura del aire exterior T_a (la segunda condición de conmutación) para realizar solo la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento. Aquí, cuando, debido, por ejemplo, a una reducción en la temperatura del

aire exterior T_a , la entalpía del refrigerante principal que se envía a los intercambiadores de calor de lado de uso principal 72a y 72b se reduce lo suficiente al realizar la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento, el coeficiente de rendimiento del dispositivo de ciclo de refrigeración 1 tiene tendencia a aumentar. Además, cuando esta tendencia aumenta, la reducción de la entalpía del refrigerante principal que se envía a los intercambiadores de calor de lado de uso principal 72a y 72b al realizar la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario más bien cumple la condición de reducir el coeficiente de rendimiento del dispositivo de ciclo de refrigeración 1 cuando se considera el consumo de energía del compresor secundario 81. Por lo tanto, aquí, la condición en la que la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento aumenta el coeficiente de rendimiento del dispositivo de ciclo de refrigeración 1 más que la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario se prescribe, como se ha descrito anteriormente, como la tercera temperatura T_{at2} , la cuarta temperatura T_{ht2} , el tercer grado de subenfriamiento S_{cht2} o el cuarto grado de subenfriamiento S_{ch2t2} . Obsérvese que, aquí, las cantidades de estado para determinar la segunda condición de conmutación son cuatro cantidades de estado: la temperatura del aire exterior T_a , la temperatura T_{h1} del refrigerante principal en el intercambiador de calor principal de lado de fuente de calor 25, el grado de subenfriamiento S_{ch1} del refrigerante principal a la salida del intercambiador de calor de subenfriamiento 62, o el grado de subenfriamiento S_{ch2} del refrigerante principal a la salida del intercambiador de calor de lado de uso secundario 85. Sin embargo, se puede utilizar cualquiera de estas cantidades de estado o dos o tres de estas cantidades de estado.

En consecuencia, aquí, es posible conmutar para realizar solo la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento considerando el coeficiente de rendimiento del dispositivo de ciclo de refrigeración 1.

20 <D>

Además, aquí, como se ha descrito anteriormente, la unidad de control 9 realiza la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario al hacer funcionar el compresor secundario 81, y detiene la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario al detener el compresor secundario 81. Además, en el momento de la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario, la unidad de control 9 controla la capacidad de funcionamiento del compresor secundario 81.

25

Por lo tanto, aquí, en el momento de la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario, es posible ajustar la capacidad de enfriamiento del intercambiador de calor de lado de uso secundario 85 al cambiar el caudal del refrigerante secundario que circula en el circuito de refrigerante secundario 80.

<E>

30 Además, aquí, como se ha descrito anteriormente, la tubería de inyección de succión 61 tiene el mecanismo de expansión de inyección de succión 63. La unidad de control 9 realiza la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento al abrir el mecanismo de expansión de inyección de succión 63 y detiene la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento al cerrar el mecanismo de expansión de inyección de succión 63. En el momento de la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento, la unidad de control 9 controla el grado de apertura del mecanismo de expansión de inyección de succión 63.

35

Por lo tanto, aquí, en el momento de la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento, es posible ajustar la capacidad de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento 62 al cambiar el caudal del refrigerante principal que fluye en la tubería de inyección de succión 63.

<F>

40 Aquí, como se ha descrito anteriormente, la tubería de inyección de succión 61 hace que el refrigerante principal en estado líquido que fluye entre el separador gas-líquido 51 y el intercambiador de calor de subenfriamiento 62 se bifurque, y el intercambiador de calor de subenfriamiento 62 se proporciona entre el separador gas-líquido 51 y los intercambiadores de calor de lado de uso principal 72a y 72b. Además, es posible hacer que, no solo el refrigerante principal que fluye en la tubería de inyección de succión 61, sino también un refrigerante principal que es extraído por la tubería de degasificación 52 del separador gas-líquido 51 fluya hacia el intercambiador de calor de subenfriamiento 62 como fuente de enfriamiento de refrigerante principal. Por lo tanto, aquí, en el momento de la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento, se hace que un refrigerante principal que fluye en la tubería de inyección de succión 61 y la tubería de degasificación 52 fluya en el intercambiador de calor de subenfriamiento 62 por una operación de apertura del mecanismo de expansión de inyección de succión 63 y, cuando se detiene la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento, solo el refrigerante principal que fluye en la tubería de degasificación 52 se hace fluir en el intercambiador de calor de subenfriamiento 62 por una operación de cierre del mecanismo de expansión de inyección de succión 63. Es decir, aquí, no se dice que la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento se realiza cuando solo se realiza el funcionamiento enfriando que se realiza en el intercambiador de calor de subenfriamiento 62 con solo el refrigerante principal que fluye en la tubería de degasificación 52 (se dice que se detiene la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento). Se dice que la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento se realiza cuando se realiza el funcionamiento enfriando que se realiza en el intercambiador de calor de subenfriamiento 62 con el refrigerante principal que fluye en la tubería de inyección de succión 61 por la operación de apertura del mecanismo de expansión

55

de inyección de succión 63 es interpretado.

De esta manera, aquí, cuando se realiza la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento y cuando se detiene la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento, el intercambiador de calor de subenfriamiento 62 permite que el refrigerante principal en estado líquido fluya entre el separador gas-líquido 51 y los intercambiadores de calor de lado de uso principal 72a y 72b para ser enfriado por al menos el refrigerante principal que fluye en la tubería de desgasificación 52.

<G>

Aquí, como se ha descrito anteriormente, dado que se usa dióxido de carbono como refrigerante principal y como refrigerante secundario se usa un refrigerante que tiene un GWP bajo o un refrigerante natural que tiene un coeficiente de rendimiento más alto que el del dióxido de carbono, es posible reducir la carga ambiental, como el calentamiento global.

(4) Modificaciones

<Modificación 1>

En la realización anterior, como se ha descrito anteriormente, cuando una condición está entre la primera condición de conmutación y la segunda operación de conmutación, tal como la temperatura del aire exterior T_a , que es aproximadamente una temperatura intermedia, el funcionamiento enfriando acompaña a la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento o se realiza la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario.

Por el contrario, aquí, cuando una condición está entre la primera condición de conmutación y la segunda operación de conmutación, como que la temperatura del aire exterior T_a sea aproximadamente una temperatura intermedia, se realiza el funcionamiento enfriando que acompaña a la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento y la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario.

Aquí, como se muestra en las Figs. 7 y 8, el funcionamiento enfriando que acompaña a la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento y la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario es una operación en la que, en el momento del funcionamiento enfriando, la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento se realiza al abrir el mecanismo de expansión de inyección de succión 63 y la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario se realiza al hacer funcionar el compresor secundario 81.

Al realizar el funcionamiento enfriando que acompaña a la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento y la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario, el refrigerante principal a la presión intermedia (MPH2) que se ha separado en el separador gas-líquido 51 (consúltese al punto G en las Figs. 7 y 8) se enfría en el intercambiador de calor de subenfriamiento 62 (consúltese el punto H en las Figs. 7 y 8) y luego se enfría incluso en el intercambiador de calor de lado de uso secundario 85 (consúltese el punto I en las Figs. 7 y 8). En este momento, en el intercambiador de calor de subenfriamiento 62, la cantidad de calor de enfriamiento del refrigerante principal es mayor que cuando solo se realiza la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario (consúltese el punto H en la Fig. 5), y la cantidad de calor de enfriamiento del refrigerante principal es menor que cuando solo se realiza la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento (consúltese el punto H en la Fig. 3). Además, una cantidad de calor de enfriamiento insuficiente del refrigerante principal en la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento se complementa en el intercambiador de calor de lado de uso secundario 85 y, por lo tanto, como en el funcionamiento enfriando que acompaña a la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento o la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario, la entalpía del refrigerante que se envía a los intercambiadores de calor de lado de uso principal 72a y 72b se reduce suficientemente.

Obsérvese que, cuando se considera el funcionamiento enfriando que acompaña tanto a la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento como a la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario, el intercambiador de calor de lado de uso secundario 85 del circuito de refrigerante secundario 80 que es capaz de enfriar el refrigerante principal a un nivel de temperatura más bajo que el intercambiador de calor de subenfriamiento 62 se dispone deseablemente en un lado aguas abajo con respecto al intercambiador de calor de subenfriamiento 62, es decir, entre el intercambiador de calor de subenfriamiento 62 y los intercambiadores de calor de lado de uso principal 72a y 72b.

Además, como se muestra en la Fig. 9, el funcionamiento enfriando que acompaña tanto a la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento como a la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario se realiza cuando una condición está entre la primera condición de conmutación y la segunda condición de conmutación, tal como que la temperatura del aire exterior T_a sea aproximadamente una temperatura intermedia, es decir, cuando no se cumple tanto la primera condición de conmutación como la segunda condición de conmutación. Específicamente, al conmutar entre las operaciones en la realización anterior (consúltese la Fig. 6), la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento continúa cuando la primera condición de conmutación no se cumple en la etapa ST2, y la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario continúa cuando la

segunda condición de conmutación no se cumple en la etapa ST4. Por el contrario, en la presente modificación, cuando la primera condición de conmutación no se cumple en la etapa ST2 y cuando la segunda condición de conmutación no se cumple en la etapa ST4, tanto la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento como la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario se realizan en la etapa ST5.

5 <Modificación 2>

En la realización y la Modificación 1 anteriores, como se muestra en la Fig. 10, se puede proporcionar una tubería de inyección intermedia 31 y un intercambiador de calor de economizador 32 entre el intercambiador de calor de lado de fuente de calor principal 25 y el mecanismo de expansión principal 27.

10 Específicamente, la tubería de inyección intermedia 31 es una tubería de refrigerante en la que fluye el refrigerante principal y, aquí, es una tubería de refrigerante que hace que el refrigerante principal fluya entre el intercambiador de calor de lado de fuente de calor principal 25 y los intercambiadores de calor de lado de uso principal 72a y 72b se bifurque y sea enviado a los compresores principales 21 y 22. Específicamente, la tubería de inyección intermedia 31 es una tubería de refrigerante que hace que el refrigerante principal fluya entre el intercambiador de calor de lado de fuente de calor principal 25 y el mecanismo de expansión principal 27 se bifurque y sea enviado al lado de succión del
15 segundo compresor principal 22, e incluye una primera tubería de inyección intermedia 31a y una segunda tubería de inyección intermedia 31b. Un extremo de la primera tubería de inyección intermedia 31a se conecta en una ubicación entre el otro extremo del intercambiador de calor de lado de fuente de calor principal 25 y el intercambiador de calor de economizador 32 (un extremo de una primera ruta de flujo de economizador 32a), y el otro extremo de la primera tubería de inyección intermedia 31a se conecta al intercambiador de calor de economizador 32 (un extremo de una
20 segunda ruta de flujo de economizador 32b). Un extremo de la segunda tubería de inyección intermedia 31b se conecta al intercambiador de calor 32 del economizador (el otro extremo de la segunda ruta de flujo de economizador 32b), y el otro extremo de la segunda tubería de inyección intermedia 31b se conecta en una ubicación entre una salida del intercambiador de calor intermedio 26 y el lado de succión del segundo compresor principal 22.

25 La tubería de inyección intermedia 31 tiene un mecanismo de expansión de inyección intermedia 33. El mecanismo de expansión de inyección intermedia 33 se proporciona en la primera tubería de inyección intermedia 31a. El mecanismo de expansión de inyección intermedia 33 es un dispositivo que descomprime el refrigerante principal y, aquí, es un mecanismo de expansión que descomprime un refrigerante principal que fluye en la tubería de inyección intermedia 31. El mecanismo de expansión de inyección intermedia 33 es, por ejemplo, una válvula de expansión accionada eléctricamente.

30 El intercambiador de calor de economizador 32 es un dispositivo que hace que los refrigerantes principales intercambien calor entre sí y, aquí, es un intercambiador de calor que enfría un refrigerante principal que fluye entre el intercambiador de calor de lado de fuente de calor principal 25 y los intercambiadores de calor de lado de uso principal 72a y 72b por intercambio de calor con el refrigerante principal que fluye en la tubería de inyección intermedia 31. Específicamente, el intercambiador de calor de economizador 32 es un intercambiador de calor que enfría un
35 refrigerante principal que fluye entre el intercambiador de calor de lado de fuente de calor principal 25 y el mecanismo de expansión principal 27 por intercambio de calor con el refrigerante principal que fluye en la tubería de inyección intermedia 31. El intercambiador de calor de economizador 32 tiene la primera ruta de flujo de economizador 32a en la que se hace que fluya el refrigerante principal que fluye entre el intercambiador de calor de lado de fuente de calor principal 25 y el mecanismo de expansión principal 27, y la segunda ruta de flujo de economizador 32b en la que se
40 hace que fluya el refrigerante principal que fluye en la tubería de inyección intermedia 31. Un extremo (entrada) de la primera ruta de flujo de economizador 32a se conecta al otro extremo del intercambiador de calor de lado de fuente de calor principal 25, y el otro extremo (salida) de la primera ruta de flujo de economizador 32a se conecta a una entrada del mecanismo de expansión principal 27. Un extremo (entrada) de la segunda ruta de flujo de economizador 32b se conecta al otro extremo de la primera tubería de inyección intermedia 31a, y el otro extremo (salida) de la
45 segunda ruta de flujo de economizador 32b se conecta a un extremo de la segunda tubería de inyección intermedia 31b.

En el momento del funcionamiento enfriando, la unidad de control 9 realiza el control para abrir el mecanismo de expansión de inyección intermedia 33 para enfriar aún más el refrigerante principal que ha disipado calor en el intercambiador de calor de lado de fuente de calor principal 25, y es capaz de enviar el refrigerante principal a una
50 carrera de compresión en la mitad de la corriente del compresor principal 21 o 22 (aquí, al lado de succión del segundo compresor principal 22) y enfriar el refrigerante principal que es succionado por el segundo compresor principal 22.

Incluso en este caso, de manera similar a la realización y la Modificación 1 anteriores, es posible conmutar entre la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento y la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario.

55 <Modificación 3>

En la realización y las Modificaciones 1 y 2 anteriores, como se muestra en la Fig. 11, el separador gas-líquido 51 y la tubería de desgasificación 52 pueden omitirse.

Incluso en este caso, de manera similar a la realización y las Modificaciones 1 y 2 anteriores, es posible conmutar

entre la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento y la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario.

5 Sin embargo, en este caso, en la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento, cuando se abre el mecanismo de expansión de inyección de succión 63, solo el refrigerante principal que fluye en la tubería de inyección de succión 61 fluye en la segunda ruta de flujo de subenfriamiento 62b del intercambiador de calor de subenfriamiento 62. Además, en la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario, cuando el mecanismo de expansión de inyección de succión 63 está cerrado, el refrigerante principal ya no fluye en la tubería de inyección de succión 61. Por lo tanto, en el intercambiador de calor de subenfriamiento 62, ya no se intercambia calor entre los refrigerantes principales.

10 <Modificación 4>

Aunque, en la realización y las Modificaciones 1 a 3 anteriores, el intercambiador de calor intermedio 26 que enfría el refrigerante principal se proporciona entre el primer compresor principal 21 y el segundo compresor principal 22, no se limita a ellos. Es posible no proporcionar el intercambiador de calor intermedio 26.

<Modificación 5>

15 Aunque, en la realización y las Modificaciones 1 a 4 anteriores, el compresor multifase está constituido por la pluralidad de compresores principales 21 y 22, no se limita a ellos. El compresor multifase puede estar constituido por un compresor principal que incluye los elementos de compresión 21a y 21b.

20 Alternativamente, se puede usar un compresor de una sola fase para el compresor principal. En este caso, cuando se realiza la inyección a presión intermedia como en la Modificación 2, la tubería de inyección intermedia 31 debe conectarse a una lumbrera de inyección intermedia del compresor de una sola fase.

<Modificación 6>

Aunque la realización y las Modificaciones 1 a 5 anteriores se describen tomando como ejemplo una configuración de circuito que realiza un funcionamiento enfriando, no se limita a ello. Se puede utilizar una configuración de circuito que sea capaz de realizar un funcionamiento enfriando y un funcionamiento calentando.

25 Aunque la realización de la presente divulgación se ha descrito anteriormente, debe entenderse que se pueden hacer diversos cambios en las formas y los detalles. El alcance de la presente invención únicamente está limitado por las reivindicaciones adjuntas.

Aplicabilidad Industrial

30 La presente divulgación es ampliamente aplicable a un dispositivo de ciclo de refrigeración en el que se proporciona una tubería de inyección de succión y un intercambiador de calor de subenfriamiento en un circuito de refrigerante que tiene un compresor, un intercambiador de calor de lado de fuente de calor, un mecanismo de expansión y un intercambiador de calor de lado de uso, la tubería de inyección de succión hace que el refrigerante que fluye entre el intercambiador de calor de lado de fuente de calor y el intercambiador de calor de lado de uso se bifurque y sea
35 enviado al lado de succión del compresor, el intercambiador de calor de subenfriamiento enfría un refrigerante que fluye entre el mecanismo de expansión y el intercambiador de calor de lado de uso por intercambio de calor con un refrigerante que fluye en la tubería de inyección de succión.

Lista de signos de referencia

- 1 dispositivo de ciclo de refrigeración
- 9 unidad de control
- 40 20 circuito de refrigerante principal
- 21, 22 compresor principal
- 25 intercambiador de calor de lado de fuente de calor principal
- 27 mecanismo de expansión principal
- 51 separador gas-líquido
- 45 52 tubería de desgasificación
- 61 tubería de inyección de succión
- 62 intercambiador de calor de subenfriamiento

63 mecanismo de expansión de inyección de succión

72a, intercambiador de calor de lado de uso principal 72b

80 circuito de refrigerante secundario

81 compresor secundario

5 83 intercambiador de calor de lado de fuente de calor secundario

85 intercambiador de calor de lado de uso secundario

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de ciclo de refrigeración (1) que comprende:
un circuito de refrigerante principal (20) que tiene
un compresor principal (21, 22) que se configura para comprimir un refrigerante principal,
- 5 un intercambiador de calor de lado de fuente de calor principal (25) que se configura para funcionar como radiador del refrigerante principal,
un intercambiador de calor de lado de uso principal (72a, 72b) que se configura para funcionar como evaporador del refrigerante principal,
- 10 un mecanismo de expansión principal (27) que se configura para descomprimir el refrigerante principal que fluye entre el intercambiador de calor de lado de fuente de calor principal y el intercambiador de calor de lado de uso principal,
una tubería de inyección de succión (61) que se configura para hacer que el refrigerante principal que fluye entre el intercambiador de calor de lado de fuente de calor principal y el intercambiador de calor de lado de uso principal se bifurque y sea enviado a un lado de succión del compresor principal, y
- 15 un intercambiador de calor de subenfriamiento (62) que se configura para enfriar el refrigerante principal que fluye entre el mecanismo de expansión principal y el intercambiador de calor de lado de uso principal por intercambio de calor con el refrigerante principal que fluye en la tubería de inyección de succión,
en donde el circuito de refrigerante principal tiene un intercambiador de calor de lado de uso secundario (85) que se configura para funcionar como enfriador del refrigerante principal que fluye entre el mecanismo de expansión principal y el intercambiador de calor de lado principal del uso;
- 20 comprendiendo además el dispositivo de ciclo de refrigeración:
un circuito de refrigerante secundario (80) que tiene
un compresor secundario (81) que se configura para comprimir un refrigerante secundario,
un intercambiador de calor de lado de fuente de calor secundario (83) que se configura para funcionar como radiador del refrigerante secundario, y
- 25 el intercambiador de calor de lado de uso secundario que se configura para funcionar como evaporador del refrigerante secundario y que se configura para enfriar el refrigerante principal que fluye entre el mecanismo de expansión principal y el intercambiador de calor de lado de uso principal; y
comprendiendo además el dispositivo de ciclo de refrigeración:
- 30 una unidad de control (9) que se configura para controlar los dispositivos constituyentes del circuito de refrigerante principal y el circuito de refrigerante secundario,
caracterizado por que, según la temperatura del aire exterior, una temperatura del refrigerante principal en el intercambiador de calor de lado de fuente de calor principal, un grado de subenfriamiento del refrigerante principal en una salida del intercambiador de calor de subenfriamiento, o un grado de subenfriamiento del refrigerante principal en una salida del intercambiador de calor de lado de uso secundario, la unidad de control se configura para conmutar entre una acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento que enfría el refrigerante principal al usar la tubería de inyección de succión y el intercambiador de calor de subenfriamiento y una acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario que enfría el refrigerante principal al usar el circuito de refrigerante secundario,
- 35 en donde la unidad de control se configura para realizar la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario al hacer funcionar el compresor secundario, y para detener la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario al detener el compresor secundario,
en donde
la tubería de inyección de succión tiene un mecanismo de expansión de inyección de succión (63), y
- 45 la unidad de control se configura para realizar la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento al abrir el mecanismo de expansión de inyección de succión, y para detener la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento al cerrar el mecanismo de expansión de inyección de succión.

2. El dispositivo de ciclo de refrigeración según la reivindicación 1, en donde, cuando la temperatura del aire exterior es superior o igual a una primera temperatura, cuando la temperatura del refrigerante principal en el intercambiador de calor de lado de fuente de calor principal es superior o igual a una segunda temperatura, cuando el grado de subenfriamiento del refrigerante principal a la salida del intercambiador de calor de subenfriamiento es menor o igual que un primer grado de subenfriamiento, o cuando el grado de subenfriamiento del refrigerante principal a la salida del intercambiador de calor de lado de uso secundario intercambiador es menor o igual a un segundo grado de subenfriamiento, la unidad de control se configura para realizar, de la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario y la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento, la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario.
3. El dispositivo de ciclo de refrigeración según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en donde, cuando la temperatura del aire exterior es inferior o igual a una tercera temperatura, cuando la temperatura del refrigerante principal en el intercambiador de calor de lado de fuente de calor principal es inferior o igual a una cuarta temperatura, cuando el grado de subenfriamiento del refrigerante principal a la salida del intercambiador de calor de subenfriamiento es mayor o igual a un tercer grado de subenfriamiento, o cuando el grado de subenfriamiento del refrigerante principal a la salida del intercambiador de calor de lado de uso secundario es mayor o igual a un cuarto grado de subenfriamiento, la unidad de control se configura para realizar, de la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario y la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento, la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento.
4. El dispositivo de ciclo de refrigeración según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde, en el momento de la acción de enfriamiento del circuito de refrigerante secundario, la unidad de control se configura para controlar la capacidad de funcionamiento del compresor secundario.
5. El dispositivo de ciclo de refrigeración según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde, en el momento de la acción de enfriamiento del intercambiador de calor de subenfriamiento, la unidad de control se configura para controlar el grado de apertura del mecanismo de expansión de inyección de succión.
6. El dispositivo de ciclo de refrigeración según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde el circuito de refrigerante principal tiene un separador gas-líquido (51) entre el mecanismo de expansión principal y el intercambiador de calor de subenfriamiento, estando configurado el separador gas-líquido para hacer que el refrigerante principal descomprimido en el mecanismo de expansión principal sufra una separación gas-líquido, al separador gas-líquido se conecta una tubería de desgasificación (52) que se configura para extraer el refrigerante principal en estado gaseoso y enviar el refrigerante principal en estado gaseoso al lado de succión del compresor principal, la tubería de inyección de succión se proporciona en el circuito de refrigerante principal para que el refrigerante principal en estado líquido que fluye entre el separador gas-líquido y el intercambiador de calor de subenfriamiento se bifurque, y el intercambiador de calor de subenfriamiento se proporciona en el circuito de refrigerante principal de modo que el refrigerante principal en estado líquido que fluye entre el separador gas-líquido y el intercambiador de calor de lado de uso principal se enfría por intercambio de calor con el refrigerante principal que fluye en la tubería de inyección de succión y el refrigerante principal que fluye en la tubería de desgasificación.
7. El dispositivo de ciclo de refrigeración según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde el refrigerante principal es el dióxido de carbono, y el refrigerante secundario es R32, R1234yf, R1234ze o R452B.
8. El dispositivo de ciclo de refrigeración según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde el refrigerante principal es el dióxido de carbono, y el refrigerante secundario es propano o amoníaco.

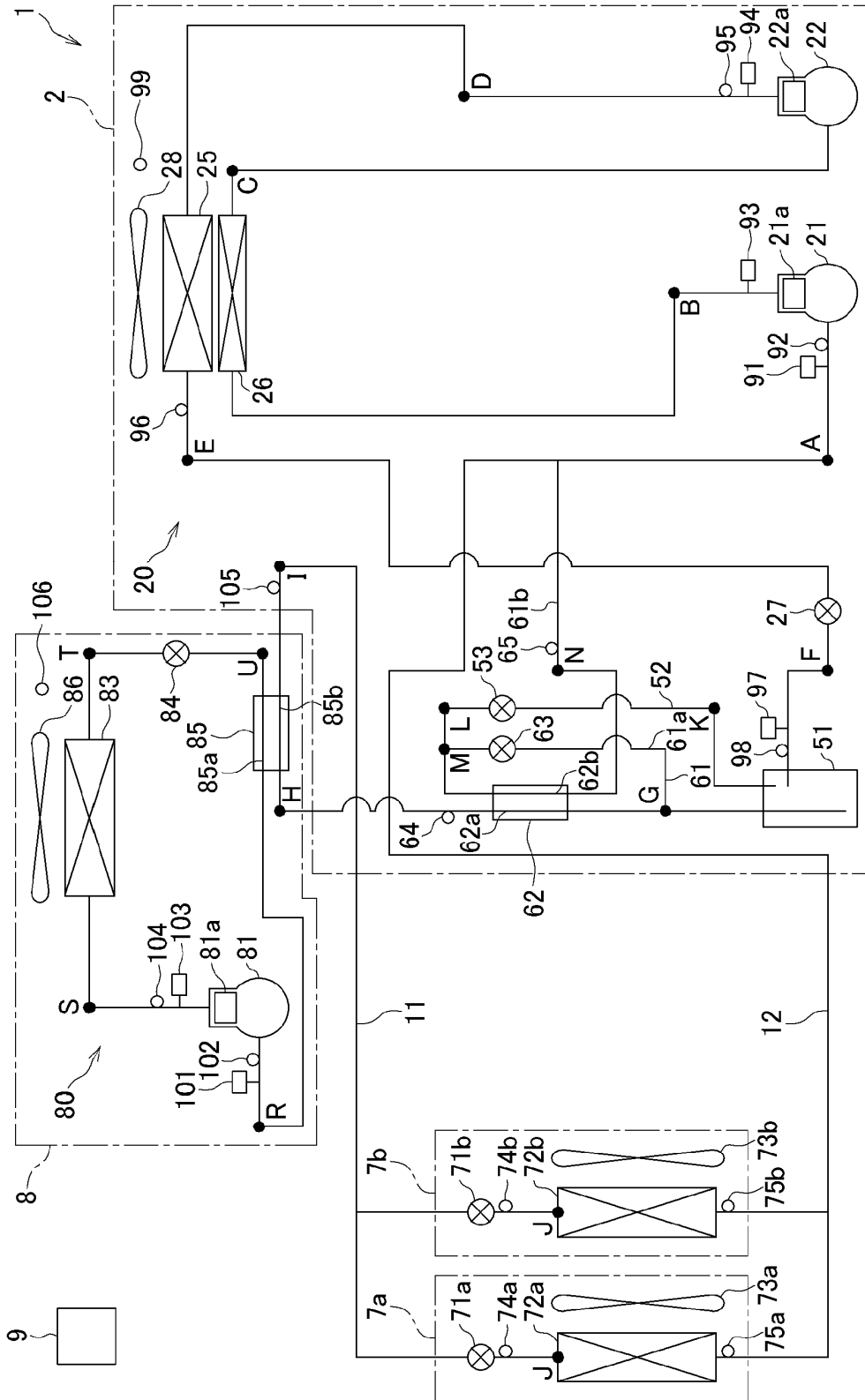


FIG. 1

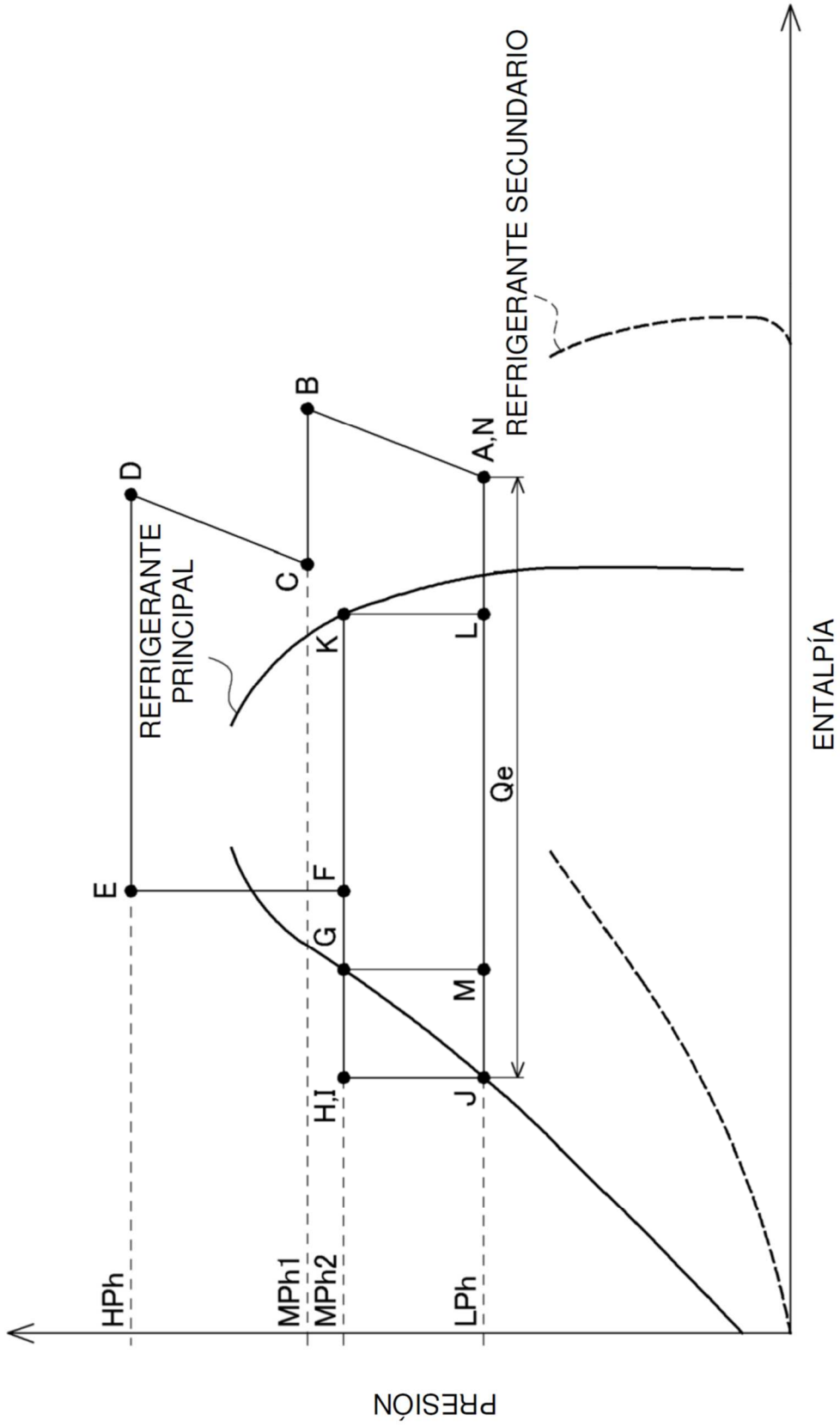


FIG. 3

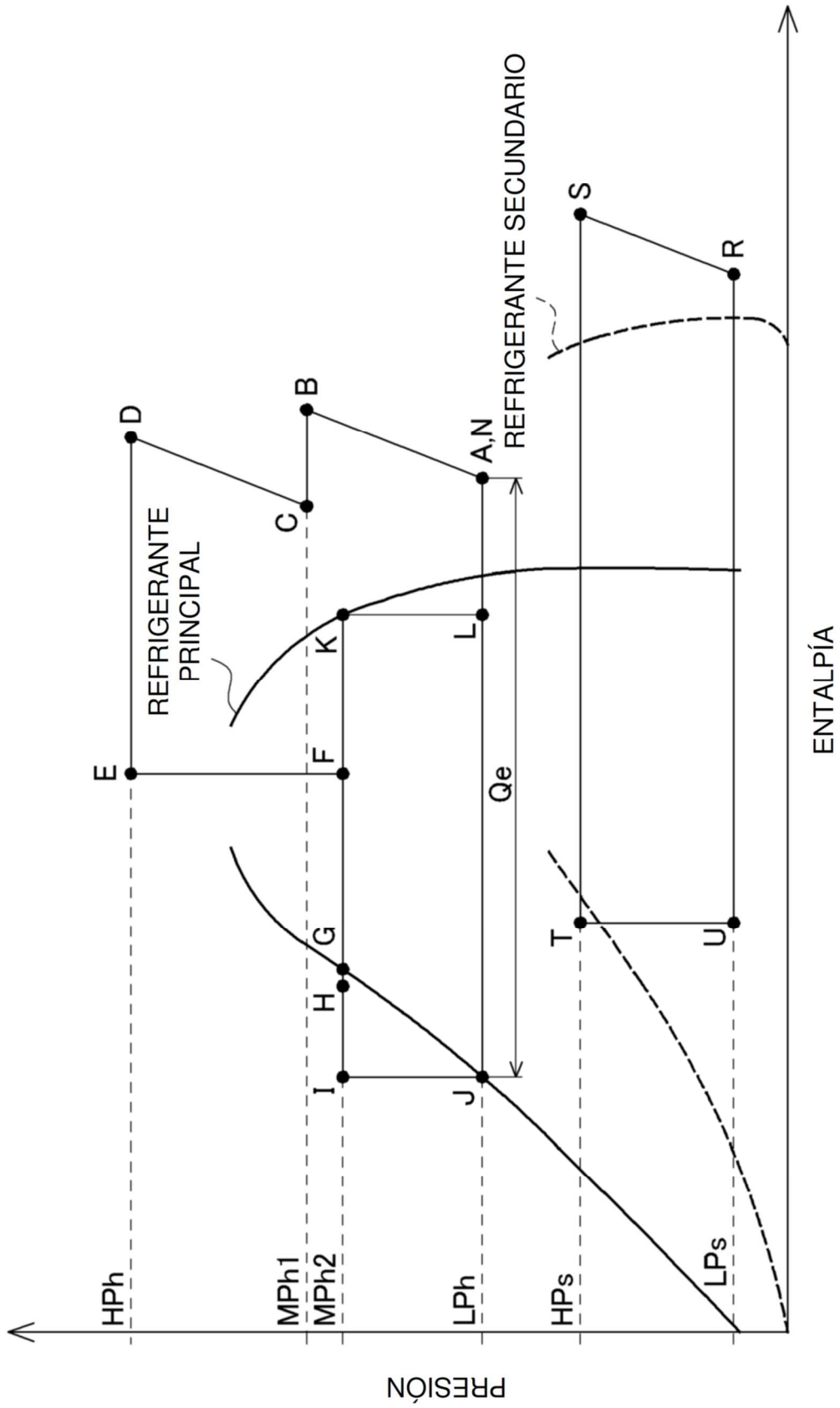


FIG. 5

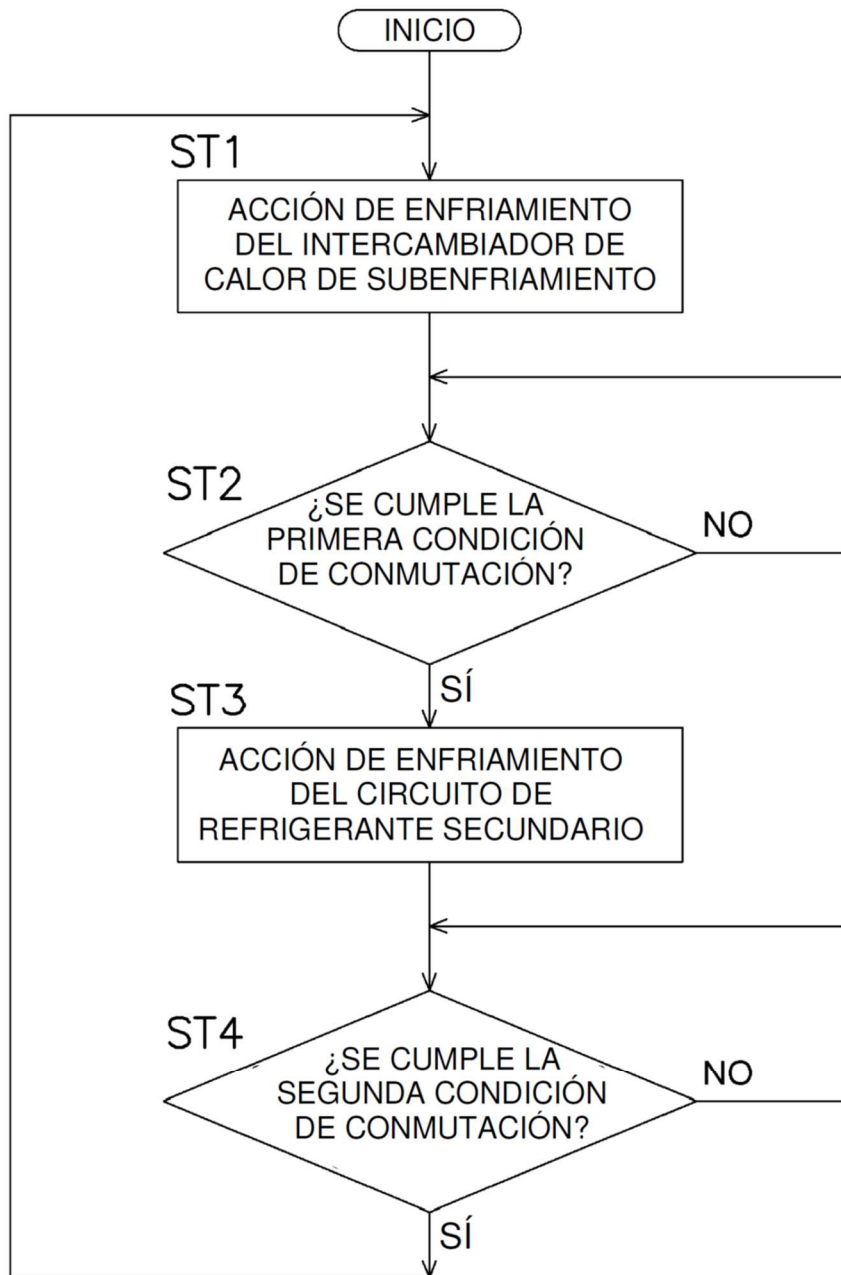


FIG. 6

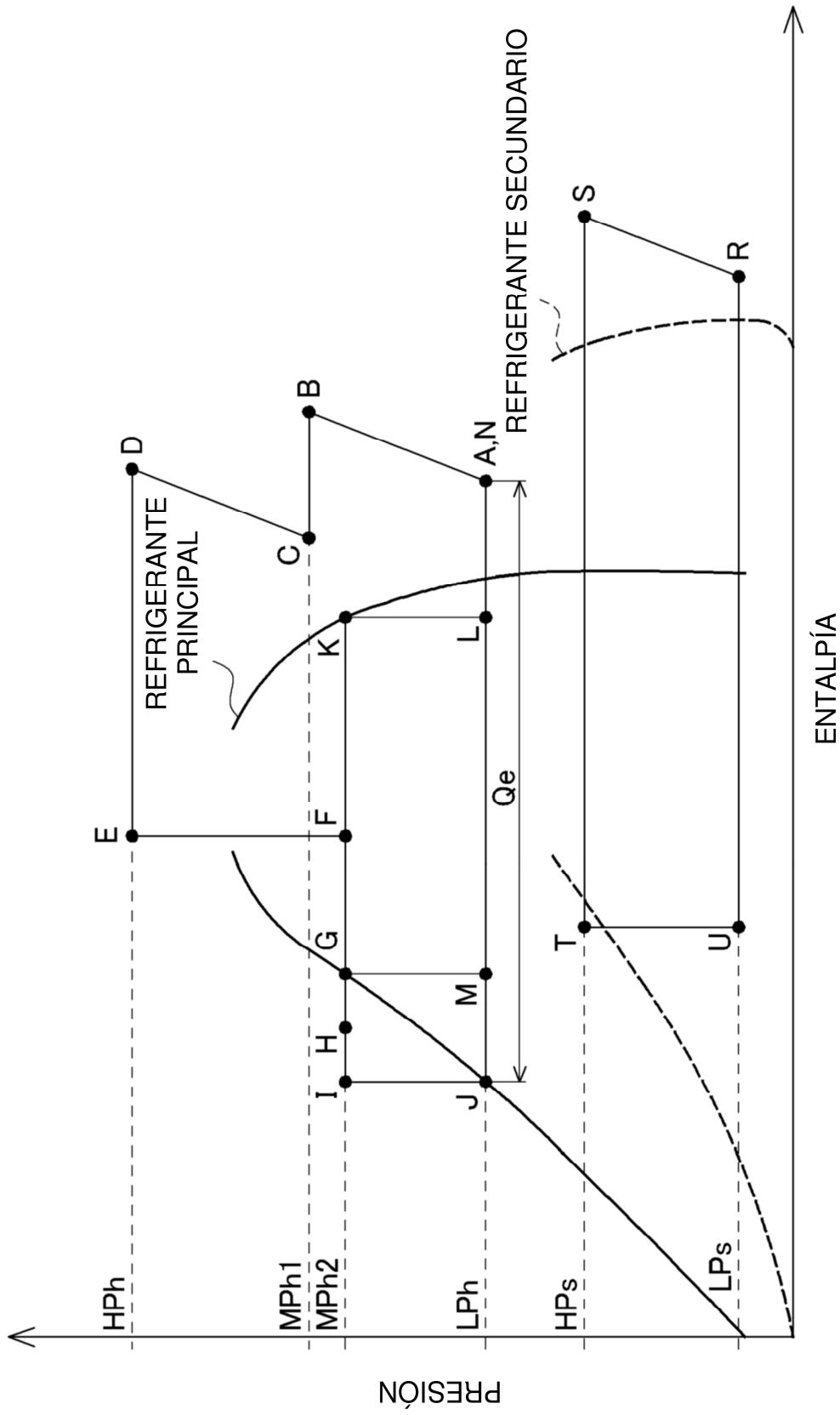


FIG. 8

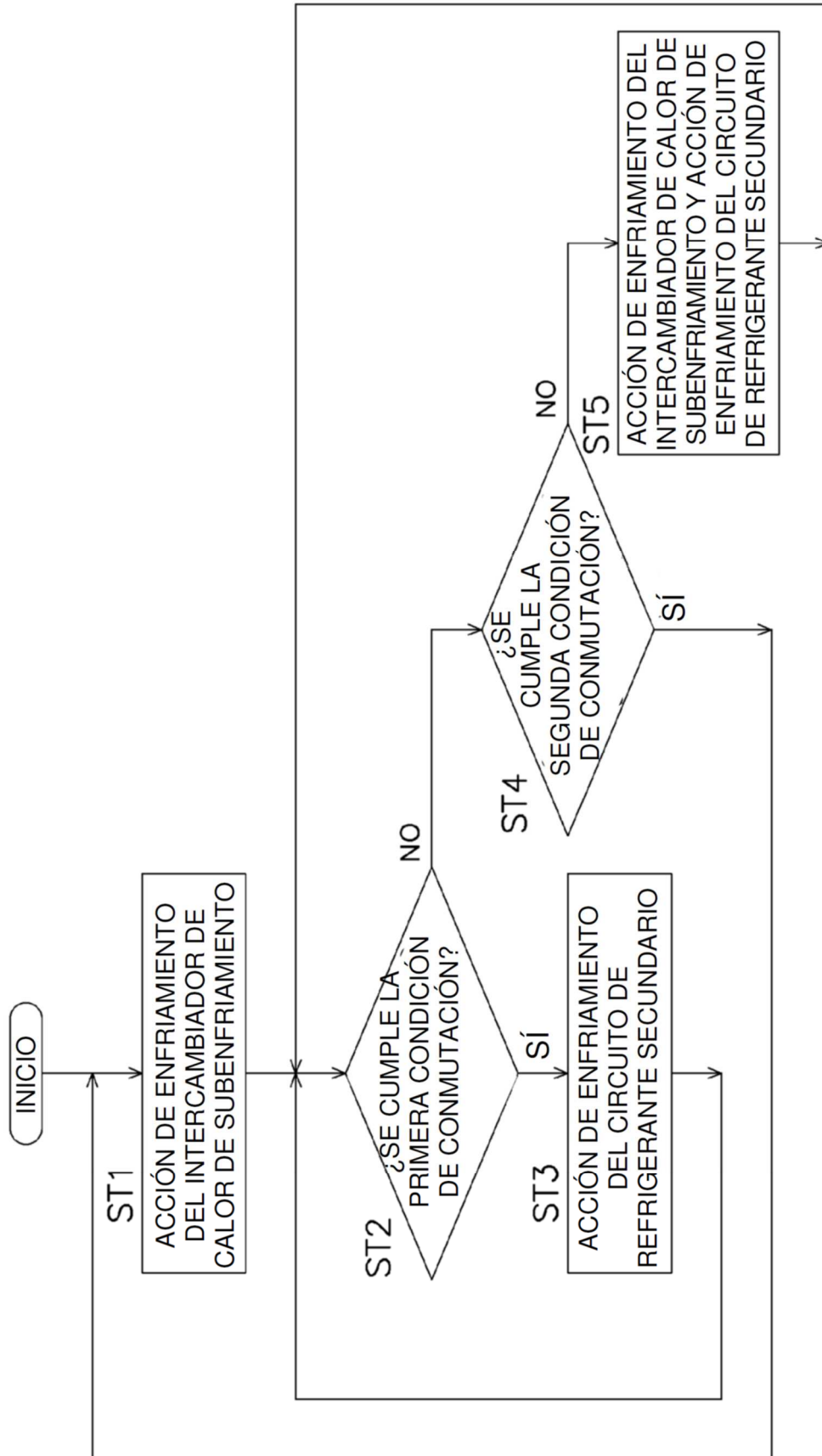


FIG. 9

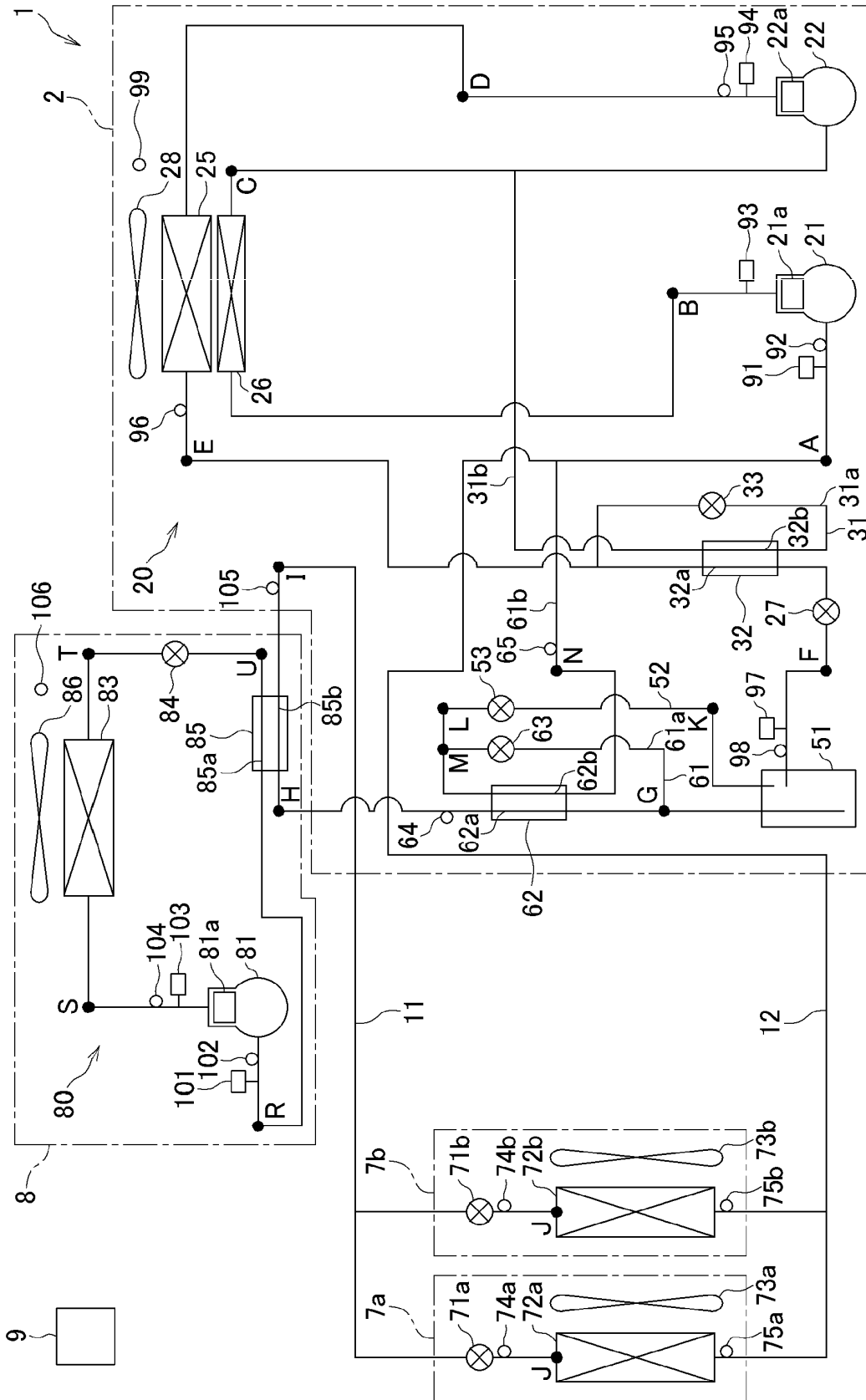


FIG. 10

