



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS  
ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **2 971 908**

⑮ Int. Cl.:

**F25B 39/00** (2006.01)  
**F25B 49/02** (2006.01)  
**F25B 1/00** (2006.01)  
**F24F 1/0059** (2009.01)  
**C09K 5/04** (2006.01)

⑫

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑥ Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.09.2020** PCT/JP2020/036922

⑦ Fecha y número de publicación internacional: **08.04.2021** WO21065914

⑨ Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.09.2020** E 20873117 (4)

⑩ Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.11.2023** EP 4040083

⑮ Título: **Aparato de refrigeración**

⑯ Prioridad:

**30.09.2019 JP 2019180814**

⑮ Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**10.06.2024**

⑯ Titular/es:

**DAIKIN INDUSTRIES, LTD. (100.0%)**  
Osaka Umeda Twin Towers South, 1-13-1, Umeda,  
Kita-ku  
Osaka-shi, Osaka 530-0001, JP

⑯ Inventor/es:

**IWATA, IKUHIRO;**  
**KUMAKURA, EIJI;**  
**YAMADA, TAKURO;**  
**KAJI, RYUHEI y**  
**HIROKAWA, TOMOKI**

⑯ Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 971 908 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**

Aparato de refrigeración

**CAMPO TÉCNICO**

5 La presente invención se refiere a un aparato de refrigeración que utiliza un refrigerante de HFO o una mezcla de refrigerantes que incluye un refrigerante de HFO.

**TÉCNICA ANTERIOR**

Como se describe, por ejemplo, en el documento JP 2012 077983 A, el volumen de un intercambiador de calor exterior generalmente se establece para que sea mayor que el volumen de un intercambiador de calor interior en un acondicionador de aire en el que una unidad interior es operada por una unidad exterior. Cuanto mayor es la diferencia de volumen entre el intercambiador de calor exterior y el intercambiador de calor interior, mayor es la insuficiencia o el exceso de refrigerante en la operación de enfriamiento y en la operación de calentamiento y el COP disminuye. Dado que el volumen del intercambiador de calor exterior es mayor que el volumen del intercambiador de calor interior en el acondicionador de aire mencionado anteriormente, el refrigerante se vuelve ligeramente excesivo en la operación de calentamiento cuando la cantidad de refrigerante en el sistema se regula adecuadamente en la operación de enfriamiento. Mientras tanto, cuando la cantidad de refrigerante se regula adecuadamente durante la operación de calentamiento, el refrigerante resulta ser insuficiente durante la operación de enfriamiento.

Otros ejemplos de aparatos de refrigeración conocidos anteriormente se derivan de los documentos GB 2 525 719 A, US 2014/345310 A1, así como el documento EP 2 801 770 A1, que forma la base para la forma en dos partes de las reivindicaciones independientes de la presente solicitud.

**20 COMPENDIO DE LA INVENCIÓN****< Problema técnico >**

Un refrigerante empleado para acondicionadores de aire se ha transferido del R410A, que ha sido el principal, al R32, que tiene un potencial de calentamiento global reducido. Sin embargo, se ha considerado prometedor un refrigerante basado en HFO que tiene un potencial de calentamiento global aún más reducido.

25 Sin embargo, en el caso de un refrigerante basado en HFO, la densidad del refrigerante, en particular, la densidad del gas en un condensador, es grande en comparación con el R32 y, por ello, el exceso y la insuficiencia del refrigerante son considerables. Por tanto, existe el problema de suprimir el exceso y la insuficiencia de refrigerante ajustando la relación de volumen del intercambiador de calor exterior y del intercambiador de calor interior a una relación de volumen adecuada para un refrigerante basado en HFO.

**30 < Solución al problema >**

Los problemas anteriores se resuelven por medio de un aparato de refrigeración según una cualquiera de las reivindicaciones independientes 1 a 6. Se pueden obtener formas de realización características de la presente invención de las reivindicaciones dependientes.

35 Un aparato de refrigeración según un primer aspecto es un aparato de refrigeración en el que un refrigerante fluye durante la operación de enfriamiento de manera secuencial por un compresor, un intercambiador de calor exterior, un mecanismo de expansión y un intercambiador de calor interior y en el que el refrigerante fluye de manera secuencial durante la operación de calentamiento en el compresor, el intercambiador de calor interior, el mecanismo de expansión y el intercambiador de calor exterior. El refrigerante es un refrigerante de HFO o una mezcla de refrigerantes que incluye un refrigerante de HFO. Tanto el intercambiador de calor interior como el intercambiador de calor exterior son intercambiadores de calor de tipo aletas cruzadas o intercambiadores de calor de tipo pila. Cuando el intercambiador de calor exterior tiene una configuración de una fila, la relación de volumen S [%] del intercambiador de calor exterior respecto al intercambiador de calor interior satisface la expresión relacional de

$$100 \leq S \leq 1,0112E-03 \times \rho^2 - 1,5836E+00 \times \rho + 8,2472E+02$$

donde  $\rho$  [kg/m<sup>3</sup>]: densidad promedio de un gas líquido saturado a una temperatura de condensación de 45 °C.

45 En este aparato de refrigeración, debido a que la relación de volumen S del intercambiador de calor exterior con respecto al intercambiador de calor interior se establece en un valor que satisface la expresión relacional antes mencionada, se suprime el exceso y la insuficiencia de la cantidad de refrigerante durante la operación de enfriamiento y la operación de calentamiento.

50 Un aparato de refrigeración según un segundo aspecto es un aparato de refrigeración en el que un refrigerante fluye de manera secuencial durante la operación de enfriamiento en un compresor, un intercambiador de calor exterior, un mecanismo de expansión y un intercambiador de calor interior y en el que el refrigerante fluye de manera secuencial durante la operación de calentamiento en el compresor, el intercambiador de calor interior, el mecanismo de expansión

5 y el intercambiador de calor exterior. El refrigerante es un refrigerante de HFO o una mezcla de refrigerantes que incluye un refrigerante de HFO. Tanto el intercambiador de calor interior como el intercambiador de calor exterior son intercambiadores de calor de tipo aletas cruzadas o intercambiadores de calor de tipo pila. Cuando el intercambiador de calor exterior tiene una configuración de dos filas, la relación de volumen S [%] del intercambiador de calor exterior respecto al intercambiador de calor interior satisface la expresión relacional de

$$130/\alpha \leq S \leq (1,3483E-03 \times \rho^2 - 2,1115E+00 \times \rho + 1,0996E+03)/\alpha$$

donde  $\rho$  [kg/m<sup>3</sup>]: densidad promedio de un gas líquido saturado a una temperatura de condensación de 45 °C.

10 En este aparato de refrigeración, debido a que la relación de volumen S del intercambiador de calor exterior con respecto al intercambiador de calor interior se establece en un valor que satisface la expresión relacional antes mencionada, se suprime el exceso y la insuficiencia de la cantidad de refrigerante durante la operación de enfriamiento y la operación de calentamiento.

15 Un aparato de refrigeración según un tercer aspecto es un aparato de refrigeración en el que un refrigerante fluye de manera secuencial durante la operación de enfriamiento en un compresor, un intercambiador de calor exterior, un mecanismo de expansión y un intercambiador de calor interior y en el que el refrigerante fluye de manera secuencial durante la operación de calentamiento en el compresor, el intercambiador de calor interior, el mecanismo de expansión y el intercambiador de calor exterior. El refrigerante es un refrigerante de HFO o una mezcla de refrigerantes que incluye un refrigerante de HFO. El intercambiador de calor interior es un intercambiador de calor de aletas cruzadas y el intercambiador de calor exterior es un intercambiador de calor de tipo pila. Cuando el intercambiador de calor exterior tiene una configuración de una fila, una relación de volumen S [%] del intercambiador de calor exterior respecto al intercambiador de calor interior satisface la expresión relacional de

$$100 \times \alpha \leq S \leq (1,0112E-03 \times \rho^2 - 1,5836E+00 \times \rho + 8,2472E+02) \times \alpha$$

25 donde  $\alpha$ : relación de volumen del intercambiador de calor de tipo pila con respecto al intercambiador de calor de tipo aletas cruzadas cuando el intercambiador de calor de tipo aletas cruzadas y el intercambiador de calor de tipo pila tienen un rendimiento de intercambio de calor idéntico, y  $\rho$  [kg/m<sup>3</sup>]: densidad promedio de un gas líquido saturado a una temperatura de condensación de 45 °C.

En este aparato de refrigeración, debido a que la relación de volumen S del intercambiador de calor exterior con respecto al intercambiador de calor interior se establece en un valor que satisface la expresión relacional antes mencionada, se suprime el exceso y la insuficiencia de la cantidad de refrigerante durante la operación de enfriamiento y la operación de calentamiento.

30 Un aparato de refrigeración según un cuarto aspecto es un aparato de refrigeración en el que un refrigerante fluye de manera secuencial durante la operación de enfriamiento en un compresor, un intercambiador de calor exterior, un mecanismo de expansión y un intercambiador de calor interior y en el que el refrigerante fluye de manera secuencial durante la operación de calentamiento en el compresor, el intercambiador de calor interior, el mecanismo de expansión y el intercambiador de calor exterior. El refrigerante es un refrigerante de HFO o una mezcla de refrigerantes que incluye un refrigerante de HFO. El intercambiador de calor interior es un intercambiador de calor de aletas cruzadas y el intercambiador de calor exterior es un intercambiador de calor de tipo pila. Cuando el intercambiador de calor exterior tiene una configuración de dos filas, una relación de volumen S [%] del intercambiador de calor exterior respecto al intercambiador de calor interior satisface la expresión relacional de

$$130 \times \alpha \leq S \leq (1,3483E-03 \times \rho^2 - 2,1115E+00 \times \rho + 1,0996E+03) \times \alpha$$

40 donde  $\alpha$ : relación de volumen del intercambiador de calor de tipo pila con respecto al intercambiador de calor de tipo aletas cruzadas cuando el intercambiador de calor de tipo aletas cruzadas y el intercambiador de calor de tipo pila tienen un rendimiento de intercambio de calor idéntico, y  $\rho$  [kg/m<sup>3</sup>]: densidad promedio de un gas líquido saturado a una temperatura de condensación de 45 °C.

45 En este aparato de refrigeración, debido a que la relación de volumen S del intercambiador de calor exterior con respecto al intercambiador de calor interior se establece en un valor que satisface la expresión relacional antes mencionada, se suprime el exceso y la insuficiencia de la cantidad de refrigerante durante la operación de enfriamiento y la operación de calentamiento.

50 Un aparato de refrigeración según un quinto aspecto es un aparato de refrigeración en el que un refrigerante fluye de manera secuencial durante la operación de enfriamiento en un compresor, un intercambiador de calor exterior, un mecanismo de expansión y un intercambiador de calor interior y en el que el refrigerante fluye de manera secuencial durante la operación de calentamiento en el compresor, el intercambiador de calor interior, el mecanismo de expansión y el intercambiador de calor exterior. El refrigerante es un refrigerante de HFO o una mezcla de refrigerantes que incluye un refrigerante de HFO. El intercambiador de calor interior es un intercambiador de calor de tipo pila y el intercambiador de calor exterior es un intercambiador de calor de tipo aletas cruzadas. Cuando el intercambiador de calor exterior tiene una configuración de una fila, una relación de volumen S [%] del intercambiador de calor exterior respecto al intercambiador de calor interior satisface la expresión relacional de

$$100/\alpha \leq S \leq (1,0112E-03 \times \rho^2 - 1,5836E+00 \times \rho + 8,2472E+02)/\alpha$$

5 donde  $\alpha$ : relación de volumen del intercambiador de calor de tipo pila con respecto al intercambiador de calor de tipo aletas cruzadas cuando el intercambiador de calor de tipo aletas cruzadas y el intercambiador de calor de tipo pila tienen un rendimiento de intercambio de calor idéntico, y  $\rho$  [kg/m<sup>3</sup>]: densidad promedio de un gas líquido saturado a una temperatura de condensación de 45 °C.

En este aparato de refrigeración, debido a que la relación de volumen S del intercambiador de calor exterior con respecto al intercambiador de calor interior se establece en un valor que satisface la expresión relacional antes mencionada, se suprime el exceso y la insuficiencia de la cantidad de refrigerante durante la operación de enfriamiento y la operación de calentamiento.

- 10 Un aparato de refrigeración según un sexto aspecto es un aparato de refrigeración en el que un refrigerante fluye de manera secuencial durante la operación de enfriamiento en un compresor, un intercambiador de calor exterior, un mecanismo de expansión y un intercambiador de calor interior y en el que el refrigerante fluye de manera secuencial durante la operación de calentamiento en el compresor, el intercambiador de calor interior, el mecanismo de expansión y el intercambiador de calor exterior. El refrigerante es un refrigerante de HFO o una mezcla de refrigerantes que
- 15 incluye un refrigerante de HFO. El intercambiador de calor interior es un intercambiador de calor de tipo pila y el intercambiador de calor exterior es un intercambiador de calor de tipo aletas cruzadas. Cuando el intercambiador de calor exterior tiene una configuración de dos filas, una relación de volumen S [%] del intercambiador de calor exterior respecto al intercambiador de calor interior satisface la expresión relacional de

$$130/\alpha \leq S \leq (1,3483E-03 \times \rho^2 - 2,1115E+00 \times \rho + 1,0996E+03)/\alpha$$

- 20 donde  $\alpha$ : relación de volumen del intercambiador de calor de tipo pila con respecto al intercambiador de calor de tipo aletas cruzadas cuando el intercambiador de calor de tipo aletas cruzadas y el intercambiador de calor de tipo pila tienen un rendimiento de intercambio de calor idéntico, y  $\rho$  [kg/m<sup>3</sup>]: densidad promedio de un gas líquido saturado a una temperatura de condensación de 45 °C.

- 25 En este aparato de refrigeración, debido a que la relación de volumen S del intercambiador de calor exterior con respecto al intercambiador de calor interior se establece en un valor que satisface la expresión relacional antes mencionada, se suprime el exceso y la insuficiencia de la cantidad de refrigerante durante la operación de enfriamiento y la operación de calentamiento.

- 30 Un aparato de refrigeración según un séptimo aspecto es el aparato de refrigeración según uno cualquiera del segundo aspecto, el cuarto aspecto y el sexto aspecto donde se dispone un receptor de alta presión entre el intercambiador de calor exterior y el mecanismo de expansión. Un volumen del intercambiador de calor exterior incluye un volumen del receptor de alta presión.

Un aparato de refrigeración según un octavo aspecto es el aparato de refrigeración según uno cualquiera de los aspectos primero a séptimo donde se satisface una expresión de  $476,1 < p$ .

- 35 Un aparato de refrigeración según un noveno aspecto es el aparato de refrigeración según uno cualquiera de los aspectos primero a octavo donde el refrigerante de HFO es cualquiera de R1132(E), R1123, R1234yf y R1234ze.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[Fig. 1] La Fig. 1 es un diagrama esquemático de un aparato de aire acondicionado como un aparato de refrigeración según una forma de realización de la presente invención.

[Fig. 2] La Fig. 2 es una vista frontal esquemática de un intercambiador de calor de tipo aletas cruzadas.

- 40 [Fig. 3] La Fig. 3 es una vista en perspectiva externa de un intercambiador de calor de tipo pila.

[Fig. 4] La Fig. 4 es una tabla de modelos objetivo de la configuración del ajuste del límite superior de la relación de volumen.

- 45 [Fig. 5A] La Fig. 5A es una tabla que muestra una relación entre la densidad promedio líquido-gas de un refrigerante basado en HFO y el límite superior de una relación de volumen S de un intercambiador de calor exterior respecto a un intercambiador de calor interior cuando el intercambiador de calor exterior es un intercambiador de calor de una fila.

[Fig. 5B] La Fig. 5B es un gráfico que muestra una relación entre la densidad promedio líquido-gas de un refrigerante basado en HFO y el límite superior de la relación de volumen S del intercambiador de calor exterior respecto al intercambiador de calor interior cuando el intercambiador de calor exterior es un intercambiador de calor de una fila.

- 50 [Fig. 6A] La Fig. 6A es una tabla que muestra una relación entre la densidad promedio líquido-gas de un refrigerante basado en HFO y el límite superior de la relación de volumen del intercambiador de calor exterior respecto al intercambiador de calor interior cuando el intercambiador de calor exterior es un intercambiador de calor de dos filas.

Fig. 6B] La Fig. 6B es un gráfico que muestra una relación entre la densidad promedio líquido-gas de un refrigerante basado en HFO y el límite superior de la relación de volumen del intercambiador de calor exterior respecto al intercambiador de calor interior cuando el intercambiador de calor exterior es un intercambiador de calor de dos filas.

5 [Fig. 7] La Fig. 7 es un diagrama esquemático de un aparato de aire acondicionado como un aparato de refrigeración según una modificación de la presente invención.

## DESCRIPCIÓN DE FORMAS DE REALIZACIÓN

### <Primera forma de realización>

#### (1) Configuración del aparato de aire acondicionado 1

10 La Fig. 1 es un diagrama esquemático de un aparato de aire acondicionado 1 según una forma de realización de la presente invención. En la Fig. 1, el aparato de aire acondicionado 1 es un aparato de refrigeración que lleva a cabo operación de enfriamiento y operación de calentamiento mediante un ciclo de refrigeración por compresión de vapor.

Un circuito de refrigerante 10 del aparato de aire acondicionado 1 está constituido por una unidad exterior 2 y una unidad interior 4 que están conectadas entre sí a través de una tubería de conexión de líquido-refrigerante 5 y una tubería de conexión de gas-refrigerante 6.

15 Un refrigerante encerrado en el circuito de refrigerante 10 es un refrigerante de HFO o una mezcla de refrigerante que incluye un refrigerante de HFO. Un refrigerante de HFO es cualquiera de los R1132(E), R1123, R1234yf y R1234ze.

#### (1-1) Unidad interior 4

La unidad interior 4 está instalada en el interior y constituye parte del circuito de refrigerante 10. La unidad interior 4 incluye un intercambiador de calor interior 41, un ventilador interior 42 y una unidad de control del lado interior 44.

20 **(1-1-1) Intercambiador de calor interior 41**

El intercambiador de calor interior 41 funciona como un evaporador para el refrigerante durante la operación de enfriamiento y enfriá el aire interior. El intercambiador de calor interior 41 funciona como un radiador para el refrigerante durante la operación de calentamiento y calienta el aire interior. El lado de entrada de refrigerante del intercambiador de calor interior 41 durante la operación de enfriamiento está conectado a la tubería de conexión de líquido-refrigerante 5, y el lado de salida de refrigerante del mismo está conectado a la tubería de conexión de gas-refrigerante 6.

Como intercambiador de calor interior 41, se emplea un intercambiador de calor de tipo aletas cruzadas o un intercambiador de calor de tipo pila. El intercambiador de calor de tipo aletas cruzadas y el intercambiador de calor de tipo pila se describirán en "(3) Selección del intercambiador de calor interior 41 y el intercambiador de calor exterior 23".

30 **(1-1-2) Ventilador interior 42**

El ventilador interior 42 lleva aire interior a la unidad interior 4, hace que el aire interior intercambie calor con el refrigerante en el intercambiador de calor interior 41 y luego suministra el aire al interior de una habitación. Como ventilador interior 42, se emplea un ventilador centrífugo, un ventilador de múltiples aspas o similar. El ventilador interior 42 es accionado por un motor de ventilador interior 43.

35 **(1-1-3) Unidad de control interior 44**

La unidad de control del lado interior 44 controla la operación de cada parte que constituye la unidad interior 4. La unidad de control del lado interior 44 tiene un microordenador y una memoria que sirven para el control de la unidad interior 4.

40 La unidad de control del lado interior 44 transmite y recibe una señal de control y similares hacia y desde un controlador remoto (no ilustrado). Además, la unidad de control del lado interior 44 transmite y recibe una señal de control y similares hacia y desde una unidad de control del lado exterior 38 de la unidad exterior 2 a través de una línea de transmisión 8a.

#### (1-2) Unidad exterior 2

45 La unidad exterior 2 está instalada al aire libre y constituye parte del circuito de refrigerante 10. La unidad exterior 2 incluye un compresor 21, una válvula de commutación de cuatro vías 22, un intercambiador de calor exterior 23, una válvula de expansión 26, una válvula de cierre del lado del líquido 27, y una válvula de cierre del lado del gas 28.

**(1-2-1) Compresor 21**

El compresor 21 es un dispositivo que comprime un refrigerante de baja presión del ciclo de refrigeración. El compresor 21 acciona y hace girar un elemento de compresión de desplazamiento positivo (no ilustrado) de tipo rotativo, tipo espiral o similar mediante un motor de compresión 21a.

- 5 Una tubería de succión 31 está conectada al lado de succión del compresor 21, y una tubería de descarga 32 está conectada al lado de descarga del mismo. La tubería de succión 31 es una tubería de refrigerante que conecta el lado de succión del compresor 21 y la válvula de conmutación de cuatro vías 22 entre sí. La tubería de descarga 32 es una tubería de refrigerante que conecta el lado de descarga del compresor 21 y la válvula de conmutación de cuatro vías 22 entre sí.
- 10 Un acumulador 29 está conectado a la tubería de succión 31. El acumulador 29 separa un refrigerante que fluye en un refrigerante líquido y un refrigerante gaseoso y hace que solo el refrigerante gaseoso fluya hacia el lado de succión del compresor 21.

**(1-2-2) Válvula de conmutación de cuatro vías 22**

- 15 La válvula de conmutación de cuatro vías 22 cambia la dirección del flujo del refrigerante en el circuito de refrigerante 10. Durante la operación de enfriamiento, la válvula de conmutación de cuatro vías 22 hace que el intercambiador de calor exterior 23 funcione como un radiador para el refrigerante y hace que el intercambiador de calor interior 41 funcione como evaporador para el refrigerante.

20 Durante la operación de enfriamiento, la válvula de conmutación de cuatro vías 22 conecta la tubería de descarga 32 del compresor 21 y una primera tubería de gas refrigerante 33 del intercambiador de calor exterior 23 entre sí (véanse las líneas continuas de la válvula de conmutación de cuatro vías 22 en la Fig. 1) y conecta la tubería de succión 31 del compresor 21 y una segunda tubería de gas refrigerante 34 entre sí (véanse las líneas continuas de la válvula de conmutación de cuatro vías 22 en la Fig. 1).

25 Durante la operación de calentamiento, la válvula de conmutación de cuatro vías 22 cambia a un estado de ciclo de calentamiento en el que el intercambiador de calor exterior 23 funciona como un evaporador para el refrigerante y en el que el intercambiador de calor interior 41 funciona como un radiador para el refrigerante.

30 Durante la operación de calentamiento, la válvula de conmutación de cuatro vías 22 conecta la tubería de descarga 32 del compresor 21 y la segunda tubería de gas refrigerante 34 entre sí (véanse las líneas discontinuas de la válvula de conmutación de cuatro vías 22 en la Fig. 1) y conecta la tubería de succión 31 del compresor 21 y la primera tubería de gas refrigerante 33 del intercambiador de calor exterior 23 entre sí (véanse las líneas discontinuas de la válvula de conmutación de cuatro vías 22 en la Fig. 1).

Aquí, la primera tubería de gas refrigerante 33 es una tubería de refrigerante que conecta entre sí la válvula de conmutación de cuatro vías 22 y la entrada de refrigerante del intercambiador de calor exterior 23 durante la operación de enfriamiento. La segunda tubería de gas refrigerante 34 es una tubería de refrigerante que conecta la válvula de conmutación de cuatro vías 22 y la válvula de cierre del lado del gas 28 entre sí.

**(1-2-3) Intercambiador de calor exterior 23**

35 El intercambiador de calor exterior 23 funciona como un radiador para el refrigerante durante la operación de enfriamiento. Además, el intercambiador de calor exterior 23 funciona como evaporador del refrigerante durante la operación de calentamiento. Un extremo de una tubería de refrigerante líquido 35 está conectado a la salida de refrigerante del intercambiador de calor exterior 23 durante la operación de enfriamiento. El otro extremo de la tubería de refrigerante líquido 35 está conectado a la válvula de expansión 26.

40 Como intercambiador de calor exterior 23, se emplea un intercambiador de calor de tipo aletas cruzadas o un intercambiador de calor de tipo pila. El intercambiador de calor de tipo aletas cruzadas y el intercambiador de calor de tipo pila se describirán en "(3) Selección del intercambiador de calor interior 41 y el intercambiador de calor exterior 23".

**(1-2-4) Válvula de expansión 26**

45 La válvula de expansión 26 es una válvula de expansión eléctrica. Durante la operación de enfriamiento, la válvula de expansión 26 descomprime un refrigerante de alta presión que se envía desde el intercambiador de calor exterior 23 a una presión baja. Durante la operación de calentamiento, la válvula de expansión 26 descomprime un refrigerante de alta presión que se envía desde el intercambiador de calor interior 41 a una presión baja.

**(1-2-5) Válvula de cierre del lado del líquido 27 y válvula de cierre del lado del gas 28**

50 La válvula de cierre del lado de líquido 27 está conectada a la tubería de conexión de refrigerante líquido 5. La válvula de cierre del lado de gas 28 está conectada a la tubería de conexión de gas-refrigerante 6. La válvula de cierre del lado de líquido 27 está situada aguas abajo de la válvula de expansión 26 en una dirección de circulación del

refrigerante durante la operación de enfriamiento. La válvula de cierre del lado del gas 28 está situada aguas arriba de la válvula de conmutación de cuatro vías 22 en una dirección de circulación de refrigerante durante la operación de enfriamiento.

#### **(1-2-6) Ventilador exterior 36**

- 5 La unidad exterior 2 incluye un ventilador exterior 36. El ventilador exterior 36 toma aire exterior hacia la unidad exterior 2, hace que el aire exterior intercambie calor con el refrigerante en el intercambiador de calor exterior 23 y luego descarga el aire al exterior. Como ventilador exterior 36 se emplea un ventilador de hélice o similar. El ventilador exterior 36 es accionado por un motor de ventilador exterior 37.

#### **(1-2-7) Unidad de control del lado exterior 38**

- 10 La unidad de control del lado exterior 38 controla la operación de cada parte que constituye la unidad exterior 2. La unidad de control del lado exterior 38 tiene un microordenador y una memoria que sirven para controlar la unidad exterior 2.

La unidad de control del lado exterior 38 transmite y recibe una señal de control y similares hacia y desde la unidad de control del lado interior 44 de la unidad interior 4 a través de la línea de transmisión 8a.

- 15 **(1-3) Tuberías de conexión 5 y 6**

Las tuberías de conexión 5 y 6 son tuberías de refrigerante que se construyen localmente durante la instalación del aparato de aire acondicionado 1 en un lugar de instalación en un edificio o similar. Como cada una de las tuberías de conexión 5 y 6, se emplea una tubería que tiene una longitud y diámetro apropiado según las condiciones de instalación tales como una ubicación de instalación, una combinación de la unidad exterior 2 y la unidad interior 4, y similares.

- 20 **(2) Operación básica del aparato de aire acondicionado 1**

A continuación, se describirá una operación básica del aparato de aire acondicionado 1 con referencia a la Fig. 1. El aparato de aire acondicionado 1 es capaz de llevar a cabo una operación de enfriamiento y una operación de calentamiento como operación básica.

#### **(2-1) Operación de enfriamiento**

- 25 Durante la operación de enfriamiento, la válvula de conmutación de cuatro vías 22 cambia a un estado de ciclo de enfriamiento (el estado indicado por las líneas continuas en la Fig. 1). En el circuito de refrigerante 10, el compresor 21 aspira un gas refrigerante a baja presión del ciclo de refrigeración y lo descarga después de comprimirlo.

El gas refrigerante a alta presión descargado desde el compresor 21 se envía al intercambiador de calor exterior 23 a través de la válvula de conmutación de cuatro vías 22.

- 30 En el intercambiador de calor exterior 23 que funciona como radiador, el gas refrigerante a alta presión enviado al intercambiador de calor exterior 23 irradia calor intercambiando calor con aire exterior suministrado desde el ventilador exterior 36, y se convierte en un refrigerante líquido a alta presión. El refrigerante líquido a alta presión se envía a la válvula de expansión 26.

- 35 El refrigerante líquido a alta presión enviado a la válvula de expansión 26 se descomprime a una presión baja del ciclo de refrigeración mediante la válvula de expansión 26 y se convierte en un refrigerante bifásico gas-líquido a baja presión. El refrigerante bifásico gas-líquido a baja presión descomprimido en la válvula de expansión 26 se envía al intercambiador de calor interior 41 a través de la válvula de cierre del lado del líquido 27 y la tubería de conexión de líquido-refrigerante 5.

- 40 El refrigerante bifásico gas-líquido a baja presión enviado al intercambiador de calor interior 41 se evapora en el intercambiador de calor interior 41 intercambiando calor con aire interior suministrado desde el ventilador interior 42. Por consiguiente, el aire interior se enfriá. A continuación, el aire enfriado se suministra al interior de una habitación, enfriando así el interior de la habitación.

- 45 El gas refrigerante a baja presión que se ha evaporado en el intercambiador de calor interior 41 es aspirado de nuevo por el compresor 21 a través de la tubería de conexión de gas-refrigerante 6, la válvula de cierre 28 del lado del gas y la válvula de conmutación de cuatro vías 22.

#### **(2-2) Operación de calentamiento**

Durante la operación de calentamiento, la válvula de conmutación de cuatro vías 22 cambia al estado de ciclo de calentamiento (el estado indicado por las líneas discontinuas en la Fig. 1). En el circuito de refrigerante 10, el compresor 21 aspira un gas refrigerante a baja presión del ciclo de refrigeración y lo descarga después de comprimirlo.

El gas refrigerante a alta presión descargado desde el compresor 21 se envía al intercambiador de calor interior 41 a través de la válvula de conmutación de cuatro vías 22, la válvula de cierre del lado del gas 28 y la tubería de conexión de gas-refrigerante 6.

5 El refrigerante gaseoso a alta presión enviado al intercambiador de calor interior 41 irradia calor en el intercambiador de calor interior 41 intercambiando calor con aire interior suministrado desde el ventilador interior 42, y se convierte en un refrigerante líquido a alta presión. Por consiguiente, el aire interior se calienta. Luego, el aire calentado se suministra al interior de una habitación, calentando así el interior de la habitación.

10 El refrigerante líquido a alta presión que ha irradiado calor en el intercambiador de calor interior 41 se envía a la válvula de expansión 26 a través de la tubería de conexión de líquido-refrigerante 5 y la válvula de cierre del lado del líquido 27.

El refrigerante líquido a alta presión enviado a la válvula de expansión 26 se descomprime a una presión baja del ciclo de refrigeración mediante la válvula de expansión 26 y se convierte en un refrigerante bifásico gas-líquido a baja presión. El refrigerante bifásico gas-líquido a baja presión descomprimido en la válvula de expansión 26 se envía al intercambiador de calor exterior 23.

15 El refrigerante bifásico gas-líquido a baja presión enviado al intercambiador de calor exterior 23 se evapora en el intercambiador de calor exterior 23 intercambiando calor con aire exterior suministrado desde el ventilador exterior 36, y se convierte en un refrigerante de gas a baja presión.

El refrigerante de baja presión que se ha evaporado en el intercambiador de calor exterior 23 es aspirado nuevamente por el compresor 21 a través de la válvula de conmutación de cuatro vías 22.

### 20 (3) Selección de intercambiadores de calor.

Aquí, se describirá un esquema del intercambiador de calor de tipo aletas cruzadas o el intercambiador de calor de tipo pila empleado en el intercambiador de calor interior 41 y el intercambiador de calor exterior 23.

#### (3-1) Esquema del intercambiador de calor tipo aleta cruzada

25 La Fig. 2 es una vista frontal de un intercambiador de calor de tipo aletas cruzadas 51. En la Fig. 2, el intercambiador de calor de tipo aletas cruzadas 51 tiene una aleta de transferencia de calor 512 y una tubería de transferencia de calor 511.

30 La aleta de transferencia de calor 512 es una placa plana delgada de aluminio. La aleta de transferencia de calor 512 tiene una pluralidad de orificios pasantes. La tubería de transferencia de calor 511 tiene una tubería recta 511a insertada en los orificios pasantes de la aleta de transferencia de calor 512, y tuberías en forma de U 511b y 511c que acoplan partes de extremo de tuberías rectas 511a mutuamente adyacentes entre sí.

35 La tubería recta 511a está en estrecho contacto con la aleta de transferencia de calor 512 al ser sometida a un procesamiento de expansión de la tubería después de insertarse en los orificios pasantes de la aleta de transferencia de calor 512. La tubería recta 511a y la primera tubería en forma de U 511b están formadas solidariamente entre sí.

35 La segunda tubería en forma de U 511c se acopla a una parte de extremo de la tubería recta 511a mediante soldadura fuerte o similar después de que la tubería recta 511a se inserte en los orificios pasantes de la aleta de transferencia de calor 512 y se someta al procesamiento de expansión de la tubería.

#### (3-2) Esquema del intercambiador de calor tipo pila

40 La Fig. 3 es una vista en perspectiva externa de un intercambiador de calor de tipo pila 53. En la Fig. 3, el intercambiador de calor de tipo pila 53 incluye una pluralidad de tuberías planas 531 y una pluralidad de aletas de transferencia de calor 532.

#### (3-2-1) Tubería Plana 531

Cada tubería plana 531 es una tubería de múltiples orificios. La tubería plana 531 está formada de aluminio o una aleación de aluminio y tiene una parte plana 531a que sirve como superficie de transferencia de calor, y una pluralidad de vías de flujo internas 531b por las que fluye el refrigerante.

45 Las tuberías planas 531 están dispuestas en una pluralidad de etapas para apilarse con un espacio (espacio de ventilación) entre ellos en un estado en donde las respectivas porciones planas 531a están dirigidas hacia arriba/abajo.

#### (3-2-2) Aleta de transferencia de calor 532

50 Cada aleta de transferencia de calor 532 es una aleta hecha de aluminio o una aleación de aluminio. La aleta de transferencia de calor 532 está dispuesta en un espacio de ventilación entre las tuberías planas 531 verticalmente adyacentes entre sí y está en contacto con las porciones planas 531a de las tuberías planas 531.

La aleta de transferencia de calor 532 tiene un recorte 532c en el que se insertan las tuberías planas 531. Despues de insertar las tuberías planas 531 en los recortes 532c de las aletas de transferencia de calor 532, las aletas de transferencia de calor 532 y las porciones planas 531a de las tuberías planas 531 se unen entre sí mediante soldadura fuerte o similar.

5 **(3-2-3) Cabezales 533a y 533b**

Los cabezales 533a y 533b están acoplados a ambos extremos de las tuberías planas 531 dispuestos en la pluralidad de etapas en la dirección de arriba a abajo. Los cabezales 533a y 533b tienen la función de soportar las tuberías planas 531, la función de guiar el refrigerante hacia las vías de flujo internas de las tuberías planas 531 y la función de recoger el refrigerante que ha salido de las vías de flujo internas.

10 Cuando el intercambiador de calor de tipo pila 53 funciona como un evaporador para el refrigerante, el refrigerante fluye hacia el primer cabezal 533a. El refrigerante que ha fluido hacia el primer cabezal 533a se distribuye a las trayectorias de flujo internas 531b de las tuberías planas 531 de las etapas de manera sustancialmente uniforme y fluye hacia el segundo cabezal 533b. El refrigerante que fluye en las trayectorias de flujo internas de las tuberías planas 531 de las etapas absorbe a través de las aletas de transferencia de calor 532 calor de un flujo de aire que fluye en los espacios de ventilación. El refrigerante que ha fluido en las trayectorias de flujo internas de las tuberías planas 531 de las etapas se acumula en el segundo cabezal 533b y sale del segundo cabezal 533b.

15 Cuando el intercambiador de calor de tipo pila 53 funciona como un radiador para el refrigerante, el refrigerante fluye hacia el segundo cabezal 533b. El refrigerante que ha fluido hacia el segundo cabezal 533b se distribuye a las trayectorias de flujo internas 531b de las tuberías planas 531 de las etapas de manera sustancialmente uniforme y fluye hacia el primer cabezal 533a. El refrigerante que fluye en las trayectorias de flujo internas de las tuberías planas 531 de las etapas irradia calor a través de las aletas de transferencia de calor 532 hacia un flujo de aire que fluye en el espacio de ventilación. El refrigerante que ha fluido en las trayectorias de flujo internas de las tuberías planas 531 de las etapas se reúne en el primer colector 533a y sale del primer colector 533a.

**(4) Relación de volumen S del intercambiador de calor exterior respecto al intercambiador de calor interior**

25 **(4-1) Influencia del refrigerante basado en HFO**

En el aparato de aire acondicionado 1 según la presente forma de realización, una unidad interior 4 es operada por una unidad exterior 2.

En dicho aparato de aire acondicionado, generalmente, el volumen del intercambiador de calor exterior es mayor que el volumen del intercambiador de calor interior.

30 Esto se debe a que la diferencia de temperatura entre la temperatura ambiente y la temperatura de evaporación o la temperatura de condensación se establece para que sea menor para el intercambiador de calor exterior. En particular, en el intercambiador de calor exterior durante la operación de calentamiento, la diferencia entre la temperatura de evaporación y la temperatura ambiente es extremadamente pequeña para suprimir las heladas tanto como sea posible.

35 Debido a las circunstancias descritas anteriormente, se genera una diferencia de volumen entre el intercambiador de calor interior y el intercambiador de calor exterior. Por ejemplo, incluso cuando se determina una cantidad de refrigerante tal que la cantidad de refrigerante no resulta ser insuficiente durante la operación de calentamiento donde el intercambiador de calor interior que tiene un volumen menor que el intercambiador de calor exterior sirve como condensador, el refrigerante resulta ser insuficiente durante la operación de enfriamiento, y el subenfriamiento tiende a no producirse en la salida del condensador.

40 Por tanto, generalmente, una cantidad adecuada de refrigerante se determina teniendo en cuenta la influencia del exceso o la insuficiencia de la cantidad de refrigerante.

45 Sin embargo, cuando se incluye un refrigerante basado en HFO en lugar del refrigerante de un aparato de aire acondicionado (en lo sucesivo denominado máquina de HFC) que utiliza un refrigerante basado en HFC, la cantidad de refrigerante se vuelve más excesiva en la operación de calentamiento cuando la cantidad de refrigerante está regulada de modo que el grado de subenfriamiento sea el mismo que el de la máquina de HFC en operación de enfriamiento. Cuando la cantidad de refrigerante se regula de manera que el grado de subenfriamiento sea el mismo que el de la máquina HFC en operación de calentamiento, la cantidad de refrigerante resulta ser más insuficiente en operación de enfriamiento, en particular, bajo una condición de carga baja.

50 Esto se debe a que la densidad promedio líquido-gas, en particular, la densidad del gas a una presión superior a la del refrigerante HFC, es mayor en el refrigerante basado en HFO que en el refrigerante de HFC. Cuando el grado de subenfriamiento es el mismo, la cantidad de refrigerante retenida en el intercambiador de calor es grande.

Como se describió anteriormente, cuando se usa un refrigerante basado en HFO en un aparato de aire acondicionado, el aparato fácilmente, en comparación con una máquina existente, entra en un estado en el que la cantidad de

refrigerante es excesiva o insuficiente debido a la "diferencia en la relación de volumen entre el intercambiador de calor interior y el intercambiador de calor exterior" y la "diferencia en la densidad media líquido-gas a alta presión".

#### (4-2) Modelo objetivo

Aquí, el límite superior de la relación de volumen S se establece para evitar el diseño incorrecto de la relación de volumen S del intercambiador de calor exterior 23 al intercambiador de calor interior 41 cuando se usa un refrigerante basado en HFO en el aparato de aire acondicionado.

La Fig. 4 es una tabla de modelos objetivo de ajuste del límite superior de la relación de volumen S. En la Fig. 4, en primer lugar, el intercambiador de calor exterior se clasifica generalmente en un tipo en el que el intercambiador de calor exterior 23 es un intercambiador de calor de una fila y un tipo en el que el intercambiador de calor exterior 23 es un intercambiador de calor de dos filas.

##### (4-2-1) Tipos A1, B1 y C1

A continuación, partiendo de la premisa de que el intercambiador de calor exterior 23 es un intercambiador de calor de una fila, se clasifica una combinación de tipos de intercambiadores de calor para el intercambiador de calor interior 41 y el intercambiador de calor exterior 23 en tres tipos de tipo A1, tipo B1 y tipo C1.

En el tipo A1, tanto el intercambiador de calor interior 41 como el intercambiador de calor exterior 23 son del tipo de aletas cruzadas o del tipo pila. En el tipo B1, el intercambiador de calor interior 41 es del tipo de aletas cruzadas y el intercambiador de calor exterior 23 es del tipo pila. En el Tipo C1, el intercambiador de calor interior 41 es del tipo pila y el intercambiador de calor exterior 23 es del tipo de aletas cruzadas.

##### (4-2-2) Tipos A2, B2 y C2

A continuación, partiendo de la premisa de que el intercambiador de calor exterior 23 es un intercambiador de calor de dos filas, se clasifica una combinación de tipos de intercambiadores de calor para el intercambiador de calor interior 41 y el intercambiador de calor exterior 23 en tres tipos de tipo A2, tipo B2 y tipo C2.

En el tipo A2, tanto el intercambiador de calor interior 41 como el intercambiador de calor exterior 23 son del tipo de aletas cruzadas o del tipo pila. En el tipo B2, el intercambiador de calor interior 41 es del tipo de aletas cruzadas y el intercambiador de calor exterior 23 es del tipo pila. En el tipo C2, el intercambiador de calor interior 41 es del tipo pila y el intercambiador de calor exterior 23 es del tipo de aletas cruzadas.

#### (4-3) Límite superior de la relación de volumen S de los tipos A1, B1 y C1

Para determinar la relación de volumen S del intercambiador de calor exterior 23 con respecto al intercambiador de calor interior 41 en un circuito de refrigerante que utiliza un refrigerante basado en HFO, se describirá la relación de volumen de un intercambiador de calor exterior con respecto a un intercambiador de calor interior en un circuito de refrigerante que utiliza HFC-32 (en lo sucesivo denominado R32), que es un refrigerante existente que sirve como referencia comparativa.

##### (4-3-1) Tipo A1

Como premisa, tanto el intercambiador de calor interior 41 como el intercambiador de calor exterior 23 son del tipo de aletas cruzadas o del tipo pila, el intercambiador de calor exterior 23 es un intercambiador de calor de una fila, el intercambiador de calor interior 41 es un intercambiador de calor de dos filas y el modo de operación es operación de calentamiento.

La capacidad de intercambio de calor  $Q_c$  del intercambiador de calor interior 41 y la capacidad de intercambio de calor  $Q_e$  del intercambiador de calor exterior 23 durante la operación de calentamiento se expresan generalmente mediante las siguientes expresiones.

$$Q_c = K \times A_c \times \Delta T_c$$

$$Q_e = K \times A_e \times \Delta T_e$$

K: coeficiente de transferencia de calor (referencia del área frontal)

A<sub>c</sub>: área frontal del intercambiador de calor interior 41

A<sub>e</sub>: área frontal del intercambiador de calor exterior 23

$\Delta T_c$ : diferencia entre la temperatura de condensación y la temperatura interior de referencia de calentamiento

$\Delta T_e$ : diferencia entre la temperatura exterior de referencia de calentamiento y la temperatura de evaporación

5

10

15

20

25

30

35

40

45

Si la temperatura de condensación es de aproximadamente 43 °C y la temperatura interior de referencia de calentamiento es de 20 °C, se cumple  $\Delta T_c = 23$ . Si la temperatura exterior de referencia de calentamiento es de 6 °C y la temperatura de evaporación es de aproximadamente 0 °C, se cumple  $\Delta T_e = 6$ .

Por tanto, se cumplen las siguientes expresiones.

5  $Q_c = K \times A_c \times 23 \cdots [1]$

$$Q_e = K \times A_e \times 6 \cdots [2]$$

Cuando el coeficiente de rendimiento (COP) durante la operación de calentamiento es 5, se cumple la siguiente expresión.

$$Q_c/Q_e \approx 5/4 \cdots [3]$$

- 10 De las expresiones [1], [2] y [3], se cumple la siguiente expresión.

$$A_c/A_e \approx 1/3$$

Este es el límite superior de la relación de volumen S.

Por tanto, el límite superior de la relación de volumen S del intercambiador de calor exterior con respecto al intercambiador de calor interior en el circuito de refrigerante que utiliza R32 es 300%.

- 15 La densidad promedio líquido-gas  $\rho$  de un refrigerante basado en HFO en una región de condensación es mayor que la del R32. Aquí, la densidad promedio líquido-gas  $\rho$  se define como un valor promedio de una densidad de líquido saturado y una densidad de gas saturado a una temperatura de 45 °C.

Cuando la densidad promedio de líquido-gas de R32 es  $\rho_{R32}$ , y la densidad promedio de líquido-gas de un refrigerante basado en HFO es  $\rho_{HFO}$ , el volumen requerido del intercambiador de calor exterior 23 es  $[\rho_{R32}/\rho_{HFO}]$  veces el volumen del intercambiador de calor exterior que utiliza R32.

- 20 Por tanto, tomando como base la densidad promedio líquido-gas de refrigerantes basados en HFO de varios tipos, se puede calcular el límite superior de la relación de volumen S correspondiente a cada uno de los refrigerantes basados en HFO.

25 La Fig. 5A es una tabla que muestra una relación entre la densidad promedio de líquido-gas  $\rho$  de un refrigerante basado en HFO y el límite superior de la relación de volumen S del intercambiador de calor exterior 23 respecto al intercambiador de calor interior 41 cuando el intercambiador de calor exterior 23 es un intercambiador de calor de una fila. En la Fig. 5A, se seleccionan una mezcla de refrigerante A, una mezcla de refrigerante B, R1123, R1234yf y R1234ze como refrigerantes basados en HFO para compararlos con la densidad promedio líquido-gas de un refrigerante R32 basado en HFC. Luego, se obtienen y describen la densidad promedio líquido-gas,  $\rho_{R32}/\rho_{HFO}$ , y el límite superior de la relación de volumen S para cada refrigerante.

30 Tanto la mezcla de refrigerante A como la mezcla de refrigerante B son mezclas de refrigerante de R1132(E), R1123 y R1234yf, pero son diferentes entre sí en un diagrama de composición de tres componentes. Sin embargo, los detalles no se describirán en la presente solicitud.

#### (4-3-2) Tipo B1

- 35 Como premisa, el intercambiador de calor interior 41 es del tipo de aletas cruzadas, el intercambiador de calor exterior 23 es del tipo pila, el intercambiador de calor exterior 23 es un intercambiador de calor de una fila, el intercambiador de calor interior 41 es un intercambiador de calor de dos filas y el modo de operación es operación de calentamiento.

40 Como se describe para el tipo A1, cuando tanto el intercambiador de calor interior como el intercambiador de calor exterior son del tipo de aletas cruzadas en el circuito de refrigerante que utiliza R32, el límite superior de la relación de volumen S del intercambiador de calor exterior respecto al intercambiador de calor interior es del 300%.

45 En general, la relación de volumen de un intercambiador de calor de tipo pila a un intercambiador de calor de tipo aletas cruzadas es  $\alpha$  ( $\alpha < 1$ ; deseablemente,  $\alpha = 0,6$ ). Por tanto, cuando el intercambiador de calor interior es del tipo de aletas cruzadas y el intercambiador de calor exterior es del tipo pila en el circuito de refrigerante que utiliza R32, el límite superior de la relación de volumen S del intercambiador de calor exterior respecto al intercambiador de calor interior es  $300 \times \alpha\%$ .

Por tanto, el límite superior de la relación de volumen S correspondiente a un refrigerante basado en HFO se puede calcular multiplicando  $300 \times \alpha\%$  por  $[\rho_{R32}/\rho_{HFO}]$ .

En la Fig. 5A, el límite superior de la relación de volumen S en el tipo B1 se obtiene para cada una de la mezcla de refrigerante A, la mezcla de refrigerante B, R1123, R1234yf y R1234ze. Los cálculos se basan en que  $\alpha = 0,6$ .

**(4-3-3) Tipo C1**

Como premisa, el intercambiador de calor interior 41 es del tipo pila, el intercambiador de calor exterior 23 es del tipo de aletas cruzadas, el intercambiador de calor exterior 23 es un intercambiador de calor de una fila, el intercambiador de calor interior 41 es un intercambiador de calor de dos filas y el modo de operación es operación de calentamiento.

- 5 Como se describe para el tipo A1, cuando tanto el intercambiador de calor interior como el intercambiador de calor exterior son del tipo de aletas cruzadas en el circuito de refrigerante que utiliza R32, el límite superior de la relación de volumen S del intercambiador de calor exterior respecto al intercambiador de calor interior es del 300%.

En general, la relación de volumen de un intercambiador de calor de tipo pila respecto a un intercambiador de calor de tipo aletas cruzadas es  $\alpha$  ( $\alpha < 1$ ; deseablemente,  $\alpha = 0,6$ ). Por tanto, cuando el intercambiador de calor interior es del tipo pila y el intercambiador de calor exterior es del tipo de aletas cruzadas en el circuito de refrigerante que utiliza R32, el límite superior de la relación de volumen S del intercambiador de calor exterior respecto al intercambiador de calor interior es  $300/\alpha\%$ .

Por tanto, el límite superior de la relación de volumen S correspondiente a un refrigerante basado en HFO se puede calcular multiplicando  $300/\alpha\%$  por  $[\rho R32/\rho HFO]$ .

- 15 En la Fig. 5A, el límite superior de la relación de volumen S en el tipo C1 se obtiene para cada una de la mezcla de refrigerante A, la mezcla de refrigerante B, R1123, R1234yf y R1234ze. Los cálculos se basan en que  $\alpha = 0,6$ .

La Fig. 5B es un gráfico que muestra una relación entre la densidad promedio de líquido-gas  $\rho$  de un refrigerante basado en HFO y el límite superior de la relación de volumen S del intercambiador de calor exterior 23 respecto al intercambiador de calor interior 41 cuando el intercambiador de calor exterior 23 es un intercambiador de calor de una fila. En la Fig. 5B, el eje horizontal del gráfico indica una densidad promedio líquido-gas [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ]. El eje vertical del gráfico indica el límite superior de la relación de volumen S del intercambiador de calor exterior 23 respecto al intercambiador de calor interior 41.

Una curva SA1 es una curva que se obtiene trazando los límites superiores de las relaciones de volumen S de R32, la mezcla de refrigerante A, la mezcla de refrigerante B, R1123, R1234yf y R1234z para el tipo A1. La curva SA1 se expresa como " $1,0112\text{E-}03 \times \rho^2 - 1,5836\text{E+}00 \times \rho + 8,2472\text{E+}02$ ", y la relación con la relación de volumen S es la siguiente.

$$100 \leq S \leq 1,0112\text{E-}03 \times \rho^2 - 1,5836\text{E+}00 \times \rho + 8,2472\text{E+}02$$

De manera similar, una curva SB1 es una curva que se obtiene trazando los límites superiores de las relaciones de volumen S de R32, la mezcla de refrigerante A, la mezcla de refrigerante B, R1123, R1234yf y R1234z para el tipo B1.

- 30 La curva SB1 se expresa como " $(1,0112\text{E-}03 \times \rho^2 - 1,5836\text{E+}00 \times \rho + 8,2472\text{E+}02) \times \alpha$ ", y la relación con la relación de volumen S es, por tanto, la siguiente.

$$100 \times \alpha \leq S \leq (1,0112\text{E-}03 \times \rho^2 - 1,5836\text{E+}00 \times \rho + 8,2472\text{E+}02) \times \alpha$$

De manera similar, una curva SC1 es una curva que se obtiene trazando los límites superiores de las relaciones de volumen S de R32, la mezcla de refrigerante A, la mezcla de refrigerante B, R1123, R1234yf y R1234z para el tipo C1.

- 35 La curva SC1 se expresa como " $(1,0112\text{E-}03 \times \rho^2 - 1,5836\text{E+}00 \times \rho + 8,2472\text{E+}02)/\alpha$ ", y la relación con la relación de volumen S es, por tanto, la siguiente.

$$100/\alpha \leq S \leq (1,0112\text{E-}03 \times \rho^2 - 1,5836\text{E+}00 \times \rho + 8,2472\text{E+}02)/\alpha$$

**(4-4) Límites superiores de las relaciones de volumen S de los tipos A2, B2 y C2****(4-4-1) Tipo A2**

- 40 Como premisa, tanto el intercambiador de calor interior 41 como el intercambiador de calor exterior 23 son del tipo de aletas cruzadas o del tipo pila, el intercambiador de calor exterior 23 es un intercambiador de calor de dos filas, el intercambiador de calor interior 41 es un intercambiador de calor de tres filas y el modo de operación es operación de calentamiento.

En tal caso, el área frontal  $Ae$  del intercambiador de calor exterior es dos veces el área frontal  $Ae$  en el tipo A1, y el área frontal  $Ac$  del intercambiador de calor interior es 1,5 veces el área frontal  $Ac$  en el tipo A1. Dado que " $Ac/Ae \approx 1/3$ " se cumple en el tipo A1,  $Ac/Ae \approx (1/3) \times (1,5/2) = 1/4$  se cumple en el tipo A2.

Por tanto, el límite superior de la relación de volumen S del intercambiador de calor exterior con respecto al intercambiador de calor interior en el circuito de refrigerante que utiliza R32 es 400%.

La densidad promedio líquido-gas  $\rho$  de un refrigerante basado en HFO en una región de condensación es mayor que la del R32. Aquí, la densidad promedio líquido-gas  $\rho$  se define como un valor promedio de una densidad de líquido saturado y una densidad de gas saturado a una temperatura de 45 °C.

- 5 Cuando la densidad promedio de líquido-gas de R32 es  $\rho_{R32}$  y la densidad promedio de líquido-gas de un refrigerante basado en HFO es  $\rho_{HFO}$ , el volumen requerido del intercambiador de calor exterior es  $[\rho_{R32}/\rho_{HFO}]$  multiplicado por el volumen del intercambiador de calor exterior que usa R32.

Por tanto, basándose en la densidad promedio líquido-gas de refrigerantes basados en HFO de varios tipos, se puede calcular el límite superior de la relación de volumen S correspondiente a cada uno de los refrigerantes basados en HFO.

- 10 La Fig. 6A es una tabla que muestra una relación entre la densidad promedio de líquido-gas  $\rho$  de un refrigerante basado en HFO y el límite superior de la relación de volumen S del intercambiador de calor exterior 23 respecto al intercambiador de calor interior 41 cuando el intercambiador de calor exterior 23 es un intercambiador de calor de dos filas. En la Fig. 6A, la mezcla de refrigerante A, la mezcla de refrigerante B, R1123, R1234yf y R1234ze se seleccionan como refrigerantes basados en HFO para compararlos con la densidad promedio líquido-gas de un refrigerante R32 basado en HFC. Luego, se obtienen y describen la densidad promedio líquido-gas,  $\rho_{R32}/\rho_{HFO}$ , y el límite superior de la relación de volumen S para cada refrigerante.
- 15

Tanto la mezcla de refrigerante A como la mezcla de refrigerante B son mezclas de refrigerante de R1132(E), R1123 y R1234yf, pero son diferentes entre sí en un diagrama de composición de tres componentes. Sin embargo, los detalles no se describirán en la presente solicitud.

#### 20 (4-4-2) Tipo B2

Como premisa, el intercambiador de calor interior 41 es del tipo de aletas cruzadas, el intercambiador de calor exterior 23 es del tipo pila, el intercambiador de calor exterior 23 es un intercambiador de calor de dos filas, el intercambiador de calor interior 41 es un intercambiador de calor de tres filas y el modo de operación es operación de calentamiento.

- 25 Como se describe para el tipo A2, cuando tanto el intercambiador de calor interior como el intercambiador de calor exterior son del tipo de aletas cruzadas en el circuito de refrigerante que utiliza R32, el límite superior de la relación de volumen S del intercambiador de calor exterior respecto al intercambiador de calor interior es 400%.

- 30 En general, la relación de volumen de un intercambiador de calor de tipo pila respecto a un intercambiador de calor de tipo aletas cruzadas es  $\alpha$  ( $\alpha < 1$ ; deseablemente,  $\alpha = 0,6$ ). Por tanto, cuando el intercambiador de calor interior es del tipo de aletas cruzadas y el intercambiador de calor exterior es del tipo pila en el circuito de refrigerante que utiliza R32, el límite superior de la relación de volumen S del intercambiador de calor exterior al intercambiador de calor interior es  $400 \times \alpha\%$ .

Por tanto, el límite superior de la relación de volumen S correspondiente a un refrigerante basado en HFO se puede calcular multiplicando  $400 \times \alpha\%$  por  $[\rho_{R32}/\rho_{HFO}]$ .

- 35 En la Fig. 6A, el límite superior de la relación de volumen S en el tipo B1 se obtiene para cada una de la mezcla de refrigerante A, la mezcla de refrigerante B, R1123, R1234yf y R1234ze. Los cálculos se basan en que  $\alpha = 0,6$ .

#### (4-4-3) Tipo C2

Como premisa, el intercambiador de calor interior 41 es del tipo pila, el intercambiador de calor exterior 23 es del tipo de aletas cruzadas, el intercambiador de calor exterior 23 es un intercambiador de calor de dos filas, el intercambiador de calor interior 41 es un intercambiador de calor de tres filas y el modo de operación es operación de calentamiento.

- 40 Como se describe para el tipo A2, cuando tanto el intercambiador de calor interior como el intercambiador de calor exterior son del tipo de aletas cruzadas en el circuito de refrigerante que utiliza R32, el límite superior de la relación de volumen S del intercambiador de calor exterior respecto al intercambiador de calor interior es 400%.

- 45 En general, la relación de volumen de un intercambiador de calor de tipo pila respecto a un intercambiador de calor de tipo aletas cruzadas es  $\alpha$  ( $\alpha < 1$ ; deseablemente,  $\alpha = 0,6$ ). Por tanto, cuando el intercambiador de calor interior es del tipo pila y el intercambiador de calor exterior es del tipo de aletas cruzadas en el circuito de refrigerante que utiliza R32, el límite superior de la relación de volumen S del intercambiador de calor exterior al intercambiador de calor interior es  $400/\alpha\%$ .

Por tanto, el límite superior de la relación en volumen S correspondiente a un refrigerante basado en HFO se puede calcular multiplicando  $400/\alpha\%$  por  $[\rho_{R32}/\rho_{HFO}]$ .

- 50 En la Fig. 6A, el límite superior de la relación de volumen S en el tipo C1 se obtiene para cada una de la mezcla de refrigerante A, la mezcla de refrigerante B, R1123, R1234yf y R1234ze. Los cálculos están basados en que  $\alpha = 0,6$ .

La Fig. 6B es un gráfico que muestra una relación entre la densidad promedio de líquido-gas  $\rho$  de un refrigerante basado en HFO y el límite superior de la relación de volumen  $S$  del intercambiador de calor exterior 23 respecto al intercambiador de calor interior 41 cuando el intercambiador de calor exterior 23 es un intercambiador de calor de dos filas. En la Fig. 6B, el eje horizontal del gráfico indica la densidad promedio líquido-gas  $\rho$  [kg/m<sup>3</sup>]. El eje vertical del gráfico indica el límite superior de la relación de volumen  $S$  del intercambiador de calor exterior 23 respecto al intercambiador de calor interior 41.

Una curva SA2 es una curva que se obtiene trazando los límites superiores de las relaciones de volumen  $S$  de R32, la mezcla de refrigerante A, la mezcla de refrigerante B, R1123, R1234yf y R1234z para el tipo A2. La curva SA2 se expresa como "1,3483E-03 ×  $\rho^2$  - 2,1115E+00 ×  $\rho$  + 1,0996E+03", y la relación con la relación de volumen  $S$  es la siguiente.

$$130 \leq S \leq 1,3483E-03 \times \rho^2 - 2,1115E+00 \times \rho + 1,0996E+03$$

De manera similar, una curva SB2 es una curva que se obtiene trazando los límites superiores de las relaciones de volumen  $S$  de R32, la mezcla de refrigerante A, la mezcla de refrigerante B, R1123, R1234yf y R1234z para el tipo B2.

La curva SB1 se expresa por  $(1,3483E-03 \times \rho^2 - 2,1115E+00 \times \rho + 1,0996E+03) \times \alpha$ , y la relación con la relación de volumen  $S$  es, por tanto, la siguiente.

$$130 \times \alpha \leq S \leq (1,3483E-03 \times \rho^2 - 2,1115E+00 \times \rho + 1,0996E+03) \times \alpha$$

De manera similar, una curva SC2 es una curva que se obtiene trazando los límites superiores de las relaciones de volumen  $S$  de R32, la mezcla de refrigerante A, la mezcla de refrigerante B, R1123, R1234yf y R1234z para el tipo C2.

La curva SC1 se expresa por  $(1,3483E-03 \times \rho^2 - 2,1115E+00 \times \rho + 1,0996E+03)/\alpha$ , y la relación con la relación de volumen  $S$  es, por tanto, la siguiente.

$$130/\alpha \leq S \leq (1,3483E-03 \times \rho^2 - 2,1115E+00 \times \rho + 1,0996E+03)/\alpha$$

## (5) Características

### (5-1)

Con respecto a un aparato de refrigeración que utiliza un refrigerante de HFO o una mezcla de refrigerante que incluye un refrigerante de HFO, cuando un modelo en el que el intercambiador de calor exterior 23 es un intercambiador de calor de una fila, el intercambiador de calor interior 41 es un intercambiador de calor de dos filas, el modo de operación es operación de calentamiento, y tanto el intercambiador de calor interior 41 como el intercambiador de calor exterior 23 son del tipo de aletas cruzadas o el tipo pila es del tipo A1, un modelo en el que el intercambiador de calor interior 41 es del tipo de aletas cruzadas y el intercambiador de calor exterior 23 es del tipo pila es el tipo B1, y un modelo en el que el intercambiador de calor interior 41 es del tipo pila y el intercambiador de calor exterior 23 es del tipo de aletas cruzadas es el tipo C1,

una relación entre la densidad promedio líquido-gas  $\rho$  y la relación de volumen  $S$  en el tipo A1 es

$$100 \leq S \leq 1,0112E-03 \times \rho^2 - 1,5836E+00 \times \rho + 8,2472E+02,$$

una relación entre la densidad promedio líquido-gas  $\rho$  y la relación de volumen  $S$  en el tipo B1 es

$$100 \times \alpha \leq S \leq (1,0112E-03 \times \rho^2 - 1,5836E+00 \times \rho + 8,2472E+02) \times \alpha,$$

y

una relación entre la densidad promedio líquido-gas  $\rho$  y la relación de volumen  $S$  en el tipo C1 es

$$100/\alpha \leq S \leq (1,0112E-03 \times \rho^2 - 1,5836E+00 \times \rho + 8,2472E+02)/\alpha.$$

Téngase en cuenta que  $\alpha$  es una relación de volumen de un intercambiador de calor de tipo pila respecto a un intercambiador de calor de tipo aletas cruzadas cuando el intercambiador de calor de tipo aletas cruzadas y el intercambiador de calor de tipo pila tienen un rendimiento de intercambio de calor idéntico, y  $\rho$  [kg/m<sup>3</sup>] es la densidad promedio de un gas líquido saturado a una temperatura de condensación de 45 °C.

### (5-2)

Con respecto a un aparato de refrigeración en el que fluye un refrigerante de HFO o una mezcla de refrigerante que incluye un refrigerante de HFO, cuando un modelo en el que el intercambiador de calor exterior 23 es un intercambiador de calor de dos filas, el intercambiador de calor interior 41 es un intercambiador de calor de tres filas, el modo de operación es operación de calentamiento, y tanto el intercambiador de calor interior 41 como el intercambiador de calor exterior 23 son del tipo de aletas cruzadas o el tipo de pila es del tipo A2, un modelo en el que el intercambiador

de calor interior 41 es del tipo aletas cruzadas y el intercambiador de calor exterior 23 es del tipo pila es el tipo B2, y un modelo en el que el intercambiador de calor interior 41 es del tipo pila y el intercambiador de calor exterior 23 es del tipo de aletas cruzadas es el tipo C2,

una relación entre la densidad promedio líquido-gas  $\rho$  y la relación de volumen  $S$  en el tipo A2 es

5  $130 \leq S \leq 1,3483E-03 \times \rho^2 - 2,1115E+00 \times \rho + 1,0996E+03,$

una relación entre la densidad promedio líquido-gas  $\rho$  y la relación de volumen  $S$  en el tipo B2 es

$$130 \times \alpha \leq S \leq (1,3483E-03 \times \rho^2 - 2,1115E+00 \times \rho + 1,0996E+03) \times \alpha,$$

y

una relación entre la densidad promedio líquido-gas  $\rho$  y la relación de volumen  $S$  en el tipo C2 es

10  $130/\alpha \leq S \leq (1,3483E-03 \times \rho^2 - 2,1115E+00 \times \rho + 1,0996E+03)/\alpha.$

Téngase en cuenta que  $\alpha$  es una relación de volumen de un intercambiador de calor de tipo pila respecto a un intercambiador de calor de tipo aletas cruzadas cuando el intercambiador de calor de tipo aletas cruzadas y el intercambiador de calor de tipo pila tienen un rendimiento de intercambio de calor idéntico, y  $\rho$  [kg/m<sup>3</sup>] es la densidad promedio de un gas líquido saturado a una temperatura de condensación de 45 °C.

15 **(5-3)**

Se cumple la expresión de  $476,1 < \rho$ .

**(5-4)**

El refrigerante AHFO es cualquiera de R1132(E), R1123, R1234yf y R1234ze.

**(6) Modificaciones**

20 La Fig. 7 es un diagrama esquemático de un aparato de aire acondicionado como un aparato de refrigeración según una modificación de la presente descripción. En la Fig. 7, una diferencia con la forma de realización de la Fig. 1 es la característica de incluir un receptor 24 que está conectado entre el intercambiador de calor exterior 23 del circuito de refrigerante 10 y la válvula de expansión 26; una tubería de derivación 30 que conecta el receptor 24 y la tubería de succión 31 entre sí; y una válvula reguladora de caudal 25 que está conectada a una parte intermedia de la tubería de derivación 30. El resto de características de la característica antes mencionada son idénticas a las de la forma de realización de la Fig. 1. Por tanto, se omite su descripción.

25 El receptor 24 es un recipiente capaz de almacenar un exceso de refrigerante. Generalmente, en un circuito de refrigerante de un aparato de aire acondicionado, la cantidad de refrigerante adecuada durante la operación de enfriamiento difiere de la cantidad de refrigerante adecuada durante la operación de calentamiento. Por tanto, el volumen adecuado de un intercambiador de calor exterior que funciona como condensador durante la operación de enfriamiento difiere del volumen adecuado de un intercambiador de calor interior que funciona como condensador durante la operación de calentamiento.

30 Normalmente, el volumen del intercambiador de calor exterior es mayor que el volumen del intercambiador de calor interior, y el refrigerante que no es posible acomodar en el intercambiador de calor interior durante la operación de calentamiento se almacena temporalmente en el acumulador 29 o similar. El exceso de refrigerante líquido que no es posible alojar en el acumulador 29 se aloja en el receptor 24.

35 Durante la operación de calentamiento, el refrigerante inmediatamente antes de entrar al receptor 24 incluye un componente gaseoso generado al pasar a través de la válvula de expansión 26. Después de entrar al receptor 24, el refrigerante se separa en refrigerante líquido y refrigerante gaseoso, y el refrigerante líquido y refrigerante gaseoso se almacenan en el lado inferior y en el lado superior, respectivamente.

40 El refrigerante gaseoso separado en el receptor 24 fluye hacia la tubería de succión 31 a través de la tubería de derivación 30. El refrigerante líquido separado en el receptor 24 fluye hacia el intercambiador de calor exterior 23. La válvula reguladora de caudal 25 está conectada a una parte intermedia de la tubería de derivación 30. En la presente modificación, la válvula reguladora de caudal 25 es una electroválvula de expansión.

45 Cuando el intercambiador de calor interior 41 es del tipo de aletas cruzadas y el intercambiador de calor exterior 23 es del tipo pila, el volumen del intercambiador de calor exterior 23 es menor que el volumen del intercambiador de calor interior, y se genera el refrigerante (exceso de refrigerante) que no es posible acomodar en el intercambiador de calor exterior 23 durante la operación de enfriamiento. La cantidad de refrigerante es mayor que la cantidad que puede almacenarse en el acumulador 29 o similar.

En tal caso, el receptor 24 aloja el exceso de refrigerante líquido que no es posible alojar en el intercambiador de calor exterior 23 durante la operación de enfriamiento.

En la presente modificación, el volumen del intercambiador de calor exterior 23 se considera un volumen que incluye el volumen del receptor 24 ya que el receptor 24 está dispuesto entre el intercambiador de calor exterior 23 y la válvula de expansión 26.

**(7) Definición de términos**

El volumen de un intercambiador de calor denota el volumen interno que va desde la entrada de refrigerante hasta la salida de refrigerante del propio intercambiador de calor y que se puede llenar con refrigerante.

10 Cuando se incluye el receptor 24 para almacenar refrigerante, como en la modificación antes mencionada, el volumen del intercambiador de calor exterior 23 denota el volumen interno que va desde la entrada de refrigerante del propio intercambiador de calor exterior 23 hasta la salida de refrigerante del propio receptor 24 y que se puede llenar con refrigerante.

**APLICABILIDAD INDUSTRIAL**

15 La presente invención es ampliamente aplicable a un aparato de refrigeración (por ejemplo, un aparato de baja temperatura) capaz de realizar operaciones de enfriamiento y operaciones de calentamiento.

**LISTA DE SIGNOS DE REFERENCIA**

- |    |  |
|----|--|
| 1  | aparato de aire acondicionado (aparato de refrigeración) |
| 21 | compresor  |
| 23 | intercambiador de calor exterior                         |
| 20 | 24 receptor (receptor de alta presión)                   |
| 26 | válvula de expansión (mecanismo de expansión)            |
| 41 | intercambiador de calor interior                         |

## REIVINDICACIONES

5 1. Un aparato de refrigeración que comprende un compresor (21), un intercambiador de calor exterior (23), un mecanismo de expansión (26), un refrigerante y un intercambiador de calor interior (41) en el que el refrigerante fluye de manera secuencial durante la operación de enfriamiento en el compresor (21), el intercambiador de calor exterior (23), el mecanismo de expansión (26) y el intercambiador de calor interior (41) y en el que el refrigerante fluye de manera secuencial durante la operación de calentamiento en el compresor, el intercambiador de calor interior, el mecanismo de expansión y el intercambiador de calor exterior,

10 donde, cuando tanto el intercambiador de calor interior como el intercambiador de calor exterior son intercambiadores de calor de tipo aletas cruzadas o intercambiadores de calor de tipo pila, y el intercambiador de calor exterior tiene una configuración de una fila,

el aparato de refrigeración **está caracterizado por que**

el refrigerante es un refrigerante de HFO o una mezcla de refrigerantes que incluye un refrigerante de HFO, y

una relación de volumen S [%] del intercambiador de calor exterior con respecto al intercambiador de calor interior satisface la expresión relacional de

15  $100 \leq S \leq 1,0112E-03 \times \rho^2 - 1,5836E+00 \times \rho + 8,2472E+02$

donde  $\rho$  [kg/m<sup>3</sup>]: densidad promedio de un gas líquido saturado a una temperatura de condensación de 45 °C.

20 2. Un aparato de refrigeración que comprende un compresor (21), un intercambiador de calor exterior (23), un mecanismo de expansión (26), un refrigerante y un intercambiador de calor interior (41) en el que el refrigerante fluye de manera secuencial durante la operación de enfriamiento en el compresor (21), el intercambiador de calor exterior (23), el mecanismo de expansión (26) y el intercambiador de calor interior (41) y en el que el refrigerante fluye de manera secuencial durante la operación de calentamiento en el compresor, el intercambiador de calor interior, el mecanismo de expansión y el intercambiador de calor exterior,

25 donde, cuando tanto el intercambiador de calor interior como el intercambiador de calor exterior son intercambiadores de calor de tipo aletas cruzadas o intercambiadores de calor de tipo pila, y el intercambiador de calor exterior tiene una configuración de dos filas,

el aparato de refrigeración **está caracterizado por que**

el refrigerante es un refrigerante de HFO o una mezcla de refrigerantes que incluye un refrigerante de HFO, y

una relación de volumen S [%] del intercambiador de calor exterior con respecto al intercambiador de calor interior satisface la expresión relacional de

30  $130 \leq S \leq 1,3483E-03 \times \rho^2 - 2,1115E+00 \times \rho + 1,0996E+03$

donde  $\rho$  [kg/m<sup>3</sup>]: densidad promedio de un gas líquido saturado a una temperatura de condensación de 45 °C.

35 3. Un aparato de refrigeración que comprende un compresor (21), un intercambiador de calor exterior (23), un mecanismo de expansión (26), un refrigerante y un intercambiador de calor interior (41) en el que el refrigerante fluye de manera secuencial durante la operación de enfriamiento en el compresor (21), el intercambiador de calor exterior (23), el mecanismo de expansión (26) y el intercambiador de calor interior (41),

donde, cuando el intercambiador de calor interior es un intercambiador de calor de tipo aletas cruzadas, el intercambiador de calor exterior es un intercambiador de calor de tipo pila, y el intercambiador de calor exterior tiene una configuración de una fila,

el aparato de refrigeración **está caracterizado por que**

40 el refrigerante es un refrigerante de HFO o una mezcla de refrigerantes que incluye un refrigerante de HFO, y

una relación de volumen S [%] del intercambiador de calor exterior con respecto al intercambiador de calor interior satisface la expresión relacional de

$100 \times \alpha \leq S \leq (1,0112E-03 \times \rho^2 - 1,5836E+00 \times \rho + 8,2472E+02) \times \alpha$

45 donde  $\alpha$ : relación de volumen del intercambiador de calor de tipo pila con respecto al intercambiador de calor de tipo aletas cruzadas cuando el intercambiador de calor de tipo aletas cruzadas y el intercambiador de calor de tipo pila tienen un rendimiento de intercambio de calor idéntico, y

$\rho$  [kg/m<sup>3</sup>]: densidad promedio de un gas líquido saturado a una temperatura de condensación de 45 °C.

4. Un aparato de refrigeración que comprende un compresor (21), un intercambiador de calor exterior (23), un mecanismo de expansión (26), un refrigerante y un intercambiador de calor interior (41) en el que el refrigerante fluye de manera secuencial durante la operación de enfriamiento en el compresor (21), el intercambiador de calor exterior (23), el mecanismo de expansión (26) y el intercambiador de calor interior (41),

5 donde, cuando el intercambiador de calor interior es un intercambiador de calor de tipo aletas cruzadas, el intercambiador de calor exterior es un intercambiador de calor de tipo pila, y el intercambiador de calor exterior tiene una configuración de dos filas,

el aparato de refrigeración está caracterizado por que

el refrigerante es un refrigerante de HFO o una mezcla de refrigerantes que incluye un refrigerante de HFO, y

10 una relación de volumen  $S [\%]$  del intercambiador de calor exterior con respecto al intercambiador de calor interior satisface la expresión relacional de

$$130 \times \alpha \leq S \leq (1,3483E-03 \times \rho^2 - 2,1115E+00 \times \rho + 1,0996E+03) \times \alpha$$

donde  $\alpha$ : relación de volumen del intercambiador de calor de tipo pila con respecto al intercambiador de calor de tipo aletas cruzadas cuando el intercambiador de calor de tipo aletas cruzadas y el intercambiador de calor de tipo pila tienen un rendimiento de intercambio de calor idéntico, y

15  $\rho [kg/m^3]$ : densidad promedio de un gas líquido saturado a una temperatura de condensación de 45 °C.

5. Un aparato de refrigeración que comprende un compresor (21), un intercambiador de calor exterior (23), un mecanismo de expansión (26), un refrigerante y un intercambiador de calor interior (41) en el que el refrigerante fluye de manera secuencial durante la operación de enfriamiento en el compresor (21), el intercambiador de calor exterior (23), el mecanismo de expansión (26) y el intercambiador de calor interior (41),

20 donde, cuando el intercambiador de calor interior es un intercambiador de calor de tipo pila, el intercambiador de calor exterior es un intercambiador de calor de tipo aletas cruzadas, y el intercambiador de calor exterior tiene una configuración de una fila,

el aparato de refrigeración está caracterizado por que

25 el refrigerante es un refrigerante de HFO o una mezcla de refrigerantes que incluye un refrigerante de HFO, y una relación de volumen  $S [\%]$  del intercambiador de calor exterior con respecto al intercambiador de calor interior satisface la expresión relacional de

$$100/\alpha \leq S \leq (1,0112E-03 \times \rho^2 - 1,5836E+00 \times \rho + 8,2472E+02)/\alpha$$

30 donde  $\alpha$ : relación de volumen del intercambiador de calor de tipo pila con respecto al intercambiador de calor de tipo aletas cruzadas cuando el intercambiador de calor de tipo aletas cruzadas y el intercambiador de calor de tipo pila tienen un rendimiento de intercambio de calor idéntico, y

$\rho [kg/m^3]$ : densidad promedio de un gas líquido saturado a una temperatura de condensación de 45 °C.

6. Un aparato de refrigeración que comprende un compresor (21), un intercambiador de calor exterior (23), un mecanismo de expansión (26), un refrigerante y un intercambiador de calor interior (41) en el que el refrigerante fluye de manera secuencial durante la operación de enfriamiento en el compresor (21), el intercambiador de calor exterior (23), el mecanismo de expansión (26) y el intercambiador de calor interior (41),

35 donde, cuando el intercambiador de calor interior es un intercambiador de calor de tipo pila, el intercambiador de calor exterior es un intercambiador de calor de tipo aletas cruzadas, y el intercambiador de calor exterior tiene una configuración de dos filas,

40 el aparato de refrigeración está caracterizado por que

el refrigerante es un refrigerante de HFO o una mezcla de refrigerantes que incluye un refrigerante de HFO, y una relación de volumen  $S [\%]$  del intercambiador de calor exterior con respecto al intercambiador de calor interior satisface la expresión relacional de

$$130/\alpha \leq S \leq (1,3483E-03 \times \rho^2 - 2,1115E+00 \times \rho + 1,0996E+03)/\alpha$$

45 donde  $\alpha$ : relación de volumen del intercambiador de calor de tipo pila con respecto al intercambiador de calor de tipo aletas cruzadas cuando el intercambiador de calor de tipo aletas cruzadas y el intercambiador de calor de tipo pila tienen un rendimiento de intercambio de calor idéntico, y

$\rho [kg/m^3]$ : densidad promedio de un gas líquido saturado a una temperatura de condensación de 45 °C.

7. El aparato de refrigeración según una cualquiera de la reivindicación 2, la reivindicación 4 y la reivindicación 6.  
donde está dispuesto un receptor de alta presión (24) entre el intercambiador de calor exterior y el mecanismo de expansión, y  
donde un volumen del intercambiador de calor exterior incluye un volumen del receptor de alta presión.
- 5 8. El aparato de refrigeración según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7,  
donde se cumple una expresión de  $476,1 < p$ .
9. El aparato de refrigeración según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8,  
donde el refrigerante de HFO es cualquiera de R1132(E), R1123, R1234yf y R1234ze.

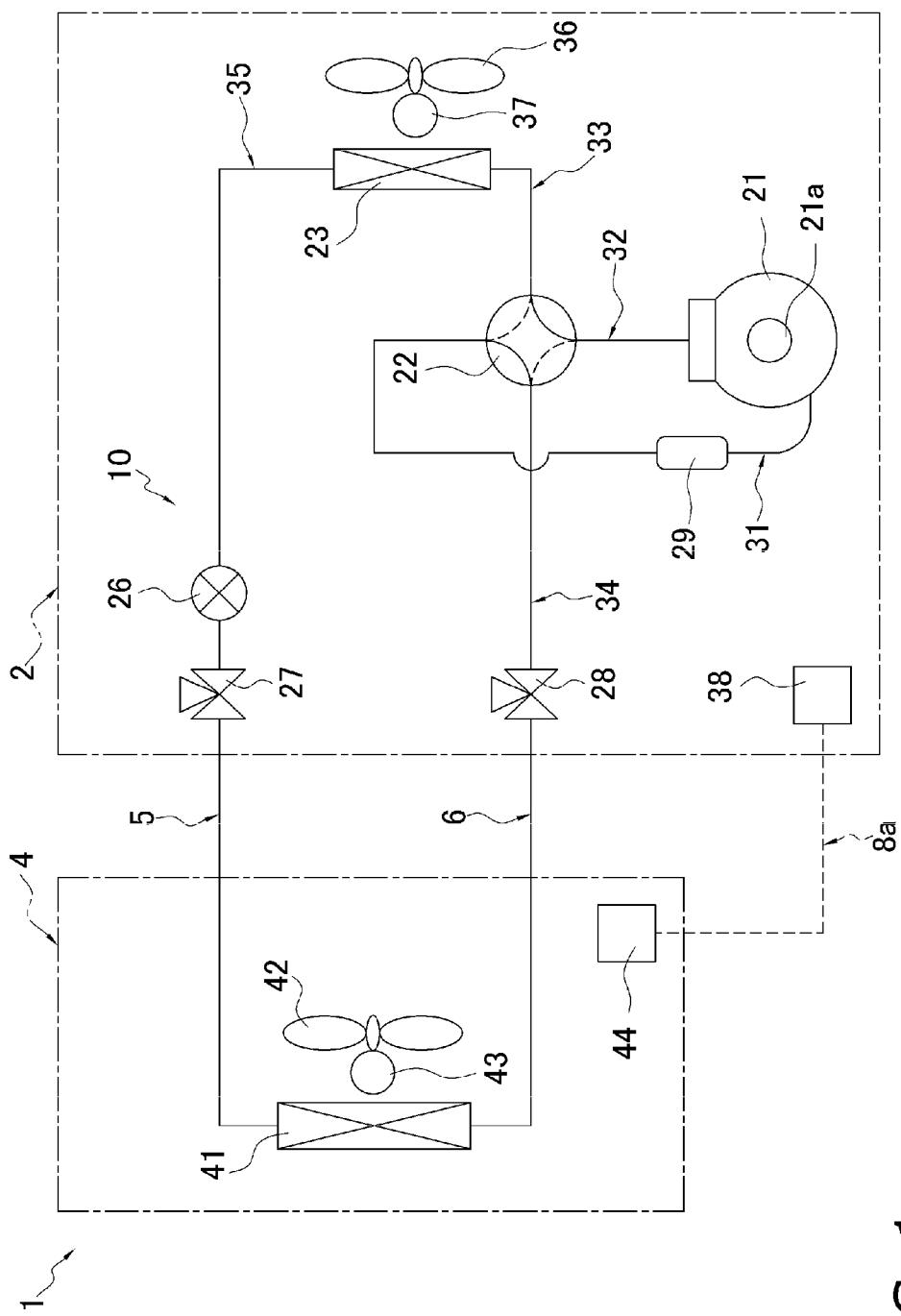


FIG. 1

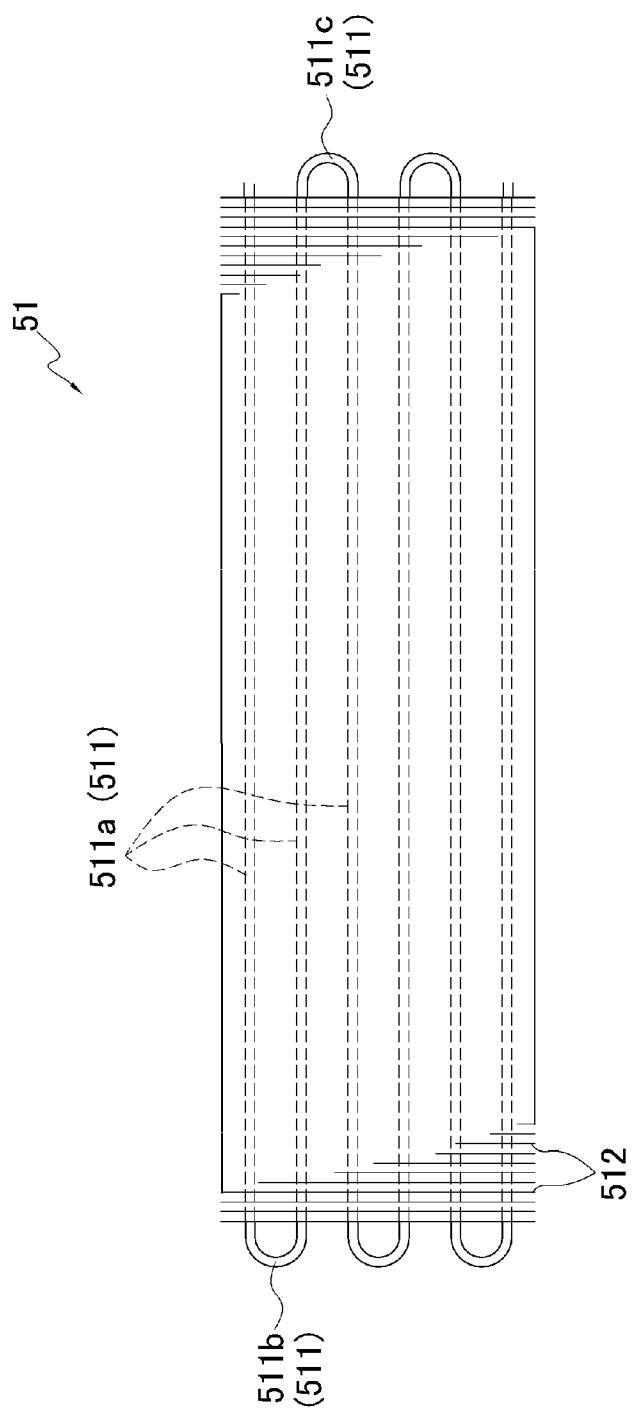


FIG. 2

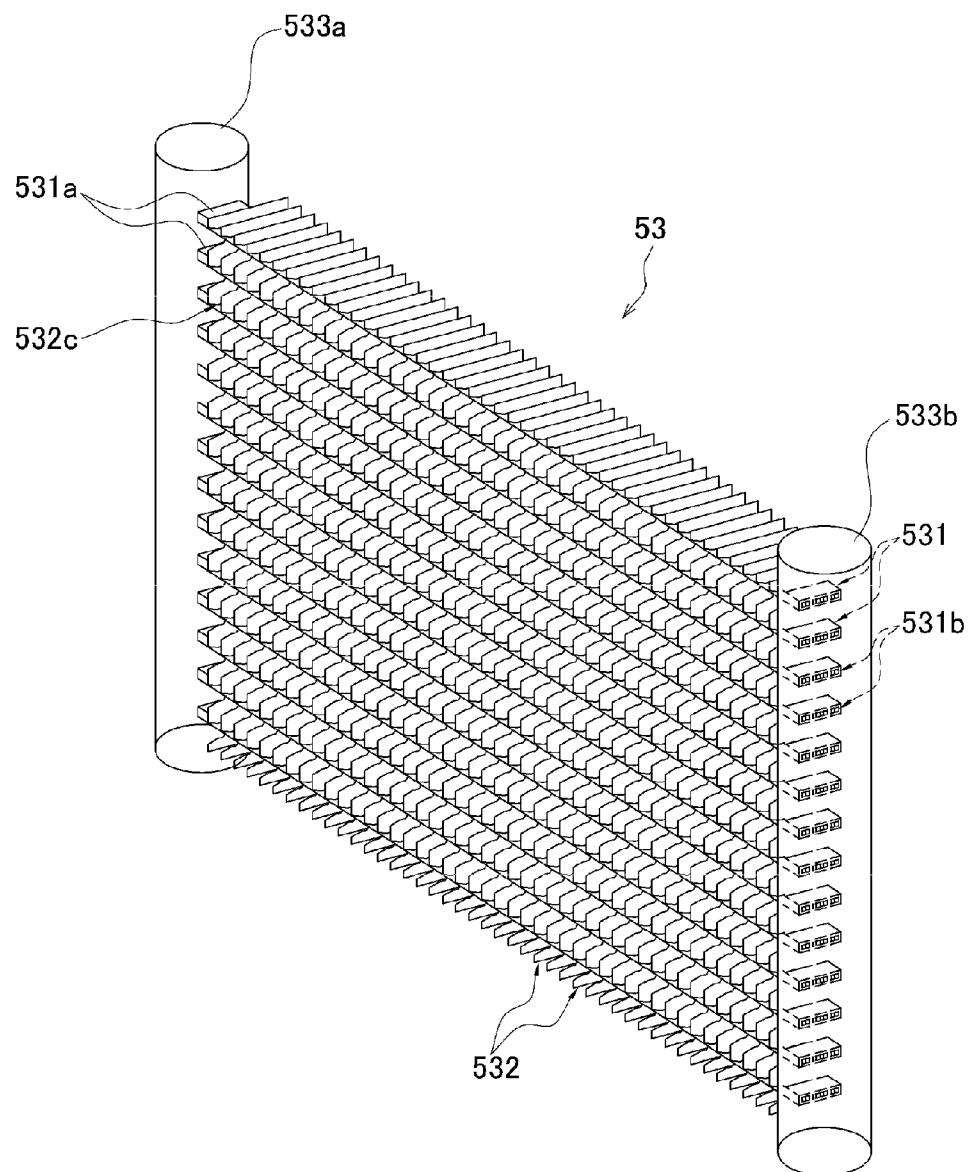


FIG. 3

NÚMERO DE FILAS DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR EXTERIOR	TIPO	INTERCAMBIADOR DE CALOR INTERIOR	INTERCAMBIADOR DE CALOR EXTERIOR
UNA FILA	A1	TIPO ALETAS CRUZADAS	TIPO ALETAS CRUZADAS
		TIPO PILA	TIPO PILA
	B1	TIPO ALETAS CRUZADAS	TIPO PILA
DOS FILAS	C1	TIPO PILA	TIPO ALETAS CRUZADAS
		TIPO ALETAS CRUZADAS	TIPO ALETAS CRUZADAS
	A2	TIPO PILA	TIPO PILA
B2	TIPO ALETAS CRUZADAS	TIPO PILA	TIPO PILA
	C2	TIPO PILA	TIPO ALETAS CRUZADAS

FIG. 4

	REFRIGERANTE	DENSIDAD PROMEDIO LIQUIDO-GAS [kg/m <sup>3</sup> ]	ρ R32 / ρ HFO	LÍMITE SUPERIOR (%) DE LA RELACIÓN DE VOLUMEN			
				TIPO A1	TIPO A2	TIPO C1	
BASADO EN HFO	R32	476,1	-	-	-	-	
BASADO EN HFO	R132(E) R132 R124f	MEZCLA REFRIGERANTE A	490,7	0,97	291	375	485
	R132(E) R132 R124f	MEZCLA REFRIGERANTE B	511,0	0,93	279	368	466
	R1623		529,6	0,90	270	362	450
	R1124f		539,4	0,88	265	359	442
	R1123ee		569,9	0,84	251	350	418

FIG. 5A

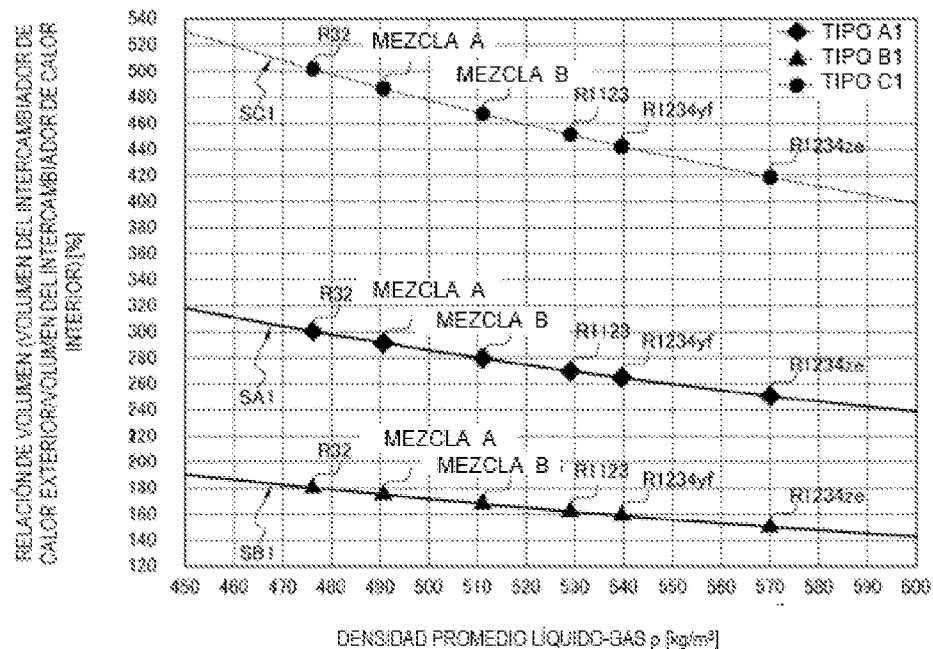


FIG. 5B

	REFRIGERANTE	DENSIDAD PROMEDIO LÍQUIDO-GAS $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\rho_{R32} / \rho_{HFO}$	LÍMITE SUPERIOR (%) DE LA RELACIÓN DE VOLUMEN		
				TIPO A2	TIPO B2	TIPO C2
BASADO EN HFO	R32	476,1	-	-	-	-
BASADO EN HFO	R1132(E) R1132 MEZCLA REFRIGERANTE A R1124y	490,7	0,97	388	232	646
	R1132(E) R1132 MEZCLA REFRIGERANTE B R1124y	511,0	0,93	373	224	621
	R1123	529,5	0,89	365	216	606
	R1124y	529,4	0,88	353	212	589
	R1123ze	569,9	0,84	334	206	557

FIG. 6A

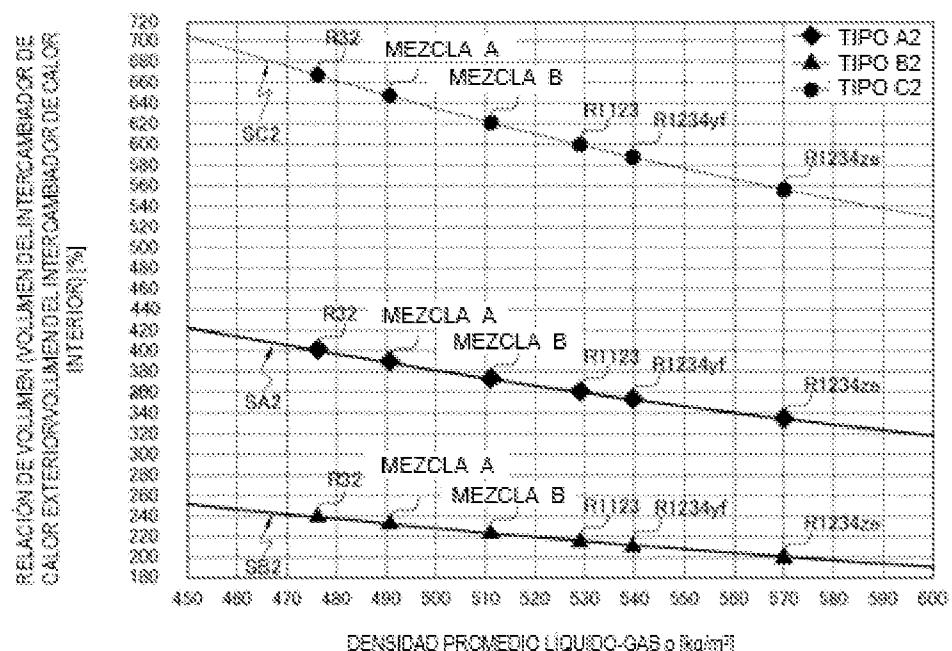


FIG. 6B

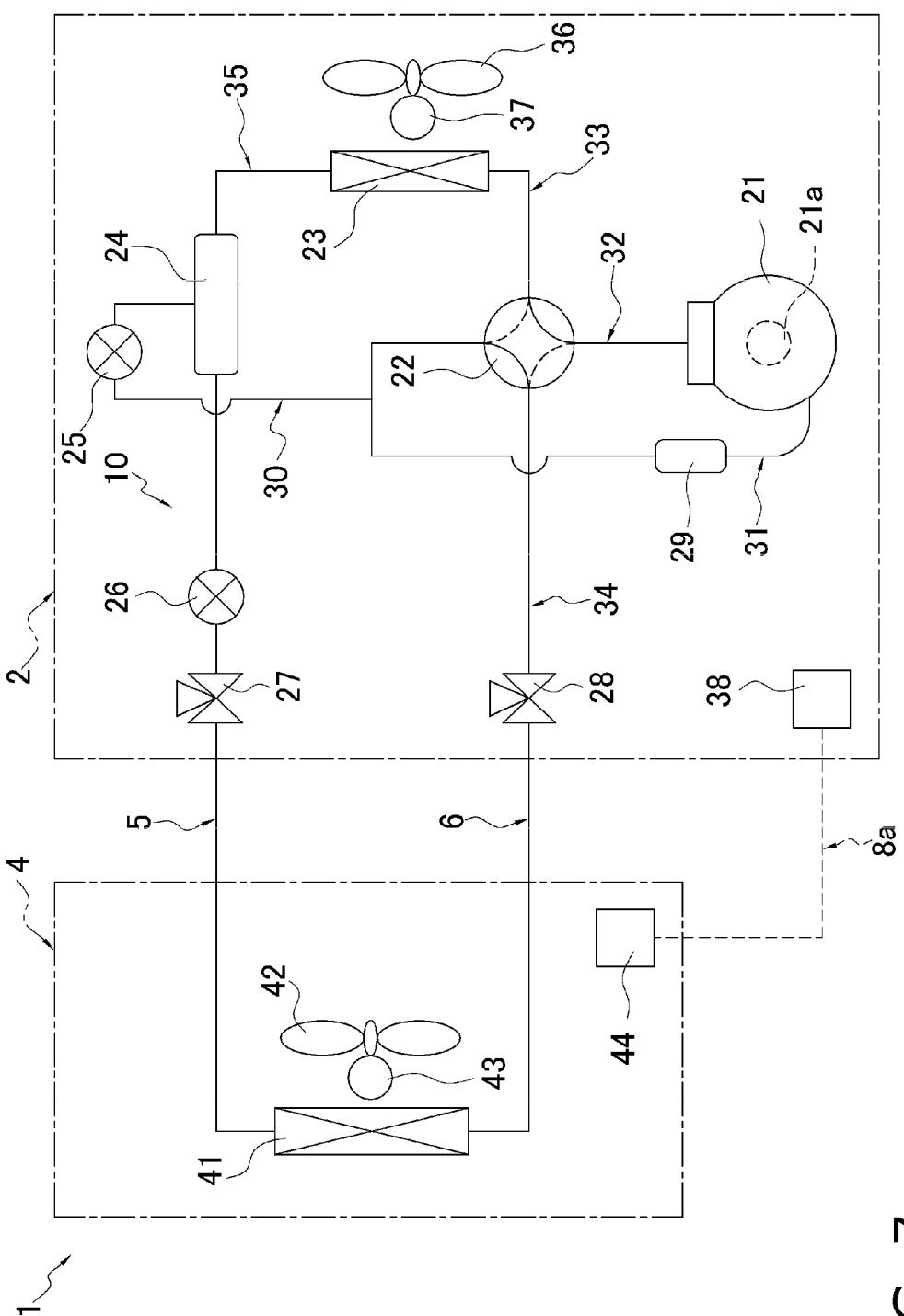


FIG. 7