

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 685 433**

51 Int. Cl.:

**F25B 1/10** (2006.01)

**F25B 1/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.01.2009 PCT/JP2009/051235**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.08.2009 WO09096372**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.01.2009 E 09705691 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.08.2018 EP 2251622**

54 Título: **Dispositivo de refrigeración**

30 Prioridad:

**30.01.2008 JP 2008019764**

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

**09.10.2018**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**FUJIMOTO, SHUJI y  
YOSHIMI, ATSUSHI**

74 Agente/Representante:

**MARTÍN BADAJOZ, Irene**

ES 2 685 433 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 refrigeración

**5 Campo técnico**

La presente invención se refiere a un aparato de refrigeración, y particularmente se refiere a un aparato de refrigeración que realiza un ciclo de refrigeración por compresión en múltiples fases.

**10 Antecedentes de la técnica**

Como ejemplo convencional de un aparato de refrigeración que realiza un ciclo de refrigeración por compresión en múltiples fases, el documento de patente 1 divulga un aparato de acondicionamiento de aire que realiza un ciclo de refrigeración por compresión en dos fases. Este aparato de acondicionamiento de aire tiene principalmente un compresor que tiene dos elementos de compresión conectados en serie, un intercambiador de calor de exterior, una válvula de expansión y un intercambiador de calor de interior.

<Documento de patente 1>

20 Solicitud de patente japonesa abierta a consulta por el público n. ° 2007-232263

El documento JP 2004/116957 A divulga características que se encuentran dentro del preámbulo de la reivindicación 1. Los documentos DE 21 13 038 A1 y JP 2000/146326 A son otra técnica anterior.

**25 Divulgación de la invención**

El aparato de refrigeración según un primer aspecto de la presente invención comprende un mecanismo de compresión, un intercambiador de calor de lado de fuente de calor, un intercambiador de calor de lado de uso, y un interenfriador y un tubo para sortear el interenfriador. El mecanismo de compresión tiene una pluralidad de elementos de compresión y está configurado de modo que el refrigerante descargado del elemento de compresión de primera fase, que es uno de una pluralidad de elementos de compresión, se comprime secuencialmente por el elemento de compresión de segunda fase. Tal como se usa en el presente documento, el término "mecanismo de compresión" se refiere a un compresor en el que una pluralidad de elementos de compresión están incorporados de manera solidaria, o a una configuración que incluye un compresor en el que un único elemento de compresión está incorporado y/o a una pluralidad de compresores en los que una pluralidad de elementos de compresión que se han incorporado se conectan entre sí. La expresión "el refrigerante descargado de un elemento de compresión de primera fase, que es uno de la pluralidad de elementos de compresión, se comprime secuencialmente por un elemento de compresión de segunda fase" no significa simplemente que dos elementos de compresión conectados en serie están incluidos, concretamente, el "elemento de compresión de primera fase" y el "elemento de compresión de segunda fase;" sino que significa que una pluralidad de elementos de compresión están conectados en serie y la relación entre los elementos de compresión es igual que la relación entre el "elemento de compresión de primera fase" y el "elemento de compresión de segunda fase". El interenfriador se proporciona en un tubo de refrigerante intermedio para introducir el refrigerante descargado del elemento de compresión de primera fase al elemento de compresión de segunda fase, y el interenfriador funciona como enfriador del refrigerante descargado del elemento de compresión de primera fase e introducido en el elemento de compresión de segunda fase. El tubo para sortear el interenfriador está conectado al tubo de refrigerante intermedio para sortear el interenfriador. En el aparato de refrigeración, se realiza un control de prevención de humedad usando el tubo para sortear el interenfriador de modo que no fluya refrigerante hasta el interenfriador cuando la temperatura de fuente de calor del interenfriador o la temperatura de refrigerante de salida del interenfriador sea igual a o menor que la temperatura de saturación del refrigerante alimentado desde el elemento de compresión de primera fase al elemento de compresión de segunda fase.

En un aparato de acondicionamiento de aire convencional, puesto que el refrigerante descargado del elemento de compresión de primera fase del compresor se introduce en el elemento de compresión de segunda fase del compresor y se comprime adicionalmente, aumenta la temperatura del refrigerante descargado del elemento de compresión de segunda fase del compresor, hay una gran diferencia de temperatura entre el refrigerante y el aire y/o agua como fuente de calor, por ejemplo, en el intercambiador de calor de exterior que funciona como enfriador de refrigerante, y el intercambiador de calor de exterior tiene una gran pérdida por radiación de calor, lo que plantea el problema de que es difícil lograr una alta eficiencia de funcionamiento.

Como contramedida para tales problemas, el interenfriador que funciona como enfriador del refrigerante descargado del elemento de compresión de primera fase e introducido en el elemento de compresión de segunda fase se proporciona en el tubo de refrigerante intermedio para introducir el refrigerante descargado del elemento de compresión de primera fase al elemento de compresión de segunda fase, disminuyendo de ese modo la temperatura del refrigerante introducido en el elemento de compresión de segunda fase. Como resultado, se reduce la temperatura del refrigerante descargado del elemento de compresión de segunda fase, y es concebible una

reducción de la pérdida por radiación de calor en el intercambiador de calor de exterior.

5 Sin embargo, en una configuración de este tipo, el refrigerante descargado del elemento de compresión de primera fase e introducido en el elemento de compresión de segunda fase es susceptible de enfriarse excesivamente en condiciones de funcionamiento en las que la temperatura del agua y/o aire como fuente de calor del interenfriador sea baja. Por tanto, el refrigerante introducido en el elemento de compresión de segunda fase se humedece y la fiabilidad del compresor es susceptible de verse comprometida.

10 En vista de lo anterior, este aparato de refrigeración usa el tubo para sortear el interenfriador como control de prevención de humedad que no permite que fluya refrigerante hasta el interenfriador cuando la temperatura de fuente de calor del interenfriador o la temperatura de refrigerante de salida del interenfriador sea igual a o menor que la temperatura de saturación del refrigerante alimentado desde el elemento de compresión de primera fase al elemento de compresión de segunda fase.

15 Por tanto, este aparato de refrigeración puede impedir que se humedezca el refrigerante introducido en el elemento de compresión de segunda fase incluso en condiciones de funcionamiento en las que la temperatura de fuente de calor del interenfriador sea baja.

20 El aparato de refrigeración según un segundo aspecto de la presente invención es el aparato de refrigeración según el primer aspecto de la presente invención, en el que el interenfriador es un intercambiador de calor en el que se usa aire como fuente de calor.

25 El aparato de refrigeración impide que se humedezca el refrigerante introducido en el elemento de compresión de segunda fase incluso en condiciones de funcionamiento en las que la temperatura del aire como fuente de calor del interenfriador sea baja.

30 El aparato de refrigeración según un tercer aspecto de la presente invención es el aparato de refrigeración según el primer aspecto de la presente invención, en el que el interenfriador es un intercambiador de calor en el que se usa agua como fuente de calor; y se detiene el agua alimentada al interenfriador durante el control de prevención de humedad.

35 El aparato de refrigeración puede impedir que se humedezca el refrigerante introducido en el elemento de compresión de segunda fase incluso en condiciones de funcionamiento en las que la temperatura del agua como fuente de calor del interenfriador sea baja. Además, el aparato de refrigeración puede impedir que licue el refrigerante en el interior del interenfriador y se acumule porque se detiene el agua alimentada al interenfriador durante el control de prevención de humedad.

40 El aparato de refrigeración según un cuarto aspecto de la presente invención comprende un mecanismo de compresión, un intercambiador de calor de lado de fuente de calor, un intercambiador de calor de lado de uso y un interenfriador. El mecanismo de compresión tiene una pluralidad de elementos de compresión y está configurado de modo que el refrigerante descargado del elemento de compresión de primera fase, que es uno de una pluralidad de elementos de compresión, se comprime secuencialmente por el elemento de compresión de segunda fase. Tal como se usa en el presente documento, el término "mecanismo de compresión" se refiere a un compresor en el que una pluralidad de elementos de compresión están incorporados de manera solidaria, o a una configuración que incluye un compresor en el que un único elemento de compresión está incorporado y/o a una pluralidad de compresores en las que una pluralidad de elementos de compresión que se han incorporado se conectan entre sí. La expresión "el refrigerante descargado de un elemento de compresión de primera fase, que es uno de la pluralidad de elementos de compresión, se comprime secuencialmente por un elemento de compresión de segunda fase" no significa simplemente que dos elementos de compresión conectados en serie están incluidos, concretamente, el "elemento de compresión de primera fase" y el "elemento de compresión de segunda fase;" sino que significa que una pluralidad de elementos de compresión están conectados en serie y la relación entre los elementos de compresión es igual que la relación entre el "elemento de compresión de primera fase" y el "elemento de compresión de segunda fase". El interenfriador se proporciona en un tubo de refrigerante intermedio para introducir el refrigerante descargado del elemento de compresión de primera fase al elemento de compresión de segunda fase, y el interenfriador funciona como enfriador del refrigerante descargado del elemento de compresión de primera fase e introducido en el elemento de compresión de segunda fase. El aparato de refrigeración lleva a cabo el control de prevención de humedad para reducir la velocidad de flujo del agua que fluye a través del interenfriador cuando la temperatura de fuente de calor del interenfriador o la temperatura de refrigerante de salida del interenfriador sea igual a o menor que la temperatura de saturación del refrigerante alimentado desde el elemento de compresión de primera fase al elemento de compresión de segunda fase. Tal como se usa en el presente documento, la expresión "para reducir la velocidad de flujo del agua que fluye a través del interenfriador" incluye el significado "se detiene el agua alimentada al interenfriador".

65 En un aparato de acondicionamiento de aire convencional, puesto que el refrigerante descargado del elemento de compresión de primera fase del compresor se introduce en el elemento de compresión de segunda fase del compresor y se comprime adicionalmente, aumenta la temperatura del refrigerante descargado del elemento de

compresión de segunda fase del compresor, hay una gran diferencia de temperatura entre el refrigerante y el aire y/o agua como fuente de calor, por ejemplo, en el intercambiador de calor de exterior que funciona como enfriador de refrigerante, y el intercambiador de calor de exterior tiene una gran pérdida por radiación de calor, lo que plantea el problema de que es difícil lograr una alta eficiencia de funcionamiento.

5 Como contramedida para tales problemas, el interenfriador que funciona como enfriador del refrigerante descargado del elemento de compresión de primera fase e introducido en el elemento de compresión de segunda fase se proporciona en el tubo de refrigerante intermedio para introducir el refrigerante descargado del elemento de compresión de primera fase al elemento de compresión de segunda fase, disminuyendo de ese modo la temperatura del refrigerante introducido en el elemento de compresión de segunda fase. Como resultado, se reduce la temperatura del refrigerante descargado del elemento de compresión de segunda fase, y es concebible una reducción de la pérdida por radiación de calor en el intercambiador de calor de exterior.

15 Sin embargo, en una configuración de este tipo, el refrigerante descargado del elemento de compresión de primera fase e introducido en el elemento de compresión de segunda fase es susceptible de enfriarse excesivamente en condiciones de funcionamiento en las que la temperatura del agua y/o aire como fuente de calor del interenfriador sea baja. Por tanto, el refrigerante introducido en el elemento de compresión de segunda fase se humedece, y la fiabilidad del compresor es susceptible de verse comprometida.

20 En vista de lo anterior, este aparato de refrigeración lleva a cabo el control de prevención de humedad para reducir la velocidad de flujo del agua que fluye a través del interenfriador cuando la temperatura de fuente de calor del interenfriador o la temperatura de refrigerante de salida del interenfriador sea igual a o menor que la temperatura de saturación del refrigerante alimentado desde el elemento de compresión de primera fase al elemento de compresión de segunda fase.

25 El aparato de refrigeración impide de ese modo que se humedezca el refrigerante introducido en el elemento de compresión de segunda fase incluso en condiciones de funcionamiento en las que la temperatura del agua como fuente de calor del interenfriador sea baja.

30 El aparato de refrigeración según un quinto aspecto de la presente invención es el aparato de refrigeración según el cuarto aspecto de la presente invención, en el que, en el control de prevención de humedad, se controla la velocidad de flujo del agua que fluye a través del interenfriador de modo que la temperatura de refrigerante de salida del interenfriador es mayor que la temperatura de saturación del refrigerante alimentado desde el elemento de compresión de primera fase al elemento de compresión de segunda fase.

35 El aparato de refrigeración controla la velocidad de flujo de agua que fluye a través del interenfriador de modo que la temperatura de refrigerante de salida del interenfriador es mayor que la temperatura de saturación del refrigerante alimentado desde el elemento de compresión de primera fase al elemento de compresión de segunda fase en el control de prevención de humedad. Por tanto, no sólo puede impedirse que se humedezca el refrigerante introducido en el elemento de compresión de segunda fase, sino que también puede reducirse la temperatura del refrigerante introducido en el elemento de compresión de segunda fase, mediante lo cual puede mantenerse baja la temperatura del refrigerante descargado del elemento de compresión de segunda fase y puede reducirse el consumo de potencia del mecanismo de compresión.

45 El aparato de refrigeración según un sexto aspecto de la presente invención es el aparato de refrigerante según cualquiera de los primer a quinto aspectos de la presente invención, que comprende además unos tubos de inyección de segunda fase para ramificar el refrigerante que fluye entre el intercambiador de calor de lado de fuente de calor y el intercambiador de calor de lado de uso después de haberse comprimido el refrigerante por el mecanismo de compresión, y retornar el refrigerante al elemento de compresión de segunda fase.

50 Además de enfriar el refrigerante introducido en el elemento de compresión de segunda fase por el interenfriador, el aparato de refrigeración puede reducir la temperatura del refrigerante introducido en el elemento de compresión de segunda fase mediante la inyección intermedia usando un tubo de inyección de segunda fase. Por tanto, puede mantenerse baja la temperatura del refrigerante descargado del mecanismo de compresión, y puede reducirse el consumo de potencia del mecanismo de compresión.

**Breve descripción de los dibujos**

60 La figura 1 es un diagrama estructural esquemático de un aparato de acondicionamiento de aire como una realización del aparato de refrigeración según la presente invención.

La figura 2 es una gráfica de presión-entalpía que representa el ciclo de refrigeración durante la operación de enfriamiento de aire.

65 La figura 3 es una gráfica de temperatura-entropía que representa el ciclo de refrigeración durante la operación de enfriamiento de aire.

La figura 4 es un diagrama estructural esquemático de un aparato de acondicionamiento de aire según la modificación 1.

5 La figura 5 es un diagrama estructural esquemático de un aparato de acondicionamiento de aire según la modificación 1.

La figura 6 es un diagrama estructural esquemático de un aparato de acondicionamiento de aire según la modificación 2.

10 La figura 7 es un diagrama estructural esquemático de un aparato de acondicionamiento de aire según la modificación 4.

15 La figura 8 es una gráfica de presión-entalpía que representa el ciclo de refrigeración durante la operación de enfriamiento de aire en el aparato de acondicionamiento de aire según la modificación 4.

La figura 9 es una gráfica de temperatura-entropía que representa el ciclo de refrigeración durante la operación de enfriamiento de aire en el aparato de acondicionamiento de aire según la modificación 4.

20 La figura 10 es una gráfica de presión-entalpía que representa el ciclo de refrigeración durante la operación de calentamiento de aire en el aparato de acondicionamiento de aire según la modificación 4.

La figura 11 es una gráfica de temperatura-entropía que representa el ciclo de refrigeración durante la operación de calentamiento de aire en el aparato de acondicionamiento de aire según la modificación 4.

25 La figura 12 es un diagrama estructural esquemático de un aparato de acondicionamiento de aire según la modificación 4.

30 La figura 13 es un diagrama estructural esquemático de un aparato de acondicionamiento de aire según la modificación 5.

La figura 14 es un diagrama estructural esquemático de un aparato de acondicionamiento de aire según la modificación 5.

### 35 **Explicación de los números de referencia**

1 Aparato de acondicionamiento de aire (aparato de refrigeración)

40 2, 102 Mecanismos de compresión

4 Intercambiador de calor de lado de fuente de calor

6 Intercambiador de calor de lado de uso

45 7 Interenfriador

8 Tubo de refrigerante intermedio

50 9 Tubo para sortear el interenfriador

18c Primer tubo de inyección de segunda fase

19 Segundo tubo de inyección de segunda fase

### 55 **Mejor modo de llevar a cabo la invención**

Se describen realizaciones del aparato de refrigeración según la presente invención a continuación en el presente documento con referencia a los dibujos.

60 (1) Configuración del aparato de acondicionamiento de aire

La figura 1 es un diagrama estructural esquemático de un aparato de acondicionamiento de aire 1 como una realización del aparato de refrigeración según la presente invención. El aparato de acondicionamiento de aire 1 tiene un circuito de refrigerante 10 configurado para ser capaz de realizar una operación de enfriamiento de aire, y el aparato realiza un ciclo de refrigeración por compresión en dos fases usando un refrigerante (dióxido de carbono en este caso) para funcionar en un intervalo supercrítico.

65

El circuito de refrigerante 10 del aparato de acondicionamiento de aire 1 tiene principalmente un mecanismo de compresión 2, un intercambiador de calor de lado de fuente de calor 4, un mecanismo de expansión 5, un intercambiador de calor de lado de uso 6 y un interenfriador 7. El mecanismo de compresión 2 está configurado a partir de un compresor 21 que usa dos elementos de compresión para someter un refrigerante a compresión en dos fases. El compresor 21 tiene una estructura hermética en la que un motor de accionamiento de compresor 21b, un árbol de accionamiento 21c y elementos de compresión 2c, 2d están alojados dentro de una carcasa 21a. El motor de accionamiento de compresor 21b está unido al árbol de accionamiento 21c. El árbol de accionamiento 21c está unido a los dos elementos de compresión 2c, 2d. Específicamente, el compresor 21 tiene una denominada estructura de compresión en dos fases, de un solo árbol, en la que los dos elementos de compresión 2c, 2d están unidos a un único árbol de accionamiento 21c y los dos elementos de compresión 2c, 2d se accionan ambos de manera rotatoria por el motor de accionamiento de compresor 21b. Los elementos de compresión 2c, 2d son elementos rotatorios, elementos en espiral, u otro tipo de elementos de compresión de desplazamiento positivo. El compresor 21 está configurado para que entre refrigerante a través de un tubo de admisión 2a, para descargar este refrigerante a un tubo de refrigerante intermedio 8 después de haberse comprimido el refrigerante por el elemento de compresión 2c, para que entre el refrigerante descargado al tubo de refrigerante intermedio 8 en el elemento de compresión 2d, y para descargar el refrigerante a un tubo de descarga 2b después de haberse comprimido adicionalmente el refrigerante. El tubo de refrigerante intermedio 8 es un tubo de refrigerante para introducir refrigerante en el elemento de compresión 2d conectado al lado de segunda fase del elemento de compresión 2c después de haberse descargado el refrigerante del elemento de compresión 2d conectado al lado de primera fase del elemento de compresión 2c. El tubo de descarga 2b es un tubo de refrigerante para alimentar el refrigerante descargado del mecanismo de compresión 2 al intercambiador de calor de lado de fuente de calor 4, y el tubo de descarga 2b está dotado de un mecanismo de separación de lubricante 41 y de un mecanismo antirretorno 42. El mecanismo de separación de lubricante 41 es un mecanismo para separar lubricante del refrigerador que acompaña al refrigerante del refrigerante descargado del mecanismo de compresión 2 y retornar el lubricante al lado de admisión del mecanismo de compresión 2, y el mecanismo de separación de lubricante 41 tiene principalmente un separador de lubricante 41a para separar el lubricante del refrigerador que acompaña al refrigerante del refrigerante descargado del mecanismo de compresión 2, y un tubo de retorno de lubricante 41b conectado al separador de lubricante 41a para retornar el lubricante del refrigerador separado del refrigerante al tubo de admisión 2a del mecanismo de compresión 2. El tubo de retorno de lubricante 41b está dotado de un mecanismo de despresurización 41c para despresurizar el lubricante del refrigerador que fluye a través del tubo de retorno de lubricante 41b. Se usa un tubo capilar para el mecanismo de despresurización 41c en la presente realización. El mecanismo antirretorno 42 es un mecanismo para permitir el flujo de refrigerante desde el lado de descarga del mecanismo de compresión 2 hasta el intercambiador de calor de lado de fuente de calor 4 y para bloquear el flujo de refrigerante desde el intercambiador de calor de lado de fuente de calor 4 hasta el lado de descarga del mecanismo de compresión 2, y se usa una válvula antirretorno. Por tanto, el mecanismo de compresión 2 tiene dos elementos de compresión 2c, 2d y está configurado de modo que, entre estos elementos de compresión 2c, 2d, el refrigerante descargado del elemento de compresión de primera fase se comprime en secuencia por el elemento de compresión de segunda fase.

El intercambiador de calor de lado de fuente de calor 4 es un intercambiador de calor que funciona como enfriador de refrigerante. Un extremo del intercambiador de calor de lado de fuente de calor 4 está conectado al mecanismo de compresión 2, y el otro extremo está conectado al mecanismo de expansión 5. El intercambiador de calor de lado de fuente de calor es un intercambiador de calor que tiene aire como fuente de calor (es decir, fuente de enfriamiento). El aire como fuente de calor se suministra al intercambiador de calor de lado de fuente de calor 4 mediante un ventilador de lado de fuente de calor (no mostrado).

El mecanismo de expansión 5 es un mecanismo para despresurizar el refrigerante, y se usa una válvula de expansión eléctrica en el presente ejemplo. Un extremo del mecanismo de expansión 5 está conectado al intercambiador de calor de lado de fuente de calor 4, y el otro extremo está conectado al intercambiador de calor de lado de uso 6. El mecanismo de expansión 5 despresuriza el refrigerante a alta presión enfriado en el intercambiador de calor de lado de fuente de calor 4 antes de alimentarse el refrigerante al intercambiador de calor de lado de uso 6.

El intercambiador de calor de lado de uso 6 es un intercambiador de calor que funciona como calentador de refrigerante. Un extremo del intercambiador de calor de lado de uso 6 está conectado al mecanismo de expansión 5, y el otro extremo está conectado al mecanismo de compresión 2. El intercambiador de calor de lado de uso 6 es un intercambiador de calor que tiene aire y/o agua como fuente de calor (es decir, una fuente de calentamiento).

El interenfriador 7 se proporciona en el tubo de refrigerante intermedio 8, y es un intercambiador de calor que funciona como enfriador del refrigerante descargado del elemento de compresión 2c en el lado de primera fase e introducido en el elemento de compresión 2d. El interenfriador 7 es un intercambiador de calor que tiene aire como fuente de calor (es decir, una fuente de enfriamiento). El aire como fuente de calor se suministra al interenfriador 7 mediante un ventilador de lado de fuente de calor (no mostrado). Existen casos en los que el interenfriador 7 está integrado con el intercambiador de calor de lado de fuente de calor 4, en cuyo caso existen configuraciones en las que se suministra el aire usado como fuente de calor mediante un ventilador de lado de fuente de calor compartido

entre el intercambiador de calor de lado de fuente de calor 4 y el interenfriador 7. Por tanto, resulta aceptable afirmar que el interenfriador 7 es un enfriador que usa una fuente de calor externa, lo que significa que el interenfriador no usa el refrigerante que circula a través del circuito de refrigerante 10.

5 Un tubo para sortear el interenfriador 9 está conectado al tubo de refrigerante intermedio 8 para sortear el interenfriador 7. Este tubo para sortear el interenfriador 9 es un tubo de refrigerante para limitar la velocidad de flujo de refrigerante que fluye a través del interenfriador 7. El tubo para sortear el interenfriador 9 está dotado de una válvula de apertura/cierre para sortear el interenfriador 11. La válvula de apertura/cierre 11 para sortear el interenfriador es una válvula electromagnética en el presente ejemplo. La válvula de apertura/cierre para sortear el interenfriador 11 está esencialmente cerrada, excepto durante el funcionamiento temporal tal como el control de prevención de humedad descrito más adelante.

15 El tubo de refrigerante intermedio 8 está dotado de una válvula de apertura/cierre de enfriador 12 en una posición que conduce hacia el interenfriador 7 desde la parte que conecta con el tubo para sortear el interenfriador 9 (es decir, en la porción que conduce desde la parte de conexión con el tubo para sortear el interenfriador 9 más cerca de la entrada del interenfriador 7 hasta la parte de conexión más cerca de la salida del interenfriador 7). La válvula de apertura/cierre de enfriador 12 es un mecanismo para limitar la velocidad de flujo del refrigerante que fluye a través del interenfriador 7. La válvula de apertura/cierre de enfriador 12 es una válvula electromagnética en el presente ejemplo. La válvula de apertura/cierre de enfriador 12 está esencialmente abierta, excepto durante el funcionamiento temporal tal como el control de prevención de humedad descrito más adelante. La válvula de apertura/cierre de enfriador 12 se proporciona en una posición más cerca de la entrada del interenfriador 7.

20 El tubo de refrigerante intermedio 8 también está dotado de un mecanismo antirretorno 15 para permitir que fluya refrigerante desde el lado de descarga del elemento de compresión de primera fase 2c hasta el lado de admisión del elemento de compresión de segunda fase 2d y para bloquear el refrigerante que fluya desde el lado de descarga del elemento de compresión de segunda fase 2d hasta el elemento de compresión de primera fase 2c. El mecanismo antirretorno 15 es una válvula antirretorno en el presente ejemplo. El mecanismo antirretorno 15 se proporciona en el tubo de refrigerante intermedio 8 en la porción que conduce lejos de la salida del interenfriador 7 hacia la parte de conexión con el tubo para sortear el interenfriador 9.

30 Además, el aparato de acondicionamiento de aire 1 está dotado de diversos sensores. Específicamente, la salida del interenfriador 7 está dotada de un sensor de temperatura de salida de interenfriador 52 para detectar la temperatura de refrigerante en la salida del interenfriador 7. El aparato de acondicionamiento de aire 1 está dotado de un sensor de temperatura de aire 53 para detectar la temperatura del aire como fuente de calor para el interenfriador 7. Un sensor de presión intermedia 54 para detectar la presión intermedia del mecanismo de compresión, que es la presión del refrigerante que fluye a través del tubo de refrigerante intermedio 8, se proporciona en el tubo de refrigerante intermedio 8. Aunque no se muestra en los dibujos, el aparato de acondicionamiento de aire 1 tiene un controlador para controlar las acciones del mecanismo de compresión 2, del mecanismo de expansión 5, de la válvula de apertura/cierre para sortear el interenfriador 11, de la válvula de apertura/cierre de enfriador 12 y de los demás componentes que constituyen el aparato de acondicionamiento de aire 1.

(2) Acción del aparato de acondicionamiento de aire

45 A continuación, la acción del aparato de acondicionamiento de aire 1 se describirá usando las figuras 1 a 3. La figura 2 es una gráfica de presión-entalpía que representa el ciclo de refrigeración durante la operación de enfriamiento de aire, y la figura 3 es una gráfica de temperatura-entropía que representa el ciclo de refrigeración durante la operación de enfriamiento de aire. El control de funcionamiento durante la operación de enfriamiento descrita a continuación y el control de prevención de humedad para impedir que se humedezca el refrigerante introducido en el elemento de compresión de segunda fase debido al enfriamiento en el interenfriador 7 se llevan a cabo mediante el controlador descrito anteriormente (no mostrado). En la siguiente descripción, el término "alta presión" significa una alta presión en el ciclo de refrigeración (específicamente, la presión en los puntos D, D' y E en las figuras 2 y 3), el término "baja presión" significa una baja presión en el ciclo de refrigeración (específicamente, la presión en los puntos A y F en las figuras 2 y 3) y el término "presión intermedia" y/o "presión intermedia del mecanismo de compresión" significa una presión intermedia en el ciclo de refrigeración (específicamente, la presión en los puntos B1 y C1 en las figuras 2 y 3).

50 El grado de apertura del mecanismo de expansión 5 se ajusta durante la operación de enfriamiento de aire. La válvula de apertura/cierre de enfriador 12 está abierta y la válvula de apertura/cierre para sortear el interenfriador 11 del tubo para sortear el interenfriador 9 está cerrada, poniendo de ese modo el interenfriador 7 en un estado de funcionamiento como enfriador.

60 Cuando se acciona el mecanismo de compresión 2 mientras que el circuito de refrigerante 10 está en este estado, se introduce refrigerante a baja presión (remítase al punto A en las figuras 1 a 3) en el mecanismo de compresión 2 a través del tubo de admisión 2a y, después de haberse comprimido por primera vez el refrigerante hasta una presión intermedia mediante el elemento de compresión 2c, el refrigerante se descarga al tubo de refrigerante intermedio 8 (remítase al punto B1 en las figuras 1 a 3). El refrigerante a presión intermedia descargado del

elemento de compresión de primera fase 2c se enfría en el interenfriador 7 sometándolo a intercambio de calor con el aire como fuente de enfriamiento (remítase al punto C1 en las figuras 1 a 3). El refrigerante enfriado en el interenfriador 7 se conduce entonces a y se comprime adicionalmente en el elemento de compresión 2d conectado al lado de segunda fase del elemento de compresión 2c, y el refrigerante se descarga entonces del mecanismo de compresión 2 al tubo de descarga 2b (remítase al punto D en las figuras 1 a 3). El refrigerante a alta presión descargado del mecanismo de compresión 2 se comprime hasta una presión que supera una presión crítica (es decir, la presión crítica  $P_{cp}$  en el punto crítico CP mostrado en la figura 2) mediante la acción de compresión en dos fases de los elementos de compresión 2c, 2d. El refrigerante a alta presión descargado del mecanismo de compresión 2 fluye al separador de lubricante 41a que constituye el mecanismo de separación de lubricante 41, y se separa el lubricante de refrigeración acompañante. El lubricante de refrigeración separado del refrigerante a alta presión en el separador de lubricante 41a fluye al tubo de retorno de lubricante 41b que constituye el mecanismo de separación de lubricante 41 en el que se despresuriza mediante el mecanismo de despresurización 41c proporcionado en el tubo de retorno de lubricante 41b, y entonces se retorna el lubricante al tubo de admisión 2a del mecanismo de compresión 2 y se conduce de vuelta al mecanismo de compresión 2. A continuación, habiéndose separado del lubricante de refrigeración en el mecanismo de separación de lubricante 41, el refrigerante a alta presión se hace pasar a través del mecanismo antirretorno 42 y se alimenta al intercambiador de calor de lado de fuente de calor 4 que funciona como enfriador de refrigerante. El refrigerante a alta presión alimentado al intercambiador de calor de lado de fuente de calor 4 se enfría en el intercambiador de calor de lado de fuente de calor 4 mediante intercambio de calor con aire como fuente de enfriamiento (remítase al punto E en las figuras 1 a 3). El refrigerante a alta presión enfriado en el intercambiador de calor de lado de fuente de calor 4 se despresuriza entonces mediante el mecanismo de expansión 5 para convertirse en un refrigerante bifásico gaseoso-líquido a baja presión, que se alimenta al intercambiador de calor de lado de uso 6 que funciona como calentador de refrigerante (remítase al punto F en las figuras 1 a 3). El refrigerante bifásico gaseoso-líquido a baja presión alimentado al intercambiador de calor de lado de uso 6 se calienta mediante intercambio de calor con agua o aire como fuente de calentamiento en el intercambiador de calor de lado de uso 6, y el refrigerante se evapora como resultado (remítase al punto A en las figuras 1 a 3). El refrigerante a baja presión calentado en el intercambiador de calor de lado de uso 6 se conduce entonces de vuelta al mecanismo de compresión 2. De esta manera, se realiza la operación de enfriamiento de aire.

Por tanto, en el aparato de acondicionamiento de aire 1, el interenfriador 7 se proporciona en el tubo de refrigerante intermedio 8 para dejar que entre el refrigerante descargado del elemento de compresión 2c en el elemento de compresión 2d y, durante la operación de enfriamiento de aire, la válvula de apertura/cierre de enfriador 12 está abierta y la válvula de apertura/cierre para sortear el interenfriador 11 del tubo para sortear el interenfriador 9 está cerrada, poniendo de ese modo el interenfriador 7 en un estado de funcionamiento como enfriador. Por tanto, el refrigerante introducido en el elemento de compresión 2d en el lado de segunda fase del elemento de compresión 2c disminuye de temperatura (remítase a los puntos B1 y C1 en la figura 3) y el refrigerante descargado del elemento 2d de compresión también disminuye de temperatura (remítase a los puntos D y D' en la figura 3), en comparación con casos en los que no se proporciona interenfriador 7 (en este caso, se realiza el ciclo de refrigeración en la secuencia en las figuras 2 y 3: punto A → punto B1 → punto D' → punto E → punto F). Por tanto, en el intercambiador de calor de lado de fuente de calor 4 que funciona como enfriador de refrigerante a alta presión en este aparato de acondicionamiento de aire 1, puede mejorarse la eficiencia de funcionamiento con respecto a casos en los que no se proporcione interenfriador 7, porque puede reducirse la diferencia de temperatura entre el refrigerante y el agua o aire como fuente de enfriamiento, y puede reducirse la pérdida por radiación de calor en una cantidad equivalente al área encerrada por los puntos de conexión B1, D', D y C1 en la figura 3.

<Control de prevención de humedad>

En la operación de enfriamiento que acompaña al enfriamiento del refrigerante a presión intermedia mediante el interenfriador 7 tal como se describió anteriormente, el refrigerante descargado del elemento de compresión de primera fase 2c e introducido en el elemento de compresión de segunda fase 2d es susceptible de enfriarse excesivamente cuando esté en condiciones de funcionamiento en las que la temperatura del aire como fuente de calor del interenfriador 7 sea baja. Por tanto, se humedece el refrigerante introducido en el elemento de compresión de segunda fase 2d, y la fiabilidad del compresor 2 es susceptible de verse comprometida.

En vista de lo anterior, en la presente invención, el control de prevención de humedad usa el tubo para sortear el interenfriador 9 de modo que no se permita que fluya el refrigerante hasta el interenfriador 7 cuando la temperatura de fuente de calor del interenfriador 7 sea igual a o menor que la temperatura de saturación del refrigerante alimentado desde el elemento de compresión de primera fase 2c al elemento de compresión de segunda fase 2d. Específicamente, cuando la temperatura del aire como fuente de calor del interenfriador 7 detectada por el sensor de temperatura de aire 53 sea igual a o menor que la temperatura de saturación obtenida convirtiendo la presión intermedia del mecanismo de compresión detectada por el sensor de presión intermedia 54, la válvula de apertura/cierre para sortear el interenfriador 11 del tubo para sortear el interenfriador 9 está abierta y la válvula de apertura/cierre de enfriador 12 está cerrada, mediante lo cual el refrigerante descargado del elemento de compresión de primera fase 2c fluye al lado de admisión del elemento de compresión de segunda fase 2d por medio del tubo para sortear el interenfriador 9, y no fluye refrigerante a presión intermedia al interenfriador 7. En el caso en el que se usa un refrigerante que funciona en el intervalo supercrítico, aumenta la presión del refrigerante

descargado del elemento de compresión de primera fase 2c y puede haber casos en los que las condiciones de funcionamiento sean tales que la presión intermedia del mecanismo de compresión supere una presión crítica (es decir, la presión crítica  $P_{cp}$  en el punto crítico CP mostrado en la figura 2). En tales condiciones de funcionamiento, ya no existe el concepto de un estado saturado no sólo en el refrigerante a alta presión, sino también en el refrigerante a presión intermedia y, por tanto, no existe necesidad adicional del control de prevención de humedad descrito anteriormente. Por consiguiente, en el control de prevención de humedad, se determina si la presión intermedia del mecanismo de compresión es menor que la presión crítica antes de realizarse una determinación en cuanto a si la temperatura del aire como fuente de calor es igual a o menor que la temperatura de saturación del refrigerante alimentado desde el elemento de compresión de primera fase 2c al elemento de compresión de segunda fase 2d. En el caso en el que la presión intermedia del mecanismo de compresión sea igual a o mayor que la presión crítica, se permite que continúe fluyendo el refrigerante hasta el interenfriador 7 para mantener tan baja como sea posible la temperatura del refrigerante introducido en el elemento de compresión de segunda fase 2d. En el caso en el que la presión intermedia del mecanismo de compresión sea menor que la presión crítica, se determina si la temperatura del aire como fuente de calor del interenfriador 7 detectada por el sensor de temperatura de aire 53 es igual a o menor que la temperatura de saturación obtenida convirtiendo la presión intermedia del mecanismo de compresión detectada por el sensor de presión intermedia 54. Cuando la temperatura del aire como fuente de calor del interenfriador 7 es igual a o menor que la temperatura de saturación obtenida convirtiendo la presión intermedia del mecanismo de compresión, no se permite que fluya el refrigerante a presión intermedia hasta el interenfriador 7; y, cuando la temperatura del aire como fuente de calor del interenfriador 7 es mayor que la temperatura de saturación obtenida convirtiendo la presión intermedia del mecanismo de compresión, se permite que continúe fluyendo el refrigerante hasta el interenfriador 7.

De esta manera, con el aparato de acondicionamiento de aire 1, cuando la temperatura del aire como fuente de calor del interenfriador 7 es igual a o menor que la temperatura de saturación del refrigerante a presión intermedia alimentado desde el elemento de compresión de primera fase 2c al elemento de compresión de segunda fase 2d, se lleva a cabo el control de prevención de humedad que no permite que fluya el refrigerante hasta el interenfriador 7 usando el tubo para sortear el interenfriador 9. Por tanto, puede impedirse que se humedezca el refrigerante introducido en el elemento de compresión de segunda fase 2d, incluso en las condiciones de funcionamiento en las que la temperatura del aire como fuente de calor del interenfriador 7 sea baja.

Con el aparato de acondicionamiento de aire 1, la válvula de apertura/cierre de enfriador 12 dispuesta en el lado de entrada del interenfriador 7 está cerrada cuando la temperatura del aire como fuente de calor del interenfriador 7 es igual a o menor que la temperatura de saturación del refrigerante a presión intermedia alimentado desde el elemento de compresión de primera fase 2c al elemento de compresión de segunda fase 2d. Por tanto, puede hacerse que fluya la totalidad del refrigerante descargado del elemento de compresión de primera fase 2c hasta el tubo para sortear el interenfriador 9, y puede impedirse que fluya el refrigerante a presión intermedia que fluye a través del tubo de refrigerante intermedio 8 y del tubo para sortear el interenfriador 9 desde el lado de entrada del interenfriador 7 al interenfriador 7 y que quede retenido en el interior del interenfriador 7. Además, puesto que se proporciona un mecanismo antirretorno 15 en el lado de salida del interenfriador 7, puede impedirse que fluya el refrigerante a presión intermedia que fluye a través del tubo de refrigerante intermedio 8 y del tubo para sortear el interenfriador 9 desde el lado de salida del interenfriador 7 al interenfriador 7 y que quede retenido en el interenfriador 7. En una configuración particular en la que el interenfriador 7 está formado de manera solidaria con el intercambiador de calor de lado de fuente de calor 4 y se alimenta aire como fuente de calor tanto al intercambiador de calor de lado de fuente de calor 4 como al interenfriador 7 mediante un ventilador de lado de fuente de calor (no mostrado) compartido tanto por el intercambiador de calor de lado de fuente de calor 4 como por el interenfriador 7, también se alimenta aire como fuente de calor de manera continua al interenfriador 7, siempre que se alimente el aire como fuente de calor al intercambiador de calor de lado de fuente de calor 4. Por tanto, resulta eficaz proporcionar una válvula de apertura/cierre de enfriador 12 y un mecanismo antirretorno 15 porque el refrigerante a presión intermedia es susceptible por el contrario de fluir al interenfriador 7 y de quedar retenido en el interior del interenfriador 7.

En lugar de determinar la necesidad de control de prevención de humedad dependiendo de si la temperatura del aire como fuente de calor del interenfriador 7 es igual a o menor que la temperatura de saturación del refrigerante a presión intermedia alimentado desde el elemento de compresión de primera fase 2c al elemento de compresión de segunda fase 2d, también es posible determinar la necesidad de control de prevención de humedad dependiendo de si la temperatura del refrigerante (en esta situación, la temperatura del refrigerante detectada por el sensor de temperatura de salida de interenfriador 52) en la salida del interenfriador 7 es igual a o menor que la temperatura de saturación del refrigerante a presión intermedia alimentado desde el elemento de compresión de primera fase 2c al elemento de compresión de segunda fase 2d.

### (3) Modificación 1

En el ejemplo descrito anteriormente, se usa un intercambiador de calor como interenfriador 7 en el que el aire es la fuente de calor, pero puede usarse un intercambiador de calor como interenfriador 7 en el que se use agua como fuente de calor.

Por ejemplo, en una configuración que alimenta agua al interenfriador 7 mediante un tubo de distribución de agua 14

para enfriamiento intermedio, tal como se muestra en la figura 4, el control de prevención de humedad puede llevarse a cabo de modo que se realiza una determinación en cuanto a si la temperatura del agua (en este caso, la temperatura del agua alimentada al interenfriador 7 detectada por un sensor de temperatura de agua 58 dispuesto en el lado de entrada de agua del interenfriador 7) como fuente de calor del interenfriador 7 es igual a o menor que la temperatura de saturación del refrigerante a presión intermedia alimentado desde el elemento de compresión de primera fase 2c al elemento de compresión de segunda fase 2d, o si la temperatura del refrigerante (en este caso, la temperatura del refrigerante detectada por el sensor de temperatura de salida de interenfriador 52) en la salida del interenfriador 7 es igual a o menor que la temperatura de saturación del refrigerante a presión intermedia alimentado desde el elemento de compresión de primera fase 2c al elemento de compresión de segunda fase 2d. En el caso en el que se determina que la temperatura del agua como fuente de calor del interenfriador 7 o la temperatura del refrigerante en la salida del interenfriador 7 es igual a o menor que la temperatura de saturación del refrigerante alimentado desde el elemento de compresión de primera fase 2c al elemento de compresión de segunda fase 2d, se permite que fluya el refrigerante descargado del elemento de compresión de primera fase 2c hasta el lado de admisión del elemento de compresión de segunda fase 2d mediante el tubo para sortear el interenfriador 9 cerrando la válvula de apertura/cierre de enfriador 12 y abriendo la válvula de apertura/cierre para sortear el interenfriador 11 del tubo para sortear el interenfriador 9 de la misma manera que en el ejemplo descrito anteriormente, mediante lo cual no se permite que fluya el refrigerante a presión intermedia hasta el interenfriador 7.

Pueden lograrse los mismos efectos de funcionamiento que los del ejemplo descrito anteriormente con la configuración de la presente modificación, excepto porque la fuente de calor del interenfriador 7 es agua en vez de aire.

En una configuración que proporciona una válvula de apertura/cierre de agua 14a al tubo de distribución de agua 14 para enfriamiento intermedio, tal como se muestra en la figura 5, el control puede llevarse a cabo de modo que no fluya el refrigerante a presión intermedia hasta el interenfriador 7 haciendo uso del tubo para sortear el interenfriador 9 descrito anteriormente, y puede llevarse a cabo un control para detener el suministro de agua al interenfriador 7 cerrando la válvula de apertura/cierre de agua 14a. En este caso, la válvula de apertura/cierre de agua 14a es una válvula electromagnética capaz de producir un control de apertura/cierre.

En este caso, puede impedirse además que quede retenido refrigerante en el interior del interenfriador 7 en estado líquido.

#### (4) Modificación 2

La modificación 1 descrita anteriormente está configurada de modo que se alimenta agua al interenfriador 7 mediante un tubo de distribución de agua 14 para enfriamiento intermedio y de modo que se proporciona una válvula de apertura/cierre de agua 14a en el tubo de distribución de agua 14 para enfriamiento intermedio; y, en el caso en el que se ha determinado que la temperatura del agua como fuente de calor del interenfriador 7 o la temperatura del refrigerante en la salida del interenfriador 7 es igual a o menor que la temperatura de saturación del refrigerante alimentado desde el elemento de compresión de primera fase 2c al elemento de compresión de segunda fase 2d, el control de prevención de humedad se lleva a cabo permitiendo que no fluya refrigerante a presión intermedia hasta el interenfriador 7 usando un tubo para sortear el interenfriador 9 y se detiene el agua alimentada al interenfriador 7 cerrando la válvula de apertura/cierre de agua 14a (véase la figura 5). Sin embargo, también es posible omitir el tubo para sortear el interenfriador 9 que incluye la válvula de apertura/cierre para sortear el interenfriador 11, y/o una configuración tal como la válvula de apertura/cierre de enfriador 12 para permitir que no fluya refrigerante a presión intermedia al interenfriador 7; y usar en su lugar un control de prevención de humedad en el que el único control que se realiza es detener la alimentación de agua al interenfriador 7.

En la configuración de la presente modificación, el refrigerante fluye de manera constante hasta el interenfriador 7 pero se detiene el agua alimentada al interenfriador 7, que es diferente de la modificación 1 descrita anteriormente. Pueden lograrse los mismos efectos de funcionamiento que los de la modificación 1 descrita anteriormente porque, esencialmente, el refrigerante que fluye al interenfriador 7 ya no se enfría mediante agua.

#### (5) Modificación 3

En la configuración de la modificación 2 descrita anteriormente (véase la figura 6), también es posible usar una configuración en la que la válvula de apertura/cierre de agua 14a se compone de una válvula cuyo grado de apertura puede ajustarse y, cuando se ha determinado que la temperatura del refrigerante en la salida del interenfriador 7 es igual a o menor que la temperatura de saturación del refrigerante alimentado desde el elemento de compresión de primera fase 2c al elemento de compresión de segunda fase 2d, el control de prevención de humedad se lleva a cabo para reducir la velocidad de flujo de agua alimentada al interenfriador 7 reduciendo el grado de apertura de la válvula de apertura/cierre de agua 14a para impedir que se humedezca el refrigerante introducido en el elemento de compresión de segunda fase 2d, y además para controlar la velocidad de flujo del agua que fluye a través del interenfriador 7 de modo que la temperatura del refrigerante en la salida del interenfriador 7 se vuelva mayor que la temperatura de saturación del refrigerante alimentado desde el elemento de compresión de primera fase 2c al elemento de compresión de segunda fase 2d.

En la configuración de la presente modificación, no sólo puede impedirse que se humedezca el refrigerante introducido en el elemento de compresión de segunda fase 2d, sino que también puede mantenerse baja la temperatura del refrigerante introducido en el elemento de compresión de segunda fase 2d, mediante lo cual puede mantenerse baja la temperatura del refrigerante descargado del elemento de compresión de segunda fase 2d y puede reducirse el consumo de potencia del mecanismo de compresión 2 de la misma manera que en la modificación 2 descrita anteriormente.

#### (6) Modificación 4

En el circuito de refrigerante 10 (véanse las figuras 1, 4, 5, 6) en el ejemplo descrito anteriormente y en las modificaciones del mismo, se usa un único intercambiador de calor de lado de uso 6 y la configuración es capaz de producir la operación de enfriamiento de aire. Sin embargo, existen casos en los que se proporciona una configuración con el objetivo de llevar a cabo enfriamiento de aire y/o calentamiento de aire según la carga de acondicionamiento de aire de una pluralidad de espacios de acondicionamiento de aire, teniendo la configuración un mecanismo de conmutación 3 para conmutar entre la operación de enfriamiento de aire y la operación de calentamiento de aire, una pluralidad de intercambiadores de calor de lado de uso 6 conectados entre sí en paralelo y un receptor 18 para retener temporalmente el refrigerante que fluye entre el intercambiador de calor de lado de fuente de calor 4 y los intercambiadores de calor de lado de uso 6. Además, se proporcionan mecanismos de expansión de lado de uso 5c entre los intercambiadores de calor de lado de uso 6 y el receptor 18 como separador líquido-vapor, de modo que se correspondan con los intercambiadores de calor de lado de uso 6 y de modo que pueda controlarse la velocidad a la que fluye el refrigerante a través de los intercambiadores de calor de lado de uso 6 y pueda obtenerse la carga de refrigeración requerida en los intercambiadores de calor de lado de uso 6 (por ejemplo, una configuración que no tiene tubos de inyección de segunda fase 18c, 19 y un intercambiador de calor economizador 20 como en las figuras 7 y 12 descritas más adelante). En una configuración de este tipo, se lleva a cabo la inyección a presión intermedia haciendo retornar el refrigerante al elemento de compresión de segunda fase 2d desde el receptor 18 como separador líquido-vapor para mezclarse con el refrigerante a presión intermedia del mecanismo de compresión descargado del elemento de compresión de primera fase 2c del mecanismo de compresión 2 e introducido en el elemento de compresión de segunda fase 2d. Se cree que se mejora la eficiencia de funcionamiento porque se reduce la temperatura del refrigerante descargado del elemento de compresión de segunda fase 2d y se reduce el consumo de potencia del mecanismo de compresión 2.

Sin embargo, en una configuración de este tipo en la que una pluralidad de intercambiadores de calor de lado de uso 6 se conectan entre sí en paralelo, en la que se proporcionan mecanismos de expansión de lado de uso 5c como válvula de expansión de lado de uso entre los intercambiadores de calor de lado de uso 6 y el receptor 18 como separador líquido-vapor de modo que se correspondan con los intercambiadores de calor de lado de uso 6, y en la que los mecanismos de expansión de lado de uso 5c controlan la velocidad de flujo del refrigerante que fluye a través de los intercambiadores de calor de lado de uso 6 de modo que pueda obtenerse una carga de refrigeración requerida en los intercambiadores de calor de lado de uso 6, la velocidad de flujo a la que fluye el refrigerante a través de los intercambiadores de calor de lado de uso 6 en una operación de calentamiento de aire está determinada sustancialmente por el grado de apertura de los mecanismos de expansión de lado de uso 5c proporcionados en el lado aguas abajo de los intercambiadores de calor de lado de uso 6 y en el lado aguas arriba del receptor 18. Sin embargo, en este caso, el grado de apertura de los mecanismos de expansión de lado de uso 5c varía dependiendo no sólo de la velocidad de flujo del refrigerante que fluye a través de los intercambiadores de calor de lado de uso 6, sino también del estado de la distribución de velocidad de flujo entre la pluralidad de intercambiadores de calor de lado de uso 6. Existen casos en los que se produce un estado en el que el grado de apertura varía considerablemente entre la pluralidad de mecanismos de expansión de lado de uso 5c, y un mecanismo de expansión de lado de uso 5c puede tener un grado de apertura relativamente pequeño. Por consiguiente, puede haber casos en los que la presión del separador líquido-vapor, que es la presión del refrigerante en el receptor 18, puede reducirse excesivamente cuando se controle el grado de apertura de los mecanismos de expansión de lado de uso 5c durante la operación de calentamiento de aire. Además, cuando un aparato de acondicionamiento de aire 1 de este tipo está configurado como aparato de acondicionamiento de aire de tipo independiente en el que una unidad de fuente de calor que incluye principalmente un mecanismo de compresión 2, un intercambiador de calor de lado de fuente de calor 4 y un receptor 18, y una unidad de uso que incluye principalmente intercambiadores de calor de lado de uso 6 están conectadas mediante una tubería de interconexión, la tubería de interconexión puede resultar ser muy larga dependiendo de la disposición de la unidad de uso y de la unidad de fuente de calor. Debido a la disminución de presión resultante, esto por tanto se añade a la presión reducida del separador líquido-vapor, y la presión del separador líquido-vapor se reduce adicionalmente.

Por consiguiente, puede usarse la inyección a presión intermedia mediante el receptor 18 como separador líquido-vapor incluso en condiciones en las que la diferencia de presión entre la presión del separador líquido-vapor y la presión intermedia del mecanismo de compresión sea pequeña. Por tanto, esto resulta ventajoso en casos en los que es muy probable que la presión del separador líquido-vapor se reduzca excesivamente tal como en la operación de calentamiento de aire en esta configuración.

Sin embargo, en vez de llevar a cabo una operación para reducir considerablemente la presión usando otro

mecanismo distinto al primer mecanismo de expansión 5a (por ejemplo, véase el primer mecanismo de expansión 5a de las figuras 7 y 12 descritas más adelante) como mecanismo de expansión de lado de fuente de calor entre el momento en que se enfría el refrigerante en el intercambiador de calor de lado de fuente de calor 4 y fluye al receptor 18 como separador líquido-vapor, como en la operación de enfriamiento de aire, se proporcionan preferiblemente un segundo tubo de inyección de segunda fase 19 para ramificar y retornar el refrigerante que fluye entre el intercambiador de calor de lado de fuente de calor 4 y el primer mecanismo de expansión 5a al elemento de compresión de segunda fase 2d, y un intercambiador de calor economizador 20 para llevar a cabo el intercambio de calor entre el refrigerante que fluye entre el intercambiador de calor de lado de fuente de calor 4 y el primer mecanismo de expansión 5a y el refrigerante que fluye a través del segundo tubo de inyección de segunda fase 19.

En condiciones en las que sea posible usar la diferencia de presión entre la alta presión en el ciclo de refrigeración y la presión casi intermedia en el ciclo de refrigeración, el refrigerante que fluye a través del segundo tubo de inyección de segunda fase 19 después de calentarse mediante intercambio de calor en el intercambiador de calor economizador 20 se retorna (es decir, se lleva a cabo la inyección a presión intermedia mediante el intercambiador de calor economizador 20) al elemento de compresión de segunda fase 2d (por ejemplo, véase el segundo tubo de inyección de segunda fase 19 y el intercambiador de calor economizador 20 de las figuras 7 y 12 descritas más adelante). Esto se debe al hecho de que la inyección a presión intermedia llevada a cabo por el intercambiador de calor economizador 20 hace que fluctúe la velocidad de flujo del refrigerante que puede hacerse retornar al elemento de compresión de segunda fase 2d basándose en la cantidad de intercambio de calor en el intercambiador de calor economizador 20. Por tanto, se reduce la cantidad de intercambio de calor en el intercambiador de calor economizador 20 y se reduce la velocidad de flujo del refrigerante que puede hacerse retornar al elemento de compresión de segunda fase 2d en el caso en el que la diferencia de presión entre la presión del refrigerante en la entrada del intercambiador de calor economizador 20 y la presión intermedia del mecanismo de compresión sea pequeña, como en la operación de calentamiento de aire. Aunque tal aplicación es difícil, es eficaz cuando la diferencia de presión entre la presión del refrigerante en la entrada del intercambiador de calor economizador 20 y la presión intermedia del mecanismo de compresión es grande porque aumenta la cantidad de intercambio de calor en el intercambiador de calor economizador 20 y aumenta la velocidad de flujo del refrigerante que puede hacerse retornar al elemento de compresión de segunda fase 2d. En el caso particular en el que se use refrigerante, tal como dióxido de carbono, para funcionar en un intervalo supercrítico, la diferencia de presión entre la presión intermedia y la alta presión en el ciclo de refrigeración aumenta adicionalmente porque la alta presión en el ciclo de refrigeración supera la presión crítica. Por tanto, la inyección a presión intermedia llevada a cabo por el intercambiador de calor economizador 20 es ventajosa. Además, en el caso en el que se usa refrigerante, tal como dióxido de carbono, para funcionar en un intervalo supercrítico, la presión del separador líquido-vapor aumenta hasta una presión que es mayor que la presión crítica, y el refrigerante en el interior del receptor 18 como separador líquido-vapor es susceptible de entrar en un estado en el que son difíciles de separar el refrigerante gaseoso y el refrigerante líquido. Por tanto, considerando este punto, se usa preferiblemente la inyección a presión intermedia llevada a cabo por el intercambiador de calor economizador 20 en condiciones en las que pueda usarse la diferencia de presión entre la alta presión en el ciclo de refrigeración y la presión casi intermedia en el ciclo de refrigeración, como en la operación de enfriamiento de aire.

En vista de lo anterior, en la presente modificación, se proporciona una configuración que tiene una pluralidad de intercambiadores de calor de lado de uso 6 conectados entre sí en paralelo y capaces de conmutar entre la operación de enfriamiento de aire y la operación de calentamiento de aire, tal como se describió anteriormente, y se proporcionan los mecanismos de expansión de lado de uso 5c entre los intercambiadores de calor de lado de uso 6 y el receptor 18 como separador líquido-vapor de modo que se correspondan con los intercambiadores de calor de lado de uso 6 de modo que pueda controlarse la velocidad de flujo del refrigerante que fluye a través de los intercambiadores de calor de lado de uso 6 y pueda obtenerse la carga de refrigeración requerida en los intercambiadores de calor de lado de uso 6. Además, durante la operación de calentamiento de aire, se usa la inyección a presión intermedia llevada a cabo por el receptor 18 como separador líquido-vapor considerando la posibilidad de que se reduzca la presión del refrigerante en el lado aguas abajo de los mecanismos de expansión de lado de uso 5c; y, durante la operación de enfriamiento de aire, se usa la inyección a presión intermedia llevada a cabo por el intercambiador de calor economizador 20 considerando mantener alta la presión del refrigerante en el lado aguas abajo del intercambiador de calor de lado de fuente de calor 4 y en el lado aguas arriba del primer mecanismo de expansión 5a como mecanismo de expansión de lado de fuente de calor.

Por ejemplo, en el circuito de refrigerante 10 (véase la figura 1) que tiene el tubo para sortear el interenfriador 9 y el interenfriador 7 en el que se usa aire como fuente de calor en el ejemplo descrito anteriormente, la configuración tiene un mecanismo de conmutación 3 para hacer que sea posible conmutar entre la operación de enfriamiento de aire y la operación de calentamiento de aire, y una pluralidad de intercambiadores de calor de lado de uso 6 conectados entre sí en paralelo, tal como se muestra en la figura 7; y se proporcionan los primeros mecanismos de expansión 5a, 5d como mecanismo de expansión de lado de fuente de calor y los mecanismos de expansión de lado de uso 5c como válvula de expansión de lado de uso en lugar del mecanismo de expansión 5. Además, es posible usar un circuito de refrigerante 610 dotado de un circuito de puente 17, un receptor 18, un primer tubo de inyección de segunda fase 18c, un segundo tubo de inyección de segunda fase 19 y un intercambiador de calor economizador 20.

El mecanismo de conmutación 3 es un mecanismo para conmutar el sentido de flujo de refrigerante en el circuito de

refrigerante 610. Para permitir que el intercambiador de calor de lado de fuente de calor 4 funcione como enfriador de refrigerante comprimido mediante el mecanismo de compresión 2 y permitir que el intercambiador de calor de lado de uso 6 funcione como calentador de refrigerante enfriado en el intercambiador de calor de lado de fuente de calor 4 durante la operación de enfriamiento de aire, el mecanismo de conmutación 3 es capaz de conectar el lado de descarga del mecanismo de compresión 2 y un extremo del intercambiador de calor de lado de fuente de calor 4 y también de conectar el lado de admisión del compresor 21 y el intercambiador de calor de lado de uso 6 (remítase a las líneas continuas del mecanismo de conmutación 3 en la figura 7, este estado del mecanismo de conmutación 3 se denomina a continuación en el presente documento "estado de operación de enfriamiento"). Para permitir que el intercambiador de calor de lado de uso 6 funcione como enfriador de refrigerante comprimido mediante el mecanismo de compresión 2 y permitir que el intercambiador de calor de lado de fuente de calor 4 funcione como calentador de refrigerante enfriado en el intercambiador de calor de lado de uso 6 durante la operación de calentamiento de aire, el mecanismo de conmutación 3 es capaz de conectar el lado de descarga del mecanismo de compresión 2 y el intercambiador de calor de lado de uso 6 y también de conectar el lado de admisión del mecanismo de compresión 2 y un extremo del intercambiador de calor de lado de fuente de calor 4 (remítase a las líneas discontinuas del mecanismo de conmutación 3 en la figura 7, este estado del mecanismo de conmutación 3 se denomina a continuación en el presente documento "estado de operación de calentamiento"). En la presente modificación, el mecanismo de conmutación 3 es una válvula de conmutación de cuatro vías conectada al lado de admisión del mecanismo de compresión 2, al lado de descarga del mecanismo de compresión 2, al intercambiador de calor de lado de fuente de calor 4 y al intercambiador de calor de lado de uso 6. El mecanismo de conmutación 3 no está limitado a una válvula de conmutación de cuatro vías y puede estar configurado de modo que tenga una función para conmutar el sentido del flujo del refrigerante de la misma manera tal como se describió anteriormente usando, por ejemplo, una combinación de una pluralidad de válvulas electromagnéticas.

Por tanto, en términos de únicamente el mecanismo de compresión 2, el intercambiador de calor de lado de fuente de calor 4, los mecanismos de expansión 5a, 5d, el receptor 18, los mecanismos de expansión de lado de uso 5c y los intercambiadores de calor de lado de uso 6 que constituyen el circuito de refrigerante 610, el mecanismo de conmutación 3 está configurado para ser capaz de conmutar entre un estado de operación de enfriamiento de aire y un estado de operación de calentamiento de aire. En el estado de operación de enfriamiento, se hace circular refrigerante en la secuencia del mecanismo de compresión 2, del intercambiador de calor de lado de fuente de calor 4, del primer mecanismo de expansión 5a como mecanismo de expansión de lado de fuente de calor, del receptor 18, de los mecanismos de expansión de lado de uso 5c y de los intercambiadores de calor de lado de uso 6. En el estado de operación de calentamiento, se hace circular el refrigerante en la secuencia del mecanismo de compresión 2, los intercambiadores de calor de lado de uso 6, los mecanismos de expansión de lado de uso 5c como válvula de expansión de lado de uso, el receptor 18, un tercer mecanismo de expansión 5d como mecanismo de expansión de lado de fuente de calor y el intercambiador de calor de lado de fuente de calor 4.

El circuito de puente 17 se proporciona entre el intercambiador de calor de lado de fuente de calor 4 y el intercambiador de calor de lado de uso 6, y está conectado a un tubo de entrada de receptor 18a conectado a una entrada del receptor 18, y a un tubo de salida de receptor 18b conectado a una salida del receptor 18. El circuito de puente 17 tiene tres válvulas antirretorno 17a, 17b, 17c y un tercer mecanismo de expansión 5d como mecanismo de expansión de lado de fuente de calor en la presente modificación. La válvula antirretorno de entrada 17a es una válvula antirretorno para permitir que fluya refrigerante sólo desde el intercambiador de calor de lado de fuente de calor 4 hasta el tubo de entrada de receptor 18a. La válvula antirretorno de entrada 17b es una válvula antirretorno para permitir que fluya refrigerante sólo desde el intercambiador de calor de lado de uso 6 hasta el tubo de entrada de receptor 18a. Dicho de otro modo, las válvulas antirretorno de entrada 17a, 17b tienen la función de permitir que fluya refrigerante hasta el tubo de entrada de receptor 18a o bien desde el intercambiador de calor de lado de fuente de calor 4 o bien desde el intercambiador de calor de lado de uso 6. La válvula antirretorno de salida 17c es una válvula antirretorno para permitir que fluya refrigerante sólo desde el tubo de salida de receptor 18b hasta el intercambiador de calor de lado de uso 6. El tercer mecanismo de expansión 5d es un mecanismo para reducir la presión del refrigerante y constituye una porción del circuito de puente 17. Dicho de otro modo, las válvulas antirretorno de salida 17c y el tercer mecanismo de expansión 5d tienen la función de permitir que fluya refrigerante desde el tubo de salida de receptor 18b hasta el otro del intercambiador de calor de lado de fuente de calor 4 y del intercambiador de calor de lado de uso 6. Por consiguiente, el tercer mecanismo de expansión 5d está totalmente cerrado durante la operación de enfriamiento de aire en la que el mecanismo de conmutación 3 se fija en el estado de operación de enfriamiento de aire, y está diseñado para reducir la presión del refrigerante alimentado desde el tubo de salida de receptor 18b al intercambiador de calor de lado de fuente de calor 4 durante la operación de calentamiento de aire en la que el mecanismo de conmutación 3 se fija en el estado de operación de calentamiento de aire. El tercer mecanismo de expansión 5d es una válvula de expansión eléctrica en la presente modificación.

El primer mecanismo de expansión 5a es un mecanismo de despresurización de refrigerante proporcionado en el tubo de entrada de receptor 18a, y se usa una válvula de expansión eléctrica en la presente modificación. Un extremo del primer mecanismo de expansión 5a está conectado al intercambiador de calor de lado de fuente de calor 4 mediante el circuito de puente 17, y el otro extremo está conectado al receptor 18. En la presente modificación, el primer mecanismo de expansión 5a despresuriza el refrigerante a alta presión enfriado en el intercambiador de calor de lado de fuente de calor 4 antes de alimentarse el refrigerante al intercambiador de calor de lado de uso 6 durante la operación de enfriamiento de aire y despresuriza el refrigerante a alta presión enfriado

en el intercambiador de calor de lado de uso 6 antes de alimentarse el refrigerante al intercambiador de calor de lado de fuente de calor 4 durante la operación de calentamiento de aire. Se proporciona una válvula para sortear el mecanismo de expansión 5e en el tubo de entrada de receptor 18a para sortear el primer mecanismo de expansión 5a. La válvula para sortear el mecanismo de expansión 5e es una válvula electromagnética en la presente modificación.

El receptor 18 es un recipiente capaz de retener temporalmente el refrigerante que se ha despresurizado en el primer mecanismo de expansión 5a, estando la entrada del mismo conectada al tubo de entrada de receptor 18a y estando la salida del mismo conectada al tubo de salida de receptor 18b. El primer tubo de inyección de segunda fase 18c y un tubo de retorno de admisión 18f están conectados al receptor 18. En este caso, las porciones del primer tubo de inyección de segunda fase 18c y del tubo de retorno de admisión 18f que están en el lado de receptor 18 están formadas de manera solidaria.

El primer tubo de inyección de segunda fase 18c es un tubo de refrigerante capaz de llevar a cabo la inyección a presión intermedia para retirar refrigerante del receptor 18 y retornar el refrigerante al elemento de compresión de segunda fase 2d del mecanismo de compresión 2 y, en la presente modificación, se proporciona para conectar la porción superior del receptor 18 y el tubo de refrigerante intermedio 8 (es decir, el lado de admisión del elemento de compresión de segunda fase 2d del mecanismo de compresión 2). Una primera válvula de apertura/cierre de inyección de segunda fase 18d y un primer mecanismo antirretorno de inyección de segunda fase 18e se proporcionan en el primer tubo de inyección de segunda fase 18c. La primera válvula de apertura/cierre de inyección de segunda fase 18d es una válvula capaz de producir la operación de apertura-cierre y es una válvula electromagnética en la presente modificación. El primer mecanismo antirretorno de inyección de segunda fase 18e es un mecanismo para permitir que fluya refrigerante desde el receptor 18 al elemento de compresión de segunda fase 2d y se bloquee el flujo de refrigerante desde el elemento de compresión de segunda fase 2d hasta el receptor 18, y es una válvula antirretorno en la presente modificación.

El tubo de retorno de admisión 18f es un tubo de refrigerante capaz de retirar refrigerante del receptor 18 y retornar el refrigerante al elemento de compresión de primera fase 2c del mecanismo de compresión 2 y, en la presente modificación, se proporciona para conectar la porción superior del receptor 18 y el tubo de admisión 2a (es decir, el lado de admisión del elemento de compresión de primera fase 2c del mecanismo de compresión 2). El tubo de retorno de admisión 18f está dotado de una válvula de apertura/cierre de retorno de admisión 18g. La válvula de apertura/cierre de retorno de admisión 18g es una válvula capaz de producir la operación de apertura-cierre y es una válvula electromagnética en la presente modificación.

El receptor 18 funciona por tanto como separador líquido-vapor para separar el refrigerante que fluye entre el intercambiador de calor de lado de fuente de calor 4 y los intercambiadores de calor de lado de uso 6 en vapor y gas entre los mecanismos de expansión de lado de uso 5c y los mecanismos de expansión 5a, 5d en el caso en el que se usan el primer tubo de inyección de segunda fase 18c y/o el tubo de retorno de admisión 18f abriendo la primera válvula de apertura/cierre de inyección de segunda fase 18d y/o la válvula de apertura/cierre de retorno de admisión 18g; y está diseñado principalmente para ser capaz de retornar el refrigerante gaseoso obtenido de la separación líquido-vapor en el receptor 18 de la porción superior del receptor 18 al elemento de compresión de primera fase 2c y/o el elemento de compresión de segunda fase 2d del mecanismo de compresión 2.

Los mecanismos de expansión de lado de uso 5c son mecanismos para reducir la presión del refrigerante proporcionados entre los intercambiadores de calor de lado de uso 6 y el receptor 18 (más específicamente, el circuito de puente 17) como separador líquido-vapor de modo que se correspondan con los intercambiadores de calor de lado de uso 6, y es una válvula de expansión eléctrica en la presente modificación. Un extremo de los mecanismos de expansión de lado de uso 5c está conectado al receptor 18 mediante el circuito de puente 17 y el otro extremo está conectado a los intercambiadores de calor de lado de uso 6. En la presente modificación, el mecanismo de expansión de lado de uso 5c despresuriza adicionalmente el refrigerante despresurizado mediante el primer mecanismo de expansión 5a hasta una baja presión antes de alimentarse el refrigerante al intercambiador de calor de lado de uso 6 durante la operación de enfriamiento de aire y, durante la operación de calentamiento de aire, despresuriza el refrigerante que ha pasado a través del intercambiador de calor de lado de uso 6 antes de alimentarse el refrigerante al receptor 18.

El segundo tubo de inyección de segunda fase 19 tiene una función para ramificar y retornar el refrigerante que fluye entre el intercambiador de calor de lado de fuente de calor 4 y el intercambiador de calor de lado de uso 6 al elemento de compresión de segunda fase 2d del mecanismo de compresión 2. En la presente modificación, el segundo tubo de inyección de segunda fase 19 se proporciona de modo que se ramifique refrigerante que fluye a través del tubo de entrada de receptor 18a y se devuelva el refrigerante al elemento de compresión de segunda fase 2d. Más específicamente, el tubo de inyección de segunda fase 19 se proporciona de modo que se ramifique y se devuelva el refrigerante desde una posición (es decir, entre el intercambiador de calor de lado de fuente de calor 4 y el primer mecanismo de expansión 5a cuando el mecanismo de conmutación 3 está en el estado de operación de enfriamiento) en el lado aguas arriba del primer mecanismo de expansión 5a del tubo de entrada de receptor 18a hasta una posición en el lado aguas abajo del interenfriador 7 del tubo de refrigerante intermedio 8. En este caso, las porciones del primer tubo de inyección de segunda fase 18c y del segundo tubo de inyección de segunda fase 19

que están en el lado del tubo de refrigerante intermedio 8 están formadas de manera solidaria. El segundo tubo de inyección de segunda fase 19 está dotado de una segunda válvula de inyección de segunda fase 19a cuyo grado de apertura puede controlarse. La segunda válvula de inyección de segunda fase 19a es una válvula de expansión eléctrica en la presente modificación.

5 El intercambiador de calor economizador 20 es un intercambiador de calor para llevar a cabo el intercambio de calor entre el refrigerante que fluye entre el intercambiador de calor de lado de fuente de calor 4 y el intercambiador de calor de lado de uso 6 y el refrigerante que fluye a través del segundo tubo de inyección de segunda fase 19 (más específicamente, el refrigerante que se ha despresurizado hasta la presión casi intermedia en la segunda válvula de inyección de segunda fase 19a). En la presente modificación, el intercambiador de calor economizador 20 se proporciona de modo que se lleva a cabo el intercambio de calor entre el refrigerante que fluye en la posición en el lado aguas arriba del primer mecanismo de expansión 5a del tubo de entrada de receptor 18a (es decir, entre el intercambiador de calor de lado de fuente de calor 4 y el primer mecanismo de expansión 5a cuando el mecanismo de conmutación 3 se fija en el estado de operación de enfriamiento de aire) y el refrigerante que fluye a través del segundo tubo de inyección de segunda fase 19, y tiene canales de flujo a través de los que fluyen ambos refrigerantes de modo que se opongan entre sí. En la presente modificación, el intercambiador de calor economizador 20 se proporciona en una posición más aguas abajo con respecto a la posición en la que el segundo tubo de inyección de segunda fase 19 se ramifica del tubo de entrada de receptor 18a. Por tanto, el refrigerante que fluye entre el intercambiador de calor de lado de fuente de calor 4 y el intercambiador de calor de lado de uso 6 se ramifica en el tubo de entrada de receptor 18a en el segundo tubo de inyección de segunda fase 19 antes de someterse al intercambio de calor en el intercambiador de calor economizador 20, y entonces se realiza el intercambio de calor en el intercambiador de calor economizador 20 con el refrigerante que fluye a través del segundo tubo de inyección de segunda fase 19.

25 Por tanto, cuando el mecanismo de conmutación 3 se fija en el estado de operación de enfriamiento mediante el circuito de puente 17, el receptor 18, el tubo de entrada de receptor 18a y el tubo de salida de receptor 18b, el refrigerante a alta presión enfriado en el intercambiador de calor de lado de fuente de calor 4 puede alimentarse a los intercambiadores de calor de lado de uso 6 a través de la válvula antirretorno de entrada 17a del circuito de puente 17, del primer mecanismo de expansión 5a del tubo de entrada de receptor 18a, del receptor 18, de la válvula antirretorno de salida 17c del circuito de puente 17 y de los mecanismos de expansión de lado de uso 5c. Cuando el mecanismo de conmutación 3 se fija en el estado de operación de calentamiento, el refrigerante a alta presión enfriado en los intercambiadores de calor de lado de uso 6 puede alimentarse al intercambiador de calor de lado de fuente de calor 4 a través de los mecanismos de expansión de lado de uso 5c, de la válvula antirretorno 17b del circuito de puente 17, de la válvula para sortear el mecanismo de expansión 5e del tubo de entrada de receptor 18a, del receptor 18 y del tercer mecanismo de expansión 5d del circuito de puente 17.

En la presente modificación, la salida del lado del segundo tubo de inyección de segunda fase 19 del intercambiador de calor economizador 20 está dotada de un sensor de temperatura de salida de economizador 55 para detectar la temperatura del refrigerante en la salida del lado del segundo tubo de inyección de segunda fase 19 del intercambiador de calor economizador 20. Un sensor de temperatura de separador líquido-vapor 57 para detectar la temperatura del refrigerante en el receptor 18 se proporciona en el tubo de entrada de receptor 18a en una posición más cerca del receptor 18 que el primer mecanismo de expansión 5a. El sensor de temperatura de separador líquido-vapor 57 puede proporcionarse en el tubo de salida de receptor 18b o puede proporcionarse directamente en el receptor 18, por ejemplo, la porción inferior del receptor 18.

45 Por tanto, en la presente modificación, es posible usar por separado la inyección a presión intermedia llevada a cabo por el receptor 18 para retornar el refrigerante desde el receptor 18 como separador líquido-vapor al elemento de compresión de segunda fase 2d mediante el primer tubo de inyección de segunda fase 18c, y la inyección a presión intermedia llevada a cabo por el intercambiador de calor economizador 20 para retornar el refrigerante calentado en el intercambiador de calor economizador 20 al elemento de compresión de segunda fase 2d mediante el segundo tubo de inyección de segunda fase 19.

A continuación, se describirá la acción del aparato de acondicionamiento de aire 1 usando las figuras 7 a 11. La figura 8 es una gráfica de presión-entalpía que representa el ciclo de refrigeración durante la operación de enfriamiento de aire en la presente modificación, la figura 9 es una gráfica de temperatura-entropía que representa el ciclo de refrigeración durante la operación de enfriamiento de aire en la presente modificación, la figura 10 es una gráfica de presión-entalpía que representa el ciclo de refrigeración durante la operación de calentamiento de aire en la presente modificación, y la figura 11 es una gráfica de temperatura-entropía que representa el ciclo de refrigeración durante la operación de calentamiento de aire en la presente modificación. Los controles de funcionamiento durante la siguiente operación de enfriamiento de aire y la operación de calentamiento de aire, y el control para limitar la reducción de la presión del separador líquido-vapor se realizan mediante el controlador mencionado anteriormente (no mostrado). En la siguiente descripción, el término "alta presión" significa una alta presión en el ciclo de refrigeración (específicamente, la presión en los puntos D, D', E y H en las figuras 8 y 9, y la presión en los puntos D, D', F y H en las figuras 10 y 11), el término "baja presión" significa una baja presión en el ciclo de refrigeración (específicamente, la presión en los puntos A, F en las figuras 8 y 9, y la presión en los puntos A y E en las figuras 10 y 11), y el término "presión intermedia" significa una presión intermedia en el ciclo de

refrigeración (específicamente, la presión en los puntos B1, C1 y G en las figuras 8 a 11).

<Operación de enfriamiento de aire>

5 Durante la operación de enfriamiento de aire, el mecanismo de conmutación 3 se lleva al estado de operación de enfriamiento mostrado por las líneas continuas en la figura 7. Se ajusta el grado de apertura del primer mecanismo de expansión 5a como mecanismo de expansión de lado de fuente de calor y de los mecanismos de expansión de lado de uso 5c como válvulas de expansión de lado de uso. Además, el tercer mecanismo de expansión 5d y la válvula para sortear el mecanismo de expansión 5e están en un estado totalmente cerrado. Cuando el mecanismo de conmutación 3 se fija en un estado de operación de enfriamiento de aire, la inyección a presión intermedia llevada a cabo por el intercambiador de calor economizador 20 para retornar el refrigerante calentado en el intercambiador de calor economizador 20 al elemento de compresión de segunda fase 2d mediante el segundo tubo de inyección de segunda fase 19 se realiza sin llevar a cabo la inyección a presión intermedia mediante el receptor 18 como separador líquido-vapor. Más específicamente, la primera válvula de apertura/cierre de inyección de segunda fase 18d se fija en un estado cerrado y se ajusta el grado de apertura de la segunda válvula de inyección de segunda fase 19a. En este caso, se realiza un denominado control de grado de sobrecalentamiento en el que se ajusta el grado de apertura de la segunda válvula de inyección de segunda fase 19a de modo que se obtiene un valor objetivo en el grado de sobrecalentamiento del refrigerante en la salida en el lado del segundo tubo de inyección de segunda fase 19 del intercambiador de calor economizador 20. En la presente modificación, el grado de sobrecalentamiento del refrigerante en la salida en el lado del segundo tubo de inyección de segunda fase 19 del intercambiador de calor economizador 20 se obtiene convirtiendo la presión intermedia detectada por el sensor de presión intermedia 54 en una temperatura de saturación y restando este valor de temperatura de saturación de refrigerante de la temperatura de refrigerante detectada por el sensor de temperatura de salida de economizador 55. Aunque no se usa en el presente ejemplo, otra posible opción es proporcionar un sensor de temperatura en la entrada en el lado del segundo tubo de inyección de segunda fase 19 del intercambiador de calor economizador 20 y obtener el grado de sobrecalentamiento del refrigerante en la salida en el lado del segundo tubo de inyección de segunda fase 19 del intercambiador de calor economizador 20 restando la temperatura de refrigerante detectada por este temperatura sensor de la temperatura de refrigerante detectada por el sensor de temperatura de salida de economizador 55. Además, la válvula de apertura/cierre de enfriador 12 está abierta y la válvula de apertura/cierre para sortear el interenfriador 11 del tubo para sortear el interenfriador 9 está cerrada, poniendo de ese modo el interenfriador 7 en un estado de funcionamiento como enfriador.

35 Cuando se acciona el mecanismo de compresión 2 mientras que el circuito de refrigerante 610 está en este estado, se introduce refrigerante a baja presión (remítase al punto A en las figuras 7 a 9) en el mecanismo de compresión 2 a través del tubo de admisión 2a y, después de haberse comprimido por primera vez el refrigerante a presión intermedia mediante el elemento de compresión 2c, el refrigerante se descarga al tubo de refrigerante intermedio 8 (remítase al punto B1 en las figuras 7 a 9). El refrigerante a presión intermedia descargado del elemento de compresión de primera fase 2c se enfría mediante intercambio de calor con aire y/o agua como fuente de enfriamiento (remítase al punto C1 en las figuras 7 a 9). El refrigerante enfriado en el interenfriador 7 se enfría adicionalmente (remítase al punto G en las figuras 7 a 9) mezclándose con refrigerante que se retorna desde el segundo tubo de inyección de segunda fase 19 al elemento de compresión de segunda fase 2d (remítase al punto K en las figuras 7 a 9). A continuación, al haberse mezclado con el refrigerante retornado desde el segundo tubo de inyección de segunda fase 19 (es decir, la inyección a presión intermedia llevada a cabo por el intercambiador de calor economizador 20), el refrigerante a presión intermedia se introduce en y se comprime adicionalmente en el elemento de compresión 2d conectado al lado de segunda fase del elemento de compresión 2c, y el refrigerante se descarga entonces del mecanismo de compresión 2 al tubo de descarga 2b (remítase al punto D en las figuras 7 a 9). El refrigerante a alta presión descargado del mecanismo de compresión 2 se comprime mediante la acción de compresión en dos fases de los elementos de compresión 2c, 2d hasta una presión que supera una presión crítica (es decir, la presión crítica  $P_{cp}$  en el punto crítico CP mostrado en la figura 8). El refrigerante a alta presión descargado del mecanismo de compresión 2 se alimenta mediante el mecanismo de conmutación 3 al intercambiador de calor de lado de fuente de calor 4 que funciona como enfriador de refrigerante, y el refrigerante se enfría mediante intercambio de calor con aire y/o agua como fuente de enfriamiento (remítase al punto E en las figuras 7 a 9). El refrigerante a alta presión enfriado en el intercambiador de calor de lado de fuente de calor 4 fluye a través de la válvula antiretorno de entrada 17a del circuito de puente 17 al tubo de entrada de receptor 18a, y parte del refrigerante se ramifica al segundo tubo de inyección de segunda fase 19. El refrigerante que fluye a través del segundo tubo de inyección de segunda fase 19 se despresuriza casi hasta una presión intermedia en la segunda válvula de inyección de segunda fase 19a y se alimenta entonces al intercambiador de calor economizador 20 (remítase al punto J en las figuras 7 a 9). El refrigerante que fluye a través del tubo de entrada de receptor 18a después de haberse ramificado al segundo tubo de inyección de segunda fase 19 fluye entonces al intercambiador de calor economizador 20, donde se enfría mediante el intercambio de calor con el refrigerante que fluye a través del segundo tubo de inyección de segunda fase 19 (remítase al punto H en las figuras 7 a 9). El refrigerante que fluye a través del segundo tubo de inyección de segunda fase 19 se calienta mediante el intercambio de calor con el refrigerante que fluye a través del tubo de entrada de receptor 18a (remítase al punto K en las figuras 7 a 9), y este refrigerante se mezcla con el refrigerante enfriado en el interenfriador 7 tal como se describió anteriormente. El refrigerante a alta presión enfriado en el intercambiador de calor economizador 20 se despresuriza casi hasta una presión saturada mediante el primer mecanismo de expansión 5a y queda retenido temporalmente en el receptor 18

(remítase al punto I en las figuras 7 a 9). El refrigerante retenido en el receptor 18 se alimenta al tubo de salida de receptor 18b, se alimenta a los mecanismos de expansión de lado de uso 5c mediante el tubo de salida de receptor 18b y la válvula antirretorno de salida 17c del circuito de puente 17 y se despresuriza mediante el mecanismo de expansión de lado de uso 5c para convertirse en un refrigerante bifásico gaseoso-líquido a baja presión (remítase al punto F en las figuras 7 a 9). El refrigerante bifásico gaseoso-líquido a baja presión alimentado al intercambiador de calor de lado de uso 6 se calienta mediante el intercambio de calor con agua o aire como fuente de calentamiento y se evapora el refrigerante como resultado (remítase al punto A en las figuras 7 a 9). El refrigerante a baja presión calentado en el intercambiador 6 de calor de lado de uso se conduce entonces de vuelta al mecanismo de compresión 2 mediante el mecanismo de conmutación 3. De esta manera la operación de enfriamiento de aire se realiza.

En la configuración de la presente modificación, además del enfriamiento del refrigerante introducido en el elemento de compresión de segunda fase 2d mediante el interenfriador 7, puede mantenerse baja la temperatura del refrigerante introducido en el elemento de compresión de segunda fase 2d mediante la inyección a presión intermedia usando el segundo tubo de inyección de segunda fase 19 y el intercambiador de calor economizador 20. Por tanto, la temperatura del refrigerante descargado del mecanismo de compresión 2 puede reducirse incluso adicionalmente (remítase a los puntos D y D' en la figura 9). De ese modo se reduce el consumo de potencia del mecanismo de compresión 2 y puede mejorarse la eficiencia de funcionamiento.

<Operación de calentamiento de aire>

Durante la operación de calentamiento de aire, el mecanismo de conmutación 3 se lleva al estado de operación de calentamiento mostrado por las líneas discontinuas en la figura 7. Se ajusta el grado de apertura del tercer mecanismo de expansión 5d como mecanismo de expansión de lado de fuente de calor y los mecanismos de expansión de lado de uso 5c como válvulas de expansión de lado de uso. La válvula para sortear el mecanismo de expansión 5e se fija en un estado totalmente abierto, y no se realiza la despresurización mediante el primer mecanismo de expansión 5a. Cuando el mecanismo de conmutación 3 se fija en un estado de operación de calentamiento, la inyección a presión intermedia no se lleva a cabo por el intercambiador de calor economizador 20, y se lleva a cabo la inyección a presión intermedia mediante el receptor 18 para retornar el refrigerante desde el receptor 18 como separador líquido-vapor al elemento de compresión de segunda fase 2d mediante el primer tubo de inyección de segunda fase 18c. Más específicamente, la primera válvula de apertura/cierre de inyección de segunda fase 18d se fija en un estado abierto y la segunda válvula de inyección de segunda fase 19a se fija en un estado totalmente cerrado. Además, la válvula de apertura/cierre de enfriador 12 está cerrada y la válvula de apertura/cierre para sortear el interenfriador 11 del tubo para sortear el interenfriador 9 está abierta, poniendo de ese modo el interenfriador 7 en un estado sin funcionamiento como enfriador.

Quando se acciona el mecanismo de compresión 2 mientras que el circuito de refrigerante 610 está en este estado, se introduce refrigerante a baja presión (remítase al punto A en las figuras 7, 10, y 11) en el mecanismo de compresión 2 a través del tubo de admisión 2a y, después de comprimirse por primera vez el refrigerante mediante el elemento de compresión 2c hasta una presión intermedia, el refrigerante se descarga al tubo de refrigerante intermedio 8 (remítase al punto B1 en las figuras 7, 10 y 11). A diferencia de la operación de enfriamiento de aire, el refrigerante a presión intermedia descargado del elemento de compresión de primera fase 2c pasa a través del tubo para sortear el interenfriador 9 (remítase al punto C1 en la figura 7) sin pasar a través del interenfriador 7 (es decir sin enfriarse), y el refrigerante se enfría (remítase al punto G en las figuras 7, 10, y 11) mezclándose con el refrigerante que retorna desde el receptor 18 al elemento de compresión de segunda fase 2d mediante el primer tubo de inyección de segunda fase 18c (remítase al punto M en las figuras 7, 10, y 11). A continuación, al haberse mezclado con el refrigerante que retorna desde el primer tubo de inyección de segunda fase 18c (es decir, se lleva a cabo la inyección a presión intermedia mediante el receptor 18 que actúa como separador líquido-gas), el refrigerante a presión intermedia se conduce a y se comprime adicionalmente en el elemento de compresión 2d conectado al lado de segunda fase del elemento de compresión 2c, y el refrigerante es descargado del mecanismo de compresión 2 al tubo de descarga 2b (remítase al punto D en las figuras 7, 10, y 11). El refrigerante a alta presión descargado del mecanismo de compresión 2 se comprime mediante la acción de compresión en dos fases de los elementos de compresión 2c, 2d hasta una presión que supera una presión crítica (es decir, la presión crítica  $P_{cp}$  en el punto crítico CP mostrado en la figura 10), de manera similar a la operación de enfriamiento de aire. El refrigerante a alta presión descargado del mecanismo de compresión 2 se alimenta mediante el mecanismo de conmutación 3 al intercambiador de calor de lado de uso 6 que funciona como enfriador de refrigerante, y el refrigerante se enfría mediante el intercambio de calor con aire o agua como fuente de enfriamiento (remítase al punto F en las figuras 7, 10, y 11). El refrigerante a alta presión enfriado en el intercambiador de calor de lado de uso 6 se despresuriza mediante los mecanismos de expansión de lado de uso 5c hasta aproximadamente la presión intermedia, se permite que fluya al tubo de entrada de receptor 18a mediante la válvula antirretorno de entrada 17b del circuito de puente 17 y pasa a través de la válvula para sortear el mecanismo de expansión 5e y queda retenido temporalmente y se hace que experimente separación líquido-vapor en el interior del receptor 18 (remítase a los puntos I, L, M en las figuras 7, 10, 11). El refrigerante gaseoso separado en la separación líquido-vapor en el receptor 18 se retira mediante el primer tubo de inyección de segunda fase 18c de la porción superior del receptor 18 y se mezcla con el refrigerante a presión intermedia descargado del elemento de compresión de primera fase 2c, tal como se describió anteriormente. El refrigerante líquido retenido en el receptor 18 se alimenta al circuito de

puente 17 mediante el tubo de salida de receptor 18b, se despresuriza mediante el tercer mecanismo de expansión 5d para convertirse en refrigerante bifásico gaseoso-líquido a baja presión y se alimenta al intercambiador de calor de lado de fuente de calor 4 que funciona como calentador de refrigerante (remítase al punto E en las figuras 7, 10, 11). El refrigerante bifásico gaseoso-líquido a baja presión alimentado al intercambiador de calor de lado de fuente de calor 4 se calienta mediante el intercambio de calor con agua o aire como fuente de calentamiento y se evapora el refrigerante como resultado (remítase al punto A en las figuras 7, 10, y 11). El refrigerante a baja presión calentado en el intercambiador de calor de lado de fuente de calor 4 se conduce entonces de vuelta al mecanismo de compresión 2 mediante el mecanismo de conmutación 3. De esta manera la operación de calentamiento de aire se realiza.

En la configuración de la presente modificación, puede mantenerse baja la temperatura del refrigerante descargado del mecanismo de compresión 2 porque puede mantenerse baja la temperatura del refrigerante introducido en el elemento de compresión de segunda fase 2d mediante la inyección a presión intermedia usando el receptor 18 y el primer tubo de inyección de segunda fase 18c (remítase a los puntos D y D' en la figura 11). De ese modo se reduce el consumo de potencia del mecanismo de compresión 2 y puede mejorarse la eficiencia de funcionamiento. Sin embargo, no se permite que el interenfriador 7 funcione como enfriador, que es diferente a durante la operación de enfriamiento de aire; y se suprime la pérdida por radiación de calor mediante el interenfriador 7 al exterior y se suprime una reducción de la capacidad de calentamiento en los intercambiadores de calor de lado de uso 6 en comparación con el caso en el que se hace funcionar el interenfriador 7 como enfriador de la misma manera que en la operación de enfriamiento de aire.

<Control del grado de sobrecalentamiento del refrigerante introducido en el elemento de compresión de segunda fase>

En la presente modificación, la operación de calentamiento de aire, que está acompañada de la inyección a presión intermedia mediante el receptor 18 como separador líquido-vapor, produce condiciones de funcionamiento en las que queda retenida una gran cantidad de refrigerante líquido en el receptor 18 como separador líquido-vapor, cuya causa se desconoce. Cuando la separación líquido-vapor se vuelve difícil, el refrigerante líquido es susceptible de llegar a mezclarse con el refrigerante que retorna desde el receptor 18 al elemento de compresión de segunda fase 2d mediante el primer tubo de inyección de segunda fase 18c, mediante lo cual el refrigerante a presión intermedia introducido en el elemento de compresión de segunda fase 2d se humedece después de haberse llevado a cabo la inyección a presión intermedia, y la fiabilidad del mecanismo de compresión 2 es susceptible de verse comprometida.

En vista de lo anterior, en la presente modificación, se controla el grado de sobrecalentamiento del refrigerante introducido en el elemento de compresión de segunda fase 2d mediante la operación de apertura-cierre de la primera válvula de apertura/cierre de inyección de segunda fase 18d. Específicamente, en la presente modificación, la primera válvula de apertura/cierre de inyección de segunda fase 18d se abre y se cierra de modo que el grado de sobrecalentamiento del refrigerante introducido en el elemento de compresión de segunda fase 2d después de haberse llevado a cabo la inyección a presión intermedia por el receptor 18 no se vuelve menor que un valor predeterminado. En este caso, el grado de sobrecalentamiento del refrigerante introducido en el elemento de compresión de segunda fase 2d se obtiene convirtiendo la presión intermedia de mecanismo compresión detectada por el sensor de presión intermedia 54 en una temperatura de saturación y restando la temperatura de saturación del refrigerante que corresponde a la presión intermedia de mecanismo de compresión de la temperatura del refrigerante detectada por el sensor de temperatura intermedia 56. El valor predeterminado del grado de sobrecalentamiento usado en este proceso de control se fija en un valor que es mayor que al menos 0°, por ejemplo, de varios °C a varias decenas de °C, de modo que no se humedezca el refrigerante a presión intermedia introducido en el elemento de compresión de segunda fase 2d. La operación de apertura-cierre de la primera válvula de apertura/cierre de inyección de segunda fase 18d puede llevarse a cabo variando la razón temporal entre el tiempo t1 en el que la primera válvula de apertura/cierre de inyección de segunda fase 18d se fija en un estado abierto y el tiempo t2 en el que se fija el estado cerrado. En la presente modificación, la primera válvula de apertura/cierre de inyección de segunda fase 18d se mantiene en un estado abierto fijando la razón temporal del tiempo t2 en relación con el tiempo t1 en 0 para llevar a cabo positivamente la inyección a presión intermedia mediante el receptor 18 en el caso en el que el grado de sobrecalentamiento del refrigerante introducido en el elemento de compresión de segunda fase 2d esté en un valor predeterminado o mayor; y la razón temporal del tiempo t2 con respecto al tiempo t1 se cambia en sentido creciente (es decir, el tiempo que la primera válvula de apertura/cierre de inyección de segunda fase 18d está en un estado cerrado) para reducir la velocidad de flujo del refrigerante que retorna desde el receptor 18 al elemento de compresión de segunda fase 2d en el caso en el que el grado de sobrecalentamiento del refrigerante introducido en el elemento de compresión de segunda fase 2d sea menor que un valor predeterminado. Después de haberse recuperado el grado de sobrecalentamiento del refrigerante introducido en el elemento de compresión de segunda fase 2d hasta un valor predeterminado o mayor, la razón temporal del tiempo t2 con respecto al tiempo t1 se cambia en sentido decreciente para hacer que aumente de nuevo la velocidad de flujo del refrigerante retornado desde el receptor 18 al elemento de compresión de segunda fase 2d.

Por tanto, en la presente modificación, se controla el grado de sobrecalentamiento del refrigerante descargado del elemento de compresión de primera fase 2c e introducido en el elemento de compresión de segunda fase 2d

mediante la operación de apertura-cierre de la primera válvula de apertura/cierre de inyección de segunda fase 18d. Por tanto, puede impedirse que se humedezca el refrigerante introducido en el elemento de compresión de segunda fase 2d reduciendo la velocidad de flujo del refrigerante devuelto desde el receptor 18 al elemento de compresión de segunda fase 2d, incluso en condiciones de funcionamiento en las que quede retenida una gran cantidad del refrigerante líquido en el receptor 18 como separador líquido-vapor y el refrigerante líquido se mezcle con el refrigerante retornado desde el receptor 18 al elemento de compresión de segunda fase 2d. De ese modo se mejora la fiabilidad del mecanismo de compresión 2 durante la operación de calentamiento de aire en la presente modificación.

En la presente modificación, la inyección a presión intermedia llevada a cabo por el intercambiador de calor economizador 20 se realiza durante la operación de enfriamiento de aire, y se controla el grado de sobrecalentamiento del refrigerante retornado desde el segundo tubo de inyección de segunda fase 19 al elemento de compresión de segunda fase 2d ajustando el grado de apertura de la segunda válvula de inyección de segunda fase 19a para obtener un valor objetivo. Por consiguiente, en la presente modificación, puede impedirse que se humedezca el refrigerante introducido en el elemento de compresión de segunda fase 2d debido al efecto del refrigerante retornado al elemento de compresión de segunda fase 2d mediante la inyección a presión intermedia llevada a cabo por el intercambiador de calor economizador 20 en la operación de enfriamiento de aire, mediante lo cual se mejora la fiabilidad del mecanismo de compresión 2.

Además, en la presente modificación, el control de prevención de humedad se lleva a cabo usando el tubo para sortear el interenfriador 9 de modo que no fluya refrigerante hasta el interenfriador 7 cuando la temperatura del aire como fuente de calor del interenfriador 7 sea igual a o menor que la temperatura de saturación del refrigerante a presión intermedia alimentado desde el elemento de compresión de primera fase 2c al elemento de compresión de segunda fase 2d, como en el ejemplo descrito anteriormente. Por tanto, puede impedirse que se humedezca el refrigerante introducido en el elemento de compresión de segunda fase 2d incluso en condiciones de funcionamiento en las que la temperatura del aire como fuente de calor del interenfriador sea baja 7, mediante lo cual se mejora la fiabilidad del mecanismo de compresión 2.

Por tanto, en la presente modificación, puede impedirse que se humedezca el refrigerante introducido en el elemento de compresión de segunda fase 2d debido a la operación de enfriamiento del interenfriador 7 y/o al efecto del refrigerante retornado al elemento de compresión de segunda fase 2d mediante la inyección a presión intermedia, mediante lo cual se mejora la fiabilidad del mecanismo de compresión 2 en la operación de enfriamiento de aire y en la operación de calentamiento de aire.

En el circuito de refrigerante 610 descrito anteriormente (véase la figura 7), el primer mecanismo de expansión 5a y el receptor 18 están conectados entre el intercambiador de calor de lado de fuente de calor 4 y los intercambiadores de calor de lado de uso 6 mediante el circuito de puente 17 (que incluye el tercer mecanismo de expansión 5d), pero es posible usar un circuito de refrigerante 710 configurado de modo que se omite el circuito de puente 17, y el primer mecanismo de expansión 5a está conectado entre el intercambiador de calor de lado de fuente de calor 4 y el receptor 18, tal como se muestra en la figura 12, mediante lo cual el refrigerante que fluye entre el intercambiador de calor de lado de fuente de calor 4 y los intercambiadores de calor de lado de uso 6 fluye en secuencia a través del primer mecanismo de expansión 5a, del receptor 18 y de los mecanismos de expansión de lado de uso 5c cuando el mecanismo de conmutación 3 se fija en el estado de operación de enfriamiento de aire; y el refrigerante que fluye entre el intercambiador de calor de lado de fuente de calor 4 y los intercambiadores de calor de lado de uso 6 fluye en secuencia a través de los mecanismos de expansión de lado de uso 5c, del receptor 18 y del primer mecanismo de expansión 5a cuando el mecanismo de conmutación 3 se fija en el estado de operación de calentamiento.

En esta configuración, los diferentes puntos son tales que se omite el circuito de puente 17 y que el refrigerante que fluye entre el intercambiador de calor de lado de fuente de calor 4 y el intercambiador de calor de lado de uso 6 lo hace en la secuencia de los mecanismos de expansión de lado de uso 5c, del receptor 18 y del primer mecanismo de expansión 5a cuando el mecanismo de conmutación 3 se fija en el estado de operación de calentamiento (por consiguiente, los puntos I y L en las figuras 10 y 11 cambian de lugar); sin embargo, también pueden lograrse los mismos efectos de funcionamiento que los descritos anteriormente.

La configuración del interenfriador 7 y similares en el ejemplo descrito anteriormente se usa como configuración del interenfriador 7 y similares en los circuitos de refrigerante 610, 710 descritos anteriormente (véanse las figuras 7 y 12), pero no se impone ninguna limitación de ese modo; también siendo posible usar la configuración de las modificaciones 1 a 3.

#### (7) Modificación 5

En el ejemplo descrito anteriormente y en modificaciones del mismo, un mecanismo de compresión 2 del tipo de compresión en dos fases está configurado a partir del único compresor 21 que tiene una estructura de compresión en dos fases, de un solo árbol, en el que se proporcionan dos elementos de compresión 2c, 2d y en el que el refrigerante descargado del elemento de compresión de primera fase se comprime secuencialmente en el elemento de compresión de segunda fase, pero otra posible opción es usar un mecanismo de compresión en múltiples fases

tal como compresión en tres fases o similar que tiene más de dos fases de compresión. Otra posible opción es configurar un mecanismo de compresión en múltiples fases conectando en serie una pluralidad de compresores que tiene un único elemento de compresión y/o una pluralidad de compresores que tiene una pluralidad de elementos de compresión. Aún otra posible opción es usar un mecanismo de compresión en múltiples fases en paralelo en el que dos o más mecanismos de compresión en múltiples fases están conectados en paralelo en el caso en el que existe la necesidad de aumentar la capacidad del mecanismo de compresión, tal como el caso en el que están conectados varios intercambiadores de calor de lado de uso 6.

Por ejemplo, en un circuito de refrigerante 610 (véase la figura 7) que no tiene el circuito de puente 17 de la modificación 4 descrita anteriormente, en lugar del mecanismo de compresión en dos fases 2, también es posible usar un circuito de refrigerante 810 que tiene un mecanismo de compresión 102 en el que dos mecanismos de compresión en dos fases 103, 104 están conectados en paralelo, tal como se muestra en la figura 13.

En la presente modificación, el primer mecanismo de compresión 103 está configurado usando un compresor 29 para someter el refrigerante a compresión en dos fases a través de dos elementos de compresión 103c, 103d, y está conectado a un primer tubo de ramificación de admisión 103a que se ramifica desde un tubo colector de admisión 102a del mecanismo de compresión 102, y también a un primer tubo de ramificación de descarga 103b cuyo flujo se mezcla con un tubo colector de descarga 102b del mecanismo de compresión 102. En la presente modificación, el segundo mecanismo de compresión 104 se configura usando un compresor 30 para someter el refrigerante a compresión en dos fases a través de dos elementos de compresión 104c, 104d y está conectado a un segundo tubo de ramificación de admisión 104a que se ramifica desde el tubo colector de admisión 102a del mecanismo de compresión 102, y también a un segundo tubo de ramificación de descarga 104b cuyo flujo se mezcla con el tubo colector de descarga 102b del mecanismo de compresión 102. Puesto que los compresores 29, 30 tienen la misma configuración que el compresor 21 en el ejemplo y en modificaciones del mismo descritas anteriormente, los símbolos que indican componentes distintos de los elementos de compresión 103c, 103d, 104c, 104d se reemplazan por símbolos que empiezan con 29 o 30, y estos componentes no se describen. El compresor 29 se configura de modo que se introduce refrigerante desde el primer tubo de ramificación de admisión 103a, el refrigerante así introducido se comprime mediante el elemento de compresión 103c y luego se descarga a un primer tubo de ramificación intermedio de lado de entrada 81 que constituye el tubo de refrigerante intermedio 8, se hace que el refrigerante descargado al primer tubo de ramificación intermedio de lado de entrada 81 se introduzca en el elemento de compresión 103d por medio de un tubo colector intermedio 82 y de un primer tubo de ramificación intermedio de lado de salida 83 que constituyen el tubo de refrigerante intermedio 8, y el refrigerante se comprime adicionalmente y luego se descarga al primer tubo de ramificación de descarga 103b. El compresor 30 se configura de modo que se introduce refrigerante a través del primer tubo de ramificación de admisión 104a, el refrigerante introducido se comprime mediante el elemento de compresión 104c y luego se descarga a un segundo tubo de ramificación intermedio de lado de entrada 84 que constituyen el tubo de refrigerante intermedio 8, el refrigerante descargado al segundo tubo de ramificación intermedio de lado de entrada 84 se introduce en el elemento de compresión 104d mediante el tubo colector intermedio 82 y un segundo tubo de ramificación intermedio de lado de salida 85 que constituyen el tubo de refrigerante intermedio 8, y el refrigerante se comprime adicionalmente y luego se descarga al segundo tubo de ramificación de descarga 104b. En la presente modificación, el tubo de refrigerante intermedio 8 es un tubo de refrigerante para que entre el refrigerante descargado de los elementos de compresión 103c, 104c conectados a los lados de primera fase de los elementos de compresión 103d, 104d en los elementos de compresión 103d, 104d conectados a los lados de segunda fase de los elementos de compresión 103c, 104c, y el tubo de refrigerante intermedio 8 principalmente comprende el primer tubo de ramificación intermedio de lado de entrada 81 conectado al lado de descarga del elemento de compresión de primera fase 103c del primer mecanismo de compresión 103, el segundo tubo de ramificación intermedio de lado de entrada 84 conectado al lado de descarga del elemento de compresión de primera fase 104c del segundo mecanismo de compresión 104, el tubo colector intermedio 82 cuyo flujo se mezcla con ambos tubos de ramificación intermedios de lado de entrada 81, 84, ramificándose el primer tubo de ramificación intermedio de lado de descarga 83 desde el tubo colector intermedio 82 y estando conectado al lado de admisión del elemento de compresión de segunda fase 103d del primer mecanismo de compresión 103, y ramificándose el segundo tubo de ramificación intermedio de lado de salida 85 desde el tubo colector intermedio 82 y estando conectado al lado de admisión del elemento de compresión de segunda fase 104d del segundo mecanismo de compresión 104. El tubo colector de descarga 102b es un tubo de refrigerante para alimentar el refrigerante descargado del mecanismo de compresión 102 al mecanismo de conmutación 3. Un primer mecanismo de separación de lubricante 141 y un primer mecanismo antirretorno 142 se proporcionan en el primer tubo de ramificación de descarga 103b conectado al tubo colector de descarga 102b. Un segundo mecanismo de separación de lubricante 143 y un segundo mecanismo antirretorno 144 se proporcionan en el segundo tubo de ramificación de descarga 104b conectado al tubo colector de descarga 102b. El primer mecanismo de separación de lubricante 141 es un mecanismo mediante el cual se separa lubricante de refrigeración que acompaña al refrigerante descargado del primer mecanismo de compresión 103 del refrigerante y se retorna al lado de admisión del mecanismo de compresión 102. El primer mecanismo de separación de lubricante tiene principalmente un primer separador de lubricante 141a para separar del refrigerante el lubricante de refrigeración que acompaña al refrigerante descargado del primer mecanismo de compresión 103, y un primer tubo de retorno de lubricante 141b que está conectado al primer separador de lubricante 141a y que se usa para retornar el lubricante de refrigeración separado del refrigerante al lado de admisión del mecanismo de compresión 102. El segundo mecanismo de separación de lubricante 143 es un mecanismo mediante el cual se separa lubricante de refrigeración que acompaña

al refrigerante descargado del segundo mecanismo de compresión 104 del refrigerante y se retorna al lado de admisión del mecanismo de compresión 102. El segundo mecanismo de separación de lubricante 143 tiene principalmente un segundo separador de lubricante 143a para separar del refrigerante el lubricante de refrigeración que acompaña al refrigerante descargado del segundo mecanismo de compresión 104, y un segundo tubo de retorno de lubricante 143b que está conectado al segundo separador de lubricante 143a y que se usa para retornar el lubricante de refrigeración separado del refrigerante al lado de admisión del mecanismo de compresión 102. En la presente modificación, el primer tubo de retorno de lubricante 141b está conectado al segundo tubo de ramificación de admisión 104a, y el segundo tubo de retorno de lubricante 143c está conectado al primer tubo de ramificación de admisión 103a. Por consiguiente, una mayor cantidad de lubricante de refrigeración retorna al mecanismo de compresión 103, 104 que tiene una menor cantidad de lubricante de refrigeración incluso cuando existe un desequilibrio entre la cantidad de lubricante de refrigeración que acompaña al refrigerante descargado del primer mecanismo de compresión 103 y la cantidad de lubricante de refrigeración que acompaña al refrigerante descargado del segundo mecanismo de compresión 104, que se debe al desequilibrio en la cantidad de lubricante de refrigeración retenido en el primer mecanismo de compresión 103 y en la cantidad de lubricante de refrigeración retenido en el segundo mecanismo de compresión 104. Por tanto, se resuelve el desequilibrio entre la cantidad de lubricante de refrigeración retenido en el primer mecanismo de compresión 103 y la cantidad de lubricante de refrigeración retenido en el segundo mecanismo de compresión 104. En la presente modificación, el primer tubo de ramificación de admisión 103a está configurado de modo que la porción que conduce desde la unión de flujo con el segundo tubo de retorno de lubricante 143b hasta la unión de flujo con el tubo colector de admisión 102a se inclina hacia abajo hacia la unión de flujo con el tubo colector de admisión 102a, mientras que el segundo tubo de ramificación de admisión 104a está configurado de modo que la porción que conduce desde la unión de flujo con el primer tubo de retorno de lubricante 141b hasta la unión de flujo con el tubo colector de admisión 102a se inclina hacia abajo hacia la unión de flujo con el tubo colector de admisión 102a. Por tanto, incluso si se detiene uno cualquiera de los mecanismos de compresión 103, 104, el lubricante de refrigeración retornado desde el tubo de retorno de lubricante correspondiente al mecanismo de compresión en funcionamiento con respecto al tubo de ramificación de admisión correspondiente al mecanismo de compresión detenido se retorna al tubo colector de admisión 102a, y habrá una pequeña probabilidad de una escasez de lubricante suministrado al mecanismo de compresión en funcionamiento. Los tubos de retorno de lubricante 141b, 143b están dotados de mecanismos de despresurización 141c, 143c para despresurizar el lubricante de refrigeración que fluye a través de los tubos de retorno de lubricante 141b, 143b. Los mecanismos antirretorno 142, 144 son mecanismos para permitir que fluya refrigerante desde el lado de descarga de los mecanismos de compresión 103, 104 hasta el mecanismo de conmutación 3 y para cortar el flujo de refrigerante desde el mecanismo de conmutación 3 hasta el lado de descarga de los mecanismos de compresión 103, 104.

Por tanto, en la presente modificación, el mecanismo de compresión 102 se configura conectando dos mecanismos de compresión en paralelo; concretamente, el primer mecanismo de compresión 103 que tiene dos elementos de compresión 103c, 103d y se configura de modo que el refrigerante descargado del elemento de compresión de primera fase de estos elementos de compresión 103c, 103d se comprime secuencialmente por el elemento de compresión de segunda fase, y el segundo mecanismo de compresión 104 que tiene dos elementos de compresión 104c, 104d y se configura de modo que el refrigerante descargado del elemento de compresión de primera fase de estos elementos de compresión 104c, 104d se comprime secuencialmente por el elemento de compresión de segunda fase.

En la presente modificación, el interenfriador 7 se proporciona en el tubo colector intermedio 82 que constituye el tubo de refrigerante intermedio 8, y el interenfriador 7 es un intercambiador de calor para enfriar el flujo conjunto del refrigerante descargado del elemento de compresión de primera fase 103c del primer mecanismo de compresión 103 y del refrigerante descargado del elemento de compresión de primera fase 104c del segundo mecanismo de compresión 104. Específicamente, el interenfriador 7 funciona como enfriador compartido para dos mecanismos de compresión 103, 104. Por consiguiente, se simplifica la configuración de circuitos alrededor del mecanismo de compresión 102 cuando el interenfriador 7 se proporciona en el mecanismo de compresión del tipo de compresión en múltiples fases en paralelo 102 en el que una pluralidad de mecanismos de compresión del tipo de compresión en múltiples fases 103, 104 están conectados en paralelo.

El primer tubo de ramificación intermedio de lado de entrada 81 que constituye el tubo de refrigerante intermedio 8 está dotado de un mecanismo antirretorno 81a para permitir el flujo de refrigerante desde el lado de descarga del elemento de compresión de primera fase 103c del primer mecanismo de compresión 103 hacia el tubo colector intermedio 82 y para bloquear el flujo de refrigerante desde el tubo colector intermedio 82 hacia el lado de descarga del elemento de compresión de primera fase 103c, mientras que el segundo tubo de ramificación intermedio de lado de entrada 84 que constituye el tubo de refrigerante intermedio 8 está dotado de un mecanismo antirretorno 84a para permitir el flujo de refrigerante desde el lado de descarga del elemento de compresión de primera fase 104c del segundo mecanismo de compresión 104 hacia el tubo colector intermedio 82 y para bloquear el flujo de refrigerante desde el tubo colector intermedio 82 hacia el lado de descarga del elemento de compresión de primera fase 104c. En la presente modificación, se usan válvulas antirretorno como mecanismos antirretorno 81a, 84a. Por tanto, incluso si se ha detenido uno cualquiera de los mecanismos de compresión 103, 104, no existen casos en los que el refrigerante descargado del elemento de compresión de primera fase del mecanismo de compresión en funcionamiento pase a través del tubo de refrigerante intermedio 8 y se desplace hasta el lado de descarga del

elemento de compresión de primera fase del mecanismo de compresión detenido. Por tanto, no existen casos en los que el refrigerante descargado del elemento de compresión de primera fase del mecanismo de compresión en funcionamiento pase a través del interior del elemento de compresión de primera fase del mecanismo de compresión detenido y salga a través del lado de admisión del mecanismo de compresión 102, lo que haría que el lubricante de refrigeración del mecanismo de compresión detenido fluyese hacia fuera y, por tanto, resulta improbable que haya insuficiente lubricante de refrigeración para arrancar el mecanismo de compresión detenido. En el caso en el que se hagan funcionar los mecanismos de compresión 103, 104 en orden de prioridad (por ejemplo, en el caso de un mecanismo de compresión en el que se dé prioridad a que funcione el primer mecanismo de compresión 103), el mecanismo de compresión detenido descrito anteriormente siempre será el segundo mecanismo de compresión 104, y por tanto en este caso sólo será necesario proporcionar el mecanismo antirretorno 84a correspondiente al segundo mecanismo de compresión 104.

En los casos de un mecanismo de compresión que da prioridad al funcionamiento del primer mecanismo de compresión 103 tal como se describió anteriormente, puesto que se proporciona un tubo de refrigerante intermedio 8 compartido para ambos mecanismos de compresión 103, 104, el refrigerante descargado del elemento de compresión de primera fase 103c correspondiente al primer mecanismo de compresión 103 en funcionamiento pasa a través del segundo tubo de ramificación intermedio de lado de salida 85 del tubo de refrigerante intermedio 8 y se desplaza hasta el lado de admisión del elemento de compresión de segunda fase 104d del segundo mecanismo de compresión 104 detenido, mediante lo cual existe el peligro de que el refrigerante descargado del elemento de compresión de primera fase 103c del primer mecanismo de compresión 103 en funcionamiento pase a través del interior del elemento de compresión de segunda fase 104d del segundo mecanismo de compresión 104 detenido y salga a través del lado de descarga del mecanismo de compresión 102, haciendo que el lubricante de refrigeración del segundo mecanismo de compresión 104 detenido fluya hacia fuera, dando como resultado insuficiente lubricante de refrigeración para arrancar el segundo mecanismo de compresión 104 detenido. En vista de esto, se proporciona una válvula de apertura/cierre 85a en el segundo tubo de ramificación intermedio de lado de salida 85 en la presente modificación y, cuando se ha detenido el segundo mecanismo de compresión 104, el flujo de refrigerante a través del segundo tubo de ramificación intermedio de lado de salida 85 se bloquea mediante la válvula de apertura/cierre 85a. El refrigerante descargado del elemento de compresión de primera fase 103c del primer mecanismo de compresión 103 en funcionamiento ya no pasa de ese modo a través del segundo tubo de ramificación intermedio de lado de salida 85 del tubo de refrigerante intermedio 8 y se desplaza hasta el lado de admisión del elemento de compresión de segunda fase 104d del segundo mecanismo de compresión 104 detenido; por tanto, ya no existe ningún caso en el que el refrigerante descargado del elemento de compresión de primera fase 103c del primer mecanismo de compresión 103 en funcionamiento pase a través del interior del elemento de compresión de segunda fase 104d del segundo mecanismo de compresión 104 detenido y salga a través del lado de descarga del mecanismo de compresión 102, lo que hace que el lubricante de refrigeración del segundo mecanismo de compresión 104 detenido fluya hacia fuera, y de ese modo es incluso más improbable que haya insuficiente lubricante de refrigeración para arrancar el segundo mecanismo de compresión 104 detenido. Se usa una válvula electromagnética como válvula de apertura/cierre 85a en la presente modificación.

En el caso de un mecanismo de compresión que dé prioridad al funcionamiento del primer mecanismo de compresión 103, el segundo mecanismo de compresión 104 se arranca como continuación del arranque del primer mecanismo de compresión 103, pero, en este momento, puesto que se proporciona un tubo de refrigerante intermedio 8 compartido para ambos mecanismos de compresión 103, 104, el arranque tiene lugar desde un estado en el que la presión en el lado de descarga del elemento de compresión de primera fase 103c del segundo mecanismo de compresión 104 y la presión en el lado de admisión del elemento de compresión de segunda fase 103d son mayores que la presión en el lado de admisión del elemento de compresión de primera fase 103c y la presión en el lado de descarga del elemento de compresión de segunda fase 103d, y es difícil arrancar el segundo mecanismo de compresión 104 de manera estable. En vista de esto, en la presente modificación, se proporciona un tubo para sortear el arranque 86 para conectar el lado de descarga del elemento de compresión de primera fase 104c del segundo mecanismo de compresión 104 y el lado de admisión del elemento de compresión de segunda fase 104d, y se proporciona una válvula de apertura/cierre 86a en este tubo para sortear el arranque 86. En casos en los que se haya detenido el segundo mecanismo de compresión 104, el flujo de refrigerante a través del tubo para sortear el arranque 86 se bloquea mediante la válvula de apertura/cierre 86a y el flujo de refrigerante a través del segundo tubo de ramificación intermedio de lado de salida 85 se bloquea mediante la válvula de apertura/cierre 85a. Cuando se arranca el segundo mecanismo de compresión 104, puede restablecerse un estado en el que se permita que fluya refrigerante a través del tubo para sortear el arranque 86 mediante la válvula de apertura/cierre 86a, mediante lo cual el refrigerante descargado del elemento de compresión de primera fase 104c del segundo mecanismo de compresión 104 se introduce en el elemento de compresión de segunda fase 104d mediante el tubo para sortear el arranque 86 sin mezclarse con el refrigerante descargado del elemento de compresión de primera fase 103c del primer mecanismo de compresión 103, puede restablecerse un estado de permitir que fluya refrigerante a través del segundo tubo de ramificación intermedio de lado de salida 85 mediante la válvula de apertura/cierre 85a en un punto en el tiempo en el que se ha estabilizado el estado del mecanismo de compresión 102 en funcionamiento (por ejemplo, un punto en el tiempo en el que se han estabilizado la presión de admisión, la presión de descarga y la presión intermedia del mecanismo de compresión 102), el flujo de refrigerante a través del tubo para sortear el arranque 86 puede bloquearse mediante la válvula de apertura/cierre 86a, y la operación puede pasar a la operación de enfriamiento de aire normal. En la presente modificación, un extremo del tubo para sortear el

arranque 86 está conectado entre la válvula de apertura/cierre 85a del segundo tubo de ramificación intermedio de lado de salida 85 y el lado de admisión del elemento de compresión de segunda fase 104d del segundo mecanismo de compresión 104, mientras que el otro extremo está conectado entre el lado de descarga del elemento de compresión de primera fase 104c del segundo mecanismo de compresión 104 y el mecanismo antirretorno 84a del segundo tubo de ramificación intermedio de lado de entrada 84 y, cuando se arranca el segundo mecanismo de compresión 104, el tubo para sortear el arranque 86 puede mantenerse en un estado de no verse sustancialmente afectado por la porción de presión intermedia del primer mecanismo de compresión 103. Se usa una válvula electromagnética como válvula de apertura/cierre 86a en la presente modificación.

Las acciones del aparato de acondicionamiento de aire 1 de la presente modificación durante la operación de enfriamiento de aire, la operación de calentamiento de aire, el control de prevención de humedad, y similares son esencialmente iguales a las acciones en el ejemplo descrito anteriormente y en modificaciones del mismo (las figuras 1 a 12 y las descripciones relevantes), excepto porque los puntos modificados por la configuración de circuitos que rodea al mecanismo de compresión 102 son algo más complejos debido al mecanismo de compresión 102 que se proporciona en lugar del mecanismo de compresión 2, por este motivo las acciones no se describen en el presente documento.

También pueden lograrse los mismos efectos de funcionamiento que los del ejemplo descrito anteriormente y modificaciones del mismo con la configuración de la presente modificación.

En un circuito de refrigerante 710 (véase la figura 12) que no tiene el circuito de puente 17 de la modificación 4 descrita anteriormente, en lugar del mecanismo de compresión de tipo de compresión en dos fases 2, también es posible usar un circuito de refrigerante 910 que tiene un mecanismo de compresión 102 en el que dos mecanismos de compresión de tipo de compresión en dos fases 103, 104 están conectados en paralelo, tal como se muestra en la figura 14.

Puesto que el circuito de puente 17 se omite en esta configuración, la configuración es diferente de la del circuito de refrigerante 810 (véase la figura 13) porque el refrigerante que fluye entre el intercambiador de calor de lado de fuente de calor 4 y el intercambiador de calor de lado de uso 6 fluye en la secuencia de los mecanismos de expansión de lado de uso 5c, del receptor 18 y del primer mecanismo de expansión 5a cuando el mecanismo de conmutación 3 se fija en el estado de operación de calentamiento, pero pueden lograrse los mismos efectos de funcionamiento que los descritos anteriormente.

#### (8) Otras realizaciones

Se describieron anteriormente realizaciones de la presente invención y modificaciones de las mismas con referencia a los dibujos, pero la configuración específica no está limitada a estas realizaciones o a sus modificaciones, y puede cambiarse dentro de una gama que no se desvía del alcance de la invención.

Por ejemplo, en la realización descrita anteriormente y en modificaciones de la misma, la presente invención puede aplicarse a un denominado aparato de acondicionamiento de aire de tipo enfriador en el que se use agua o salmuera como fuente de calentamiento o fuente de enfriamiento para realizar el intercambio de calor con el refrigerante que fluye a través del intercambiador de calor de lado de uso 6, y se proporciona un intercambiador de calor secundario para realizar el intercambio de calor entre el aire de interior y el agua o la salmuera que se ha sometido a intercambio de calor en el intercambiador de calor de lado de uso 6.

La presente invención también puede aplicarse a otros tipos de aparatos de refrigeración además del aparato de acondicionamiento de aire de tipo enfriador descrito anteriormente, siempre que el aparato realice un ciclo de refrigeración por compresión en múltiples fases usando un refrigerante que funcione en un intervalo supercrítico como su refrigerante.

El refrigerante que funciona en un intervalo supercrítico no está limitado a dióxido de carbono; también pueden usarse etileno, etano, óxido nítrico y otros gases.

#### **Aplicabilidad industrial**

Si se usa la presente invención, es posible impedir que se humedezca el refrigerante introducido en el elemento de compresión de segunda fase, en un aparato de refrigeración que lleva a cabo un ciclo de refrigeración por compresión en múltiples fases, incluso en condiciones de funcionamiento en las que la temperatura de la fuente de calor del interenfriador sea baja.

**REIVINDICACIONES**

1. Aparato de refrigeración (1), comprendiendo el aparato de refrigeración:
  - 5 un mecanismo de compresión (2, 102) que tiene una pluralidad de elementos de compresión y configurado de modo que el refrigerante descargado de un elemento de compresión de primera fase de la pluralidad de elementos de compresión se comprime secuencialmente por un elemento de compresión de segunda fase;
  - 10 un intercambiador de calor de lado de fuente de calor (4);
  - un intercambiador de calor de lado de uso (6);
  - 15 un interenfriador (7) que se proporciona en un tubo de refrigerante intermedio (8) para introducir el refrigerante descargado del elemento de compresión de primera fase en el elemento de compresión de segunda fase, y que funciona como enfriador del refrigerante descargado del elemento de compresión de primera fase e introducido en el elemento de compresión de segunda fase; y
  - 20 un tubo para sortear el interenfriador (9) conectado al tubo de refrigerante intermedio para sortear el interenfriador;
  - 25 caracterizado porque se realiza un control de prevención de humedad usando el tubo para sortear el interenfriador (9) de modo que no fluya refrigerante hasta el interenfriador (7) cuando la temperatura de fuente de calor del interenfriador o la temperatura de refrigerante de salida del interenfriador sea igual a o menor que la temperatura de saturación del refrigerante alimentado desde el elemento de compresión de primera fase al elemento de compresión de segunda fase.
2. Aparato de refrigeración (1) según la reivindicación 1, en el que el interenfriador (7) es un intercambiador de calor en el que se usa aire como fuente de calor.
3. Aparato de refrigeración (1) según la reivindicación 1, en el que
  - 35 el interenfriador (7) es un intercambiador de calor en el que se usa agua como fuente de calor; y se detiene el agua alimentada al interenfriador durante el control de prevención de humedad.
4. Aparato de refrigeración (1), comprendiendo el aparato de refrigeración:
  - 40 un mecanismo de compresión (2, 102) que tiene una pluralidad de elementos de compresión y configurado de modo que el refrigerante descargado de un elemento de compresión de primera fase de la pluralidad de elementos de compresión se comprime secuencialmente por un elemento de compresión de segunda fase;
  - 45 un intercambiador de calor de lado de fuente de calor (4);
  - un intercambiador de calor de lado de uso (6); y
  - 50 un interenfriador (7) que es un intercambiador de calor que tiene agua como fuente de calor, y que se proporciona en un tubo de refrigerante intermedio (8) para introducir el refrigerante descargado del elemento de compresión de primera fase al elemento de compresión de segunda fase, y que funciona como enfriador del refrigerante descargado del elemento de compresión de primera fase e introducido en el elemento de compresión de segunda fase;
  - 55 caracterizado porque se lleva a cabo un control de prevención de humedad para reducir la velocidad de flujo de agua que fluye a través del interenfriador (7) cuando la temperatura de fuente de calor del interenfriador o la temperatura de refrigerante de salida del interenfriador sea igual a o menor que la temperatura de saturación del refrigerante alimentado desde el elemento de compresión de primera fase al elemento de compresión de segunda fase.
5. Aparato de refrigeración (1) según la reivindicación 4, en el que, en el control de prevención de humedad, se controla la velocidad de flujo de agua que fluye a través del interenfriador de modo que la temperatura de refrigerante de salida del interenfriador (7) es mayor que la temperatura de saturación del refrigerante alimentado desde el elemento de compresión de primera fase al elemento de compresión de segunda fase.
6. Aparato de refrigeración (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende además un tubo

de inyección de segunda fase (18c, 19) para ramificar el refrigerante que fluye entre el intercambiador de calor de lado de fuente de calor (4) y el intercambiador de calor de lado de uso (6), y retornar el refrigerante al elemento de compresión de segunda fase.

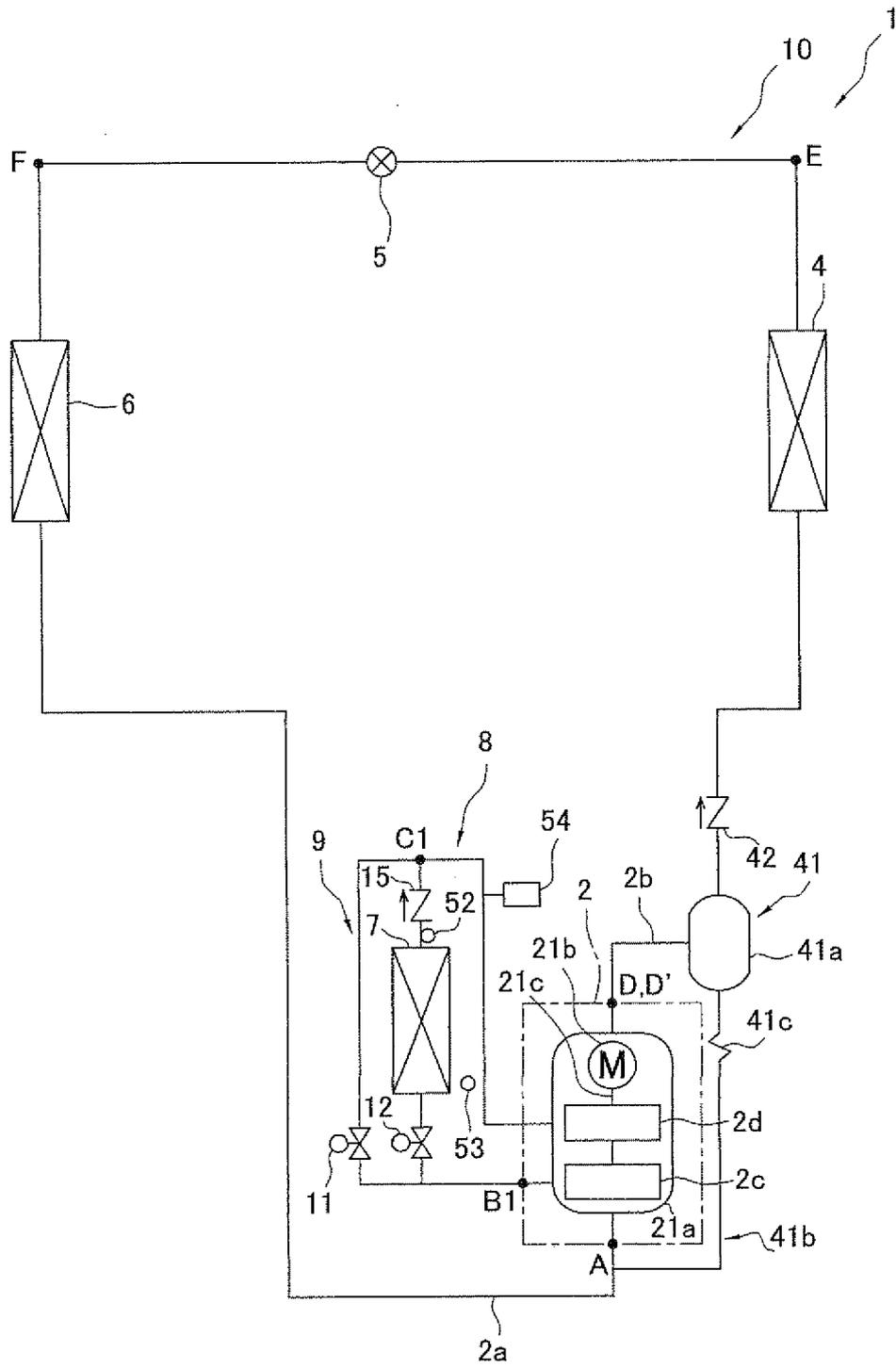


FIG. 1

FIG. 2

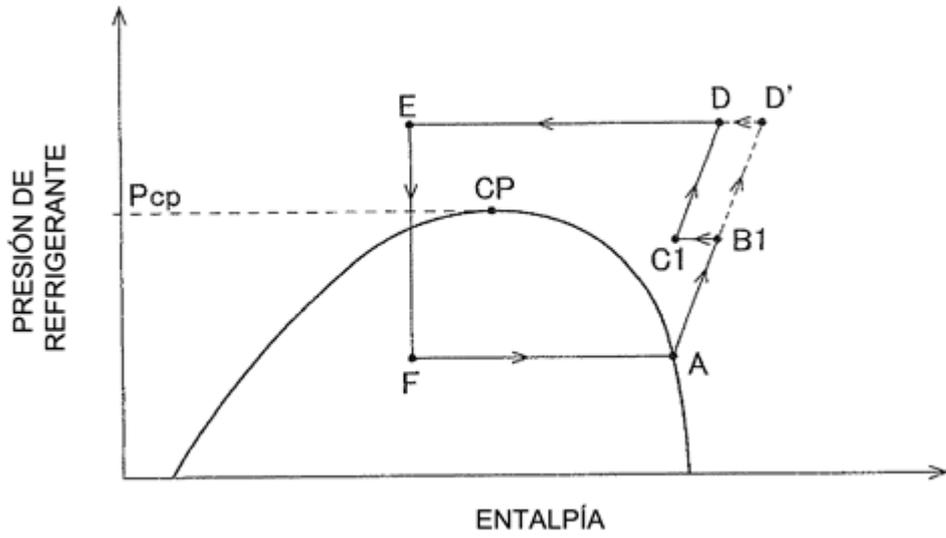
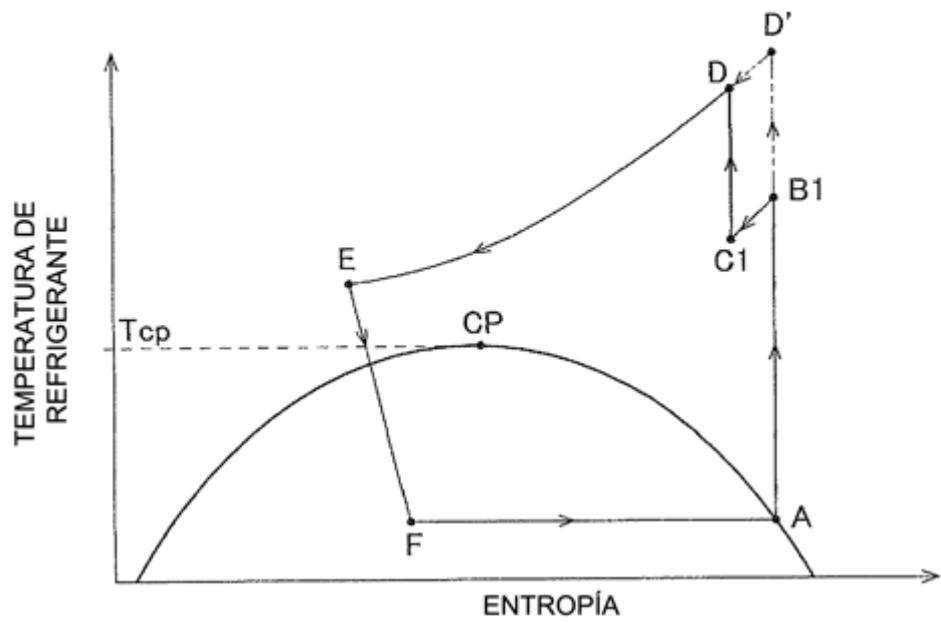


FIG. 3



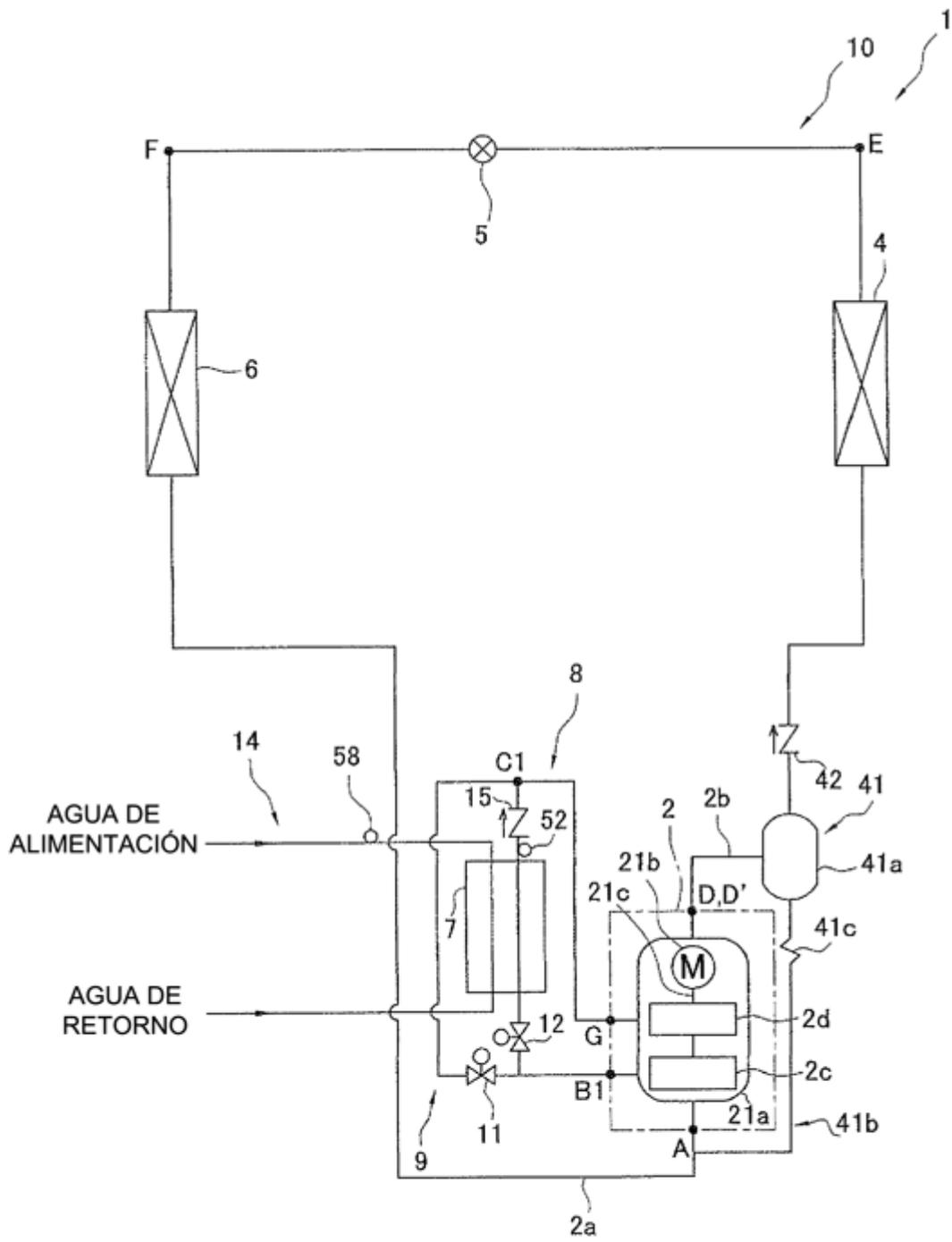


FIG. 4

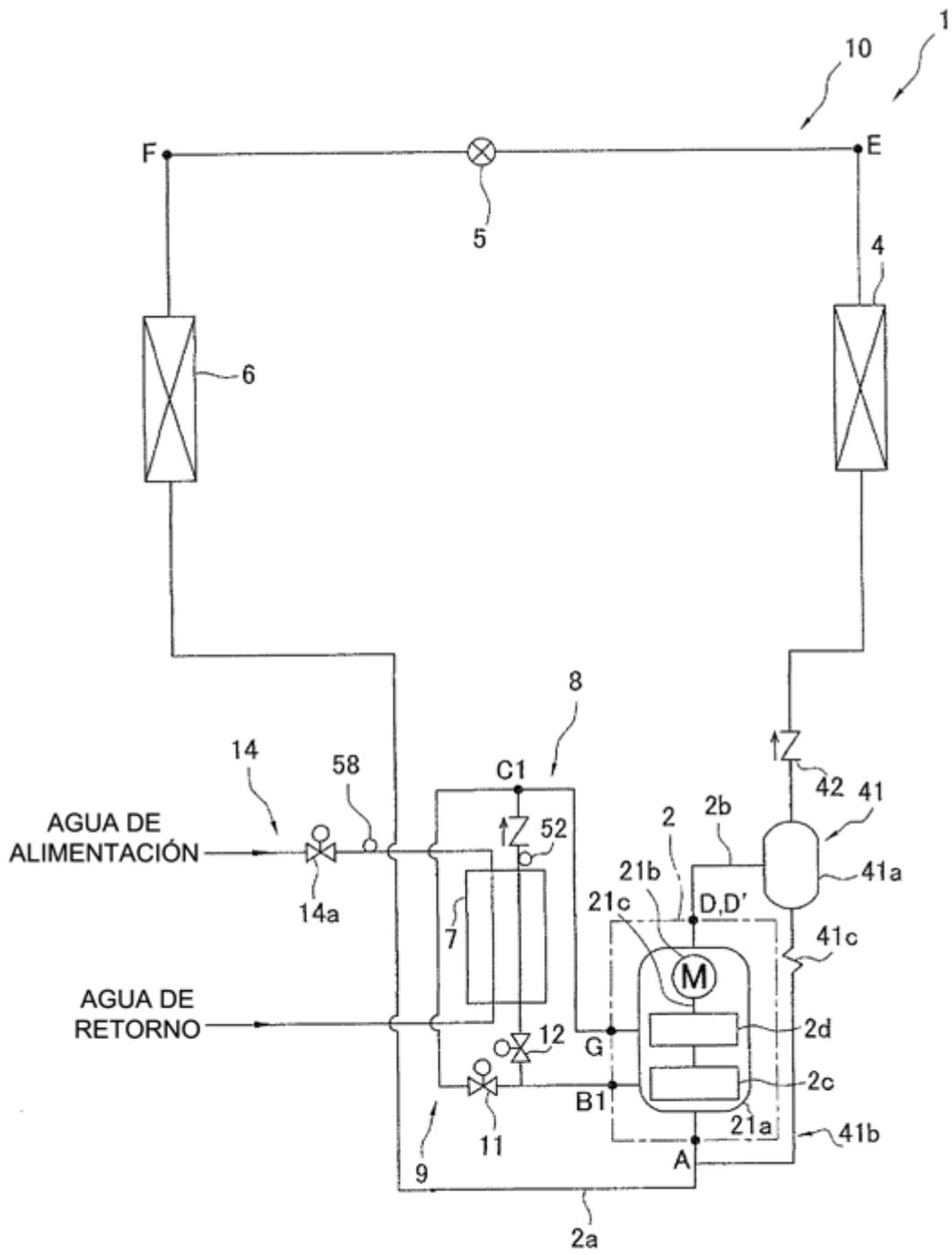


FIG. 5

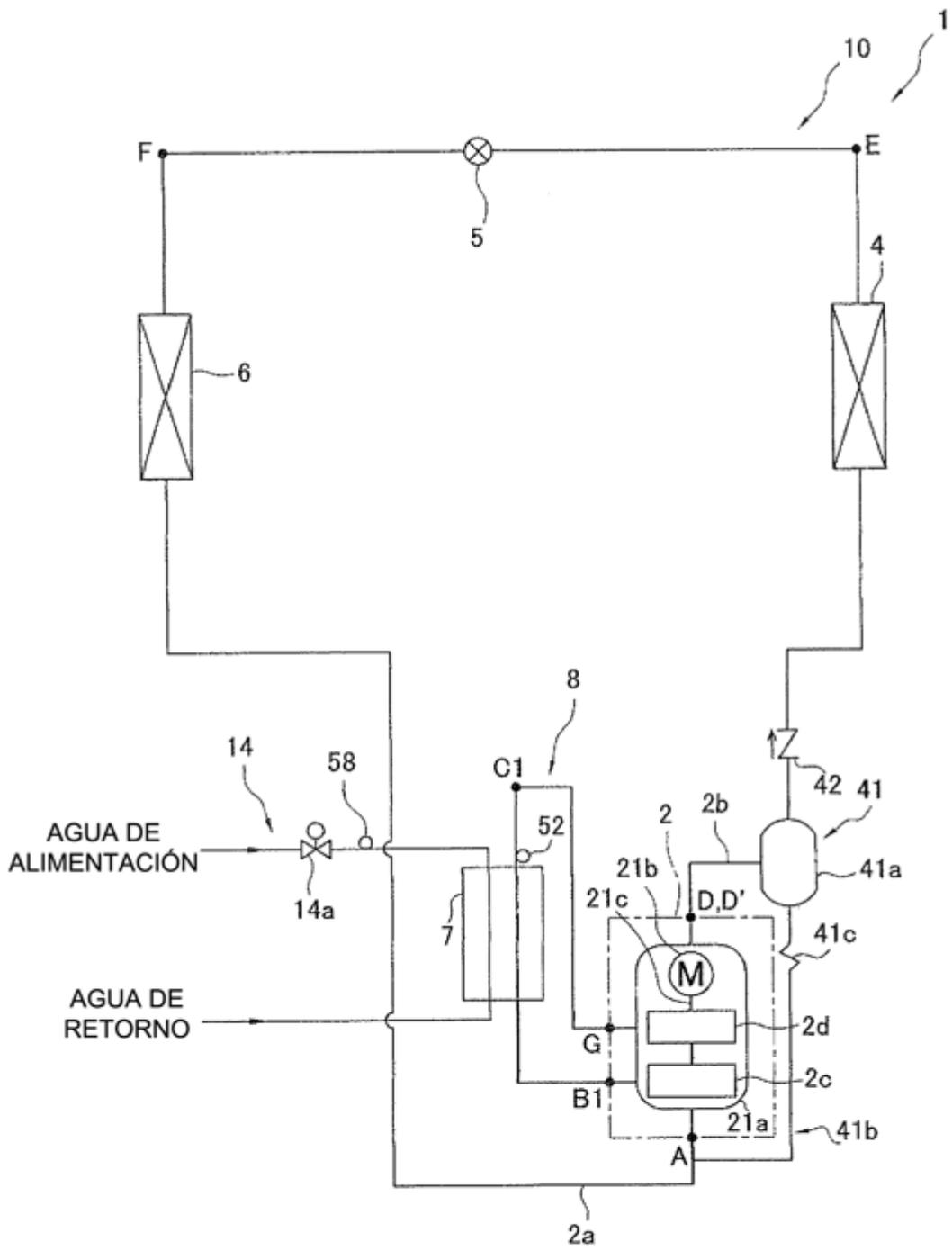


FIG. 6

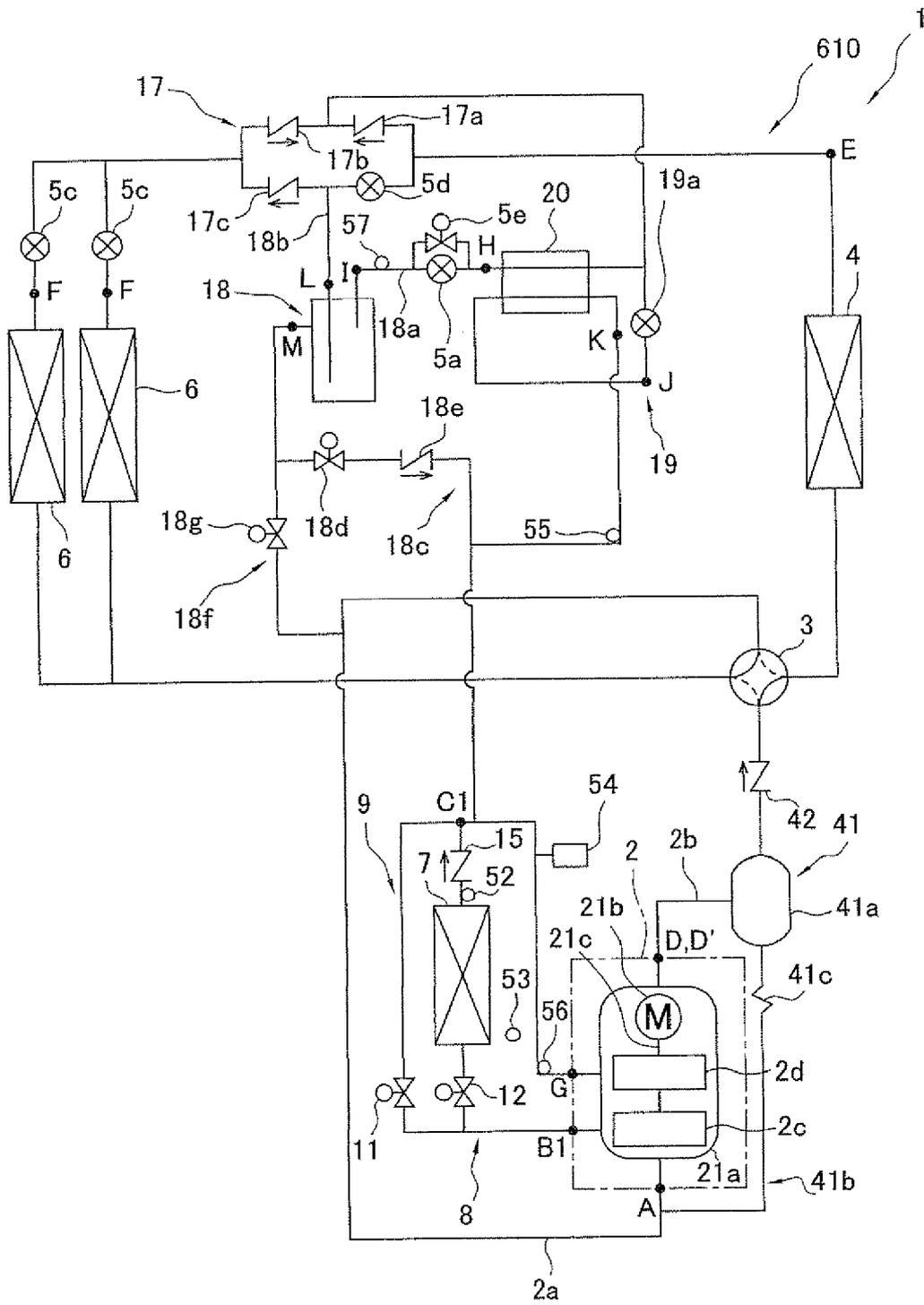


FIG. 7

FIG. 8

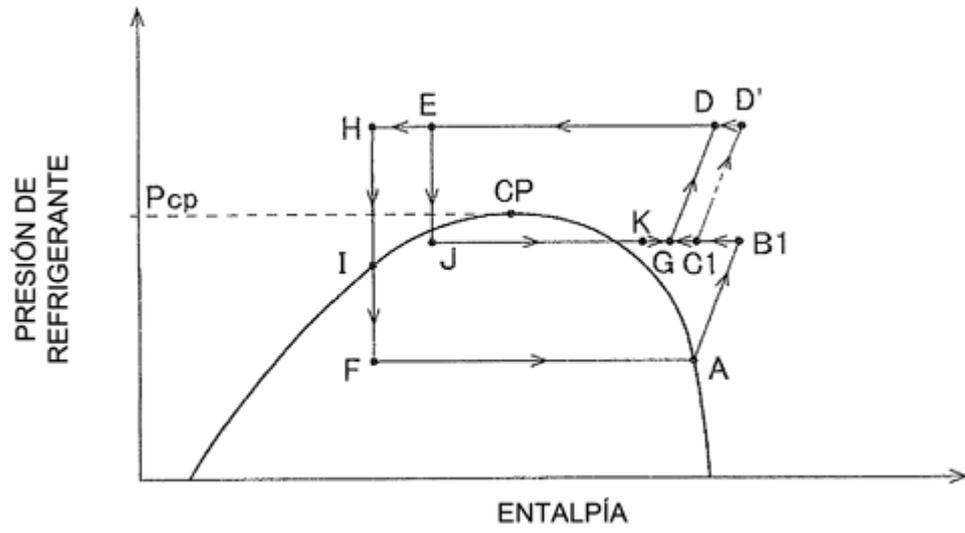


FIG. 9

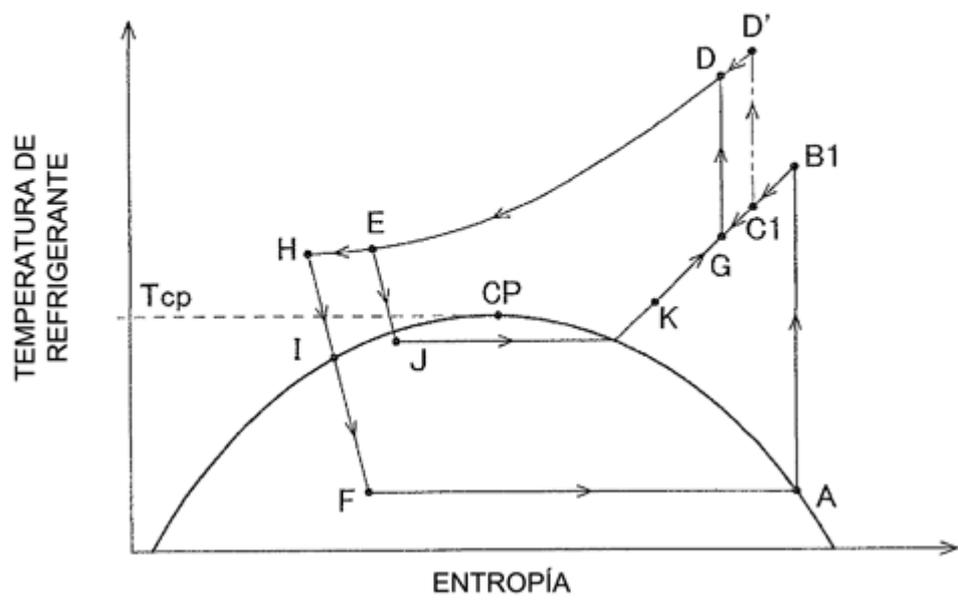


FIG. 10

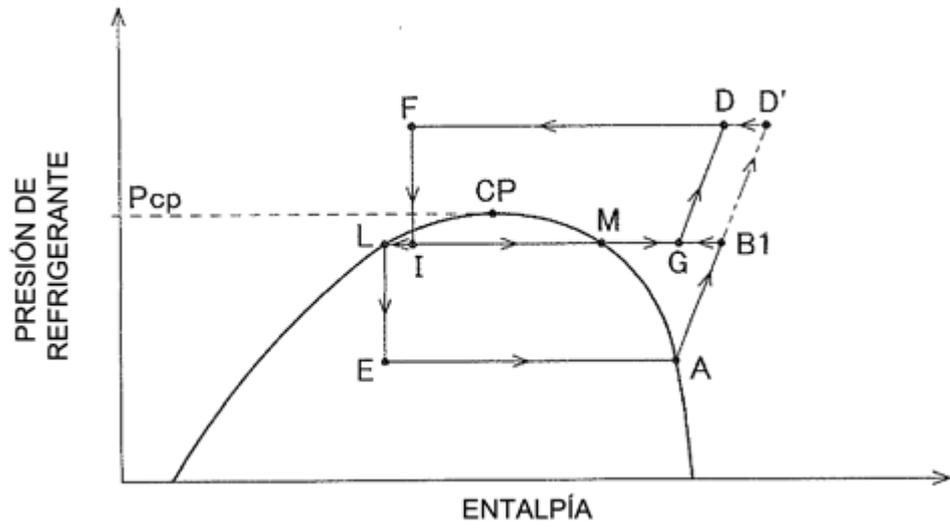
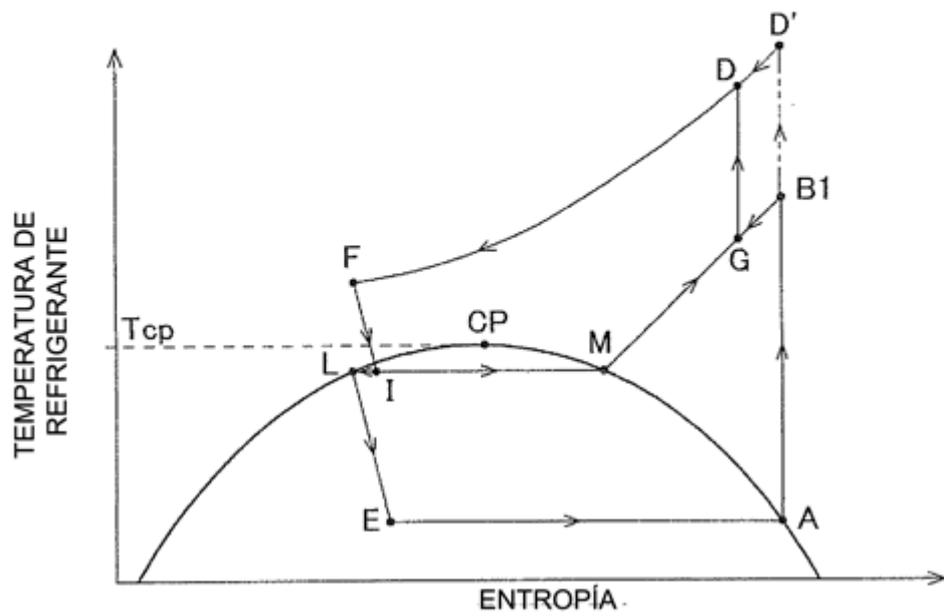


FIG. 11







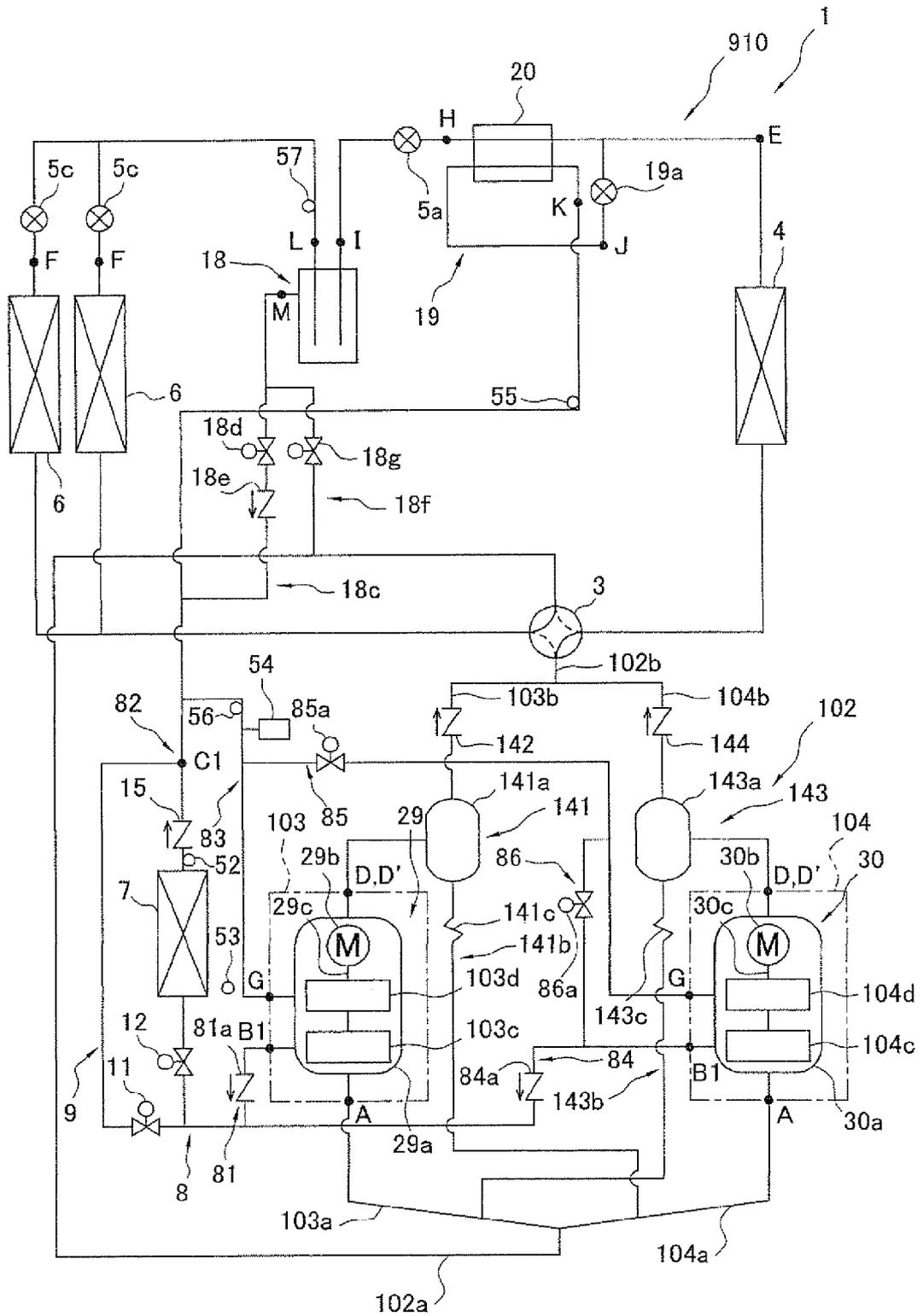


FIG. 14