

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 680 501**

51 Int. Cl.:

F25B 9/00 (2006.01)

F25B 13/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.12.2007 PCT/JP2007/074812**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.07.2008 WO08081771**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.12.2007 E 07860041 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.07.2018 EP 2103888**

54 Título: **Aparato de refrigeración**

30 Prioridad:

28.12.2006 JP 2006354392

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

07.09.2018

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:

UENO, YOSHIO

74 Agente/Representante:

MARTÍN BADAJOZ, Irene

ES 2 680 501 T3

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

DESCRIPCIÓN

Aparato de refrigeración

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a un aparato de refrigeración que usa un refrigerante que funciona en la zona supercrítica.

10 **Antecedentes de la técnica**

Se ha producido de manera convencional un aparato de refrigeración, que usa refrigerante supercrítico (por ejemplo, refrigerante de CO₂) que funciona en la zona supercrítica como refrigerante (véase el documento JP-A-2000-234814)

15 El documento DE 10 2006 003 827 A1 divulga un aparato de refrigeración que usa un refrigerante supercrítico. Según este documento, se abre o se cierra una válvula de expansión en respuesta a una señal de un sensor de presión y con respecto a la alta presión objetivo calculada.

20 Asimismo, los documentos WO 2006/087005 A1 y JP 2003 028522 A divulgan dispositivos de refrigeración que usan la alta presión objetivo de un refrigerante supercrítico.

Divulgación de la invención

25 **<Problema técnico>**

Sin embargo, según el aparato de refrigeración mencionado anteriormente, puede fluir refrigerante en un estado bifásico gaseoso-líquido al interior de un mecanismo de expansión cuando la alta presión del refrigerante no alcanza un nivel completamente presurizado en la activación del aparato de refrigeración o cuando la temperatura del refrigerante no alcanza la temperatura crítica a causa de una baja temperatura externa. En este caso, se genera fácilmente sonido de flujo del refrigerante en las inmediaciones de la entrada del mecanismo de expansión. Esto será una causa del ruido que va a producirse cuando se haga funcionar el aparato de refrigeración.

35 Es un objeto de la presente invención reducir la generación de ruido en el funcionamiento de un aparato de refrigeración inhibiendo la generación de sonido de flujo de refrigerante.

<Solución al problema>

40 Un aparato de refrigeración según un primer aspecto de la presente invención es un aparato de refrigeración que usa refrigerante supercrítico que funciona en una zona en la que la alta presión del refrigerante supercrítico es igual a o mayor que la presión crítica. El aparato de refrigeración incluye un compresor, un enfriador de gas, un mecanismo de expansión, un evaporador, medios de detección de presión de descarga y una sección de control. El compresor está configurado para comprimir el refrigerante supercrítico. El enfriador de gas está configurado para enfriar el refrigerante supercrítico comprimido por el compresor. El mecanismo de expansión está configurado para descomprimir el refrigerante supercrítico. El evaporador está configurado para evaporar el refrigerante supercrítico descomprimido por el mecanismo de expansión. Los medios de detección de presión de descarga son capaces de detectar una presión de descarga del compresor. La sección de control está configurada para regular el grado de apertura del mecanismo de expansión para controlar que la presión de descarga sea igual a o mayor que la presión crítica cuando se activa el aparato de refrigeración y la presión de descarga sea menor que la presión crítica.

50 Según el primer aspecto de la presente invención, la sección de control está configurada para regular el grado de apertura del mecanismo de expansión para controlar que la presión de descarga sea igual a o mayor que la presión crítica cuando se determina que la presión de descarga es menor que la presión crítica en la activación del aparato de refrigeración.

55 Por tanto, es posible cambiar el estado del refrigerante supercrítico en las inmediaciones de la entrada del mecanismo de expansión desde un estado bifásico gaseoso-líquido hasta un estado supercrítico o un estado en fase líquida estableciendo que la alta presión del refrigerante supercrítico en el ciclo de refrigeración sea igual a o mayor que la presión crítica. Por consiguiente, es posible inhibir la generación de sonido de flujo debido a un estallido de burbujas y similares.

60 Un 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 la sección de control está configurada para ejecutar un primer control para establecer que el grado de apertura del mecanismo de expansión esté completamente cerrado o que sea un grado ligeramente abierto cuando la presión de descarga es menor que la presión crítica.

5 Según el segundo aspecto de la presente invención, la sección de control está configurada para establecer que el grado de apertura del mecanismo de expansión esté completamente cerrado o sea un grado ligeramente abierto cuando la presión de descarga es menor que la presión crítica. Por tanto, es posible establecer fácilmente que la alta presión del refrigerante en el ciclo de refrigeración sea igual a o mayor que la presión crítica. Por consiguiente, es posible inhibir la generación de sonido de flujo del refrigerante en las inmediaciones de la entrada del mecanismo de expansión.

10 Un aparato de refrigeración según un tercer aspecto de la presente invención es el aparato de refrigeración según el segundo aspecto de la presente invención, en el que la sección de control está configurada para ejecutar un segundo control para establecer que el grado de apertura del mecanismo de expansión sea grande cuando la presión de descarga es igual a o mayor que la presión crítica después de que se ejecute el primer control.

15 Cuando se aumenta la presión del refrigerante para que sea igual a o mayor que la presión crítica, el refrigerante entra en un estado supercrítico o un estado en fase líquida. Dicho de otro modo, el refrigerante ya no está en un estado bifásico gaseoso-líquido. Por consiguiente, es posible reducir la generación de sonido de flujo en las inmediaciones de la entrada del mecanismo de expansión sin aumentar adicionalmente la presión del refrigerante.

20 Según el tercer aspecto de la presente invención, la sección de control está configurada para ejecutar el segundo control para abrir el mecanismo de expansión cuando la presión de descarga es igual a o mayor que la presión crítica después de la ejecución del primer control para aumentar fácilmente la alta presión del refrigerante. Por tanto, es posible controlar de manera óptima la presión de descarga sin aumentarla de manera innecesaria. Por consiguiente, es posible reducir el consumo de energía.

25 Un aparato de refrigeración según un cuarto aspecto de la presente invención es el aparato de refrigeración según cualquiera de los aspectos primero a tercero de la presente invención, en el que los medios de detección de presión de descarga son un sensor de presión proporcionado en el lado de descarga del compresor.

30 Según el cuarto aspecto de la presente invención, el sensor de presión está configurado para detectar la presión de descarga y se realiza la determinación de si el refrigerante está o no en un estado supercrítico. Por tanto, es posible detectar directamente la alta presión del refrigerante en el ciclo de refrigeración basándose en la presión de descarga. Por consiguiente, es posible avanzar al segundo control desde el primer control mientras que se minimiza el periodo de tiempo necesario para el primer control. Asimismo, es posible controlar de manera óptima la alta presión del refrigerante sin aumentarla de manera innecesaria. Por consiguiente, es capaz de reducir la pérdida de energía.

35 Un aparato de refrigeración según un quinto aspecto de la presente invención es el aparato de refrigeración según cualquiera de los aspectos primero a cuarto de la presente invención, en el que la sección de control está configurada para calcular la presión de entrada del mecanismo de expansión basándose en la presión de descarga y la capacidad operativa del compresor. Adicionalmente, la sección de control está configurada para regular el grado de apertura del mecanismo de expansión para controlar que la presión de descarga sea igual a o mayor que la presión crítica cuando la presión de entrada es menor que la presión crítica.

45 Según el quinto aspecto de la presente invención, la presión de entrada del mecanismo de expansión se calcula basándose en la presión de descarga y la capacidad de compresor. La presión de descarga y la presión de entrada del mecanismo de expansión son diferentes entre sí puesto que existe una pérdida de presión en la tubería de refrigerante. Por tanto, es posible controlar de manera más fiable el estado del refrigerante en las inmediaciones de la entrada del mecanismo de expansión (es decir, la causa de la generación de ruido) desde un estado bifásico gaseoso-líquido hasta un estado supercrítico o un estado en fase líquida.

50 Un aparato de refrigeración según un sexto aspecto de la presente invención es el aparato de refrigeración según cualquiera de los aspectos primero a tercero de la presente invención, en el que los medios de detección de presión son un sensor de temperatura capaz de detectar la temperatura del refrigerante supercrítico en un intervalo desde una salida del enfriador de gas hasta la entrada del mecanismo de expansión. Adicionalmente, la sección de control está configurada para determinar que la presión de entrada es menor que la presión crítica cuando la temperatura de entrada es menor que la temperatura crítica, y está configurada para regular el grado de apertura del mecanismo de expansión para controlar que la temperatura de entrada sea igual a o mayor que la temperatura crítica.

60 Según el sexto aspecto de la presente invención, el sensor de temperatura está configurado para detectar la temperatura de refrigerante en un intervalo desde la salida del enfriador de gas hasta la entrada del mecanismo de expansión, y se realiza la determinación de si el refrigerante está o no en un estado supercrítico. Por tanto, es posible determinar que el refrigerante en las inmediaciones de la entrada del mecanismo de expansión no está en un estado bifásico gaseoso-líquido, y también es posible reducir el sonido de estallido de burbujas y similares, que es un factor de sonido de fluido. Además, se permite que el sensor de presión en el cuarto aspecto de la presente invención se sustituya por un sensor de temperatura, que es más barato que el sensor de presión. Por consiguiente, es posible reducir su coste de producción.

Un aparato de refrigeración según un séptimo aspecto de la presente invención es el aparato de refrigeración según cualquiera de los aspectos primero a sexto de la presente invención, en el que el aparato de refrigeración incluye además un soplador. El soplador fomenta el enfriamiento del enfriador de gas. Adicionalmente, la sección de control está configurada para controlar el volumen de flujo de aire del soplador para que sea más pequeño o cero cuando se activa el aparato de refrigeración y la presión de descarga es menor que la presión crítica.

Según el séptimo aspecto de la presente invención, la sección de control está configurada para establecer el volumen de flujo de aire del soplador, que está configurado para soplar aire al enfriador de gas para fomentar el enfriamiento del enfriador de gas, para que sea pequeño o cero cuando se activa el aparato de refrigeración y la presión de descarga sea menor que la presión crítica. Por tanto, es posible debilitar el efecto de enfriamiento en el enfriador de gas, y también es posible aumentar tanto la temperatura como la presión del refrigerante en el enfriador de gas. Por consiguiente, es posible establecer que el estado del refrigerante en la salida del enfriador de gas sea un estado supercrítico o un estado en fase líquida. Por consiguiente, es posible reducir la generación de sonido de flujo en las inmediaciones de la entrada del mecanismo de expansión.

Un aparato de refrigeración según un octavo aspecto de la presente invención es el aparato de refrigeración según cualquiera de los aspectos primero a séptimo de la presente invención, en el que la sección de control está configurada para regular el grado de apertura del mecanismo de expansión para controlar que la presión de descarga sea igual a o mayor que la presión crítica cuando se ejecuta un funcionamiento normal.

Según el octavo aspecto de la presente invención, la sección de control está configurada para controlar que la presión de descarga sea igual a o mayor que la presión crítica no sólo en la activación del aparato de refrigeración sino también en el funcionamiento normal. Por tanto, siempre es posible establecer que el estado del refrigerante en las inmediaciones de la entrada del mecanismo de expansión sea un estado supercrítico o un estado en fase líquida. Por consiguiente, es posible reducir la generación de sonido de flujo en la entrada del mecanismo de expansión.

Un aparato de refrigeración según un noveno aspecto de la presente invención es el aparato de refrigeración según cualquiera de los aspectos primero a séptimo de la presente invención, en el que la sección de control está configurada para regular el grado de apertura del mecanismo de expansión para controlar que la presión de descarga sea igual a o mayor que la presión crítica incluso cuando se ejecuta un funcionamiento normal a una baja temperatura externa.

Cuando el funcionamiento normal se ejecuta a la baja temperatura externa, el refrigerante en las inmediaciones de la entrada del mecanismo de expansión puede estar en un estado bifásico gaseoso-líquido. Según el noveno aspecto de la presente invención, la sección de control está configurada para regular el grado de apertura del mecanismo de expansión para controlar que la alta presión del refrigerante supercrítico sea igual a o mayor que la presión crítica incluso a la baja temperatura externa. Por tanto, es posible establecer que el estado del refrigerante en las inmediaciones de la entrada del mecanismo de expansión sea un estado supercrítico o un estado en fase líquida.

Un aparato de refrigeración según un décimo aspecto de la presente invención es el aparato de refrigeración según el noveno aspecto de la presente invención, en el que la baja temperatura externa se define como la temperatura externa igual a o menor de 20 grados centígrados.

Según el décimo aspecto de la presente invención, se controla la presión de descarga para que sea igual a o mayor que la presión crítica en unas condiciones en las que el refrigerante supercrítico entre fácilmente en un estado bifásico gaseoso-líquido (por ejemplo, unas condiciones en las que la temperatura externa sea igual a o menor de 20 grados centígrados). Por tanto, es posible cambiar el estado del refrigerante supercrítico en las inmediaciones de la entrada del mecanismo de expansión desde un estado bifásico gaseoso-líquido hasta un estado supercrítico o un estado en fase líquida incluso cuando la temperatura externa es igual a o menor de 20 grados centígrados.

Un aparato de refrigeración según un duodécimo aspecto de la presente invención es el aparato de refrigeración según cualquiera de los aspectos primero a décimo de la presente invención, en el que el refrigerante supercrítico es refrigerante de dióxido de carbono (CO₂).

Según el duodécimo aspecto de la presente invención, el refrigerante de CO₂ se usa como refrigerante. El potencial de agotamiento de ozono (PAO) del refrigerante de CO₂ es igual a cero. Por tanto, el refrigerante de CO₂ no destruye la capa de ozono por encima de la Tierra. Además, el potencial de calentamiento global (PCG) del refrigerante de CO₂ es igual a 1. Esto es mucho más bajo que el PCG del refrigerante de fluorocarbono de aproximadamente centenas a diez mil. Por consiguiente, el aparato de refrigerante es capaz de inhibir el empeoramiento del medio ambiente mundial con el uso del refrigerante de CO₂ con menor carga medioambiental.

<Efectos ventajosos de la invención>

Según el aparato de refrigeración del primer aspecto de la presente invención, es posible cambiar el estado del refrigerante supercrítico desde un estado bifásico gaseoso-líquido hasta un estado supercrítico o un estado en fase líquida al establecer que la alta presión del refrigerante supercrítico en el ciclo de refrigeración sea igual a o mayor

que la presión crítica. Por tanto, es posible inhibir la generación de sonido de flujo debido a un estallido de burbujas y similares.

5 Según el aparato de refrigeración del segundo aspecto de la presente invención, es posible establecer fácilmente que la alta presión del refrigerante supercrítico en el ciclo de refrigeración sea igual a o mayor que la presión crítica. Por tanto, es posible inhibir la generación de sonido de flujo debido a un estallido de burbujas y similares.

10 Según el aparato de refrigeración del tercer aspecto de la presente invención, es posible controlar de manera óptima la presión de descarga sin aumentarla de manera innecesaria. Por consiguiente, es posible reducir el consumo de energía.

15 Según el aparato de refrigeración del cuarto aspecto de la presente invención, es posible detectar directamente la alta presión del refrigerante supercrítico en el ciclo de refrigeración basándose en la presión de descarga. Por tanto, es posible avanzar al segundo control desde el primer control mientras que se minimiza el periodo de tiempo necesario para el primer control. Asimismo, es posible controlar de manera óptima la alta presión del refrigerante supercrítico sin aumentarla de manera innecesaria. Por consiguiente, es posible reducir la pérdida de energía.

20 Según el aparato de refrigeración del quinto aspecto de la presente invención, es posible controlar de manera más fiable el estado del refrigerante en las inmediaciones de la entrada del mecanismo de expansión (es decir, la causa de la generación de ruido) desde un estado bifásico gaseoso-líquido hasta un estado supercrítico o un estado en fase líquida.

25 Según el aparato de refrigeración del sexto aspecto de la presente invención, es posible determinar que el refrigerante en las inmediaciones de la entrada del mecanismo de expansión no está en un estado bifásico gaseoso-líquido, y es posible también reducir el sonido de estallido de burbujas y similares, que es un factor de sonido de fluido. Además, se permite que el sensor de presión en el cuarto aspecto de la presente invención se sustituya por un sensor de temperatura, que es más barato que el sensor de presión. Por consiguiente, es posible reducir su coste de producción.

30 Según el aparato de refrigeración del séptimo aspecto de la presente invención, es posible debilitar el efecto de enfriamiento en el enfriador de gas, y también es posible aumentar tanto la temperatura como la presión de refrigerante en el enfriador de gas. Por tanto, es posible establecer que el estado del refrigerante en la salida del enfriador de gas sea un estado supercrítico o un estado en fase líquida. Por consiguiente, es posible reducir la generación de sonido de flujo en las inmediaciones de la entrada del mecanismo de expansión.

35 Según el aparato de refrigeración del octavo aspecto de la presente invención, es posible establecer siempre que el estado del refrigerante en las inmediaciones de la entrada del mecanismo de expansión sea un estado supercrítico o un estado en fase líquida. Por tanto, es posible reducir la generación de sonido de flujo en la entrada del mecanismo de expansión.

40 Según el aparato de refrigeración del noveno aspecto de la presente invención, es posible establecer que el estado del refrigerante en las inmediaciones de la entrada del mecanismo de expansión sea un estado supercrítico o un estado en fase líquida incluso a la baja temperatura externa.

45 Según el aparato de refrigeración del décimo aspecto de la presente invención, es posible cambiar el estado del refrigerante supercrítico desde un estado bifásico gaseoso-líquido hasta un estado supercrítico o un estado en fase líquida incluso cuando la temperatura externa es igual a o menor de 20 grados centígrados.

50 Según el aparato de refrigeración del duodécimo aspecto de la presente invención, es posible inhibir el empeoramiento del medio ambiente mundial con el uso del refrigerante de CO₂ con menor carga medioambiental.

Breve descripción de los dibujos

55 La figura 1 es un diagrama de circuito de refrigeración de un aparato de acondicionamiento de aire según una realización de la presente invención.

La figura 2 es un diagrama de bloques de control del aparato de acondicionamiento de aire.

60 La figura 3 es un diagrama de flujo de un modo de activación.

La figura 4 es un diagrama de flujo de un modo normal.

65 La figura 5 es un diagrama de flujo temporal para ilustrar el momento de la conmutación entre un control de estrangulador y un control normal.

La figura 6 es un diagrama P-H (diagrama de Mollier) de un ciclo de refrigeración supercrítico.

La figura 7 es un diagrama de circuito de refrigeración de un aparato de acondicionamiento de aire según la modificación (2).

5 Explicación de los números de referencia

- 1, 1a aparato de acondicionamiento de aire (aparato de refrigeración)
- 5 sección de control
- 10 21 compresor
- 23 intercambiador de calor de exterior (enfriador de gas, evaporador)
- 15 24 ventilador de exterior (soplador)
- 31 intercambiador de calor de interior (enfriador de gas, evaporador)
- 20 32 ventilador de interior (soplador)
- P1 sensor de presión de descarga (sensor de presión)
- T2 primer sensor de temperatura de tubería de líquido (sensor de temperatura)
- 25 T3 segundo sensor de temperatura de tubería de líquido (sensor de temperatura)
- V2 válvula de expansión de exterior (mecanismo de expansión)
- 30 V5 válvula de expansión de interior (mecanismo de expansión)

Mejor modo de llevar a cabo la invención

A continuación en el presente documento, se explicará un aparato de acondicionamiento de aire según una realización de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos.

<Estructura del aparato de acondicionamiento de aire>

La figura 1 es un diagrama de configuración esquemático de un aparato 1 de acondicionamiento de aire según una realización de la presente invención. El aparato 1 de acondicionamiento de aire es un aparato usado para enfriar y calentar el espacio de interior de un edificio y similares. En la presente invención, se usa refrigerante de dióxido de carbono (CO₂), que es un refrigerante supercrítico. El aparato 1 de acondicionamiento de aire incluye principalmente una unidad 2 de exterior, una unidad 3 de interior y una tubería 4 de comunicación de refrigerante. La unidad 2 de exterior funciona como unidad de fuente de calor. La unidad 3 de interior está conectada a la unidad 2 de exterior y funciona como unidad de utilización. La tubería 4 de comunicación de refrigerante conecta la unidad 3 de interior y la unidad 2 de exterior. La tubería 4 de comunicación de refrigerante se compone de una tubería 41 de comunicación de refrigerante líquido y una tubería 42 de comunicación de refrigerante gaseoso. Dicho de otro modo, un circuito 10 de refrigerante del aparato 1 de acondicionamiento de aire según la presente realización está formado por la interconexión entre la unidad 2 de exterior, la unidad 3 de interior y la tubería 4 de comunicación de refrigerante.

(1) Unidad de exterior

La unidad 2 de exterior está dispuesta en el exterior de un edificio y similares. La unidad 2 de exterior está conectada a la unidad 3 de interior a través de la tubería 4 de comunicación de refrigerante. La unidad 2 de exterior forma parte del circuito 10 de refrigerante.

A continuación, se explicará la estructura de la unidad 2 de exterior. La unidad 2 de exterior incluye principalmente un circuito 20 de refrigerante de lado de exterior. El circuito 20 de refrigerante de lado de exterior forma parte del circuito 10 de refrigerante. El circuito 20 de refrigerante de lado de exterior incluye principalmente un compresor 21, una válvula V1 de conmutación de cuatro vías, un intercambiador 23 de calor de exterior que funciona como intercambiador de calor de lado de fuente de calor, una válvula V2 de expansión de exterior que funciona como mecanismo de expansión, una válvula V3 de retención de lado de líquido y una válvula V4 de retención de lado de gas.

El compresor 21 es un compresor capaz de cambiar su capacidad operativa. En la presente realización, el compresor 21 es un compresor de desplazamiento positivo que va a accionarse por un motor 22. En este caso, se controla la velocidad de rotación del motor 22 por un inversor. Además, en la presente realización, sólo se

ES 2 680 501 T3

proporciona un único compresor 21. Sin embargo, el número de compresores 21 no está limitado a esto. Por ejemplo, pueden conectarse dos o más compresores en paralelo dependiendo del número de unidades de interior y similares que van a conectarse a la unidad 2 de exterior.

5 La válvula V1 de conmutación de cuatro vías es una válvula proporcionada para hacer que el intercambiador 23 de calor de exterior funcione como enfriador de gas y como evaporador. La válvula V1 de conmutación de cuatro vías está conectada al intercambiador 23 de calor de exterior, un lado de succión del compresor 21, un lado de descarga del compresor 21 y la tubería 42 de comunicación de refrigerante gaseoso. Cuando el intercambiador 23 de calor de exterior se hace funcionar como enfriador de gas, la válvula V1 de conmutación de cuatro vías está configurada para
10 conectar el lado de descarga del compresor 21 y el intercambiador 23 de calor de exterior, y también está configurada para conectar el lado de succión del compresor 21 y la tubería 42 de comunicación de refrigerante gaseoso (véanse las condiciones de línea continua en la figura 1). Por otro lado, cuando el intercambiador 23 de calor de exterior se hace funcionar como evaporador, la válvula V1 de conmutación de cuatro vías está configurada para conectar el intercambiador 23 de calor de exterior y el lado de succión del compresor 21, y también está
15 configurada para conectar el lado de descarga del compresor 21 y la tubería 42 de comunicación de refrigerante gaseoso (véanse las condiciones de línea discontinua en la figura 1).

El intercambiador 23 de calor de exterior es un intercambiador de calor que puede funcionar como enfriador de gas o como evaporador. En la presente realización, el intercambiador 23 de calor de exterior es un intercambiador de calor de aleta y tubo de tipo aleta transversal para realizar el intercambio de calor entre el refrigerante y el aire que funciona como fuente de calor. Un extremo del intercambiador 23 de calor de exterior está conectado a la válvula V1 de conmutación de cuatro vías mientras que el otro extremo del mismo está conectado a la válvula V2 de expansión de exterior.
20

25 La válvula V2 de expansión de exterior es una válvula de expansión eléctrica para regular la presión, la velocidad de flujo y similares del refrigerante que fluye a través del circuito 20 de refrigerante de lado de exterior. La válvula V2 de expansión de exterior está conectada entre el intercambiador 23 de calor de exterior y la válvula V3 de retención de lado de líquido con este propósito.

30 Además, la unidad 2 de exterior incluye un ventilador 24 de exterior. El ventilador 24 de exterior funciona como ventilador de ventilación para succionar aire de exterior al interior de la unidad 2 de exterior y luego descargar el aire al exterior después de que el intercambiador 23 de calor de exterior realice el intercambio de calor entre el aire succionado y el refrigerante. El ventilador 24 de exterior es un ventilador capaz de cambiar la velocidad de flujo del aire que va a suministrarse al intercambiador 23 de calor de exterior. En la presente realización, el ventilador 24 de exterior es un ventilador helicoidal que va a accionarse por un motor 25, por ejemplo. El motor 25 se compone de un motor de ventilador de CC.
35

Adicionalmente, la unidad 2 de exterior está dotada de una variedad de sensores. Específicamente, la unidad 2 de exterior está dotada de un sensor P1 de presión de descarga para detectar la presión de descarga Pd del compresor 21. La unidad 2 de exterior también está dotada de un sensor T1 de temperatura externa para detectar la temperatura del aire de exterior (es decir, la temperatura externa) que fluye al interior de la unidad 2 de exterior. El sensor T1 de temperatura externa está dispuesto en el lado de succión de aire de exterior de la unidad 2 de exterior. En la presente realización, el sensor T1 de temperatura externa se compone de un termistor.
40

45 Además, la unidad 2 de exterior incluye una unidad 27 de control de lado de exterior. La unidad 27 de control de lado de exterior está configurada para controlar el funcionamiento de elementos respectivos que forman la unidad 2 de exterior. La unidad 27 de control de lado de exterior incluye un microordenador, una memoria, un circuito inversor y similares. El microordenador se proporciona para controlar la unidad 2 de exterior. El circuito inversor está configurado para controlar el motor 22 y similares. La unidad 27 de control de lado de exterior es capaz de transmitir/recibir una señal de control y similares a/desde una unidad 34 de control de lado de interior mencionada anteriormente de la unidad 3 de interior a través de una línea 51 de transmisión. Dicho de otro modo, la unidad 27 de control de lado de exterior, la unidad 34 de control de lado de interior y la línea 51 de transmisión que conectan cada una de las unidades 27 y 34 de control forman una sección 5 de control para controlar todo el funcionamiento del aparato 1 de acondicionamiento de aire.
50

55 Los elementos de la sección 5 de control están conectados para recibir señales de detección desde diversos sensores P1 y T1 y para controlar los diversos dispositivos 21, 24 y 32 y las válvulas V1, V2 y V5, respectivamente, basándose en las señales de detección y similares. Ahora, la figura 2 es un diagrama de bloques de control del aparato 1 de acondicionamiento de aire.
60

(2) Unidad de interior

65 La unidad 3 de interior se instala encastrándose en o colgándose del techo del espacio de interior de un edificio y similares, o colgándose de la pared del mismo, por ejemplo. La unidad 3 de interior se conecta a la unidad 2 de exterior a través de la tubería 4 de comunicación de refrigerante. La unidad 3 de interior forma parte del circuito 10 de refrigerante.

5 A continuación, se explicará una configuración de la unidad 3 de interior. La unidad 3 de interior incluye principalmente un circuito 30 de refrigerante de lado de interior. El circuito 30 de refrigerante de lado de interior forma parte del circuito 10 de refrigerante. El circuito 30 de refrigerante de lado de interior incluye principalmente un intercambiador 31 de calor de interior y una válvula V5 de expansión de interior. El intercambiador 31 de calor de interior funciona como intercambiador de calor de lado de utilización. La válvula V5 de expansión de interior funciona como mecanismo de expansión.

10 El intercambiador 31 de calor de interior es un intercambiador de calor de aleta y tubo de tipo aleta transversal formado por un tubo de transmisión de calor y una pluralidad de aletas. El intercambiador 31 de calor de interior está configurado para funcionar como evaporador del refrigerante para enfriar el aire de interior en la operación de enfriamiento. Por otro lado, el intercambiador 31 de calor de interior está configurado para funcionar como enfriador de gas del refrigerante para calentar el aire de interior en la operación de calentamiento.

15 La válvula V5 de expansión de interior es una válvula de expansión eléctrica para regular la presión, la velocidad de flujo y similares del refrigerante que fluye a través del circuito 30 de refrigerante de lado de interior. La válvula V5 de expansión de interior está conectada al lado de líquido del intercambiador 31 de calor de interior. A este respecto, la válvula V5 de expansión de interior es similar a la válvula V2 de expansión de exterior mencionada anteriormente.

20 Además, la unidad 3 de interior incluye un ventilador 32 de interior. El ventilador 32 de interior funciona como ventilador de ventilación para succionar el aire de interior al interior de la unidad 3 de interior y posteriormente suministrar el aire succionado al espacio de interior como aire de suministro después de que el intercambiador 31 de calor de interior realice el intercambio de calor entre el refrigerante y el aire succionado. El ventilador 32 de interior es un ventilador capaz de cambiar la velocidad de flujo del aire que va a suministrarse al intercambiador 31 de calor de interior. En la presente realización, el ventilador 32 de interior es un ventilador centrífugo, un ventilador multipala y similares que van a accionarse por un motor 33. En este caso, el motor 33 se compone de un motor de ventilador de CC.

30 Además, la unidad 3 de interior está dotada de la unidad 34 de control de lado de interior para controlar el funcionamiento de cada uno de los elementos que forman la unidad 3 de interior. La unidad 34 de control de lado de interior incluye un microordenador, una memoria y similares proporcionados para controlar la unidad 3 de interior. La unidad 34 de control de lado de interior es capaz de transmitir/recibir una señal de control y similares a/desde un controlador remoto (no ilustrado en la figura) para hacer funcionar de manera individual una unidad 3 de interior correspondiente. Adicionalmente, la unidad 34 de control de lado de interior es capaz de transmitir/recibir una señal de control y similares a/desde la unidad 2 de exterior a través de la línea 51 de transmisión, por ejemplo.

(3) Tubería de comunicación de refrigerante

40 Cuando el aparato 1 de aire acondicionado se instala en un lugar de instalación de un edificio y similares, la tubería 4 de comunicación de refrigerante se une al aparato 1 de aire acondicionado en el sitio de instalación. Puede usarse cualquier tubería 4 de comunicación de refrigerante adecuada de una variedad de longitudes y diámetros dependiendo de las condiciones de instalación (por ejemplo, el sitio de instalación y la combinación de la unidad 2 de exterior y la unidad 3 de interior).

45 <Funcionamiento del aparato de aire acondicionado>

A continuación, se explicarán el funcionamiento del aparato 1 de aire acondicionado según la presente realización.

50 El aparato 1 de aire acondicionado según la presente realización está configurado para hacerse funcionar en dos modos de funcionamiento. Uno de los modos de funcionamiento es un modo de activación que va a ejecutarse en la activación del aparato 1 de aire acondicionado hasta que el ciclo de refrigeración se vuelva estable. El otro de los modos de funcionamiento es un modo normal que va a ejecutarse después de que el ciclo de refrigeración se vuelva estable. Además, el modo normal se clasifica en dos tipos de funcionamiento. Uno de los tipos de funcionamiento es una operación de enfriamiento para hacer que la unidad 3 de interior enfríe el espacio de interior dependiendo de la carga de enfriamiento de la unidad 3 de interior. El otro de los tipos de funcionamiento es una operación de calentamiento para hacer que la unidad 3 de interior caliente el espacio de interior dependiendo de la carga de calentamiento de la unidad 3 de interior.

60 Se explicarán a continuación en el presente documento el funcionamiento del aparato 1 de aire acondicionado en cada uno de los modos de funcionamiento.

(1) Modo de activación

65 La figura 3 es un diagrama de flujo para ilustrar una serie de procesamiento de control que va a ejecutarse en el modo de activación. Cuando el aparato 1 de aire acondicionado se hace funcionar para ejecutar o bien una operación de enfriamiento o bien una operación de calentamiento (es decir, cuando el compresor 21 está activado),

se activa en consecuencia el modo de activación. El modo de activación se explicará a continuación en el presente documento haciendo referencia a la figura 3.

En primer lugar, en la etapa S1, se determina si la presión de descarga Pd, detectada por el sensor P1 de presión de descarga, es menor que la presión crítica Pk del refrigerante de CO₂. Cuando la presión de descarga Pd es menor que la presión crítica Pk, el procesamiento de control avanza a la etapa S2. Por otro lado, cuando la presión de descarga Pd es igual a o mayor que la presión crítica Pk, el procesamiento de control avanza a la etapa S3. En la etapa S2, se ejecuta un control de estrangulador para reducir el grado de apertura de estrangulador θ_1 de la válvula V2 de expansión de exterior en una operación de enfriamiento, mientras que se ejecuta un control de estrangulador para reducir el grado de apertura de estrangulador θ_2 de la válvula V5 de expansión de interior en una operación de calentamiento. En el "control de estrangulador" al que se hace referencia en el presente documento, se controlan los grados de apertura de estrangulador θ_1 y θ_2 para que sean un grado de apertura α (véase la figura 5 para su descripción). Cuando los grados de apertura de estrangulador θ_1 y θ_2 se establecen para que sean el grado de apertura α , no se genera sonido de flujo del refrigerante de CO₂ bifásico gaseoso-líquido cuando el refrigerante de CO₂ atraviesa la válvula V2 de expansión de exterior o la válvula V5 de expansión de interior. Cuando la presión de descarga Pd es menor que la presión crítica Pk, el refrigerante de CO₂ podría estar con mayor posibilidad en un estado bifásico gaseoso-líquido, no en un estado supercrítico. Cuando el refrigerante de CO₂ está en un estado bifásico gaseoso-líquido, se genera fácilmente sonido de flujo del refrigerante de CO₂ en las inmediaciones de la válvula V2 de expansión de exterior o la válvula V5 de expansión de interior. Por tanto, se fomenta que la alta presión del refrigerante de CO₂ sea igual a o mayor que la presión crítica Pk en el ciclo de refrigeración en un periodo de tiempo más corto estableciendo que el grado de apertura de estrangulador θ_1 de la válvula V2 de expansión de exterior o el grado de apertura de estrangulador θ_2 de la válvula V5 de expansión de interior sea el grado de apertura α . Cuando se ha completado la etapa S2, el procesamiento de control vuelve a la etapa S1. En la etapa S3, el modo de activación avanza al modo normal.

(2) Modo normal

La figura 4 es un diagrama de flujo para ilustrar una serie de procesamiento de control que va a ejecutarse en el modo normal. El modo normal se inicia después de que se haya completado el modo de activación mencionado anteriormente.

En primer lugar, en la etapa S11, se determina si la presión de descarga Pd, detectada por el sensor P1 de presión de descarga, es menor que la presión crítica Pk del refrigerante de CO₂. Cuando la presión de descarga Pd es menor que la presión crítica Pk, el procesamiento de control avanza a la etapa S12. Por otro lado, cuando la presión de descarga Pd es igual a o mayor que la presión crítica Pk, el procesamiento de control avanza a la etapa S15. En la etapa S12, se ejecuta el control de estrangulador para reducir el grado de apertura de estrangulador θ_1 de la válvula V2 de expansión de exterior en una operación de enfriamiento, mientras que se ejecuta el control de estrangulador para reducir el grado de apertura de estrangulador θ_2 de la válvula V5 de expansión de interior en una operación de calentamiento. Cuando se ha completado la etapa S12, el procesamiento de control avanza a la etapa S13. En la etapa S13, se determina si el ventilador 24 de exterior se está accionando en la operación de enfriamiento, mientras que se determina si el ventilador 32 de interior se está accionando en la operación de calentamiento. Cuando se está accionando el ventilador 24 de exterior o el ventilador 32 de interior, el procesamiento de control avanza a la etapa S14. Por otro lado, cuando no se está accionando el ventilador 24 de exterior o el ventilador 32 de interior, el procesamiento de control vuelve a la etapa S11. En la etapa S14, se detiene el ventilador 24 de exterior o el ventilador 32 de interior. Cuando se ha completado la etapa S14, el procesamiento de control vuelve a la etapa S11. En la etapa S15 que va a ejecutarse cuando la temperatura externa supera los 20 grados centígrados en la etapa S11, se determina si el control de estrangulador se está ejecutando con respecto a la válvula V2 de expansión de exterior o la válvula V5 de expansión de interior. Cuando se está ejecutando el control de estrangulador con respecto a la válvula V2 de expansión de exterior o la válvula V5 de expansión de interior, el procesamiento de control avanza a la etapa S16. Por otro lado, cuando se está ejecutando el control normal con respecto a la válvula V2 de expansión de exterior o la válvula V5 de expansión de interior, el procesamiento de control vuelve a la etapa S11. En la etapa S16, se ejecuta el control normal con respecto a la válvula V2 de expansión de exterior o la válvula V5 de expansión de interior. Obsérvese que el término "control normal" significa procesamiento de control que va a ejecutarse en la operación de enfriamiento mencionada más adelante. Cuando se ha completado la etapa S16, el procesamiento de control avanza a la etapa S17. En la etapa S17, se determina si se está deteniendo el ventilador 24 de exterior o el ventilador 32 de interior. Cuando se está deteniendo el ventilador 24 de exterior o el ventilador 32 de interior, el procesamiento de control avanza a la etapa S18. Por otro lado, cuando se está accionando el ventilador 24 de exterior o el ventilador 32 de interior, el proceso de control vuelve a la etapa S11. En la etapa S18, está activado el ventilador 24 de exterior o el ventilador 32 de interior, y se ejecuta el control normal con respecto al ventilador 24 de exterior o el ventilador 32 de interior. Cuando se ha completado la etapa S18, el procesamiento de control vuelve a la etapa S11.

(3) Control de estrangulador y control normal

Tal como se ilustra en el diagrama de flujo del modo normal anteriormente mencionado, la sección 5 de control está configurada para conmutar los controles de la válvula V2 de expansión de exterior o la válvula V5 de expansión de interior entre el control de estrangulador y el control normal. La figura 5 es un diagrama de flujo temporal para ilustrar el momento de conmutación del control de estrangulador y el control normal hacia atrás y hacia delante. En la figura 5, el eje horizontal representa el tiempo t mientras que el eje vertical representa la presión de descarga P_d y el grado de apertura de estrangulador θ_1 de la válvula V2 de expansión de exterior o el grado de apertura de estrangulador θ_2 de la válvula V5 de expansión de interior. Cuando se supone que el tiempo de activación es el tiempo t_1 y se supone que la presión de descarga P_d en la activación es la presión de descarga inicial P_0 , se inicia el control de estrangulador en el tiempo t_1 y se establece que el grado de apertura de estrangulador θ_1 de la válvula V2 de expansión de exterior o el grado de apertura de estrangulador θ_2 de la válvula V5 de expansión de interior es el grado de apertura α . Por consiguiente, cuando ha transcurrido el tiempo t_2 y se ha cambiado la presión de descarga P_d desde la presión de descarga inicial P_0 hasta la presión crítica P_k , se conmuta el control de estrangulador al control normal. Por consiguiente, se establece que el grado de apertura de estrangulador θ_1 de la válvula V2 de expansión de exterior o el grado de apertura de estrangulador θ_2 de la válvula V5 de expansión de interior es el grado de apertura α . Además, cuando la presión de descarga P_d es igual a o menor que la presión crítica P_k (tiempo t_3), por ejemplo, en unas condiciones en las que la temperatura externa es igual a o menor de 20 grados centígrados, se conmuta de nuevo el control normal al control de estrangulador. En este momento, se establece que el grado de apertura de estrangulador θ_1 de la válvula V2 de expansión de exterior o el grado de apertura de estrangulador θ_2 de la válvula V5 de expansión de interior es el grado de apertura α .

A continuación, se explicarán una operación de enfriamiento y una operación de calentamiento, ejecutadas en el control normal.

(4) Operación de enfriamiento

En primer lugar, se explicará a continuación en el presente documento una operación de enfriamiento haciendo referencia a la figura 1. En la operación de enfriamiento, se conmuta la válvula V1 de conmutación de cuatro vías en el circuito 20 de refrigerante de lado de exterior de la unidad 2 de exterior a las condiciones de línea continua en la figura 1. Por consiguiente, el intercambiador 23 de calor de exterior está configurado para funcionar como enfriador de gas mientras que el intercambiador 31 de calor de interior está configurado para funcionar como evaporador.

Cuando el compresor 21, el ventilador 24 de exterior y el ventilador 32 de interior están activados en las condiciones del circuito 10 de refrigerante, el refrigerante de gas de baja presión P_l se succiona al interior del compresor 21 y se comprime en el mismo. El refrigerante gaseoso se transforma en el refrigerante gaseoso de alta presión P_h . El refrigerante gaseoso, comprimido a la alta presión P_h , fluye al interior del intercambiador 23 de calor de exterior. En este momento, el intercambiador 23 de calor de exterior funciona como enfriador de gas y enfría el refrigerante liberando calor del refrigerante al aire de exterior que va a suministrarse por el ventilador 24 de exterior. Por consiguiente, la válvula V2 de expansión de exterior descomprime el refrigerante desde la alta presión P_h hasta la baja presión P_l . El refrigerante, descomprimido hasta la baja presión P_l , se transforma en refrigerante bifásico gaseoso-líquido. El refrigerante bifásico gaseoso-líquido se transporta hasta la unidad 3 de interior por medio de la válvula V3 de retención de lado de líquido y la tubería 41 de comunicación de líquido de refrigerante.

A continuación, la válvula V5 de expansión de interior controla la velocidad de flujo del refrigerante bifásico gaseoso-líquido de baja presión P_l transportado hasta la unidad 3 de interior. El intercambiador 31 de calor de interior realiza entonces un cambio de calor entre el refrigerante y el aire de interior. Por consiguiente, el refrigerante se evapora y se transforma en refrigerante gaseoso de baja presión P_l . El refrigerante gaseoso de baja presión P_l se transporta hasta la unidad 2 de exterior por medio de la tubería 42 de comunicación de refrigerante gaseoso. El refrigerante gaseoso se succiona de nuevo al interior del compresor 21 por medio de la válvula V4 de retención de lado de gas.

(5) Operación de calentamiento

En la operación de calentamiento, la válvula V1 de conmutación de cuatro vías en el circuito 20 de refrigerante de lado de exterior de la unidad 2 de exterior se conmuta a las condiciones de línea discontinua en la figura 1. Por consiguiente, el intercambiador 23 de calor de exterior está configurado para funcionar como evaporador mientras que el intercambiador 31 de calor de interior está configurado para funcionar como enfriador de gas.

Cuando el compresor 21, el ventilador 24 de exterior y el ventilador 32 de interior se activan en las condiciones del circuito 10 de refrigerante, se succiona refrigerante gaseoso de baja presión P_l al interior del compresor 21 y se comprime en el mismo. Por consiguiente, el refrigerante se transforma en refrigerante gaseoso de alta presión P_h . Entonces, el refrigerante se transporta hasta la tubería 42 de comunicación de refrigerante gaseoso por medio de la válvula V1 de conmutación de cuatro vías y la válvula V4 de retención de lado de gas.

El refrigerante gaseoso de alta presión P_h , transportado hasta la tubería 42 de comunicación de refrigerante gaseoso, se transporta además hasta la unidad 3 de interior. El refrigerante gaseoso de alta presión P_h , transportado hasta la unidad 3 de interior, se transporta además hasta el intercambiador 31 de calor de interior. El

intercambiador 31 de calor de interior realiza un intercambio de calor entre el refrigerante y el aire de interior. Por consiguiente, el refrigerante se enfría y se transforma en refrigerante líquido de alta presión Ph. Posteriormente, cuando el refrigerante atraviesa la válvula V5 de expansión de interior, se descomprime hasta la baja presión PI según el grado de apertura de estrangulador $\theta 2$ de la válvula V5 de expansión de interior. Por consiguiente, el refrigerante se transforma en refrigerante bifásico gaseoso-líquido.

A continuación, el refrigerante bifásico gaseoso-líquido se transporta hasta la unidad 2 de exterior por medio de la tubería 41 de comunicación de refrigerante líquido. El refrigerante fluye al interior del intercambiador 23 de calor de exterior por medio de la válvula V3 de retención de lado de líquido y la válvula V2 de expansión de exterior.

El intercambiador 23 de calor de exterior realiza un intercambio de calor entre el refrigerante y el aire externo. Por consiguiente, el refrigerante se evapora y se transforma en refrigerante gaseoso de baja presión PI. En este momento, la válvula V2 de expansión de exterior está completamente abierta. El refrigerante gaseoso de baja presión PI se succiona de nuevo al interior el compresor 21 por medio de la válvula V1 de conmutación de cuatro vías.

<Ciclo de refrigeración supercrítico>

A continuación, se explicará un ciclo de refrigeración en el aparato 1 de acondicionamiento de aire. La figura 6 ilustra un ciclo de refrigeración en las condiciones supercríticas con un diagrama P-H (diagrama de Mollier). En la figura 6, los puntos A, B, C y D indican estados de refrigerante en los puntos correspondientes en la figura 1 de la operación de enfriamiento. Además, en la figura 6, los puntos (A), (F), (E) y (D) indican estados de refrigerante en los puntos correspondientes en la figura 1 de la operación de calentamiento.

En el circuito 10 de refrigerante, el compresor 21 comprime el refrigerante y se transforma el refrigerante comprimido en refrigerante de alta temperatura de alta presión Ph (A \rightarrow B). En este momento, el refrigerante gaseoso, CO₂, entra en un estado supercrítico. Obsérvese que el término “estado supercrítico” al que se hace referencia en el presente documento significa el estado del material a temperatura y presión iguales a o mayores que el punto crítico K. En el estado supercrítico, el material tiene tanto difusividad de gas como solubilidad de líquido. En la figura 6, el estado supercrítico es el estado del refrigerante mostrado en el área situada hacia la derecha de una curva isotérmica de temperatura crítica Tk a la presión crítica Pk o mayor. Cuando el refrigerante (material) entra en un estado supercrítico, no existe distinción entre las fases gaseosa y líquida. Obsérvese que el término “fase gaseosa” al que se hace referencia en el presente documento es el estado del refrigerante mostrado en el área situada hacia la derecha de una curva de vapor saturado Sv a la presión crítica Pk o menor. Adicionalmente, el término “fase líquida” es el estado del refrigerante mostrado en el área situada hacia la izquierda de una curva de líquido saturado Sl y hacia la izquierda de la curva isotérmica de temperatura crítica Tk. El intercambiador 23 de calor de exterior, que funciona como enfriador de gas, libera calor del refrigerante en estado supercrítico de alta temperatura y alta presión Ph producida por la compresión del compresor 21. Por consiguiente, el refrigerante se transforma en refrigerante de baja temperatura de alta presión Ph (B \rightarrow C). En este momento, el refrigerante está en un estado supercrítico y, por tanto, funciona con cambios de calor (cambios de temperatura) sensibles en el interior del intercambiador 23 de calor de exterior. Posteriormente, se expande el refrigerante, cuyo calor se ha liberado por el intercambiador 23 de calor de exterior, por la válvula V2 de expansión de exterior que está abierta. Por tanto, el refrigerante se descomprime desde la alta presión Ph hasta la baja presión PI (C \rightarrow D). El refrigerante, descomprimido por la válvula V2 de expansión de exterior, absorbe calor y se evapora en el intercambiador 31 de calor de interior que funciona como evaporador, y vuelve al compresor 21 (D \rightarrow A).

<Características>

(1)

Según la presente realización, cuando la sección 5 de control determina que la presión de descarga Pd en el ciclo de refrigeración es menor que la presión crítica Pk en el modo de activación, se regula el grado de apertura de estrangulador $\theta 1$ de la válvula V2 de expansión de exterior o el grado de apertura de estrangulador $\theta 2$ de la válvula V5 de expansión de interior para que sea un grado de apertura muy pequeño, es decir, el grado de apertura α , para controlar fácilmente que la presión de descarga Pd sea igual a o mayor que la presión crítica Pk. Además, se ejecuta un control similar en el modo normal.

Por tanto, es posible cambiar el estado del refrigerante de CO₂ desde un estado bifásico gaseoso-líquido hasta un estado supercrítico o un estado en fase líquida. Como resultado, es posible inhibir la generación de sonido de flujo del refrigerante en las inmediaciones de la entrada de la válvula V2 de expansión de exterior y la entrada de la válvula V5 de expansión de interior.

(2)

Según la presente realización, cuando la presión de descarga Pd es igual a o mayor que la presión crítica Pk

después de que se ejecute el control de estrangulador, la sección 5 de control está configurada para ejecutar el control normal de la válvula V2 de expansión de exterior o la válvula V5 de expansión de interior. Cuando se aumenta la presión del refrigerante de CO₂ para ser igual a o mayor que la presión crítica Pk, se transforma en un estado supercrítico. Por tanto, no existe distinción entre una fase gaseosa y una fase líquida en el refrigerante de CO₂. Por consiguiente, es posible controlar de manera óptima la presión de descarga Pd sin aumentarla de manera innecesaria. Dicho de otro modo, es posible reducir la pérdida de energía.

(3)

Según la presente realización, el sensor P1 de presión de descarga detecta la presión de descarga Pd. Basándose en esto, se determina si el refrigerante de CO₂ del lado de alta presión está en un estado supercrítico o un estado líquido. Por tanto, es posible detectar directamente la alta presión Ph en el ciclo de refrigeración basándose en la presión de descarga Pd. Además, es posible avanzar al control normal desde el control de estrangulador mientras que se minimiza esencialmente el periodo de tiempo (t2 - t1) necesario para el control de estrangulador. Por consiguiente, es posible controlar de manera óptima la presión de descarga Pd sin aumentarla de manera innecesaria. Dicho de otro modo, es posible reducir el consumo de energía.

(4)

Según la presente realización, el ventilador 24 de exterior o el ventilador 32 de interior, configurado para soplar aire al intercambiador 23 de calor de exterior o al intercambiador 31 de calor de interior que funciona como enfriador de gas para fomentar el enfriamiento del mismo, se detiene en la activación del aparato 1 de acondicionamiento de aire. Por tanto, es posible debilitar el efecto de enfriamiento en el intercambiador 23 de calor de exterior o el intercambiador 31 de calor de interior tanto como sea posible. Dicho de otro modo, es posible aumentar la temperatura y la presión del refrigerante de CO₂ en el intercambiador 23 de calor de exterior o el intercambiador 31 de calor de interior. Por tanto, es posible establecer que el refrigerante en la salida del intercambiador 23 de calor de exterior o el intercambiador 31 de calor de interior que funciona como enfriador de gas esté en un estado supercrítico o un estado en fase líquida. Como resultado, es posible reducir la generación de sonido de flujo del refrigerante en las inmediaciones de la entrada de la válvula V2 de expansión de exterior o la entrada de la válvula V5 de expansión de interior.

(5)

Según la presente realización, incluso a la baja temperatura externa cuando la temperatura externa es igual a o menor de 20 grados centígrados, se controla la presión de descarga Pd para que sea igual a o mayor que la presión crítica Pk mediante la regulación del grado de apertura de estrangulador θ1 de la válvula V2 de expansión de exterior o el grado de apertura de estrangulador θ2 de la válvula V5 de expansión de interior. Por tanto, incluso a la baja temperatura externa cuando la temperatura externa es igual a o menor de 20 grados centígrados, es posible establecer que el refrigerante esté en un estado supercrítico o un estado en fase líquida.

(6)

Según la presente realización, se usa como refrigerante el refrigerante de CO₂. El refrigerante de CO₂ no destruye la capa de ozono puesto que el potencial de agotamiento de ozono (ODP) del mismo es igual a cero. Adicionalmente, el potencial de calentamiento global (PCG) del refrigerante de CO₂ es igual a 1. Esto es mucho más bajo que el PCG de refrigerante de fluorocarbono de aproximadamente centenas a diez mil. Por consiguiente, es posible inhibir el empeoramiento del medio ambiente mundial con el uso del refrigerante de CO₂ con menor carga medioambiental.

<Modificaciones>

(1)

Según la presente realización, el sensor P1 de presión de descarga detecta la presión de descarga Pd del compresor 21. Entonces se determina si debe ejecutarse el control de estrangulador basándose en si la presión de descarga Pd es menor o no que la presión crítica Pk del refrigerante de CO₂. Sin embargo, la presente invención no está limitada a esto. La presión de entrada en las inmediaciones de la entrada de la válvula V2 de expansión de exterior o la válvula V5 de expansión de interior puede calcularse basándose en la presión de descarga Pd y la capacidad de compresor del compresor 21. Además, puede determinarse si debe ejecutarse el control de estrangulador basándose en la presión de entrada.

La presión de descarga Pd y la presión de entrada de la válvula V2 de expansión de exterior o la válvula V5 de expansión de interior son diferentes a causa de una pérdida de presión en la tubería de refrigerante dispuesta en el área desde el lado de descarga del compresor 21 hasta la válvula V2 de expansión de exterior o la válvula V5 de expansión de interior. En este caso, se determina si debe ejecutarse el control de estrangulador basándose en la presión de entrada calculada. Por tanto, es posible controlar de manera más fiable el refrigerante bifásico gaseoso-líquido en las inmediaciones de la entrada de la válvula V2 de expansión de exterior o la entrada de la válvula V5 de

expansión de interior, que contribuye a una causa de ruido, para que esté en un estado supercrítico o en un estado en fase líquida.

(2)

5 Según la presente realización, el sensor P1 de presión de descarga detecta la presión de descarga Pd del compresor 21. Entonces se determina si debe ejecutarse el control de estrangulador basándose en si la presión de
10 descarga Pd es menor o no que la presión crítica Pk del refrigerante de CO₂. Sin embargo, la presente invención no está limitada a esto. Por ejemplo, tal como se ilustra en la figura 7, puede proporcionarse un primer sensor T2 de temperatura de tubería de líquido en una primera tubería 28 de refrigerante líquido dispuesta entre el intercambiador
15 23 de calor de exterior y la válvula V2 de expansión de exterior. Además, puede proporcionarse un segundo sensor T3 de temperatura de tubería de líquido en una segunda tubería 35 de refrigerante líquido dispuesta entre el intercambiador 31 de calor de interior y la válvula V5 de expansión de interior. Con la estructura, puede detectarse la temperatura de entrada en las inmediaciones de la entrada de la válvula V2 de expansión de exterior o la válvula V5
de expansión de interior, y luego puede determinarse si debe ejecutarse el control de estrangulador basándose en si la temperatura de entrada es menor o no de 31 grados centígrados, es decir, la temperatura crítica del refrigerante de CO₂.

20 Por tanto, es posible determinar si el refrigerante de CO₂ está en un estado supercrítico detectando la temperatura de entrada en las inmediaciones de la entrada de la válvula V2 de expansión de exterior o la entrada de la válvula V5 de expansión de interior. Esto hace posible determinar que el refrigerante en las inmediaciones de la entrada de la válvula V2 de expansión de exterior o la entrada de la válvula V5 de expansión de interior no está en un estado bifásico gaseoso-líquido. Por consiguiente, es posible reducir el sonido de estallido de burbujas y similares que contribuye a una causa de sonido de flujo del refrigerante. Además, es posible sustituir un sensor de presión por un
25 sensor de temperatura más barato que el sensor de presión. Por consiguiente, es posible reducir el coste de producción del mismo.

(3)

30 En la presente realización, el aparato 1 de acondicionamiento de aire se ejemplifica como aparato que usa un aparato de refrigeración. Sin embargo, el aparato que usa un aparato de refrigeración no está limitado a esto y puede ser cualquier aparato adecuado tal como un refrigerador y un calentador de agua de bomba de calor.

35 **Aplicabilidad industrial**

El aparato de refrigeración de la presente invención logra un efecto de funcionamiento para inhibir la generación de ruido, y es útil como aparato de refrigeración y similares que usan refrigerante que funciona en la zona supercrítica.

REIVINDICACIONES

1. Aparato (1) de refrigeración que usa refrigerante supercrítico que funciona en una zona en la que la alta presión del refrigerante supercrítico es igual a o mayor que la presión crítica, comprendiendo el aparato (1) de refrigeración:
- 5 un compresor (21) para comprimir el refrigerante supercrítico;
- 10 un enfriador (23, 31) de gas para enfriar el refrigerante supercrítico comprimido por el compresor (21);
- 15 un mecanismo (V2, V5) de expansión para descomprimir el refrigerante supercrítico;
- un evaporador (31, 23) para evaporar el refrigerante supercrítico descomprimido por el mecanismo (V2, V5) de expansión;
- 20 medios (P1, T2, T3) de detección de presión de descarga que son capaces de detectar la presión de descarga del compresor (21); y
- una sección (5) de control que está configurada para regular el grado de apertura del mecanismo (V2, V5) de expansión para controlar que la presión de descarga sea igual a o mayor que la presión supercrítica cuando se activa el aparato (1) de refrigeración y la presión de descarga sea menor que la presión crítica,
- 25 caracterizado porque la sección (5) de control está configurada para calcular la presión de entrada del mecanismo (V2, V5) de expansión basándose en la presión de descarga y la capacidad operativa del compresor (21) y está configurada para regular el grado de apertura del mecanismo (V2, V5) de expansión para controlar que la presión de descarga sea igual a o mayor que la presión crítica cuando la presión de entrada es menor que la presión crítica.
2. Aparato (1) de refrigeración según la reivindicación 1, en el que la sección (5) de control está configurada para ejecutar un primer control para establecer que el grado de apertura del mecanismo (V2, V5) de expansión esté completamente cerrado o sea un grado ligeramente abierto cuando la presión de descarga es menor que la presión crítica.
- 30 3. Aparato (1) de refrigeración según la reivindicación 2, en el que la sección (5) de control está configurada para ejecutar un segundo control para establecer que el grado de apertura del mecanismo (V2, V5) de expansión sea grande cuando la presión de descarga es igual a o mayor que la presión crítica después de que se ejecute el primer control.
- 35 4. Aparato (1) de refrigeración según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que los medios de detección de presión de descarga son un sensor (P1) de presión proporcionado en el lado de descarga del compresor (21).
- 40 5. Aparato (1, 1a) de refrigeración según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la sección (5) de control está configurada para regular el grado de apertura del mecanismo (V2, V5) de expansión para controlar que la presión de descarga sea igual a o mayor que la presión crítica cuando se ejecuta un funcionamiento normal.
- 45 6. Aparato (1, 1a) de refrigeración según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la sección (5) de control está configurada para regular el grado de apertura del mecanismo (V2, V5) de expansión para controlar que la presión de descarga sea igual a o mayor que la presión crítica incluso cuando se ejecuta un funcionamiento normal a una baja temperatura externa.
- 50 7. Aparato (1, 1a) de refrigeración según la reivindicación 6, en el que la baja temperatura externa es una temperatura externa igual a o menor de 20 grados centígrados.
- 55 8. Aparato (1, 1a) de refrigeración según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el refrigerante supercrítico es refrigerante de dióxido de carbono (CO₂).

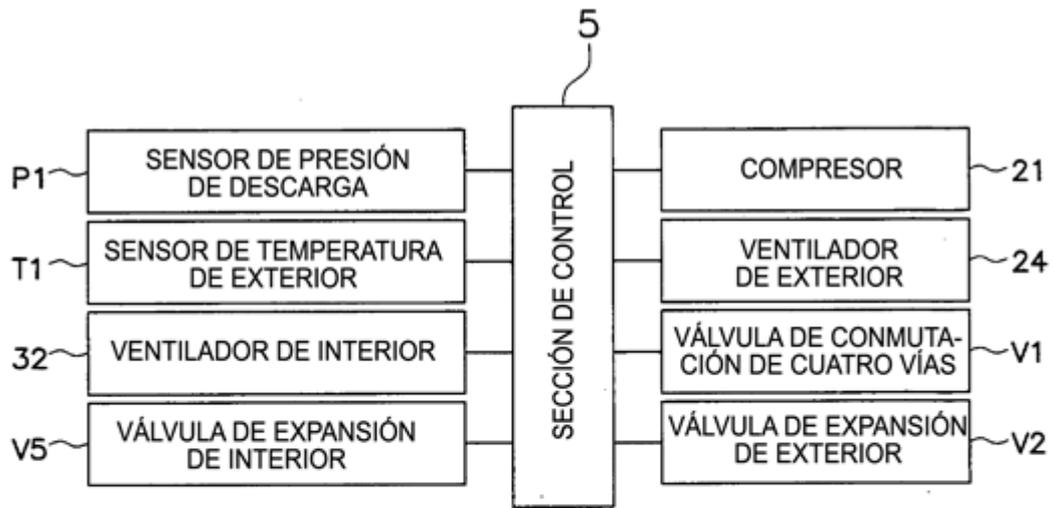


FIG. 2

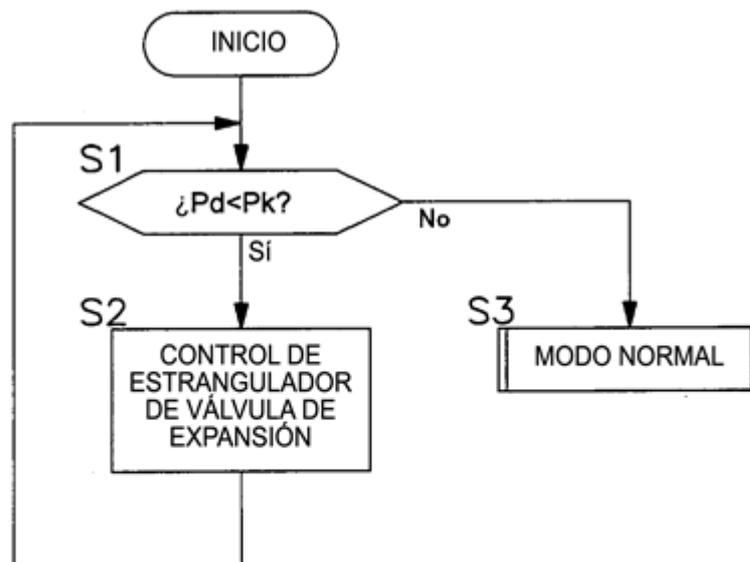


FIG. 3

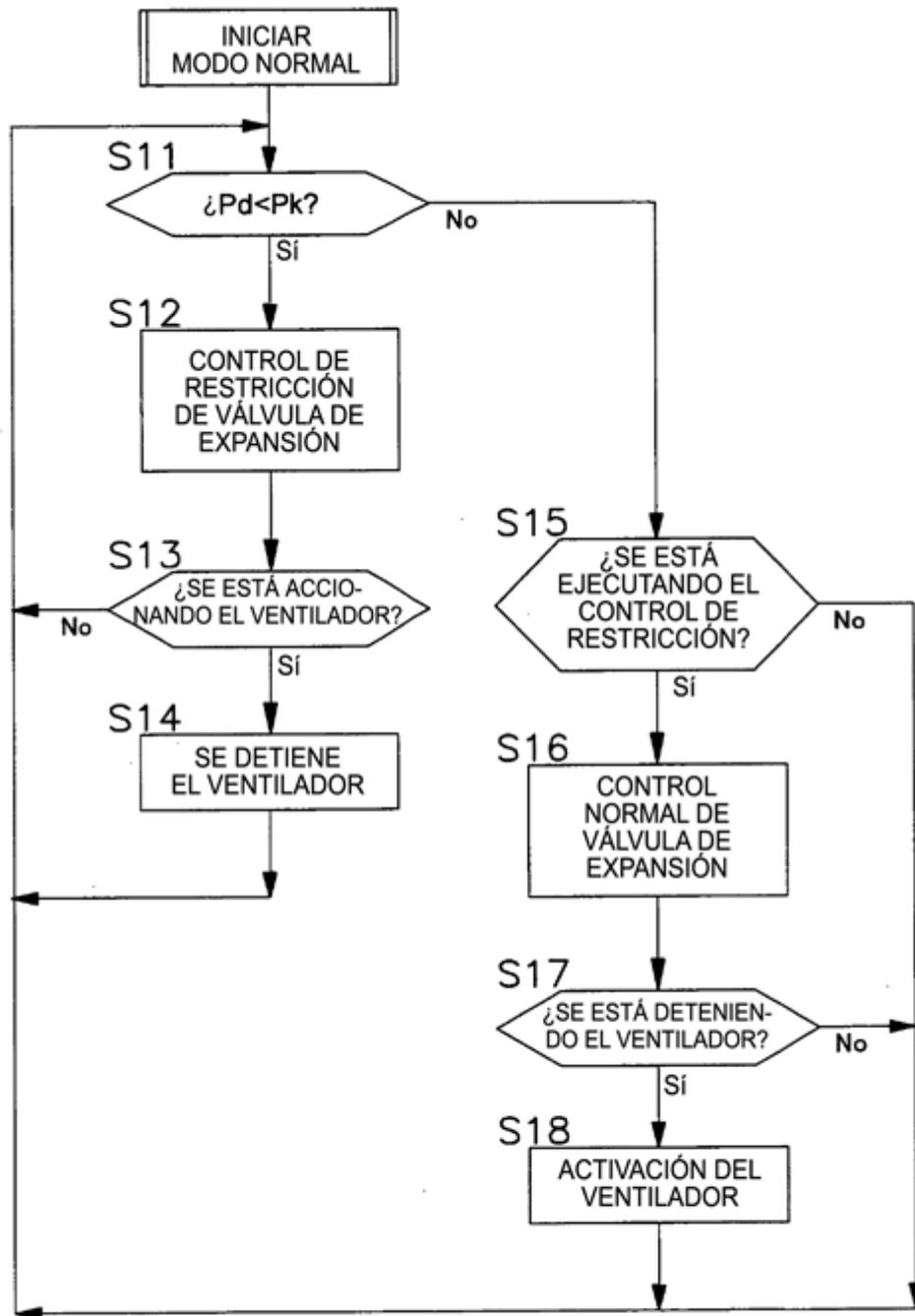


FIG. 4

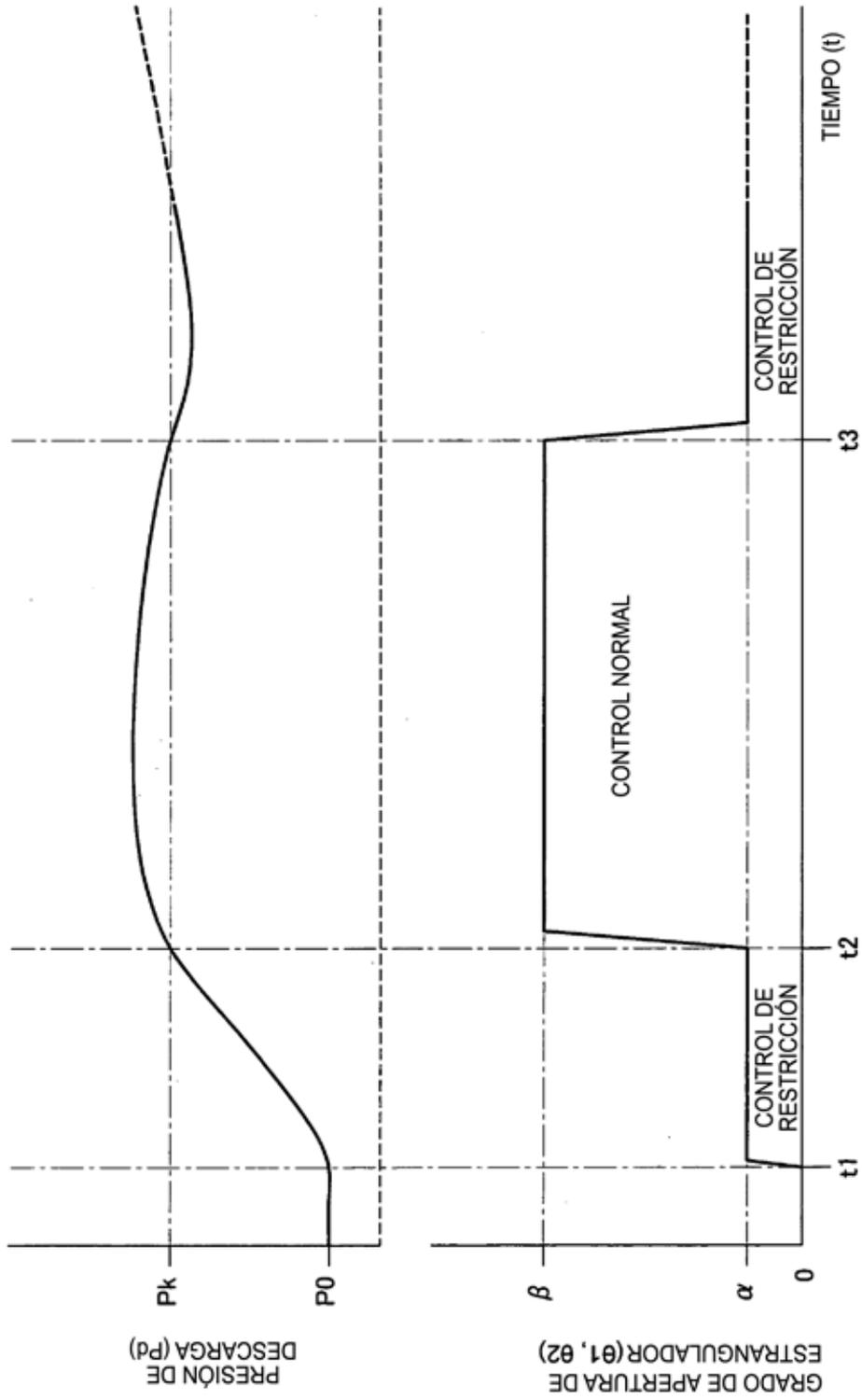


FIG. 5

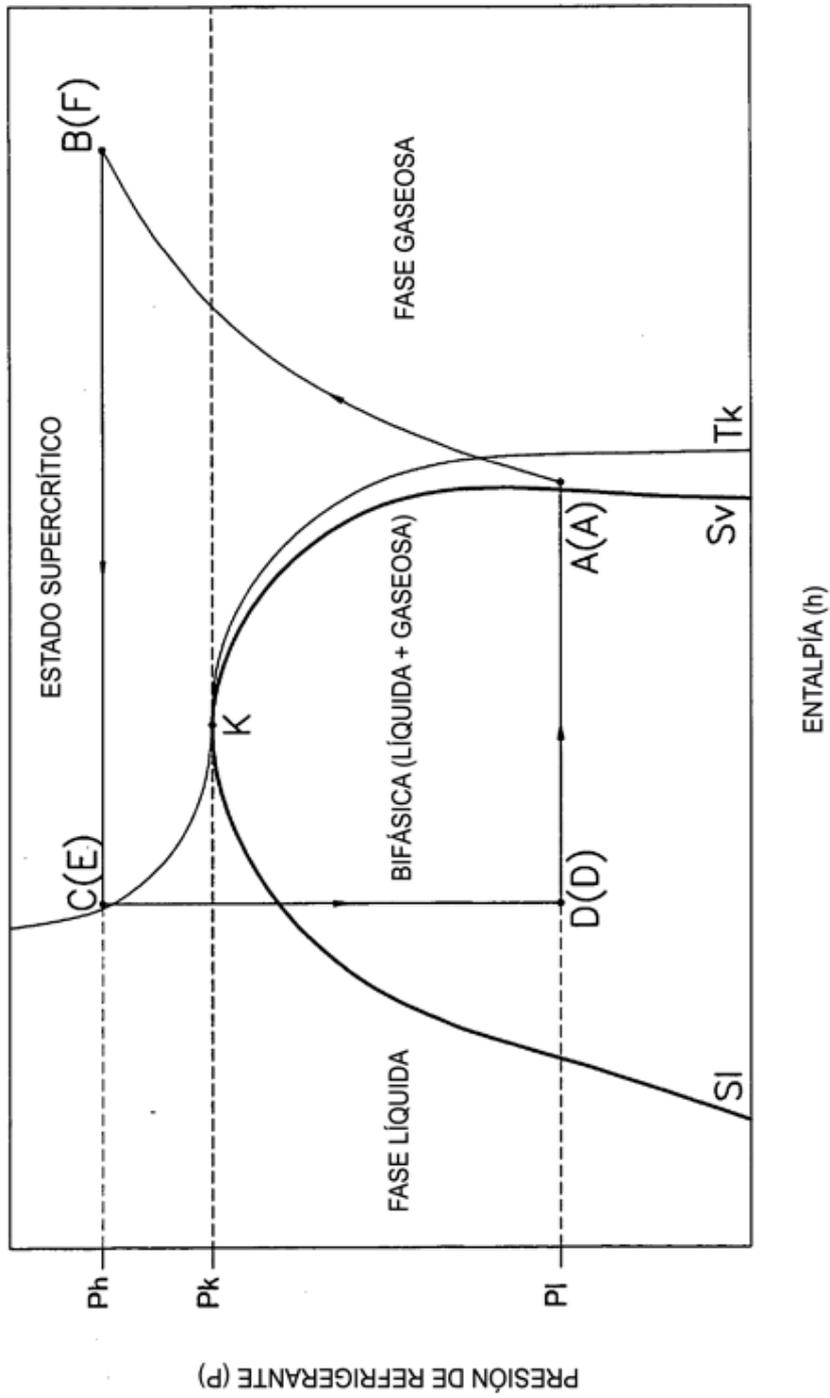


FIG. 6

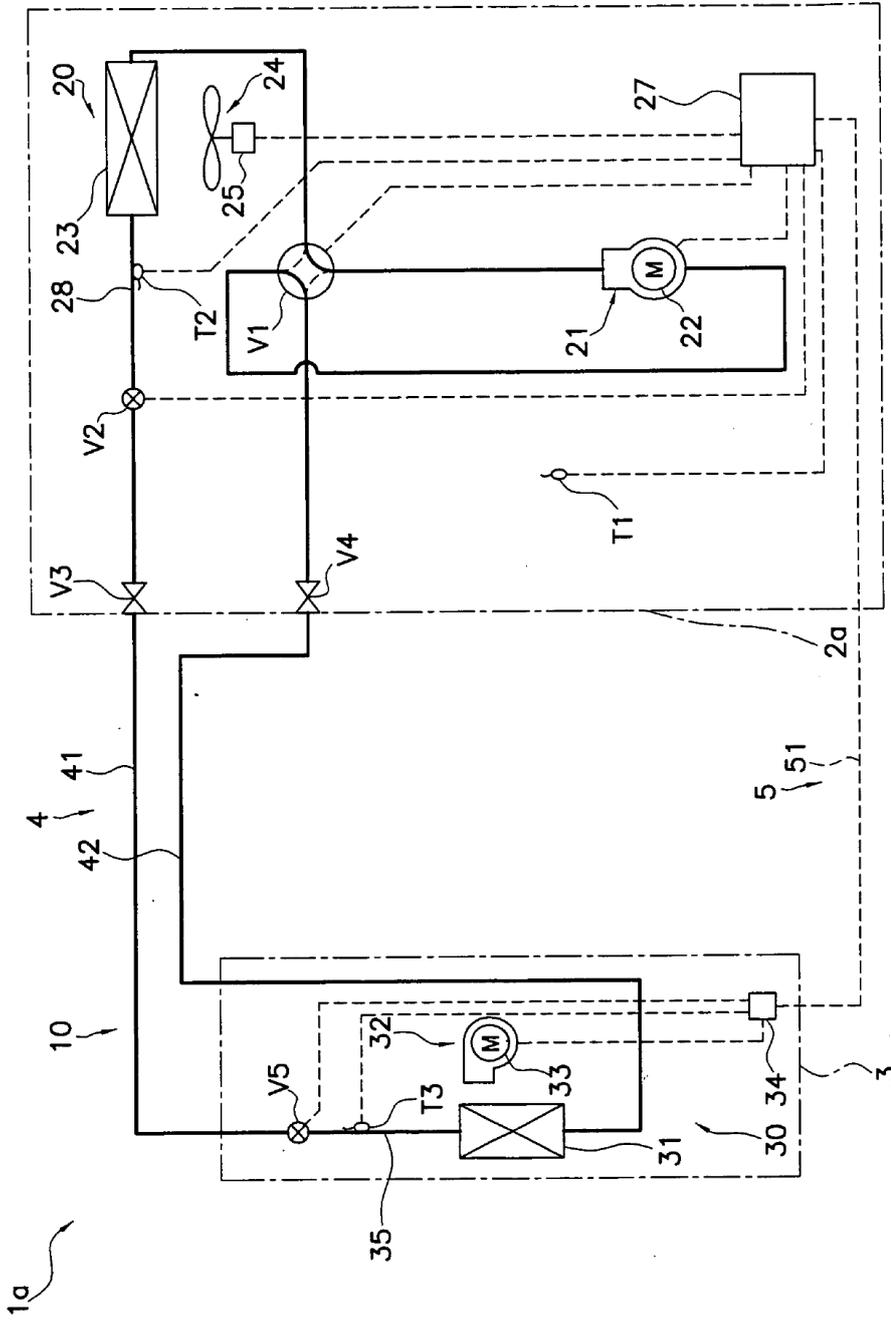


FIG. 7