

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 671 446**

51 Int. Cl.:

F25B 13/00 (2006.01)

F25B 9/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.03.2007 PCT/JP2007/054405**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.09.2007 WO07108319**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.03.2007 E 07737919 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.05.2018 EP 1998123**

54 Título: **Aparato de refrigeración**

30 Prioridad:

22.03.2006 JP 2006078157

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

06.06.2018

73 Titular/es:

**DAIKIN INDUSTRIES, LTD. (100.0%)
UMEDA CENTER BLDG., 4-12, NAKAZAKA-NISHI
2-CHOME, KITA-KU
OSAKA-SHI, OSAKA 530-8323, JP**

72 Inventor/es:

**KASAHARA, SHINICHI y
YAMAGUCHI, TAKAHIRO**

74 Agente/Representante:

MARTÍN BADAJOZ, Irene

ES 2 671 446 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

Esta invención se refiere a sistemas de refrigeración en los que cada uno de una pluralidad de intercambiadores de calor de lado de utilización puede realizar individualmente una operación de calentamiento y particularmente se refiere a medidas contra la licuefacción de refrigerante en intercambiadores de calor de lado de utilización inactivos.

10 Técnica anterior

Los sistemas de refrigeración que operan en un ciclo de refrigeración haciendo circular refrigerante a su través se aplican ampliamente, tal como a sistemas de acondicionamiento de aire. Tales sistemas de acondicionamiento de aire incluyen un denominado sistema de acondicionamiento de aire de tipo múltiple en el que una pluralidad de unidades de interior están conectadas en paralelo a una unidad de exterior.

Por ejemplo, un sistema de acondicionamiento de aire divulgado en la solicitud de patente japonesa n.º H08-159590 incluye una sola unidad de exterior que tiene un compresor y un intercambiador de calor de exterior (intercambiador de calor de lado de fuente de calor) y dos unidades de interior que tienen cada una un intercambiador de calor de interior (intercambiador de calor de lado de utilización). Dos tuberías de ramificación, cada una conectada a uno asociado de los dos intercambiadores de calor de interior, están previstos con sus válvulas operadas por motor eléctrico respectivas en asociación con los intercambiadores de calor de interior respectivos.

En el sistema de acondicionamiento de aire, cada una de las unidades de interior puede realizar individualmente una operación de calentamiento controlando la apertura de la válvula operada por motor eléctrico asociada. Específicamente, por ejemplo, cuando las dos unidades de interior realizan simultáneamente una operación de calentamiento, ambas válvulas operadas por motor eléctrico se abren a una apertura predeterminada para alimentar positivamente refrigerante en ambos intercambiadores de calor de interior. Como resultado, se libera calor del refrigerante que fluye a través de ambos intercambiadores de calor de interior hacia el aire de sala, calentando de ese modo espacios de sala respectivos. Por otra parte, por ejemplo, cuando solo una de las unidades de interior realiza una operación de calentamiento, se abre la válvula operada por motor eléctrico asociada con la unidad de interior activa, pero se cierra la válvula operada por motor eléctrico asociada con la unidad de interior desactivada. Como resultado, el refrigerante se alimenta solo en el intercambiador de calor de interior en la unidad de interior activa y el refrigerante en este intercambiador de calor de interior libera calor al aire de sala.

El documento EP 1 471 316 A1 divulga un sistema de refrigeración según el preámbulo de la reivindicación 1 independiente. Otro sistema de refrigeración se divulga en el documento JP H09 145190 A.

40 Divulgación de la invención

Problemas que va a resolver la invención

Cuando solo se opera continuamente una de las dos unidades de interior tal como se describió anteriormente, puede producirse un fenómeno en el que el refrigerante en el intercambiador de calor de interior inactivo se condensa y se acumula en el mismo, o una denominada licuefacción de refrigerante. Si el refrigerante se licua por tanto gradualmente en el intercambiador de calor de interior inactivo, el intercambiador de calor de interior que está activo (en la operación de calentamiento) se vuelve deficiente en la cantidad de refrigerante que fluye a su través, lo que deteriora la capacidad de calentamiento de la unidad de interior activa.

La presente invención se ha realizado en vista del punto anterior y, por tanto, un objeto de la misma es impedir la licuefacción de refrigerante en el intercambiador de calor de lado de utilización inactivo.

Medios para resolver los problemas

La presente invención se define en la reivindicación independiente 1. Las reivindicaciones dependientes se refieren a características opcionales y a modos de realización preferidos.

Un primer aspecto de la invención se refiere a un sistema de refrigeración que incluye un circuito de refrigerante (10) formado de modo que una pluralidad de circuitos de lado de utilización (31a, 31b) que incluyen sus intercambiadores de calor de lado de utilización (33a, 33b) respectivos y válvulas operadas por motor eléctrico (34a, 34b) asociadas con los intercambiadores de calor de lado de utilización (33a, 33b) respectivos están conectados en paralelo a un circuito de lado de fuente de calor (21) que incluye un compresor (22) y un intercambiador de calor de lado de fuente de calor (23), siendo capaz cada uno de los intercambiadores de calor de lado de utilización (33a, 33b) de realizar individualmente una operación de calentamiento para liberar calor del refrigerante en el intercambiador de calor de lado de utilización (33a, 33b). Además, en el sistema de refrigeración, el circuito de refrigerante (10) está

configurado para operar en un ciclo de refrigeración en el que la presión del refrigerante descargado del compresor (22) está a la presión crítica o por encima de ella.

El sistema de refrigeración según el primer aspecto de la invención puede realizar una operación en la que todos los intercambiadores de calor de lado de utilización (33a, 33b) realizan la operación de calentamiento (a continuación en el presente documento, denominada una operación completa) y una operación en la que uno o algunos de los intercambiadores de calor de lado de utilización (33b) detienen la operación de calentamiento y, simultáneamente, el resto de los intercambiadores de calor de lado de utilización (33a) realizan la operación de calentamiento (a continuación en el presente documento, denominada una operación parcial).

Específicamente, la operación completa puede lograrse abriendo cada una de las válvulas operadas por motor eléctrico (34a, 34b) asociadas con los intercambiadores de calor de lado de utilización (33a, 33b) a una apertura predeterminada. Por tanto, en la operación completa, el refrigerante descargado del compresor (22) fluye a través de cada uno de los intercambiadores de calor de lado de utilización (33a, 33b). Por consiguiente, se libera calor del refrigerante que fluye a través de cada uno de los intercambiadores de calor de lado de utilización (33a, 33b), por lo que cada intercambiador de calor de lado de utilización (33a, 33b) realiza una operación de calentamiento. Como resultado, cada intercambiador de calor de lado de utilización (33a, 33b) calienta un espacio de sala, por ejemplo.

Por otra parte, en el caso de detener la operación de calentamiento de uno o más intercambiadores de calor de lado de utilización (33b) de los intercambiadores de calor de lado de utilización (33a, 33b), la válvula operada por motor eléctrico (34b) asociada con cada intercambiador de calor de lado de utilización (33b) que va a inactivarse se fija a una apertura mínima o se cierra completamente y, de manera simultánea, la válvula operada por motor eléctrico (34a) asociada con cada intercambiador de calor de lado de utilización (33a) para realizar una operación de calentamiento se abre a una apertura predeterminada. Como resultado, el refrigerante fluye sustancialmente solo a través de los intercambiadores de calor de lado de utilización (33a) en la operación de calentamiento y cada intercambiador de calor de lado de utilización inactivo (33b) no realiza una operación de calentamiento.

Dado que el sistema de refrigeración realiza tal operación parcial, debido a la reducción en la apertura de la válvula operada por motor eléctrico (34b) en cada unidad desactivada, se acumula gradualmente refrigerante en el intercambiador de calor de lado de utilización inactivo (33b). En este caso, si el sistema de refrigeración operado en un ciclo de refrigeración que usa refrigerante, tal como de HFC, hace que la presión de descarga del compresor llegue a una presión subcrítica y la desactivación del intercambiador de calor de lado de utilización (33b) hace que descienda la temperatura ambiental del mismo, el refrigerante en el intercambiador de calor de lado de utilización inactivo (33b) se condensará gradualmente. Como resultado, el refrigerante se licuará en el intercambiador de calor de lado de utilización inactivo (33b), lo que provoca el problema de que los intercambiadores de calor de lado de utilización (33a) en la operación de calentamiento no alcanzan la cantidad de refrigerante que fluye a su través.

En este aspecto de la invención, para impedir tal licuefacción de refrigerante en cada intercambiador de calor de lado de utilización inactivo (33b), la presión del refrigerante descargado del compresor (22) se fija a o por encima de la presión crítica. Dicho de otro modo, el circuito de refrigerante (10) del sistema de refrigeración según este aspecto de la invención opera en un ciclo de refrigeración en el que el refrigerante alcanza o supera su presión crítica (un denominado ciclo supercrítico). Como resultado, en la operación parcial, el refrigerante en un estado crítico se acumula en el intercambiador de calor de lado de utilización inactivo (33b) y, por tanto, el refrigerante no se condensa en el intercambiador de calor de lado de utilización (33b). Por tanto, en comparación con el circuito de refrigerante convencional que opera en un ciclo de refrigeración usando refrigerante, tal como de HFC, se hace que el refrigerante no cambie su fase en cada intercambiador de calor de lado de utilización inactivo (33b) en este aspecto de la invención, por lo que la tasa de licuefacción de refrigerante en el intercambiador de calor de lado de utilización inactivo (33b) se vuelve baja.

Un segundo aspecto de la invención es el sistema de refrigeración según el primer aspecto de la invención y que incluye además medios de control (51) que, al realizar una operación en la que coexisten al menos uno de dicho intercambiador de calor de lado de utilización (33a) en la operación de calentamiento y al menos uno de dicho intercambiador de calor de lado de utilización inactivo (33b), cierran completamente la válvula operada por motor eléctrico (34b) asociada con el al menos un intercambiador de calor de lado de utilización inactivo (33b).

En el segundo aspecto de la invención, al realizar la operación parcial anterior, los medios de control (51) cierran completamente la válvula operada por motor eléctrico (34b) asociada con cada intercambiador de calor de lado de utilización inactivo (33b). Como resultado, se acumula gradualmente refrigerante en cada intercambiador de calor de lado de utilización inactivo (33b). Sin embargo, en este aspecto de la invención, la cantidad de refrigerante licuado en el intercambiador de calor de lado de utilización inactivo (33b) se reduce significativamente puesto que el sistema de refrigeración opera en un ciclo supercrítico tal como se describió anteriormente.

Además, puesto que la válvula operada por motor eléctrico (34b) se cierra por tanto completamente, el refrigerante fluye solo a través de los intercambiadores de calor de lado de utilización (33a) en la operación de calentamiento. Por tanto, puede evitarse que el refrigerante fluya a través de cada intercambiador de calor de lado de utilización inactivo (33b) provoque liberación de calor de desperdicio desde el intercambiador de calor de lado de utilización

(33b).

Un tercer aspecto de la invención es el sistema de refrigeración según el segundo aspecto de la invención, en el que cuando ha transcurrido un primer tiempo t1 especificado desde el cierre completo de la válvula operada por motor eléctrico (34b) asociada con el al menos un intercambiador de calor de lado de utilización inactivo (33b), los medios de control (51) abren temporalmente la válvula operada por motor eléctrico (34b) durante un segundo tiempo t2 especificado.

En el tercer aspecto de la invención, cuando al realizar la operación parcial ha transcurrido el primer tiempo t1 especificado desde el cierre completo de la válvula operada por motor eléctrico (34b) asociada con cada intercambiador de calor de lado de utilización inactivo (33b), los medios de control (51) abren la válvula operada por motor eléctrico (34b) a una apertura predeterminada (preferiblemente, una apertura relativamente mínima). El motivo para esto es que cuando se continúa la operación parcial durante un periodo de tiempo prolongado, el refrigerante podría licuarse gradualmente en cada intercambiador de calor de lado de utilización inactivo (33b) aunque el sistema de refrigeración opere en un ciclo supercrítico tal como se describió anteriormente. Por este motivo, en la operación parcial en este aspecto de la invención, cuando ha transcurrido el primer tiempo t1 especificado, la válvula operada por motor eléctrico (34b) se abre a la fuerza de modo que el refrigerante fluye a través del intercambiador de calor de lado de utilización inactivo (33b) solo durante el segundo tiempo t2 especificado. Por tanto, el refrigerante en el intercambiador de calor de lado de utilización inactivo (33b) fluye durante el segundo tiempo t2 especificado, por lo que la temperatura del intercambiador de calor de lado de utilización (33b) y su temperatura ambiental aumentan para eliminar la licuefacción de refrigerante. Entonces, cuando ha transcurrido el segundo tiempo t2 especificado, la válvula operada por motor eléctrico (34b) se cierra completamente de nuevo.

Un cuarto aspecto de la invención es el sistema de refrigeración según el tercer aspecto de la invención, en el que cada uno de los intercambiadores de calor de lado de utilización (33a, 33b) está colocado en una sala y configurado para liberar calor del refrigerante al aire de una sala, están previstos sensores de temperatura de sala (44, 45) para detectar las temperaturas de salas asociadas con los intercambiadores de calor de lado de utilización (33a, 33b) respectivos alrededor de los intercambiadores de calor de lado de utilización (33a, 33b) respectivos, y el sistema de refrigeración incluye además medios de corrección (52) que corrigen uno o ambos del primer tiempo t1 especificado y el segundo tiempo t2 especificado basándose en la temperatura detectada por el sensor de temperatura de sala (45) asociado con el al menos un intercambiador de calor de lado de utilización inactivo (33b).

En el cuarto aspecto de la invención, los medios de corrección (52) corrigen uno o ambos del primer tiempo t1 especificado y el segundo tiempo t2 especificado basándose en la temperatura de sala detectada por el sensor de temperatura de sala (45) alrededor de cada intercambiador de calor de lado de utilización inactivo (33b).

Más específicamente, por ejemplo, cuando la temperatura de sala alrededor de un intercambiador de calor de lado de utilización inactivo (33b) es alta, es menos probable que el refrigerante se licúe en el intercambiador de calor de lado de utilización inactivo (33b). Por tanto, en tal caso, el periodo de tiempo durante el cual la válvula operada por motor eléctrico (34b) asociada se cierra completamente puede prolongarse realizando una corrección para aumentar el primer tiempo t1 especificado o una corrección para disminuir el segundo tiempo t2 especificado. Como resultado, puede evitarse que el refrigerante libere calor con desperdicio en el intercambiador de calor de lado de utilización inactivo (33b).

Por otra parte, por ejemplo, cuando la temperatura de sala alrededor de un intercambiador de calor de lado de utilización inactivo (33b) es baja, es probable que el refrigerante se licúe en el intercambiador de calor de lado de utilización inactivo (33b). Por tanto, en tal caso, puede evitarse de antemano la licuefacción de refrigerante en el intercambiador de calor de lado de utilización (33b) realizando una corrección para disminuir el primer tiempo t1 especificado o una corrección para aumentar el segundo tiempo t2 especificado.

En un quinto aspecto de la invención, el sistema de refrigeración incluye además dispositivos de detección de la densidad de refrigerante (40, 41, 42, 43) para detectar las densidades del refrigerante en los intercambiadores de calor de lado de utilización (33a, 33b) asociados, en el que cuando la densidad de refrigerante detectada por al menos uno de dichos dispositivos de detección de la densidad de refrigerante (40, 41, 43) asociados con el al menos un intercambiador de calor de lado de utilización inactivo (33b) supera una densidad de refrigerante especificada tras el cierre completo de la válvula operada por motor eléctrico (34b) asociada con el al menos un intercambiador de calor de lado de utilización inactivo (33b), los medios de control (51) abren temporalmente la válvula operada por motor eléctrico (34b).

En el quinto aspecto de la invención, al realizar la operación parcial, se detecta la densidad de refrigerante en cada intercambiador de calor de lado de utilización inactivo (33b) por el dispositivo de detección de la densidad de refrigerante (40, 41, 43) asociado tras el cierre completo de la válvula operada por motor eléctrico (34b) asociada con el intercambiador de calor de lado de utilización inactivo (33b). Dicho de otro modo, los medios de detección de refrigerante (40, 41, 43) detectan indirectamente la cantidad de refrigerante acumulado en el intercambiador de calor de lado de utilización inactivo (33b) basándose en la densidad de refrigerante. Entonces, cuando la densidad de refrigerante detectada supera una densidad de refrigerante especificada, los medios de control (51) consideran que

se acumula una gran cantidad de refrigerante en el intercambiador de calor de lado de utilización inactivo (33b) y abren temporalmente la válvula operada por motor eléctrico (34b). Como resultado, puede evitarse de antemano la licuefacción de refrigerante en el intercambiador de calor de lado de utilización inactivo (33b).

- 5 Un sexto aspecto de la invención es el sistema de refrigeración según uno cualquiera de los aspectos primero a quinto de la invención, en el que el circuito de refrigerante (10) está lleno de dióxido de carbono como refrigerante.

En el sexto aspecto de la invención, el circuito de refrigerante (10) opera en un ciclo supercrítico usando dióxido de carbono.

- 10 Un séptimo aspecto de la invención es el sistema de refrigeración según uno cualquiera de los aspectos segundo a quinto de la invención y que incluye además aberturas de suministro a través de las cuales se deja salir el aire que ha pasado a través de los intercambiadores de calor de lado de utilización (33a, 33b) asociados y mecanismos de apertura/cierre para abrir y cerrar las aberturas de suministro asociadas, en el que cada uno de los mecanismos de
15 apertura/cierre está configurado para abrir la abertura de suministro del intercambiador de calor de lado de utilización (33b) asociado cuando está en la operación de calentamiento y cerrar la abertura de suministro del intercambiador de calor de lado de utilización (33a) asociado cuando está inactivo.

- 20 El sistema de refrigeración según el séptimo aspecto de la invención está dotado de una pluralidad de aberturas de suministro asociadas con sus intercambiadores de calor de lado de utilización (33a, 33b) respectivos. Además, cada abertura de suministro está dotada de un mecanismo de apertura/cierre para abrir y cerrar la abertura de suministro. En este caso, en la operación completa, los mecanismos de apertura/cierre para todas las aberturas de suministro se sitúan en una posición abierta, por lo que el aire calentado por los intercambiadores de calor de lado de utilización (33a, 33b) se suministra a las salas o similares a través de las aberturas de suministro. Por otra parte, en la
25 operación parcial, el mecanismo de apertura/cierre para la abertura de suministro en cada intercambiador de calor de lado de utilización (33a) en la operación de calentamiento se sitúa en una posición abierta, pero el mecanismo de apertura/cierre para la abertura de suministro en cada intercambiador de calor de lado de utilización inactivo (33b) se sitúa en una posición cerrada. Como resultado, en cada intercambiador de calor de lado de utilización inactivo (33b), puede impedirse que escape calor del refrigerante en el mismo a través de la abertura de suministro a otro espacio, tal como una sala. Por tanto, puede restringirse el descenso en la temperatura ambiental de cada intercambiador de
30 calor de lado de utilización inactivo (33b), por lo que puede evitarse eficazmente la licuefacción de refrigerante en este intercambiador de calor de lado de utilización (33b).

Efectos de la invención

- 35 En la presente invención, el sistema de refrigeración, en el que cada uno de una pluralidad de intercambiadores de calor de lado de utilización (33a, 33b) puede realizar individualmente una operación de calentamiento, opera en un ciclo supercrítico en el que la presión del refrigerante descargado del compresor (22) está a la presión crítica o por encima de ella. Por tanto, aunque en la operación parcial mencionada anteriormente la válvula operada por motor
40 eléctrico (34b) en cada unidad desactivada se abre a una apertura mínima o se cierra completamente, es menos probable que el refrigerante se licúe en el intercambiador de calor de lado de utilización inactivo (33a, 33b). Por tanto, según la presente invención, puede eliminarse que cada intercambiador de calor de lado de utilización (33a) en la operación de calentamiento no alcance la cantidad de refrigerante que fluye a su través, proporcionando de ese modo una capacidad de calentamiento suficiente del intercambiador de calor de lado de utilización (33a) en la
45 operación de calentamiento.

- Particularmente en el segundo aspecto de la invención, la válvula operada por motor eléctrico (34b) en cada unidad desactivada se cierra completamente al realizar la operación parcial. Por tanto, según el segundo aspecto de la invención, todo el refrigerante se alimenta a los intercambiadores de calor de lado de utilización (33a) en la
50 operación de calentamiento, por lo que puede evitarse que cada intercambiador de calor de lado de utilización inactivo (33b) provoque una liberación de calor de desperdicio. Por tanto, según este aspecto de la invención, puede potenciarse la capacidad de calentamiento de cada intercambiador de calor de lado de utilización (33a) en la operación de calentamiento y, a su vez, puede aumentarse el COP (coeficiente de rendimiento) del sistema de refrigeración.

- 55 Además, en el tercer aspecto de la invención, la válvula operada por motor eléctrico (34b), una vez cerrada completamente al realizar la operación parcial, se abre solo durante el segundo tiempo t2 especificado tras el paso del primer tiempo t1 especificado. Por tanto, según el tercer aspecto de la invención, cuando se continúa la operación parcial durante un periodo de tiempo prolongado, puede eliminarse con seguridad la licuefacción de
60 refrigerante en cada intercambiador de calor de lado de utilización inactivo (33b), lo que garantiza la fiabilidad del sistema de refrigeración.

- Particularmente, en el cuarto aspecto de la invención, durante la operación parcial, el primer tiempo t1 especificado y el segundo tiempo t2 especificado se corrigen basándose en la temperatura de sala alrededor de cada
65 intercambiador de calor de lado de utilización inactivo (33b). Por tanto, según el cuarto aspecto de la invención, puede evitarse con seguridad que el tiempo de cierre completo de la válvula operada por motor eléctrico (34b) se

prolongue más de lo necesario provocando la licuefacción de refrigerante en el intercambiador de calor de lado de utilización inactivo (33b) asociado. Además, según el cuarto aspecto de la invención, puede evitarse con seguridad que el tiempo de apertura de la válvula operada por motor eléctrico (34b) se prolongue más de lo necesario provocando la liberación de calor de desperdicio en el intercambiador de calor de lado de utilización inactivo (33b) asociado.

Además, en el quinto aspecto de la invención, se detecta la densidad de refrigerante en cada intercambiador de calor de lado de utilización inactivo (33b) durante la operación parcial y cuando la densidad de refrigerante supera la densidad de refrigerante especificada, la válvula operada por motor eléctrico (34b) completamente cerrada se abre temporalmente. Dicho de otro modo, en el quinto aspecto de la invención, la cantidad de refrigerante acumulado en cada intercambiador de calor de lado de utilización inactivo (33b) se determina indirectamente y cuando la cantidad de refrigerante se hace grande, la válvula operada por motor eléctrico (34b) se abre. Por tanto, puede evitarse con seguridad la licuefacción de refrigerante en cada intercambiador de calor de lado de utilización inactivo (33b).

Además, según el sexto aspecto de la invención, mediante el uso de dióxido de carbono como refrigerante, el sistema de refrigeración puede operar en un ciclo supercrítico con refrigerante natural de temperatura crítica relativamente baja.

Además, en el séptimo aspecto de la invención, la abertura de suministro en cada intercambiador de calor de lado de utilización inactivo (33b) se cierra por el mecanismo de apertura/cierre durante la operación parcial. Por tanto, puede restringirse el descenso en la temperatura ambiental del intercambiador de calor de lado de utilización (33b), por lo que puede evitarse eficazmente además la licuefacción de refrigerante en el intercambiador de calor de lado de utilización (33b).

Breve descripción de los dibujos

[Figura 1] La figura 1 es un diagrama de tuberías de un circuito de refrigerante de un sistema de acondicionamiento de aire según un modo de realización.

[Figura 2] La figura 2 es un diagrama de tuberías que muestra el flujo de refrigerante del circuito de refrigerante durante una operación de calentamiento completa.

[Figura 3] La figura 3 es un diagrama de tuberías que muestra el flujo de refrigerante del circuito de refrigerante durante una operación de calentamiento parcial.

[Figura 4] La figura 4 es un diagrama P-H (diagrama de Mollier) de un ciclo supercrítico según el modo de realización anterior.

[Figura 5] La figura 5 es un diagrama P-H (diagrama de Mollier) de un ciclo de refrigeración según un ejemplo convencional.

[Figura 6] La figura 6 es un diagrama de tuberías que muestra el flujo de refrigerante de un circuito de refrigerante durante una operación de calentamiento parcial de un sistema de acondicionamiento de aire según una modificación.

[Figura 7] La figura 7 es un gráfico que muestra comportamientos de cambios de densidad de refrigerante y de temperatura de refrigerante dentro del intervalo desde la entrada hasta la salida de un intercambiador de calor de interior inactivo en el modo de realización anterior.

[Figura 8] La figura 8 es un gráfico que muestra comportamientos de cambios de densidad de refrigerante y de temperatura de refrigerante dentro del intervalo desde la entrada hasta la salida de un intercambiador de calor de interior inactivo en un ejemplo convencional.

Lista de caracteres de referencia

- 1: sistema de acondicionamiento de aire (sistema de refrigeración)
- 10: circuito de refrigerante
- 21: circuito de exterior (circuito de lado de fuente de calor)
- 22: compresor
- 23: intercambiador de calor de exterior (intercambiador de calor de lado de fuente de calor)
- 33a: primer intercambiador de calor de interior (intercambiador de calor de lado de utilización)

33b: segundo intercambiador de calor de interior (intercambiador de calor de lado de utilización)

34a: primera válvula de expansión de interior (válvula operada por motor eléctrico)

34b: segunda válvula de expansión de interior (válvula operada por motor eléctrico)

44: primer sensor de temperatura de sala (sensor de temperatura de sala)

45: segundo sensor de temperatura de sala (sensor de temperatura de sala)

51: medios de control

52: medios de corrección

Mejor modo de llevar a cabo la invención

A continuación se describirán en detalle modos de realización de la presente invención con referencia a los dibujos.

Un sistema de refrigeración según un modo de realización constituye un denominado sistema de acondicionamiento de aire de tipo múltiple (1) que puede realizar el calentamiento y el enfriamiento de una sala. Tal como se muestra en la figura 1, el sistema de acondicionamiento de aire (1) incluye una sola unidad de exterior (20) colocada en el exterior y unidades de interior primera y segunda (30a, 30b) colocadas en diferentes salas.

La unidad de exterior (20) está dotada de un circuito de exterior (21) que constituye un circuito de lado de fuente de calor. La primera unidad de interior (30a) y la segunda unidad de interior (30b) están dotadas de un primer circuito de interior (31a) que constituye un circuito de lado de utilización y un segundo circuito de interior (31b) que constituye otro circuito de lado de utilización, respectivamente.

Los circuitos de interior (31a, 31b) están conectados en paralelo a través de una primera tubería de conexión (11) y una segunda tubería de conexión (12) al circuito de exterior (21). Como resultado, en este sistema de acondicionamiento de aire (1), está constituido un circuito de refrigerante (10) que opera en un ciclo de refrigeración haciendo circular refrigerante a su través. El circuito de refrigerante (10) está lleno de dióxido de carbono como refrigerante.

El circuito de exterior (21) está dotado de un compresor (22), un intercambiador de calor de exterior (23), una válvula de expansión de exterior (24) y una válvula de selector de cuatro vías (25). El compresor (22) es un compresor de voluta en forma de cúpula a alta presión, completamente encerrado. El compresor (22) se suministra a través de un inversor con energía eléctrica. Dicho de otro modo, puede cambiarse la capacidad del compresor (22) cambiando la frecuencia de salida del inversor y cambiando de ese modo la velocidad de rotación de un motor para el compresor. El intercambiador de calor de exterior (23) es un intercambiador de calor de aleta y tubo de tipo aleta transversal y constituye un intercambiador de calor de lado de fuente de calor. En el intercambiador de calor de exterior (23), se intercambia calor entre el refrigerante y el aire de exterior. La válvula de expansión de exterior (24) está compuesta por una válvula de expansión electrónica de apertura controlable.

La válvula de selector de cuatro vías (25) tiene orificios primero a cuarto. La válvula de selector de cuatro vías (25) está conectada en el primer orificio a una tubería (22a) de descarga del compresor (22), conectada en el segundo orificio al intercambiador de calor de exterior (23), conectada en el tercer orificio a una tubería (22b) de succión del compresor (22) y conectada en el cuarto orificio a la primera tubería de conexión (11). La válvula de selector de cuatro vías (25) está configurada para conmutarse entre una posición (la posición mostrada en líneas continuas en la figura 1) en la que los orificios primero y cuarto se comunican entre sí y los orificios segundo y tercero se comunican entre sí y una posición (la posición mostrada en las líneas discontinuas en la figura 1) en la que los orificios primero y segundo se comunican entre sí y los orificios tercero y cuarto se comunican entre sí.

El primer circuito de interior (31a) está dotado de una primera tubería de ramificación (32a) conectada en un extremo a la primera tubería de conexión (11) y conectada en el otro extremo a la segunda tubería de conexión (12). La primera tubería de ramificación (32a) está dotada de un primer intercambiador de calor de interior (33a) y una primera válvula de expansión de interior (34a). El segundo circuito de interior (31b) está dotado de una segunda tubería de ramificación (32b) conectada en un extremo a la primera tubería de conexión (11) y conectada en el otro extremo a la segunda tubería de conexión (12). La segunda tubería de ramificación (32b) está dotada de un segundo intercambiador de calor de interior (33b) y una segunda válvula de expansión de interior (34b).

Cada uno de los intercambiadores de calor de interior (33a, 33b) es un intercambiador de calor de aleta y tubo de tipo aleta transversal y constituye un intercambiador de calor de lado de utilización. En cada uno de los intercambiadores de calor de interior (33a, 33b), se intercambia calor entre el refrigerante y el aire de sala.

La primera válvula de expansión de interior (34a) y la segunda válvula de expansión de interior (34b) son válvulas operadas por motor eléctrico y cada una constituye una válvula de expansión electrónica de apertura controlable. La primera válvula de expansión de interior (34a) está prevista en una parte de la primera tubería de ramificación (32a) cerca de la segunda tubería de conexión (12). La segunda válvula de expansión de interior (34b) está prevista en una parte de la segunda tubería de ramificación (32b) cerca de la segunda tubería de conexión (12). La primera válvula de expansión de interior (34a) puede controlar la velocidad de flujo del refrigerante que fluye a través del primer intercambiador de calor de interior (33a), mientras que la segunda válvula de expansión de interior (34b) puede controlar la velocidad de flujo de refrigerante que fluye a través del segundo intercambiador de calor de interior (33b).

El circuito de refrigerante (10) está dotado además de un sensor de presión de lado de alta presión (40), un sensor de temperatura de lado de alta presión (41), un primer sensor de temperatura de refrigerante (42) y un segundo sensor de temperatura de refrigerante (43). El sensor de presión de lado de alta presión (40) detecta la presión del refrigerante descargado del compresor (22). El sensor de temperatura de lado de alta presión (41) detecta la temperatura del refrigerante descargado del compresor (22). El primer sensor de temperatura de refrigerante (42) está dispuesto en la salida del primer intercambiador de calor de interior (33a) para detectar la temperatura del refrigerante justo después del flujo hacia fuera del primer intercambiador de calor de interior (33a). El segundo sensor de temperatura de refrigerante (43) está dispuesto en la salida del segundo intercambiador de calor de interior (33b) para detectar la temperatura del refrigerante justo después del flujo hacia fuera del segundo intercambiador de calor de interior (33b).

La primera unidad de interior (30a) también está dotada de un primer sensor de temperatura de sala (44) en las proximidades del primer intercambiador de calor de interior (33a). El primer sensor de temperatura de sala (44) detecta la temperatura de aire alrededor del primer intercambiador de calor de interior (33a). La segunda unidad de interior (30b) también está dotada de un segundo sensor de temperatura de sala (45) en las proximidades del segundo intercambiador de calor de interior (33b). El segundo sensor de temperatura de sala (45) detecta la temperatura de aire alrededor del segundo intercambiador de calor de interior (33b).

El circuito de refrigerante (10) del sistema de acondicionamiento de aire (1) según este modo de realización opera en un ciclo de refrigeración (ciclo supercrítico) en el que la presión del refrigerante descargado del compresor (22) está a la presión crítica o por encima de ella. Además, en el sistema de acondicionamiento de aire (1), cada una de la primera unidad de interior (30a) y la segunda unidad de interior (30b) puede operarse individualmente. Específicamente, el sistema de acondicionamiento de aire (1) puede realizar una operación en la que la primera unidad de interior (30a) calienta una sala y la segunda unidad de interior (30b) se desactiva (a continuación en el presente documento, denominada una operación de calentamiento parcial) o una operación en la que tanto la primera unidad de interior (30a) y la segunda unidad de interior (30b) calientan diferentes salas (a continuación en el presente documento, denominada operación de calentamiento completa).

El sistema de acondicionamiento de aire (1) también está dotado de un controlador (50) para controlar las aperturas de las válvulas (34a, 34b) de expansión de interior. El controlador (50) incluye medios de control (51) y medios de corrección (52). Los detalles de control del controlador (50) en las aperturas de las válvulas de expansión de interior (34a, 34b) se describirán más tarde.

- Comportamiento de funcionamiento-

A continuación, se facilita una descripción del comportamiento de funcionamiento del sistema de acondicionamiento de aire (10) según este modo de realización. El sistema de acondicionamiento de aire (1) puede realizar una operación en la que cada unidad de interior (30a, 30b) calienta una sala y una operación en la que cada unidad de interior (30a, 30b) enfría una sala. A continuación se facilita una descripción de la operación de calentamiento del sistema de acondicionamiento de aire (1). En la operación de calentamiento, la válvula de selector de cuatro vías (25) se selecciona para la posición mostrada en las figuras 2 y 3 de modo que se llevan a cabo selectivamente la operación de calentamiento completa y la operación de calentamiento parcial mencionadas anteriormente.

<Operación de calentamiento completa>

En la operación de calentamiento completa, la primera válvula de expansión de interior (34a) y la segunda válvula de expansión de interior (34b) se abren a una apertura predeterminada. Tal como se muestra en la figura 2, el refrigerante condensado a la presión crítica o mayor por el compresor (22) fluye a través de la válvula de selector de cuatro vías (25) y la primera tubería de conexión (11) y entonces se distribuye a la primera tubería de ramificación (32a) y la segunda tubería de ramificación (32b).

El refrigerante que ha fluido al interior de la primera tubería de ramificación (32a) fluye a través del primer intercambiador de calor de interior (33a). En el primer intercambiador de calor de interior (33a), el refrigerante libera calor al aire de sala. Dicho de otro modo, el primer intercambiador de calor de interior (33a) realiza una operación de calentamiento para calentar el aire de sala, calentando de ese modo la sala en la que está instalada la primera unidad de interior (30a). El refrigerante que ha fluido hacia fuera del primer intercambiador de calor de interior (33a)

pasa a través de la primera válvula de expansión de interior (34a) y entonces fluye hacia el interior de la segunda tubería de conexión (12).

Por otra parte, el refrigerante que ha fluído al interior de la segunda tubería de ramificación (32b) fluye a través del segundo intercambiador de calor de interior (33b). En el segundo intercambiador de calor de interior (33b), el refrigerante libera calor al aire de sala. Dicho de otro modo, el segundo intercambiador de calor de interior (33b) realiza una operación de calentamiento para calentar aire de sala, calentando de ese modo la sala en la que está instalada la segunda unidad de interior (30b). El refrigerante que ha fluído hacia fuera del segundo intercambiador de calor de interior (33b) pasa a través de la segunda válvula de expansión de interior (34b) y entonces fluye al interior de la segunda tubería de conexión (12).

La presión del refrigerante combinado en la segunda tubería de conexión (12) se reduce cuando pasa a través de la válvula de expansión de exterior (24) y entonces fluye a través del intercambiador de calor de exterior (23). En el intercambiador de calor de exterior (23), el refrigerante toma calor del aire de exterior para evaporarse. El refrigerante que ha fluído hacia fuera del intercambiador de calor de exterior (23) pasa a través de la válvula de selector de cuatro vías (25) y entonces se aspira en el compresor (22). En el compresor (22), el refrigerante se comprime hasta la presión crítica o mayor.

<Operación de calentamiento parcial>

En la operación de calentamiento parcial, el sistema de acondicionamiento de aire (1) realiza una operación en la que el primer intercambiador de calor de interior (33a) realiza la operación de calentamiento y, simultáneamente, el segundo intercambiador de calor de interior (33b) detiene la operación de calentamiento o una operación en la que el segundo intercambiador de calor de interior (33b) realiza la operación de calentamiento y, simultáneamente, el primer intercambiador de calor de interior (33a) detiene la operación de calentamiento. En este caso, normalmente se facilita una descripción de la operación en la que solo el primer intercambiador de calor de interior (33a) realiza la operación de calentamiento con referencia a la figura 3.

En la operación de calentamiento parcial, los medios de control (51) del controlador (50) abren la primera válvula de expansión de interior (34a) a una apertura predeterminada y fija la segunda válvula de expansión de interior (34b) en una posición completamente cerrada. Cuando la primera válvula de expansión de interior (34a) se abre, el primer intercambiador de calor de interior (33a) realiza la operación de calentamiento tal como se describió anteriormente. Por otra parte, cuando la segunda válvula de expansión de interior (34b) se cierra completamente, el refrigerante no pasa a través de la segunda válvula de expansión de interior (34b). Por tanto, no fluye refrigerante a través del segundo intercambiador de calor de interior (33b), por lo que el segundo intercambiador de calor de interior (33b) se hace inactivo.

Cuando el segundo intercambiador de calor de interior (33b) se hace inactivo de ese modo, se acumula gradualmente refrigerante en el segundo intercambiador de calor de interior (33b). Sin embargo, también en la operación de calentamiento parcial, el sistema de acondicionamiento de aire (1) de este modo de realización, opera en un ciclo supercrítico en el que la presión del refrigerante descargado del compresor (22) está a la presión crítica o por encima de ella. Por tanto, aunque la temperatura ambiental del segundo intercambiador de calor de interior (33b) disminuye debido a la desactivación del segundo intercambiador de calor de interior (33b), el refrigerante no se condensa en el segundo intercambiador de calor de interior (33b). Por tanto, la tasa de licuefacción de refrigerante en el segundo intercambiador de calor de interior (33b) se reduce significativamente en comparación con en el caso en que un sistema de acondicionamiento de aire opera en un ciclo de refrigeración subcrítico, por ejemplo, usando HFC.

Este punto se describe más detenidamente con referencia a las figuras 4 y 5. La figura 4 muestra un diagrama P-H de un ciclo supercrítico usando dióxido de carbono en este modo de realización, y la figura 5 muestra un diagrama P-H de un ciclo de refrigeración subcrítico convencional usando HFC.

En el ciclo de refrigeración convencional mostrado en la figura 5, la presión del refrigerante descargado del compresor está por debajo de la presión crítica. Específicamente, por ejemplo, el refrigerante tras comprimirse en el ciclo de refrigeración tiene una presión de 2,7 MPa, una temperatura de 80 °C y una densidad de refrigerante ρ_1 de 85 kg/m³. Cuando el refrigerante se condensa en el intercambiador de calor de interior, el refrigerante tras la condensación tiene una presión de 2,7 MPa, una temperatura de 37 °C y una densidad de refrigerante ρ_2 de 996 kg/m³. Dicho de otro modo, en el ciclo de refrigeración convencional, la razón de densidad (ρ_2/ρ_1) entre la densidad de refrigerante ρ_2 en la salida del intercambiador de calor de interior y la densidad de refrigerante ρ_1 en la entrada del mismo es de 11,72.

Por otra parte, en este modo de realización mostrada en la figura 4, la presión del refrigerante descargado del compresor está por encima de la presión crítica. Específicamente, por ejemplo, el refrigerante tras comprimirse en este ciclo tiene una presión de 10 MPa, una temperatura de 80 °C y una densidad de refrigerante ρ_1 de 221 kg/m³. Cuando el refrigerante libera calor en el intercambiador de calor de interior, el refrigerante tras la liberación de calor

tiene una presión de 10 MPa, una temperatura de 35 °C y una densidad de refrigerante ρ_2 de 713 kg/m³. Dicho de otro modo, en un ciclo supercrítico según este modo de realización, la razón de densidad (ρ_2/ρ_1) entre la densidad de refrigerante ρ_2 en la salida del intercambiador de calor de interior y la densidad de refrigerante ρ_1 en la entrada del mismo es de 3,23.

Tal como puede observarse a partir de lo anterior, la comparación de la razón de densidad (ρ_2/ρ_1) entre antes y después del intercambiador de calor de interior en el ciclo convencional con la de en el ciclo de refrigeración según este modo de realización muestra que la razón de densidad en el ciclo convencional es mayor en tres veces o más que la de en el ciclo de refrigeración según este modo de realización. Dicho de otro modo, en el ciclo de refrigeración convencional, cuando el refrigerante se condensa en el intercambiador de calor de interior inactivo, tiene una alta densidad para reducir su volumen y por tanto se alimenta rápidamente en el intercambiador de calor de interior inactivo. Por tanto, en el ciclo de refrigeración convencional, la tasa de licuefacción de refrigerante en el intercambiador de calor de interior inactivo es relativamente alta.

En contraposición, en este modo de realización, aunque el refrigerante libera calor en el intercambiador de calor de interior inactivo, tiene una densidad relativamente baja y, por tanto, su volumen no es tan reducido. Por tanto, no se alimenta así refrigerante en el intercambiador de calor de interior, por lo que la tasa de licuefacción de refrigerante en el intercambiador de calor de interior inactivo es relativamente baja.

Sin embargo, cuando una operación de calentamiento parcial de este tipo continúa durante un periodo de tiempo prolongado, la cantidad de refrigerante licuado en el segundo intercambiador de calor de interior (33b) aumenta gradualmente. Para hacer frente a esto, cuando ha transcurrido un primer tiempo t_1 especificado desde el comienzo de la operación de calentamiento parcial con cierre completo de la segunda válvula de expansión de interior (34b), los medios de control (51) en este modo de realización abren la segunda válvula de expansión de interior (34b) en una apertura mínima solo durante un segundo tiempo t_2 especificado. Por tanto, fluye una velocidad de flujo mínima de refrigerante a través del segundo intercambiador de calor de interior (33b) para aumentar la temperatura del segundo intercambiador de calor de interior (33b) y la temperatura ambiental del mismo. Como resultado, puede eliminarse la licuefacción de refrigerante en el segundo intercambiador de calor de interior (33b). Después, cuando ha transcurrido el segundo tiempo t_2 especificado, los medios de control (51) cierran completamente de nuevo la segunda válvula de expansión de interior (34b).

Además, la cantidad de refrigerante licuado en el segundo intercambiador de calor de interior (33b) desde el comienzo de la operación de calentamiento parcial con cierre completo de la segunda válvula de expansión de interior (34b) depende de la temperatura ambiental del segundo intercambiador de calor de interior (33b). Dicho de otro modo, si la temperatura de una sala en la que está instalado el segundo intercambiador de calor de interior (33b) es relativamente baja, la tasa de licuefacción de refrigerante en el segundo intercambiador de calor de interior (33b) se hace alta. Por otra parte, si la temperatura de la sala es relativamente alta, la tasa de licuefacción de refrigerante se hace baja. Para hacer frente a esto, los medios de corrección (52) del controlador (50) en este modo de realización controlan el sensor de temperatura de sala (45) para detectar la temperatura de sala alrededor del intercambiador de calor de interior inactivo (33b) y corrigen el primer tiempo t_1 especificado y el segundo tiempo t_2 especificado mencionados anteriormente basándose en la temperatura de sala detectada.

Específicamente, si la temperatura de sala detectada por el segundo sensor de temperatura de sala (45) al comienzo de la operación de calentamiento parcial es relativamente baja, los medios de corrección (52) disminuyen el primer tiempo t_1 especificado. Además, si la temperatura de sala detectada por el segundo sensor de temperatura de sala (45) tras el paso del primer tiempo t_1 especificado es relativamente bajo, los medios de corrección (52) aumentan el segundo tiempo t_2 especificado. Como resultado de estas correcciones, el periodo de tiempo durante el cual la segunda válvula de expansión de interior (34b) se cierra completamente en la operación de calentamiento parcial se hace corto, por lo que puede eliminarse de antemano la licuefacción de refrigerante en el segundo intercambiador de calor de interior (33b). Puede llevarse a cabo una cualquiera de tales correcciones del primer tiempo t_1 especificado y el segundo tiempo t_2 especificado o ambas.

Por otra parte, si la temperatura de sala detectada por el segundo sensor de temperatura de sala (45) al comienzo de la operación de calentamiento parcial es relativamente alta, los medios de corrección (52) aumentan el primer tiempo t_1 especificado. Además, si la temperatura de sala detectada por el segundo sensor de temperatura de sala (45) tras el paso del primer tiempo t_1 especificado es relativamente alta, los medios de corrección (52) disminuyen el segundo tiempo t_2 especificado. Como resultado de estas correcciones, el periodo de tiempo durante el cual la segunda válvula de expansión de interior (34b) se abre en la operación de calentamiento parcial se hace corto, por lo que el segundo intercambiador de calor de interior inactivo (33b) no provoca la liberación de calor de desperdicio.

- Efectos del modo de realización -

En este modo de realización, el sistema de acondicionamiento de aire (1), en el que cada uno de una pluralidad de intercambiadores de calor de interior (33a, 33b) puede realizar individualmente una operación de calentamiento, opera en un ciclo supercrítico en el que la presión del refrigerante descargado del compresor (22) está a la presión crítica o por encima de ella. Por tanto, aunque la válvula de expansión de interior inactiva (34b) se cierre

completamente en la operación de calentamiento parcial, el refrigerante no se condensa en el intercambiador de calor de interior inactivo (33b). Por tanto, según este modo de realización, la tasa de licuefacción de refrigerante en el intercambiador de calor de interior inactivo (33b) puede reducirse significativamente. Como resultado, puede evitarse la deficiencia en refrigerante en el intercambiador de calor de interior (33a) en la operación de calentamiento, proporcionando de ese modo una capacidad de calentamiento suficiente del intercambiador de calor de interior (33a) en la operación de calentamiento.

Además, en este modo de realización, la válvula de expansión de interior (34b) en la unidad desactivada se cierra completamente al realizar la operación de calentamiento parcial. Por tanto, según este modo de realización, puede impedirse que el intercambiador de calor de interior inactivo (33b) produzca la liberación de calor de desperdicio. Esto aumenta el COP (coeficiente de rendimiento) del sistema de acondicionamiento de aire (1).

Además, en este modo de realización, la válvula de expansión de interior (34b) una vez cerrada completamente al realizar la operación de calentamiento parcial se abre solo durante el segundo tiempo t2 especificado tras el paso del primer tiempo t1 especificado. Por tanto, según este modo de realización, también cuando la operación de calentamiento parcial continúa durante un periodo de tiempo prolongado, puede eliminarse con seguridad la licuefacción de refrigerante en el intercambiador de calor de interior inactivo (33b), lo que impide con seguridad la escasez de cantidad de refrigerante en el intercambiador de calor de interior (33a) en la operación de calentamiento.

Además, en este modo de realización, durante la operación de calentamiento parcial, el primer tiempo t1 especificado y el segundo tiempo t2 especificado se corrigen basándose en la temperatura de sala alrededor del intercambiador de calor de interior inactivo (33b). Por tanto, según este modo de realización, puede evitarse que el tiempo de cierre completo de la válvula de expansión de interior (34b) se prolongue más de lo necesario provocando la licuefacción de refrigerante en el intercambiador de calor de interior inactivo (33b). Además, según este modo de realización, puede evitarse que el tiempo de apertura de la válvula de expansión de interior (34b) se prolongue más de lo necesario provocando la liberación de calor de desperdicio del refrigerante en el intercambiador de calor de interior inactivo (33b). Esto aumenta adicionalmente el COP del sistema de acondicionamiento de aire (1).

- Modificación del control sobre la apertura de la válvula de expansión de interior -

En el modo de realización anterior, una vez que la válvula de expansión de interior (33a, 33b) en la unidad desactivada se cierra completamente en la operación de calentamiento parcial, esta válvula de expansión de interior (34b) se abre o se cierra basándose en el primer tiempo t1 especificado y el segundo tiempo t2 especificado. Sin embargo, en lugar de tal control sobre la apertura de la válvula de expansión de interior (34b), la apertura de la válvula de expansión de interior (34b) puede controlarse de una manera tal como se muestra en la figura 6.

En una operación de calentamiento parcial según esta modificación, la presión de refrigerante detectada por el sensor de presión de lado de alta presión (40), la temperatura de refrigerante detectada por el sensor de temperatura de lado de alta presión (41), la temperatura de refrigerante detectada por el primer sensor de temperatura de refrigerante (42) y la temperatura de refrigerante detectada por el segundo sensor de temperatura de refrigerante (43) se emiten al controlador (50). Entonces, el controlador (50) determina, basándose en los valores detectados de estos sensores (40, 41, 42, 43), la densidad de refrigerante que fluye a través del intercambiador de calor de interior inactivo (33b) durante la operación de calentamiento parcial. Dicho de otro modo, cada uno de los sensores (40, 41, 42, 43) constituye un dispositivo de detección de la densidad de refrigerante para detectar la densidad de refrigerante en el intercambiador de calor de interior inactivo (33b).

Específicamente, por ejemplo, al realizar la misma operación de calentamiento parcial que en el modo de realización anterior, los medios de control (51) llevan primero la apertura de la segunda válvula de expansión de interior (34b) a una posición completamente cerrada. Cuando se continúa con la operación de calentamiento parcial durante un periodo de tiempo prolongado, el refrigerante se licúa gradualmente en el segundo intercambiador de calor de interior (33b).

Para hacer frente a esto, los medios de control (51) en esta modificación determinan la densidad de refrigerante en el segundo intercambiador de calor de interior inactivo (33b) a partir de la presión de refrigerante y la temperatura de refrigerante. Específicamente, por ejemplo, en el caso en que el segundo intercambiador de calor de interior (33b) se hace inactivo, el controlador (50) determina la densidad de refrigerante en el segundo intercambiador de calor de interior (33b) basándose en la presión de refrigerante detectada por el sensor de presión de lado de alta presión (40), la temperatura de refrigerante detectada por el sensor de temperatura de lado de alta presión (41) y la temperatura de refrigerante detectada por el segundo sensor de temperatura de refrigerante (43) en la unidad desactivada. De hecho, la presión de refrigerante detectada por el sensor de presión de lado de alta presión (40) es sustancialmente igual a la presión de refrigerante en el segundo intercambiador de calor de interior (33b). Además, la temperatura de refrigerante detectada por el sensor de temperatura de lado de alta presión (41) puede considerarse como la temperatura de flujo de refrigerante en el segundo intercambiador de calor de interior (33b) y la temperatura de refrigerante detectada por el segundo sensor de temperatura de refrigerante (43) puede ser la temperatura del refrigerante que ha fluido hacia fuera del segundo intercambiador de calor de interior (33b). Por tanto, a partir de estas temperaturas de refrigerante de flujo de entrada y refrigerante de flujo de salida, puede

determinarse la temperatura promedio del refrigerante en el intercambiador de calor de interior (33b). Entonces, a partir de esta temperatura del refrigerante promedio y de la presión de refrigerante anterior, puede determinarse la densidad de refrigerante promedio del refrigerante en el segundo intercambiador de calor de interior (33b).

La densidad de refrigerante así obtenida da una indicación de la cantidad de refrigerante acumulado en el segundo intercambiador de calor de interior (33b). Entonces, cuando la densidad de refrigerante obtenida a partir de los valores detectados de los sensores (40, 41, 43) supera una densidad de refrigerante especificada tras el comienzo de la operación de calentamiento parcial con cierre completo de la segunda válvula de expansión de interior (34b), los medios de control (51) en esta modificación determinan que se acumula una gran cantidad de refrigerante en el segundo intercambiador de calor de interior (33b), y abre temporalmente la segunda válvula de expansión de interior (34b). Como resultado, puede eliminarse con seguridad la licuefacción de refrigerante en el segundo intercambiador de calor de interior (33b).

Por otra parte, en una operación de calentamiento parcial en la que el primer intercambiador de calor de interior (33a) se hace inactivo y el segundo intercambiador de calor de interior (33b) realiza una operación de calentamiento, se determina la densidad de refrigerante en el primer intercambiador de calor de interior (33a) basándose en los valores detectados del sensor de presión de lado de alta presión (40), el sensor de temperatura de lado de alta presión (41) y el primer sensor de temperatura de refrigerante (42) en la unidad desactivada. En este caso, cuando la densidad de refrigerante supera la densidad de refrigerante especificada, la primera válvula de expansión de interior (34a) se abre para eliminar la licuefacción de refrigerante en el primer intercambiador de calor de interior (33a).

- Efectos de modificación -

En esta modificación, la densidad de refrigerante en el intercambiador de calor de interior inactivo (33b) se detecta durante la operación de calentamiento parcial y cuando la densidad de refrigerante supera la densidad de refrigerante especificada, la válvula de expansión de interior (34b) cerrada completamente se abre temporalmente. Dicho de otro modo, en esta modificación, la cantidad de refrigerante acumulado en el intercambiador de calor de interior inactivo (33b) se determina indirectamente y cuando la cantidad de refrigerante se hace grande, la válvula de expansión de interior (34b) se abre. Por tanto, puede evitarse con seguridad la licuefacción de refrigerante en el intercambiador de calor de interior inactivo (33b).

Además, también en esta modificación, el circuito de refrigerante (10) opera en un ciclo supercrítico durante la operación de calentamiento parcial, por lo que la tasa de licuefacción de refrigerante en el inactivo de los intercambiadores de calor de interior (33a, 33b) puede reducirse significativamente.

Además, cuando el circuito de refrigerante (10) opera en un ciclo supercrítico de la manera anterior, puede obtenerse con más exactitud la densidad de refrigerante promedio en el intercambiador de calor de interior inactivo (33b). Específicamente, con referencia a los cambios de densidad de refrigerante (o temperatura de refrigerante) desde la entrada hasta la salida de un intercambiador de calor de interior inactivo en un ejemplo convencional (un sistema de acondicionamiento de aire en el que el circuito de refrigerante opera en un ciclo de refrigeración en el que la presión de lado de alta presión es una presión subcrítica) tal como se muestra por ejemplo en la figura 8, puede indicarse que el comportamiento de los cambios tiene escasa linealidad. El motivo para esto es que en el ejemplo convencional el refrigerante se condensa en el intercambiador de calor de interior inactivo cambiando su fase. Por tanto, con el fin de obtener con exactitud la cantidad de refrigerante acumulado en el intercambiador de calor de interior, es necesario detectar la densidad de refrigerante (o temperatura de refrigerante) en una pluralidad de puntos (por ejemplo, tres o más puntos). Esto aumenta el número de sensores de temperatura.

En contraposición, con referencia a los cambios de densidad de refrigerante (o temperatura de refrigerante) en el intercambiador de calor de interior inactivo (33b) en este modo de realización tal como se muestra en la figura 7, puede indicarse que el comportamiento de los cambios tiene una linealidad relativamente alta. El motivo para esto es que en este modo de realización se acumula refrigerante de presión crítica o presión mayor en el intercambiador de calor de interior (33b) y, por tanto, el refrigerante en el intercambiador de calor de interior (33b) no cambia su fase desde la entrada hasta la salida. Por tanto, según este modo de realización, mediante la determinación de las densidades de refrigerante en la entrada y la salida de la manera mostrada en la modificación anterior, puede predecirse con exactitud el comportamiento de las densidades de refrigerante desde la entrada hasta la salida del intercambiador de calor de interior (33b) basándose en una tabla de datos almacenada previamente en el controlador (50) (tal como datos sobre el comportamiento de cambios de la densidad de refrigerante o el comportamiento de cambios de la temperatura de refrigerante). Entonces, mediante la determinación del momento de apertura de la válvula de expansión de interior (34a, 34b) basándose en la densidad de refrigerante así obtenida, puede evitarse con más seguridad la licuefacción de refrigerante en el intercambiador de calor de interior inactivo (33b).

<<Otros modos de realización>>

En el sistema de acondicionamiento de aire (1) según el modo de realización anterior, cada una de las aberturas de

- 5 suministro, a través de las cuales se suministra el aire que pasa a través de los intercambiadores de calor de lado de utilización (33a, 33b), puede estar dotada de un mecanismo de apertura/cierre, tal como una rejilla de ventilación, que puede abrir y cerrar la abertura de suministro. Además, durante la operación de calentamiento parcial tal como se describió anteriormente, solo la abertura de suministro asociada con el intercambiador de calor de lado de utilización inactivo (33b) puede cerrarse mediante el mecanismo de apertura/cierre. En este caso, puede impedirse que el calor del refrigerante acumulado en el intercambiador de calor de lado de utilización inactivo (33b) escape a través de la abertura de suministro al espacio de sala. Por tanto, puede restringirse el descenso en la temperatura ambiental del intercambiador de calor de lado de utilización (33b), por lo que puede evitarse eficazmente la licuefacción de refrigerante en el intercambiador de calor de lado de utilización (33b). Si se proporciona un material de sellado, tal como de envasado, alrededor del mecanismo de apertura/cierre, tal como una rejilla de ventilación, esto es preferible porque cuando se sella se potencia la propiedad de sellado de la abertura de suministro.

Aplicabilidad industrial

- 15 Tal como puede observarse a partir de la descripción anterior, la presente invención es útil como medida contra la licuefacción de refrigerante en intercambiadores inactivos de los intercambiadores de calor de lado de utilización en un sistema de refrigeración en el que cada uno de una pluralidad de intercambiadores de calor de lado de utilización puede realizar individualmente una operación de calentamiento.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de refrigeración (1) que comprende:

5 un circuito de refrigerante (10) formado de modo que una pluralidad de circuitos de lado de utilización (31a, 31b) que incluyen sus intercambiadores de calor de lado de utilización (33a, 33b) respectivos y válvulas (34a, 34b) asociadas con los intercambiadores de calor de lado de utilización respectivos están conectados en paralelo a un circuito de lado de fuente de calor (21) que incluye un compresor (22) y un intercambiador de calor de lado de fuente de calor (23);

10 siendo capaz cada uno de los intercambiadores de calor de lado de utilización (33a, 33b) de realizar individualmente una operación de calentamiento para liberar calor del refrigerante en el intercambiador de calor de lado de utilización (33a, 33b);

15 medios de control (51) que, al realizar una operación en la que coexisten al menos uno de dicho intercambiador de calor de lado de utilización (33a, 33b) en la operación de calentamiento y al menos uno de dicho intercambiador de calor de lado de utilización inactivo (33a, 33b), están configurados para cerrar la válvula (34a, 34b) asociada con el al menos un intercambiador de calor de lado de utilización inactivo (33a, 33b);

20 estando colocado cada uno de los intercambiadores de calor de lado de utilización en una sala y configurado para liberar calor del refrigerante al aire de una sala;

25 caracterizado porque

la válvulas son válvulas operadas por motor eléctrico (34a, 34b) y los medios de control están configurados para cerrar completamente la válvula operada por motor eléctrico (34a, 34b) asociada con el al menos un intercambiador de calor de lado de utilización inactivo (33a, 33b);

30 están previstos sensores de temperatura de sala (44, 45) para detectar las temperaturas de salas asociadas con los intercambiadores de calor de lado de utilización (33a, 33b) respectivos alrededor de los intercambiadores de calor de lado de utilización (33a, 33b) respectivos;

35 el circuito de refrigerante (10) está configurado para operar en un ciclo de refrigeración en el que la presión del refrigerante descargado del compresor (22) está a la presión crítica o por encima de ella; y porque

40 cuando ha transcurrido un primer tiempo t1 especificado desde el cierre completo de la válvula operada por motor eléctrico (34a, 34b) asociada con el al menos un intercambiador de calor de lado de utilización inactivo (33a, 33b), los medios de control abren temporalmente la válvula operada por motor eléctrico (34a, 35b) durante un segundo tiempo t2 especificado;

45 comprendiendo además el sistema de refrigeración (1) medios de corrección (52) que corrigen uno o ambos del primer tiempo t1 especificado y el segundo tiempo t2 especificado basándose en la temperatura detectada por el sensor de temperatura de sala (44, 45) asociado con el al menos un intercambiador de calor de lado de utilización inactivo (33a, 33b).

2. Sistema de refrigeración según la reivindicación 1, el circuito de refrigerante (10) está lleno de dióxido de carbono como refrigerante.

FIG. 1

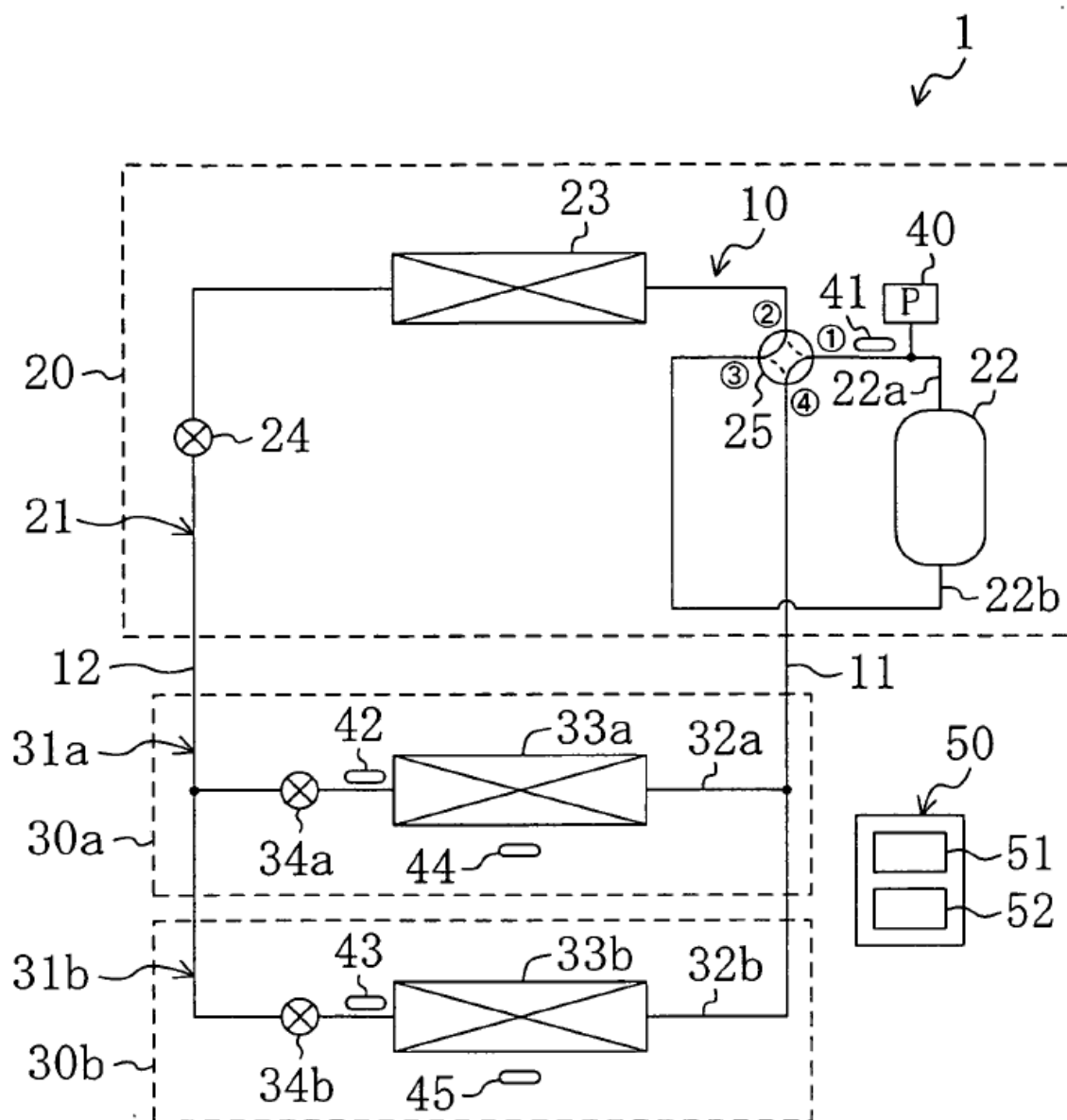


FIG. 2

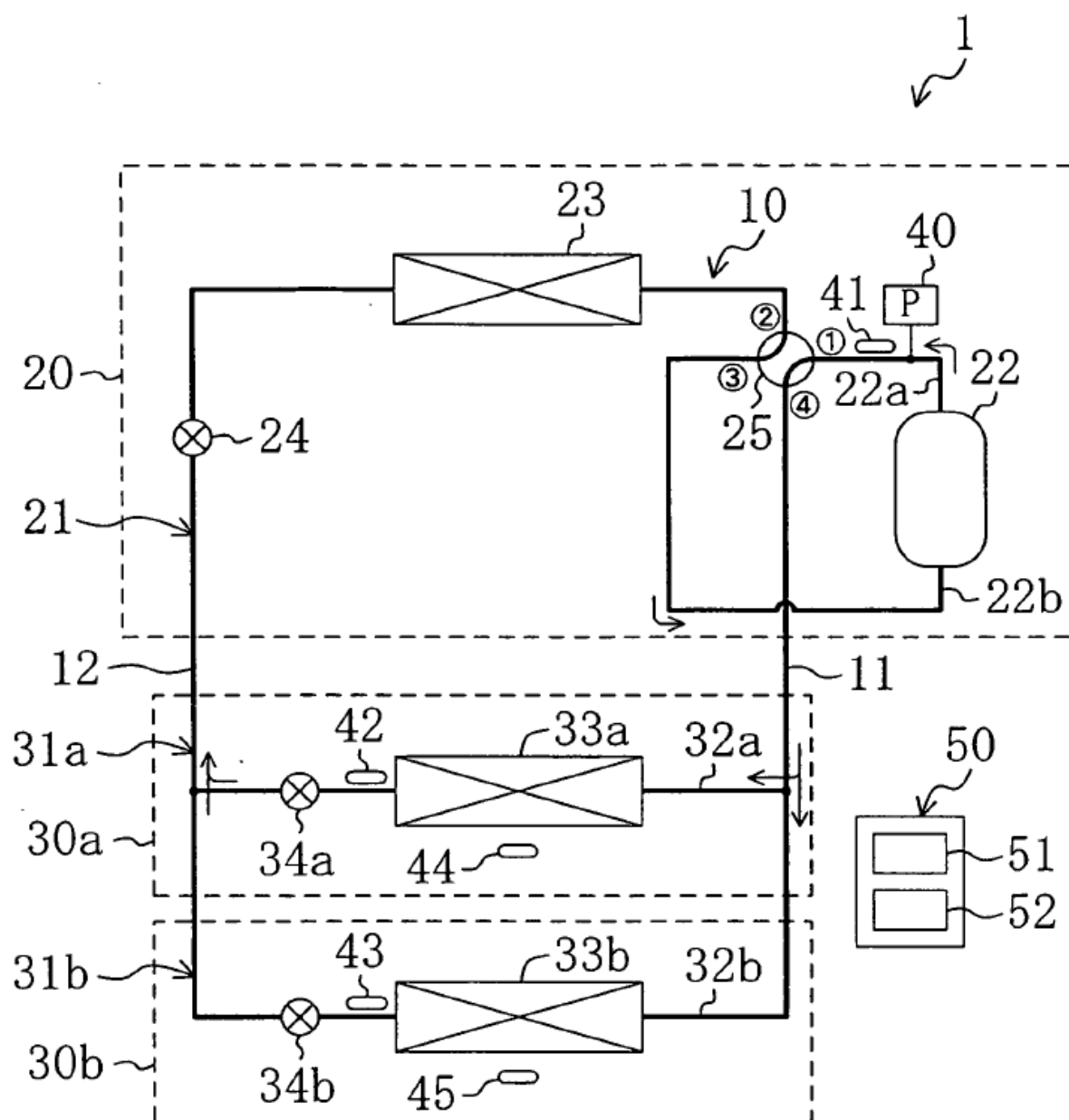


FIG. 3

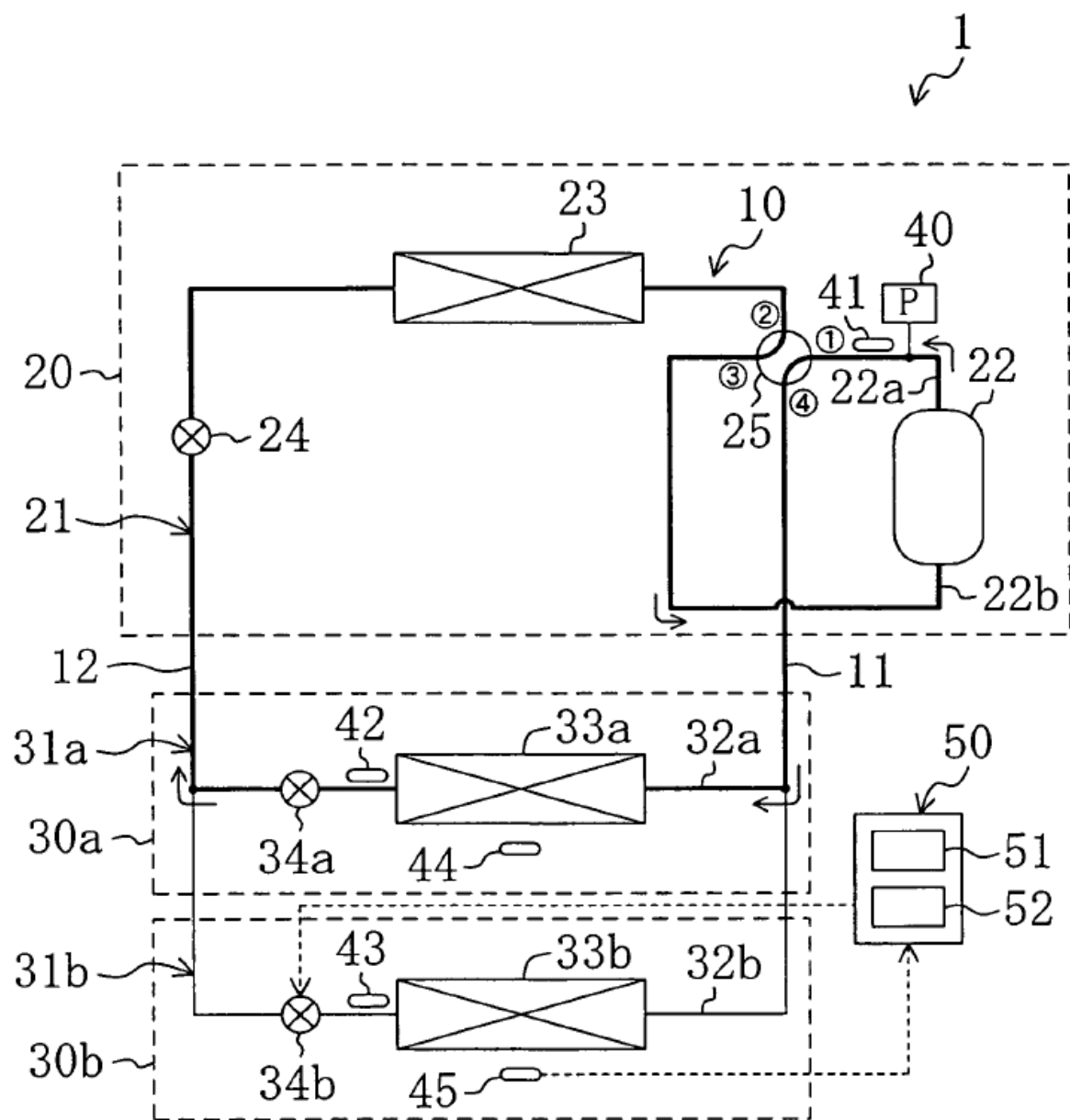


FIG. 4

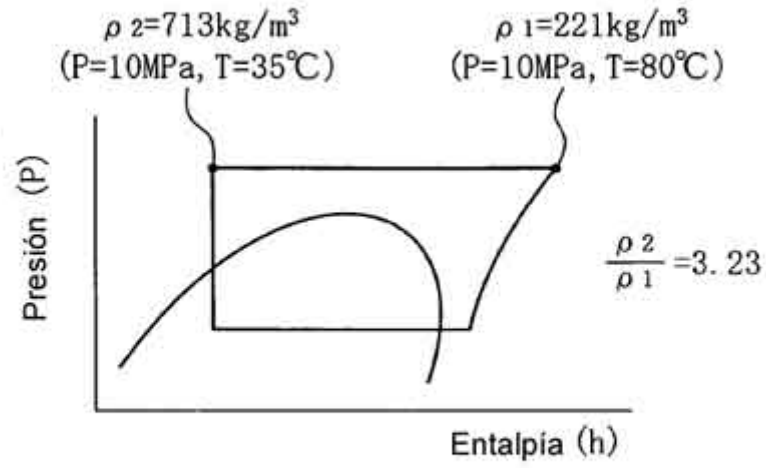


FIG. 5

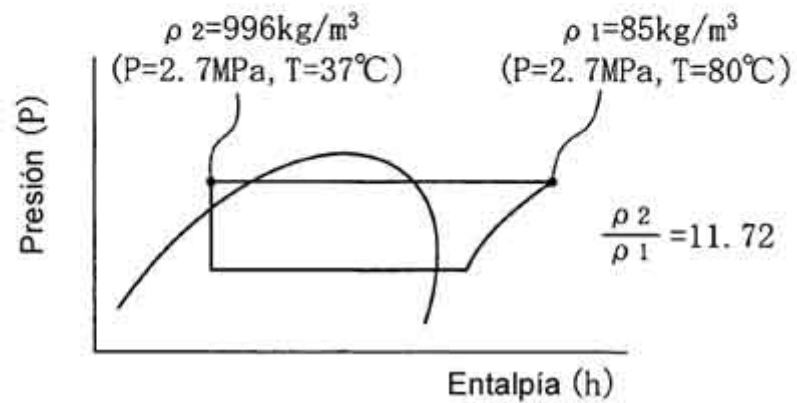


FIG. 6

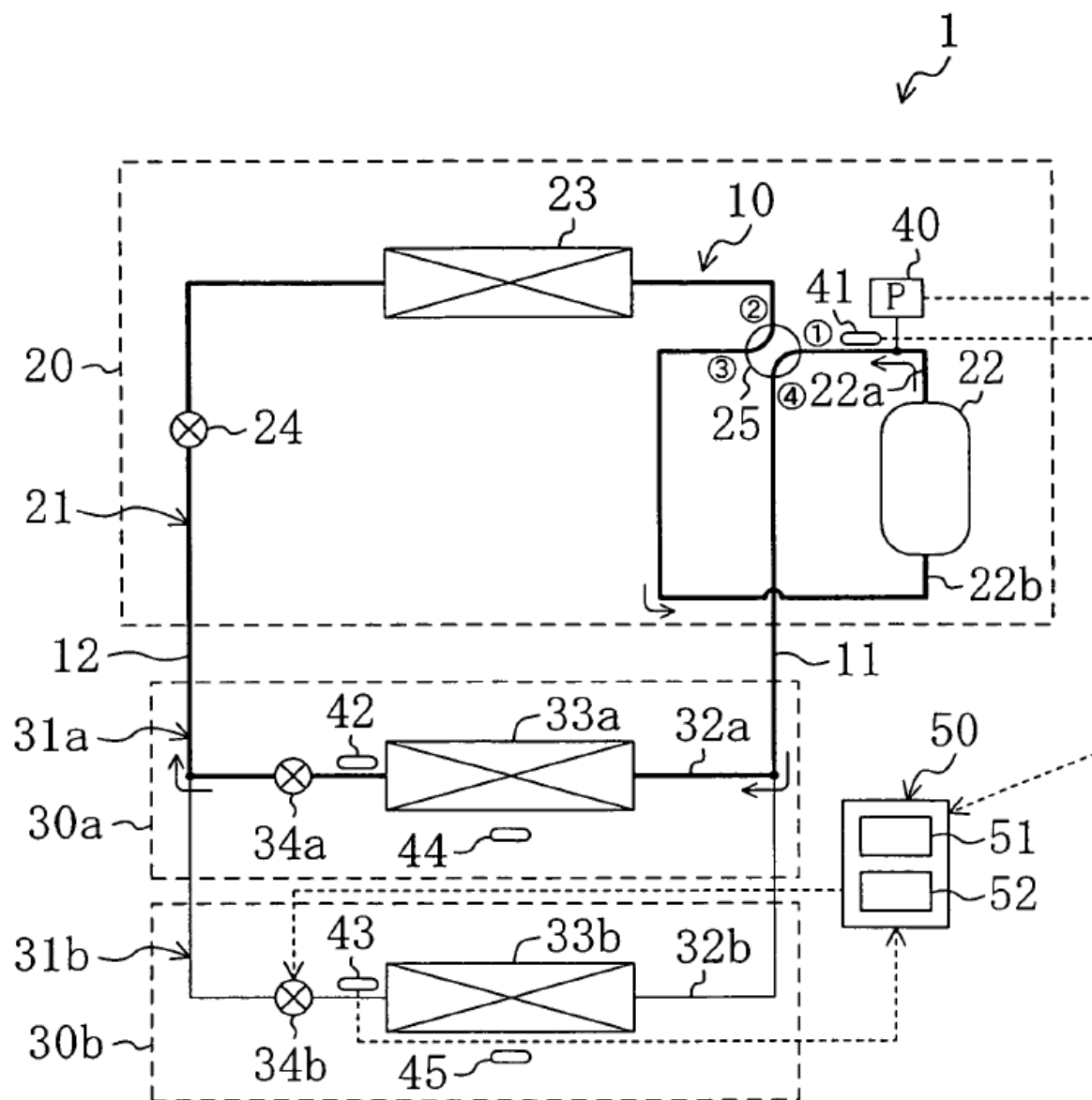


FIG. 7

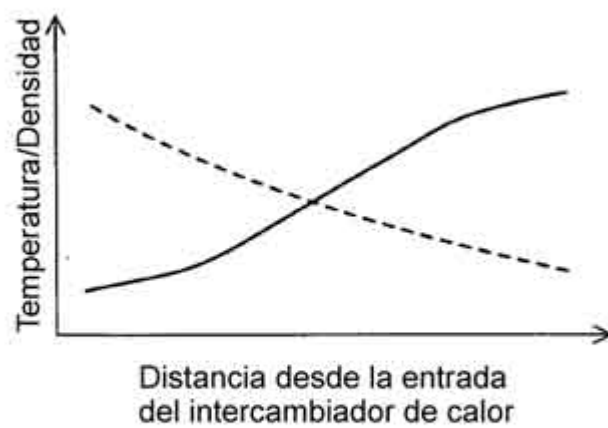


FIG. 8

