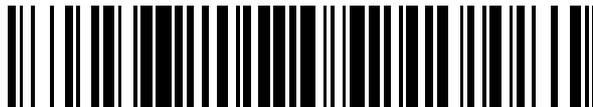


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 548 873**

51 Int. Cl.:

**F25B 1/00** (2006.01)

**F25B 1/02** (2006.01)

**F25B 25/00** (2006.01)

**F25B 31/00** (2006.01)

**F25B 49/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.12.2010 E 10861028 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.07.2015 EP 2657625**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para controlar el funcionamiento de un dispositivo de bomba de calor**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**21.10.2015**

73 Titular/es:  
**MAYEKAWA MFG. CO., LTD. (100.0%)**  
**14-15, Botan 3-chome Koto-ku**  
**Tokyo 135-8482, JP**

72 Inventor/es:  
**KUDO, TAKANORI;**  
**ARATA, NORIYUKI;**  
**USHIROKAWA, HIROSHI;**  
**FUKANO, SHUJI y**  
**NAKAJIMA, HISASHI**

74 Agente/Representante:  
**CURELL AGUILÁ, Mireia**

**ES 2 548 873 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**

Procedimiento y dispositivo para controlar el funcionamiento de un dispositivo de bomba de calor.

**5 Campo técnico**

La presente invención se refiere a un procedimiento de control de funcionamiento y a una unidad de control de funcionamiento que implementan el suministro estable de agua a alta temperatura o agua a baja temperatura a la temperatura deseada por medio de una unidad de bomba de calor que utiliza un refrigerante de NH<sub>3</sub>.

10

**Antecedentes de la técnica**

Desde el punto de vista de la protección medioambiental global, se han fomentado de manera convencional los refrigerantes naturales que presentan un bajo potencial de agotamiento de la capa de ozono (PAO) y un bajo potencial de calentamiento global (PCG) como refrigerantes de funcionamiento para unidades de bomba de calor en lugar de los clorofluorocarbonos. Puesto que el CO<sub>2</sub> que actúa como refrigerante natural presenta un bajo PAO de 0 y un bajo PCG de 1, permite el suministro de agua caliente a alta temperatura, y presenta alto COP, se ha utilizado en la práctica en máquinas de suministro de agua caliente para usos domésticos y de negocios.

15

El documento JP 2006 329445 A da a conocer una unidad de bomba de calor que utiliza amoníaco o CO<sub>2</sub> como refrigerante. La capacidad de la bomba de calor se modifica controlando la velocidad de revolución del motor del compresor.

20

Sin embargo, el refrigerante de CO<sub>2</sub> presenta una mayor presión que los refrigerantes generales a la temperatura atmosférica ambiental y, por tanto, no puede utilizarse en los equipos existentes. Por tanto, se requiere que construyan de nuevo equipos que soporten la presión de CO<sub>2</sub> además de un sistema de tubos, lo que da lugar al problema de que el gasto en equipos se vuelve elevado. Así, las unidades de bomba de calor que utilizan un refrigerante de NH<sub>3</sub> que sirva como refrigerante natural, que presentan un PAO de 0 y un PCG casi igual a 0, que presentan alto calor latente de evaporación, y que presentan alto rendimiento de enfriamiento o calentamiento han estado disponibles comercialmente y se han utilizado en la práctica como funciones de caldera alternativas de ahorro de energía para producir agua a alta temperatura.

25

30

Los documentos de patente 1 y 2 dan a conocer unidades de bomba de calor que utilizan un refrigerante de NH<sub>3</sub>.

35

Documento de patente 1: solicitud de patente japonesa abierta al público n.º 2008-255919

Documento de patente 2: documento WO 2010/13590

Se utiliza el agua a alta temperatura producida por la unidad de bomba de calor para calentamiento, suministro de agua caliente, calentamiento en procesos industriales, lavado, desinfección, fusión de nieve, o similar. En una utilización de este tipo, se requiere un funcionamiento para suministrar agua caliente de manera continua a temperatura fija. Además, si disminuye la carga, aumenta la temperatura del agua que se hace circular desde el lado de la carga. Por tanto, se requiere el control de la capacidad de la unidad de bomba de calor. Además, el rendimiento de enfriamiento o calentamiento de la unidad de bomba de calor resulta diferente dependiendo de cambios en la fuente de calor y la temperatura ambiental de la unidad de bomba de calor. Por tanto, se requiere el control de funcionamiento correspondiente a tales cambios. Para suministrar agua caliente de manera continua a temperatura fija, se requiere un control proporcional de la capacidad de un compresor según fluctuaciones en la carga y la temperatura ambiental.

40

45

Además, para producir agua a alta temperatura a de 50 a 100°C, la presión del refrigerante de NH<sub>3</sub> supera los 1,5 MPa en el lado de baja presión y 5 MPa en el lado de alta presión de un ciclo de bomba de calor. Por tanto, la presión del refrigerante depende de factores de fluctuación tales como condiciones de funcionamiento y temperatura ambiental, lo que da lugar al problema de que la temperatura de superficie de lado de refrigerante de un tubo de entrada, el compresor y un tubo de salida en la parada y la del tubo de entrada y el compresor durante el funcionamiento disminuyen por debajo de la temperatura de saturación de la presión del gas refrigerante de NH<sub>3</sub> como para licuar el gas refrigerante de NH<sub>3</sub>.

50

Además, si aumenta la presión del gas refrigerante de NH<sub>3</sub> del trayecto de entrada del compresor, la temperatura del tubo de entrada no puede seguir tal aumento, lo que da como resultado la probabilidad de que el gas refrigerante de NH<sub>3</sub> a alta temperatura se ponga en contacto con el tubo de entrada y se licue. En caso de que el compresor succione el refrigerante licuado, se produce el contacto metálico de un pistón, un segmento de pistón, o similar, lo que puede provocar daño en los equipos y componentes.

60

**Divulgación de la invención**

65

A partir de los problemas de la técnica relacionada, la presente invención presenta el objetivo que consiste en

permitir el suministro de agua a alta temperatura o similar a la temperatura deseada, por ejemplo, a de 50 a 90°C en todo momento sin degradar el COP independientemente de fluctuaciones en la carga y el entorno circundante con una unidad de bomba de calor que utiliza un refrigerante de NH<sub>3</sub>.

5 Además, la presente invención presenta un segundo objetivo que consiste en eliminar un flujo de refrigeración licuado a un compresor durante el funcionamiento o en la parada del funcionamiento e impedir el daño en equipos, componentes, o similares que constituyen el compresor.

10 Para ello, la presente invención proporciona un procedimiento para controlar el funcionamiento de una unidad de bomba de calor que utiliza NH<sub>3</sub> como refrigerante, presenta un compresor, un condensador, una válvula de expansión y un evaporador, y constituye un ciclo de bomba de calor. El procedimiento incluye una primera etapa de detectar la temperatura del fluido de intercambio de calor en una salida del condensador o del evaporador, intercambiando calor el fluido de intercambio de calor con el refrigerante de NH<sub>3</sub> en el condensador o el evaporador; una segunda etapa de mantener la temperatura del fluido de intercambio de calor en la salida del condensador o del evaporador para que esté dentro de un intervalo de ajuste mediante el control de, en un funcionamiento con todos los cilindros, la capacidad del compresor alternativo en un periodo entre una carga máxima permitida y una carga mínima para lubricación, en el que puede garantizarse el flujo de una bomba de aceite de lubricación, basándose en el control de la velocidad de revolución del motor de accionamiento que acciona el compresor alternativo; y una tercera etapa de mantener la temperatura del fluido de intercambio de calor en la salida del condensador o del evaporador para que esté dentro del intervalo de ajuste mediante el control de la capacidad del compresor alternativo en la carga mínima para lubricación o menor basándose en una combinación de control de la disminución del número de cilindros en funcionamiento y el control de la velocidad de revolución del motor de accionamiento.

25 En el procedimiento de la presente invención, el compresor alternativo, que es relativamente menos costoso y cuya capacidad se controla fácilmente, se utiliza como compresor. Además, a la vez que se detecta la temperatura del fluido de intercambio de calor en la salida del condensador o del evaporador, se controla la capacidad del compresor alternativo en el periodo entre la carga máxima permitida y la carga mínima para lubricación en el que puede garantizarse el flujo de la bomba de aceite de lubricación basándose en el control de la velocidad de revolución del motor de accionamiento en el funcionamiento con todos los cilindros. Además, en el caso de tal carga o menor, se controla la capacidad basándose en la combinación del control del número de cilindros y el control de la velocidad de revolución del motor de accionamiento.

35 Por tanto, se posibilita un control proporcional con relación a la carga con el COP mantenido a un alto nivel. Además, posibilitándose un control proporcional con relación a la carga, se impide el licuado del refrigerante en el tubo de entrada del compresor. Además, manteniéndose la temperatura del fluido de intercambio de calor en la salida del condensador o del evaporador de modo que se encuentre dentro del intervalo de ajuste, se posibilita la producción del fluido de intercambio de calor a la alta o baja temperatura deseada.

40 Puesto que la cantidad de circulación del refrigerante disminuye con una disminución de la capacidad del compresor, hay margen para el rendimiento de evaporación del evaporador. Por tanto, aumenta la temperatura de evaporación, lo que da como resultado un aumento de la presión de entrada. Debido a esto, la temperatura de un tubo de entrada disminuye de manera transitoria por debajo de la temperatura de saturación del refrigerante de NH<sub>3</sub>, lo que puede provocar que el gas refrigerante de NH<sub>3</sub> condense y se licue.

45 En el procedimiento de la presente invención, el refrigerante de NH<sub>3</sub> que fluye al interior de un trayecto de entrada de refrigerante puede mantenerse a una temperatura no inferior a la temperatura de saturación mediante un mecanismo de calentamiento previsto en el trayecto de entrada de refrigerante del compresor alternativo para impedir el flujo de refrigeración licuado del refrigerante de NH<sub>3</sub> al compresor alternativo.

50 En este caso, el mecanismo de calentamiento puede hacerse funcionar por adelantado antes del control de disminución de la capacidad del compresor. Por tanto, puede impedirse de manera fiable el flujo de refrigeración licuado del refrigerante de NH<sub>3</sub> al compresor durante el funcionamiento o en la parada de la unidad de bomba de calor. Por tanto, puesto que puede garantizarse de manera satisfactoria la lubricación de equipos y componentes que constituyen el compresor, puede impedirse la abrasión anómala de la parte deslizante del compresor.

55 En el procedimiento de la presente invención, el trayecto de entrada puede cerrarse en una parada de la unidad de bomba de calor mediante una válvula de cierre prevista en el trayecto de entrada del compresor alternativo para impedir el flujo de refrigeración licuado en el arranque del compresor alternativo. En un caso en el que la fuente de calor de la unidad de bomba de calor es diferente de diversas maneras, el trayecto de entrada se cierra mediante la válvula de cierre si la temperatura del compresor es baja en la parada de la unidad de bomba de calor. Por tanto, se impide el flujo de refrigeración licuado del trayecto de entrada al compresor, mediante lo cual pueden impedirse de manera fiable la formación de espuma del aceite lubricante y la abrasión anómala de la parte deslizante del compresor en el arranque del compresor.

65 En el procedimiento de la presente invención, el gas refrigerante a alta presión del trayecto de salida del compresor alternativo puede liberarse en el lado del evaporador (parte de baja presión) que presenta la válvula de cierre de

5 entrada en la parada del compresor alternativo para minimizar la diferencia entre la alta presión y la baja presión del compresor alternativo e impedir el licuado en la parte de alta presión del compresor alternativo. El gas refrigerante a alta presión del trayecto de salida se libera en el lado del evaporador de baja presión inmediatamente después de la parada del compresor alternativo, mediante lo cual el lado de trayecto de salida de compresor se enfría por la temperatura ambiental y el refrigerante de NH<sub>3</sub> en el interior de una cámara de compresión se licua y condensa. Por tanto, puede reducirse el daño de los equipos internos del compresor alternativo en el siguiente arranque.

10 Además, en el procedimiento de la presente invención, el gas refrigerante a alta presión del trayecto de salida del compresor alternativo puede liberarse en el lado del evaporador (parte de baja presión) que presenta la válvula de cierre de entrada en el arranque del compresor alternativo para minimizar la diferencia entre la alta presión y la baja presión del compresor alternativo y disminuir el par motor inicial del compresor alternativo. Cuanto menor es la diferencia de presión entre el trayecto de entrada y el trayecto de salida en el arranque del compresor, menor par motor inicial del motor de accionamiento del compresor se requiere. Por tanto, la alta presión del trayecto de salida del compresor se hace que sea igual a la presión en el lado del evaporador en el arranque del compresor, mediante lo cual puede disminuirse el par motor inicial del motor de accionamiento.

15 Una unidad para controlar el funcionamiento de una unidad de bomba de calor de la presente invención puede aplicarse directamente a la implementación del procedimiento de la presente invención. La unidad de bomba de calor utiliza NH<sub>3</sub> como refrigerante, presenta un compresor, un condensador, una válvula de expansión y un evaporador, y constituye un ciclo de bomba de calor, siendo el compresor un compresor alternativo que presenta una pluralidad de cilindros, un motor de accionamiento que acciona pistones de los cilindros, y que también presenta una bomba de aceite de lubricación accionada por el motor de accionamiento. La unidad de bomba de calor incluye un sensor de temperatura que detecta la temperatura del fluido de intercambio de calor en una salida del condensador o del evaporador, intercambiando calor el fluido de intercambio de calor con el refrigerante de NH<sub>3</sub> en el condensador o el evaporador; y un controlador que mantiene la temperatura del fluido de intercambio de calor en la salida del condensador o del evaporador para que esté dentro de un intervalo de ajuste controlando la capacidad del compresor alternativo en un periodo entre una carga máxima permitida y una carga mínima para lubricación, en el que puede garantizarse el estado de lubricación del compresor alternativo con el flujo de la bomba de aceite de lubricación, basándose en el control de la velocidad de revolución del motor de accionamiento que acciona el compresor alternativo y controlando la capacidad del compresor alternativo en la carga mínima para lubricación o menor basándose en una combinación del control de la velocidad de revolución del motor de accionamiento y el control del número de cilindros.

20 En la unidad de la presente invención, el compresor alternativo, que es relativamente menos costoso y cuya capacidad se controla fácilmente, se utiliza como compresor. A la vez que se detecta la temperatura del fluido de intercambio de calor en la salida del condensador o del evaporador, se controla la capacidad del compresor alternativo en el periodo entre la carga máxima permitida y la carga mínima para lubricación en el que puede garantizarse el flujo de la bomba de aceite de lubricación basándose en el control de la velocidad de revolución del motor de accionamiento en el funcionamiento con todos los cilindros. Además, en el caso de tal carga o menor, se controla la capacidad basándose en la combinación del control del número de cilindros y el control de la velocidad de revolución del motor de accionamiento.

25 Por tanto, se posibilita un control proporcional con relación a la carga con el COP mantenido a un alto nivel. Además, posibilitándose un control proporcional con relación a la carga, se impide el licuado del refrigerante en el tubo de entrada del compresor. Además, manteniéndose la temperatura del fluido de intercambio de calor en la salida del condensador o del evaporador mantenido de modo que se encuentre dentro del intervalo de ajuste, se posibilita la producción del fluido de intercambio de calor a la alta o baja temperatura deseada.

30 En la unidad de la presente invención, puede estar previsto un mecanismo de calentamiento en un trayecto de entrada de refrigerante del compresor alternativo para mantener el refrigerante de NH<sub>3</sub> que fluye al interior del trayecto de entrada de refrigerante a una temperatura no inferior a la temperatura de saturación, impidiendo de ese modo el flujo de refrigeración licuado del refrigerante de NH<sub>3</sub> al compresor alternativo. El refrigerante de NH<sub>3</sub> se mantiene a la temperatura de saturación o mayor tal como se describió anteriormente, impidiendo de ese modo el licuado del refrigerante de NH<sub>3</sub>. Por tanto, puede impedirse de manera fiable el flujo de refrigeración licuado del refrigerante de NH<sub>3</sub> al compresor durante el funcionamiento o en la parada de la unidad de bomba de calor. Por tanto, puesto que puede garantizarse de manera satisfactoria la lubricación de equipos y componentes que constituyen el compresor, puede impedirse la abrasión anómala de la parte deslizante del compresor.

35 En la unidad de la presente invención, el mecanismo de calentamiento puede ser un calentador previsto en el trayecto de entrada del compresor alternativo. Por tanto, con una configuración sencilla y de bajo coste, puede impedirse de manera fiable el flujo de refrigeración licuado del refrigerante de NH<sub>3</sub> al compresor.

40 El mecanismo de calentamiento puede presentar el trayecto de entrada del compresor alternativo formado en una estructura de doble tubo, introducir salida de gas refrigerante del compresor alternativo o un líquido refrigerante en un lado de la salida del condensador en un tubo externo de la estructura de doble tubo, y calentar el trayecto de entrada con el calor retenido en el gas refrigerante o el líquido refrigerante. Por tanto, existe una ventaja porque no

se requiere una fuente de energía especial puesto que se utiliza el calor retenido en el refrigerante.

El mecanismo de calentamiento puede provocar que parte de la salida de gas refrigerante del compresor se divida y se vierta en el trayecto de entrada calentando de ese modo el trayecto de entrada con el calor retenido en el gas refrigerante. Puesto que la porción de calor sensible del gas refrigerante puede utilizarse para el calentamiento del trayecto de entrada, puede mejorarse la eficiencia de calentamiento.

El mecanismo de calentamiento puede cubrir el compresor con una camisa aislante del calor separable. Por tanto, puede simplificarse la construcción de instalación y llevarse a cabo a bajo coste.

En la unidad de la presente invención, puede estar previsto un mecanismo de igualación de presión que libera gas a alta presión en un trayecto de salida del compresor alternativo en un lado del evaporador (parte de baja presión) de la válvula de cierre de entrada en una parada o arranque del compresor alternativo. El gas refrigerante a alta presión del trayecto de salida se libera en el lado del evaporador de baja presión inmediatamente después de la parada del compresor alternativo, mediante lo cual el lado de alta presión del compresor se enfría por la temperatura ambiental y el refrigerante de NH<sub>3</sub> en el interior se licua y condensa. Por tanto, puede reducirse el daño de los equipos internos del compresor alternativo en el siguiente arranque.

Además, la alta presión del trayecto de salida se hace que sea igual a la baja presión en el lado del evaporador en el arranque del compresor, mediante lo cual puede disminuirse el par motor inicial del motor de accionamiento en el arranque.

El mecanismo de igualación de presión puede presentar un intercambiador de calor previsto en el trayecto de salida del compresor alternativo o el condensador, hacer que un medio de enfriamiento fluya al interior del intercambiador en la parada de la unidad de bomba de calor, y condensar y licuar el gas refrigerante para disminuir la presión del gas refrigerante del trayecto de salida. Por tanto, puede reducirse la diferencia de presión entre el trayecto de entrada y el trayecto de salida del compresor, y puede disminuirse el par motor inicial del motor de accionamiento del compresor. Obsérvese que puede regularse con precisión la presión del refrigerante del trayecto de salida con la regulación de la temperatura o el flujo del medio de enfriamiento. Por tanto, puede regularse con precisión la diferencia de presión entre el trayecto de entrada y el trayecto de salida.

En la unidad de la presente invención, puede estar prevista una segunda unidad de bomba de calor que presenta un aparato que constituye un ciclo de bomba de calor, puede incorporarse el evaporador de la unidad de bomba de calor en un trayecto de refrigerante de lado de alta presión de la segunda unidad de bomba de calor para constituirse como condensador en cascada que utiliza el calor retenido en un refrigerante de la segunda unidad de bomba de calor como fuente de calor, y puede regularse la presión del trayecto de refrigerante de lado de alta presión de la segunda unidad de bomba de calor para mantener la temperatura del fluido de intercambio de calor en la salida del condensador para que esté dentro del intervalo de ajuste. Por tanto, puede calentarse el fluido de intercambio de calor a alta temperatura, posibilitando de ese modo responder a una demanda por un peticionario que requiere el fluido de intercambio de calor a alta temperatura.

Además, cuando se utiliza el calor retenido en la segunda unidad de bomba de calor como fuente de calor, la temperatura de condensación de la segunda unidad de bomba de calor se vuelve diferente dependiendo de las estaciones, por ejemplo, de 40°C en verano y de 15°C en invierno, lo que hace que fluctúe en gran medida la temperatura de la fuente de calor. Si la temperatura de condensación se vuelve de 15°C, se reduce el COP y disminuye la cantidad del calor extraído, lo que puede no permitir que se ajuste el fluido de intercambio de calor a la temperatura deseada. A la inversa, con la regulación de la presión del trayecto de refrigerante de lado de alta presión de la segunda unidad de bomba de calor, puede regularse el fluido de intercambio de calor a la temperatura de ajuste.

Debe apreciarse que en la configuración anterior dotada de la segunda unidad de bomba de calor, puede subenfriarse un líquido refrigerante condensado de la segunda unidad de bomba de calor mediante el condensador en cascada, y puede hacerse que el líquido refrigerante subenfriado vuelva a un trayecto de circulación de refrigerante de lado de baja presión de la segunda unidad de bomba de calor. Por tanto, puede potenciarse el efecto de refrigeración de la segunda unidad de bomba de calor.

Además, el condensador en cascada puede disponerse en paralelo a un condensador de la segunda unidad de bomba de calor, y puede regularse el flujo del refrigerante del condensador para regular la presión de condensación del condensador. Por tanto, en verano, el condensador en cascada porta y aligera parte de la carga de condensación de la segunda unidad de bomba de calor y disminuye la temperatura de condensación del refrigerante del condensador de la segunda unidad de bomba de calor, a la vez que se garantiza la fuente de calor del condensador en cascada. Como resultado, se vuelve posible realizar un funcionamiento de alta eficiencia con COP mejorado. En invierno, disminuye la carga de condensación de la segunda unidad de bomba de calor, y aumenta la razón de la cantidad de calor que va a utilizarse como fuente de calor del condensador en cascada.

Como resultado, resulta posible realizar el funcionamiento de alta eficiencia de la unidad de bomba de calor.

Por consiguiente, en un caso en el que la temperatura del fluido de intercambio de calor en la salida del condensador se controla y manipula de manera variable de modo que aumente en la unidad de bomba de calor, la carga de condensación se controla en paralelo a la segunda unidad de bomba de calor. Por tanto, aumenta la temperatura del líquido condensado sometido a intercambio de calor con el condensador en cascada, lo que facilita el funcionamiento de alta eficiencia. Con el control planificado de estas condiciones de funcionamiento en verano e invierno, pueden optimizarse las eficiencias de funcionamiento totales de la unidad de bomba de calor y la segunda unidad de bomba de calor durante todo el año. Por tanto, puesto que puede garantizarse la temperatura de la fuente de calor correspondiente a la presión de condensación inicial de la unidad de bomba de calor, puede calentarse el fluido de intercambio de calor a la temperatura inicial.

En la configuración anterior, el condensador en cascada puede disponerse en serie entre el condensador de la segunda unidad de bomba de calor y el compresor, y o bien puede regularse el flujo del refrigerante del condensador o bien puede regularse la presión de condensación del condensador mediante una válvula de regulación de presión de salida prevista entre el condensador en cascada y el condensador. Por tanto, puesto que puede utilizarse eficazmente la porción de calor sensible además de la porción de sobrecalentamiento del refrigerante de la segunda unidad de bomba de calor, puede garantizarse la fuente de calor del condensador en cascada aunque la capacidad de la segunda unidad de bomba de calor sea pequeña. Además, se regula la presión de condensación del gas refrigerante de la segunda unidad de bomba de calor mediante la válvula de regulación de presión de salida para disminuir la temperatura de condensación. Por tanto, puede mejorarse la eficiencia de funcionamiento de la segunda unidad de bomba de calor.

Según la presente invención, se proporciona un procedimiento para controlar el funcionamiento de una unidad de bomba de calor que utiliza NH<sub>3</sub> como refrigerante, presenta un compresor, un condensador, una válvula de expansión y un evaporador, y constituye un ciclo de bomba de calor. El procedimiento incluye una primera etapa de detectar la temperatura del fluido de intercambio de calor en una salida del condensador o del evaporador, intercambiando calor el fluido de intercambio de calor con el refrigerante de NH<sub>3</sub> en el condensador o el evaporador; una segunda etapa de mantener la temperatura del fluido de intercambio de calor en la salida del condensador o del evaporador de modo que se encuentre dentro de un intervalo de ajuste mediante el control de, en un funcionamiento con todos los cilindros, la capacidad del compresor alternativo en un periodo entre una carga máxima permitida y una carga mínima para lubricación en el que puede garantizarse el flujo de la bomba de aceite de lubricación basándose en el control de la velocidad de revolución del motor de accionamiento que acciona el compresor alternativo; y una tercera etapa de mantener la temperatura del fluido de intercambio de calor en la salida del condensador o del evaporador de modo que se encuentre dentro del intervalo de ajuste mediante el control de la capacidad del compresor alternativo en la carga mínima para lubricación o menor basándose en una combinación de control de la disminución del número de cilindros en funcionamiento y el control de la velocidad de revolución del motor de accionamiento. Por tanto, es posible realizar un control proporcional con relación a la carga a la vez que se mantiene el alto COP. Por tanto, se vuelve posible producir el fluido de intercambio de calor a la temperatura deseada e impedir el licuado del refrigerante en el tubo de entrada del compresor.

Según la presente invención, se proporciona una unidad para controlar el funcionamiento de una unidad de bomba de calor que utiliza NH<sub>3</sub> como refrigerante, presenta un compresor, un condensador, una válvula de expansión y un evaporador, y constituye un ciclo de bomba de calor, siendo el compresor un compresor alternativo que presenta una pluralidad de cilindros, un motor de accionamiento que acciona pistones de los cilindros, y una bomba de aceite de lubricación accionada por el motor de accionamiento. La unidad de bomba de calor incluye un sensor de temperatura que detecta la temperatura del fluido de intercambio de calor en una salida del condensador o del evaporador, intercambiando calor el fluido de intercambio de calor con el refrigerante de NH<sub>3</sub> en el condensador o el evaporador; y un controlador que mantiene la temperatura del fluido de intercambio de calor en la salida del condensador o del evaporador de modo que se encuentre dentro de un intervalo de ajuste controlando la capacidad del compresor alternativo en un periodo entre una carga máxima permitida y una carga mínima para lubricación en el que puede garantizarse el estado de lubricación del compresor alternativo con el flujo de la bomba de aceite de lubricación basándose en el control de la velocidad de revolución del motor de accionamiento que acciona el compresor alternativo y controlando la capacidad del compresor alternativo en la carga mínima para lubricación o menor basándose en una combinación del control de la velocidad de revolución del motor de accionamiento y el control del número de cilindros. Por tanto, es posible lograr la misma función y el mismo efecto que los logrados según el procedimiento de la presente invención.

**Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 es un diagrama de configuración completo de una unidad de bomba de calor según una primera forma de realización del procedimiento y la unidad de la presente invención;

la figura 2 es un diagrama explicativo que muestra un mecanismo de calentamiento previsto en un trayecto de entrada de compresión en la primera forma de realización;

la figura 3A es un diagrama que muestra un procedimiento para controlar la capacidad de un compresor y muestra

un ejemplo comparativo;

la figura 3B es un diagrama que muestra el procedimiento para controlar la capacidad del compresor y muestra el control de la capacidad de la primera forma de realización;

la figura 3C es un diagrama que muestra el procedimiento para controlar la capacidad del compresor y muestra un control de capacidad excepcional;

la figura 4A es un diagrama que muestra datos experimentales sobre la siguiente capacidad de la temperatura de agua caliente con relación al control de la capacidad del compresor;

la figura 4B es un diagrama que muestra datos experimentales sobre la siguiente capacidad de la temperatura de agua caliente con relación al control de la capacidad del compresor y muestra el control de la capacidad de la presente invención;

la figura 5 es un diagrama explicativo que muestra otro mecanismo de calentamiento;

la figura 6 es un diagrama explicativo que muestra todavía otro mecanismo de calentamiento;

la figura 7 es un diagrama explicativo que muestra todavía otro mecanismo de calentamiento;

la figura 8 es un diagrama de configuración completo de una unidad de bomba de calor según una segunda forma de realización del procedimiento y la unidad de la presente invención; y

la figura 9 es un diagrama de configuración completo de una unidad de bomba de calor según una tercera forma de realización del procedimiento y la unidad de la presente invención.

#### **Mejor modo de poner en práctica la invención**

A continuación en la presente memoria, se describe la presente invención en detalle utilizando las formas de realización mostradas en las figuras. Obsérvese, sin embargo, que el alcance de la invención no se limita a las mismas por los tamaños, materiales, formas, disposiciones relativas, o similares de los constituyentes descritos en las realizaciones a menos que se describa específicamente lo contrario.

Se proporciona una descripción de una primera forma de realización del procedimiento y la unidad de la presente invención basándose en las figuras 1 y 2, las figuras 3A a 3C y las figuras 4A y 4B. La figura 1 muestra una unidad de bomba de calor 10A de la forma de realización. La unidad de bomba de calor 10A se compone de una unidad de bomba de calor de lado de alta presión 12 y una unidad de bomba de calor de lado de baja presión 40 que utilizan NH<sub>3</sub> como refrigerante. El tipo del refrigerante utilizado en la unidad de bomba de calor de lado de baja presión 40 no está particularmente limitado. Puede utilizarse el refrigerante de NH<sub>3</sub>.

La unidad de bomba de calor de lado de alta presión 12 está configurada para presentar un compresor alternativo del tipo de múltiples cilindros 16, por ejemplo, el compresor alternativo 16 que presenta seis cilindros, un condensador 18, una válvula de expansión 20 y un condensador en cascada 22 en trayectos de circulación de refrigerante 14a a 14c a través de los que se hace circular el refrigerante de NH<sub>3</sub>. El compresor alternativo del tipo de múltiples cilindros 16 presenta un motor de accionamiento 24, un inversor 26 que controla el número de revoluciones del motor de accionamiento 24, y una bomba de aceite de lubricación 28 que suministra aceite lubricante o restante en un cárter 30 para cada equipo y componente en el interior del compresor junto con el giro de un cigüeñal.

La unidad de bomba de calor de lado de baja presión 40 está configurada para presentar un compresor 44, un condensador 46, un receptor 48, una válvula de expansión 50 y un depósito 52 de compensación en trayectos de circulación de refrigerante 42a a 42e. El tipo del compresor 44 no está particularmente limitado. Además, el depósito 52 de compensación y un evaporador 54 están conectados entre sí mediante segundos trayectos de circulación de refrigerante 56a y 56b, y se hace circular un líquido refrigerante desde el depósito 52 de compensación hasta el evaporador 54 mediante una bomba de líquido 58. El evaporador 54 incorpora un tubo de circulación 60 a través del que se hace circular agua fría para diversos fines de enfriamiento o un medio de enfriamiento w producido por una unidad de refrigeración (no mostrada) o similar, y el medio de enfriamiento w se suministra al evaporador 54. Se intercambia calor entre el líquido refrigerante y el medio de enfriamiento w en el evaporador 54, y se devuelve parte del líquido refrigerante al depósito 52 de compensación como gas refrigerante.

El gas refrigerante en el interior del depósito 52 de compensación se suministra al compresor 44 para compresión y luego se condensa mediante el condensador 46. Después de almacenarse temporalmente en el receptor 48, se gasifica parte del líquido refrigerante condensado r1 a través de la válvula de expansión 50 y se devuelve al depósito 52 de compensación. Se introduce parte del gas refrigerante, r2, que pasa a través del trayecto de circulación de refrigerante 42a, en el condensador en cascada 22 de la unidad de bomba de calor de lado de alta presión 12 a través de un tubo de ramificación 62a. El condensador en cascada 22 está conectado a los trayectos de circulación

de refrigerante 42a a 42e de modo que esté en paralelo al condensador 46.

El gas refrigerante r2 introducido en el condensador en cascada 22 se somete a intercambio de calor indirectamente con el refrigerante de NH<sub>3</sub> a través del tubo del condensador en cascada 22 y transfiere el calor al refrigerante de NH<sub>3</sub>. El refrigerante licuado en el condensador en cascada 22 se devuelve al trayecto de circulación de refrigerante 42d a través de un tubo de ramificación 62b. Debe apreciarse que el trayecto de circulación de refrigerante 42a está provisto de una válvula de regulación de flujo 64 aguas arriba del condensador 46. Mediante la regulación del flujo del gas refrigerante suministrado al condensador 46 con la válvula de regulación de flujo 64, se regula la presión de condensación del gas refrigerante r2 suministrado desde el tubo de ramificación 62a al condensador en cascada 22.

El refrigerante de NH<sub>3</sub> gasificado sometido a intercambio de calor con el gas refrigerante r2 en el condensador en cascada 22 se suministra al compresor alternativo del tipo de múltiples cilindros 16 para su compresión y luego se condensa mediante el condensador 18. El condensador 18 está conectado a un trayecto de circulación 34 para agua a alta temperatura, y se hace circular agua a alta temperatura de manera continua desde un destino de suministro A al condensador 18. El gas refrigerante de NH<sub>3</sub> se somete a intercambio de calor con el agua a alta temperatura para enfriamiento y condensación. El agua a alta temperatura h calentada a de 50 a 100°C mediante el condensador 18 se suministra al destino de suministro A. En el destino de suministro A, el agua a alta temperatura h se utiliza para calentamiento, suministro de agua caliente, una fuente de calor para un proceso industrial, lavado, desinfección, fusión de nieve, o similar.

El líquido refrigerante de NH<sub>3</sub> condensado se despresuriza mediante la válvula de expansión 20 y se somete a intercambio de calor con el gas refrigerante r2 suministrado desde la unidad de bomba de calor de lado de baja presión 40 en el condensador en cascada 22 para gasificación. En el lado de salida del trayecto de circulación 34 del condensador 18, está previsto un sensor de temperatura 36 que detecta la temperatura del agua a alta temperatura h.

Un controlador 66 recibe un valor de detección desde el sensor de temperatura 36. Además, el controlador 66 puede controlar el funcionamiento de la válvula de entrada del compresor alternativo 16 para controlar el número de cilindros en funcionamiento y puede controlar el inversor 26 para controlar la velocidad de las revoluciones del compresor alternativo 16. Además, el controlador 66 puede controlar un motor de accionamiento 45 del compresor 44 a través de un inversor (no representado) y puede controlar los grados de apertura de las válvulas de expansión 20 y 50 y la válvula de regulación de flujo 64.

Además, un enfriador 32 está previsto en un trayecto de salida 14b entre el compresor alternativo del tipo de múltiples cilindros 16 y el condensador 18. Se hace circular agua de enfriamiento c en el interior del enfriador 32, y el gas refrigerante de NH<sub>3</sub> que pasa a través del enfriador 32 se enfría mediante el agua de enfriamiento c para despresurizar el gas refrigerante de NH<sub>3</sub>.

Además, tal como se muestra en la figura 2, un mecanismo de calentamiento 70A está previsto en el trayecto de entrada 14a del compresor alternativo 16. En la figura 2, el mecanismo de calentamiento 70A se compone de un tubo de entrada que constituye el trayecto de entrada 14a, un elemento 702 de retención de calor que incluye un calentador en el mismo y cubre el tubo de entrada, un sensor de temperatura 704 que detecta la temperatura del tubo de entrada, y un sensor de temperatura 706 y un sensor de presión 708 que detectan, respectivamente, la temperatura y la presión del gas refrigerante de NH<sub>3</sub> que fluye a través del tubo de entrada. Además, el tubo de entrada está dotado de una válvula de cierre 72 que cierra el tubo de entrada en la parada de la unidad de bomba de calor 10. Los valores de detección de estos sensores se introducen en el controlador 66, y el funcionamiento de la válvula de cierre 72 se controla mediante el controlador 66.

En una configuración de este tipo, la unidad de bomba de calor 10A se hace funcionar mediante el control de la velocidad de las revoluciones del motor de accionamiento 24 y el número de los cilindros del compresor alternativo 16 con el controlador 66. Tal como se muestra en la figura 3A, si se fija la velocidad de las revoluciones del compresor alternativo del tipo de múltiples cilindros 16 y la temperatura del agua a alta temperatura h detectada por el sensor de temperatura 36 se controla de modo que se encuentre dentro de un intervalo de ajuste basándose sólo en el control del número de cilindros, la capacidad del compresor alternativo del tipo de múltiples cilindros 16 se controla por etapas. Por ejemplo, en un caso en el que se realiza el control de modo que aumente y disminuya dos de los cilindros del compresor alternativo del tipo de múltiples cilindros 16, el compresor alternativo del tipo de múltiples cilindros 16 se controla por etapas de modo que presente una capacidad del 100%, el 67% y el 33%. En el eje horizontal de las figuras 3A a 3C, el rendimiento del compresor alternativo del tipo de múltiples cilindros 16 con la velocidad máxima permitida de las revoluciones y el funcionamiento con todos los cilindros se ajusta como el 100%. En el eje vertical, el COP se ajusta en 1 con una capacidad del 100%.

Tal como se muestra en la figura 3A, si el valor de detección del sensor de temperatura 36 se controla de modo que se encuentre dentro de un intervalo de ajuste basándose sólo en el control del número de cilindros, el valor de detección no se encuentra de manera satisfactoria dentro del intervalo de ajuste, lo que puede provocar oscilación. La figura 3B muestra el procedimiento de control de la forma de realización en la que se combinan entre sí el control del número de cilindros y el control de la velocidad de revolución. En un estado en el que el compresor presenta una

capacidad del 100%, disminuye la velocidad de las revoluciones del compresor. Entonces, disminuye la velocidad de las revoluciones del compresor en el funcionamiento con todos los cilindros hasta la capacidad correspondiente a la velocidad mínima de las revoluciones a la que puede mantenerse el rendimiento de lubricación del compresor alternativo 16 mediante la bomba de aceite de lubricación 28. De esta manera, se realiza el control de la capacidad.

5 Si disminuye adicionalmente la capacidad, disminuye el número de los cilindros de funcionamiento hasta cuatro pero, en su lugar, aumenta la velocidad de las revoluciones de cada uno de los cilindros. Puesto que el COP del compresor alternativo puede mejorarse con baja velocidad de las revoluciones, el compresor alternativo se hace funcionar con baja velocidad de las revoluciones en la medida de lo posible.

10 Se supone que la velocidad máxima permitida de las revoluciones se ajusta a 1500 rpm y la velocidad mínima de las revoluciones se ajusta a 900 rpm en el funcionamiento con los seis cilindros. En este momento, la velocidad máxima permitida de las revoluciones en el funcionamiento con cuatro de los cilindros se ajusta para que sea menor que la velocidad mínima de las revoluciones en varios tantos por ciento en el funcionamiento con los seis cilindros, mediante lo cual la capacidad del compresor puede controlarse por PID de manera continua independientemente de un cambio en el número de los cilindros. También se realiza el mismo ajuste cuando se cambia del funcionamiento con cuatro de los cilindros al funcionamiento con dos de los cilindros.

15 La figura 3C muestra el procedimiento de funcionamiento excepcional de un caso en el que se continúa con un funcionamiento con alta carga durante un largo periodo de tiempo debido a una demanda de agua caliente y se requiere que se continúe con un funcionamiento con baja carga aunque no exista demanda de agua caliente. En este caso, se realiza el control de la velocidad de revolución durante el funcionamiento con los seis cilindros, y el compresor alternativo se hace funcionar sólo con la velocidad mínima de las revoluciones en el funcionamiento con cuatro de los cilindros y el funcionamiento con dos de los cilindros. Por tanto, se vuelve posible realizar el funcionamiento con alto COP.

20 Según la forma de realización, la temperatura del agua a alta temperatura h se detecta por el sensor de temperatura 36, y la velocidad de las revoluciones y el número de los cilindros del compresor alternativo 16 se controlan de manera que el valor detectado se encuentre dentro de un intervalo de ajuste. Además, durante el funcionamiento, el mecanismo de calentamiento 70A se hace funcionar por adelantado de modo que se impida que se licue el gas refrigerante de NH<sub>3</sub> según fluctuaciones en la presión del gas refrigerante de NH<sub>3</sub> junto con la detección de los sensores de temperatura 704 y 706 y el sensor de presión 708. En el arranque de la unidad de bomba de calor 10A, el mecanismo de calentamiento 70A también se hace funcionar por adelantado para realizar un control de temperatura. En la parada del funcionamiento de la unidad de bomba de calor 10A, el trayecto de entrada 14a se cierra mediante la válvula de cierre 72 para impedir el flujo de refrigeración licuado en el arranque. Por ejemplo, se impide el licuado del refrigerante en el lado del compresor alternativo 16 en el arranque si no se para la circulación del agua fría w que sirve como fuente de calor del evaporador 54 debido a una razón especial en la unidad de lado del refrigerante, se para la unidad de bomba de calor de lado de alta presión 12 y disminuye la temperatura del refrigerante del lado del evaporador 54.

35 Además, antes del arranque del compresor alternativo 16, se hace funcionar el enfriador 32 por adelantado para disminuir la presión del refrigerante del trayecto de salida 14b. Por tanto, puede disminuirse el par motor inicial del compresor alternativo 16.

40 Además, mediante el control del grado de apertura de la válvula de regulación de flujo 64 con el controlador 66, se regula la presión de condensación del condensador 46. Además, mediante el control de la presión de condensación del gas refrigerante de la unidad de bomba de calor de lado de baja presión 40 en el condensador en cascada 22, pueden garantizarse las condiciones de funcionamiento de la unidad de bomba de calor de lado de alta presión 12 para hacer que la temperatura del agua a alta temperatura h se encuentre en un intervalo de ajuste.

45 Las figuras 4A y 4B muestran un ejemplo de funcionamiento de un caso en el que se realiza el control de modo que aumenten y disminuyan dos de los cilindros en el compresor alternativo que presenta los seis cilindros. La figura 4A muestra un ejemplo como ejemplo comparativo en el que sólo se realiza el control del número de cilindros, y la figura 4B muestra un ejemplo de la forma de realización en que se realizan en combinación el control del número de cilindros y el control de la velocidad de revolución. Se fija como objetivo el control a la temperatura del agua caliente en la salida del condensador 18. En la figura 4A, el rendimiento del compresor alternativo 16 cambia por etapas con relación a cambios continuos en la carga del destino de suministro A con el tiempo. La temperatura del agua caliente en la salida fluctúa con relación a una temperatura de ajuste, lo que da como resultado una desviación. Además, se produce oscilación en la capacidad del compresor alternativo 16 dependiendo de la cantidad de la carga del destino de suministro A.

50 En la figura 4B, el rendimiento del compresor alternativo 16 sigue de manera continua cambios continuos en la carga del destino de suministro A con el tiempo, y la carga del destino de suministro A y el rendimiento del compresor casi se corresponden entre sí. Por tanto, casi no existe desviación entre la temperatura del agua caliente en la salida y la temperatura de ajuste.

55 Según la forma de realización, la capacidad del compresor alternativo 16 puede controlarse mediante PID de

manera continua basándose en la combinación del control de la velocidad de revolución y el control del número de cilindros del compresor alternativo 16 según cambios en la carga del destino de utilización A. Por tanto, la temperatura del agua a alta temperatura h puede hacerse que se encuentre con precisión en el intervalo de ajuste. Por consiguiente, puede suministrarse de manera continua agua a alta temperatura a de 50 a 100° al destino de suministro A en todo momento. Además, puesto que el grado de apertura de la válvula de regulación de flujo 64 se controla mediante el controlador 66 para regular la presión de condensación del condensador 46 de la unidad de bomba de calor de lado de baja presión 40, puede facilitarse el funcionamiento de la unidad de bomba de calor de lado de alta presión 12 para ajustar la temperatura del agua a alta temperatura h a la temperatura de ajuste.

Además, puesto que el trayecto de entrada 14a del compresor alternativo 16 se mantiene a una temperatura no inferior a la temperatura de saturación del refrigerante de NH<sub>3</sub> mediante el mecanismo de calentamiento 70A durante el funcionamiento o en el arranque, no se licua el gas refrigerante de NH<sub>3</sub> y no se produce el flujo de refrigeración licuado del líquido refrigerante al compresor alternativo 16. Por tanto, puede impedirse la abrasión anómala en la parte deslizando del compresor y la formación de espuma del aceite lubricante en el arranque del compresor. Además, puesto que el tubo de entrada se cierra mediante la válvula de cierre 72 en la parada de la unidad de bomba de calor 10A, no se produce el flujo de refrigeración licuado ni siquiera en la parada.

Además, puesto que el condensador en cascada 22 se dispone en paralelo al condensador 46 de la unidad de bomba de calor de lado de baja presión 40 y el flujo del refrigerante que va a suministrarse al condensador 46 se regula mediante la válvula de regulación de flujo 64, la cantidad del gas refrigerante que va a suministrarse al condensador en cascada 22 puede regularse mediante la válvula de regulación de flujo 64 independientemente de cambios en las condiciones de funcionamiento de la unidad de bomba de calor de lado de baja presión 40. Por tanto, en verano, el condensador en cascada 22 porta y aligera parte de la carga de condensación de la unidad de bomba de calor de lado de baja presión 40 y disminuye la temperatura de condensación del refrigerante del condensador 46 a la vez que se garantiza la fuente de calor de la unidad de bomba de calor de lado de alta presión 12. Por tanto, resulta posible realizar un funcionamiento de alta eficiencia con COP mejorado.

En invierno, disminuye la carga de condensación de la unidad de bomba de calor de lado de baja presión 40 mediante la unidad de bomba de calor de lado de alta presión 12, y aumenta la razón de la cantidad de calor que va a utilizarse como fuente de calor de la unidad de bomba de calor de lado de alta presión 12 con respecto a la cantidad del calor retenido en el líquido refrigerante condensado de la unidad de bomba de calor de lado de baja presión 40. Por tanto, resulta posible realizar el funcionamiento de alta eficiencia de la unidad de bomba de calor 10.

Por consiguiente, en un caso en el que la temperatura del refrigerante de NH<sub>3</sub> en la salida del condensador 18 se controla y manipula de manera variable de modo que aumente en la unidad de bomba de calor 12, la carga de condensación se controla en paralelo a la unidad de bomba de calor de lado de baja presión 40. Por tanto, aumenta la temperatura del líquido condensado de la unidad de bomba de calor de lado de baja presión 40 sometido a intercambio de calor con el condensador en cascada 22, lo que facilita el funcionamiento de alta eficiencia. Con el control planificado de estas condiciones de funcionamiento en verano e invierno, puede optimizarse la eficiencia de funcionamiento total de la unidad de bomba de calor 10 durante todo el año. Por tanto, puesto que puede garantizarse la temperatura de la fuente de calor correspondiente a la presión de condensación inicial de la unidad de bomba de calor 10, puede calentarse el fluido receptor de calor a la temperatura inicial.

A continuación, se proporciona una descripción de un ejemplo modificado del mecanismo de calentamiento 70A basándose en la figura 5. Un mecanismo de calentamiento 70B está estructurado de modo que hay una dualidad de un tubo de entrada que constituye el trayecto de entrada 14a. Es decir, se utiliza el tubo de entrada como tubo interno, está previsto un tubo externo 712 en el exterior del tubo interno y están previstos tubos de ramificación 714a y 714b que conectan el condensador 18 y el tubo externo 712 entre sí. El tubo de ramificación 714a está dotado de una válvula de apertura y cierre 716 controlada para abrirse y cerrarse mediante el controlador 66. Otras configuraciones son iguales que las del mecanismo de calentamiento 70A.

En el mecanismo de calentamiento 70B, se introduce el líquido refrigerante condensado a alta temperatura desde el condensador 18 en el interior del tubo externo 712 tal como se requiere para calentar el tubo de entrada. Puesto que el mecanismo de calentamiento 70B utiliza el calor retenido en el líquido refrigerante como fuente de calor, existe una ventaja porque no se requiere una fuente de energía especial. Además, puesto que el líquido refrigerante se subenfía mediante intercambio de calor en el trayecto de entrada 14a, se hace una contribución a una mejora en el COP de la unidad de bomba de calor 10A.

A continuación, se proporciona una descripción de todavía otro ejemplo modificado del mecanismo de calentamiento 70A basándose en la figura 6. Un mecanismo de calentamiento 70C mostrado en la figura 6 está dotado de una derivación 718 que conecta el trayecto de entrada 14a y el trayecto de salida 14b del compresor alternativo 16 entre sí, y la derivación 718 está provista de una válvula de apertura y cierre 720 controlada para abrirse y cerrarse mediante el controlador 66. Otras configuraciones son iguales que las del mecanismo de calentamiento 70A.

En el mecanismo de calentamiento 70C, la válvula de apertura y cierre 720 se abre según se requiere para introducir el gas refrigerante de salida en el trayecto de entrada 14a para calentar el trayecto de entrada 14a. Puesto que el

mecanismo de calentamiento 70C puede utilizar el calor sensible del gas refrigerante de salida como fuente de calor introduciendo directamente el gas refrigerante de salida en el trayecto de entrada 14a, existe una ventaja porque puede mejorarse la eficiencia de calentamiento.

5 Debe apreciarse que este ejemplo modificado puede estar configurado de tal manera que la derivación 718 se dispone en espiral alrededor del trayecto de entrada 14a, el trayecto de entrada 14a se calienta mediante el calor sensible del gas refrigerante de salida, y el gas refrigerante de salida calentado se devuelve al trayecto de salida 14b. Alternativamente, el ejemplo modificado puede estar configurado de tal manera que el tubo de entrada presenta la estructura de doble tubo tal como se muestra en la figura 5, la derivación 718 está conectada al tubo externo para introducir el gas refrigerante de salida para calentar el tubo interno con el calor sensible del gas refrigerante de salida, y el gas refrigerante de salida calentado se devuelve al trayecto de salida 14b. Con tales ejemplos de configuración, se requiere que la presión del gas refrigerante del trayecto de salida se aumente en  $\Delta P$  la pérdida de presión provocada cuando el gas refrigerante pasa a través de la derivación 718. Para ello, está previsto un diafragma en el trayecto de salida 14b aguas arriba de la parte de ramificación de la derivación 718 para aumentar la presión del gas refrigerante de salida, y está prevista una parte de conexión para el gas refrigerante devuelto en el trayecto de salida 14b aguas arriba del diafragma.

A continuación, se proporciona una descripción de todavía otro ejemplo modificado del mecanismo de calentamiento 70A basándose en la figura 7. Un mecanismo de calentamiento 70D presenta una camisa 722 aislante del calor separable que cubre la totalidad de una tapa 25 de culata, componentes 27 tales como un mecanismo de compresión, pistones y un manguito de cilindro, la bomba de aceite de lubricación 28 y el cárter 30 que constituyen cada uno el compresor alternativo 16; un calentador 724 de aceite que humidifica el aceite lubricante en el interior del cárter 30; un sensor de temperatura 726 que detecta la temperatura de una pared de cilindro; un sensor de presión 728 que detecta la presión del gas refrigerante de entrada; y un sensor de temperatura 730 que detecta la temperatura del gas refrigerante de entrada. Los valores de detección de estos sensores se introducen en el controlador 66. Además, están previstos el sensor de temperatura 706 y el sensor de presión 708 (no representado) que detectan, respectivamente, la temperatura y la presión del gas refrigerante en el interior del tubo de entrada.

Según el mecanismo de calentamiento 70D, el compresor alternativo 16 puede humidificarse totalmente con una unidad sencilla y de bajo coste. Además, puesto que la camisa 722 aislante del calor es separable, puede instalarse según se requiera y por tanto se manipula fácilmente.

La camisa 722 aislante del calor humidifica totalmente el compresor alternativo 16 para impedir el licuado del gas refrigerante en el interior del compresor con la temperatura ambiental después de pararse el compresor alternativo. Con la conducción de calor desde el aceite lubricante o en el interior del cárter 30 mantenido a alta temperatura constante mediante el calentador 724 de aceite, por medio del controlador 66 se mantiene todo el compresor, incluyendo equipos internos y la tapa 25 de culata, a una temperatura no inferior a la temperatura de saturación de la presión del gas refrigerante en el interior del compresor en el estado parado para impedir el licuado del refrigerante. Por tanto, se impide una disminución de la presión hidráulica debido a la formación de espuma de la máquina de refrigeración en el arranque normal del compresor alternativo, y se impide el daño en los componentes del compresor debido a la interposición del líquido refrigerante.

En la primera forma de realización, el número de los cilindros de funcionamiento incluye pero no se limita a seis, cuatro y dos basándose en el control del número de cilindros del compresor alternativo 16 y puede incluir números impares o números enteros.

En la primera forma de realización, la fuente de calor del condensador en cascada 22 puede incluir, además del líquido refrigerante suministrado desde la unidad de bomba de calor de lado de baja presión 40, el calor residual de fluido de proceso, agua caliente agotada de una torre de enfriamiento, agua de procesamiento de aguas residuales, agua caliente agotada de un aire acondicionado, vapor de agua residual, o similar de una planta adyacente y el calor natural retenido en el calor de aguas termales, agua de lagos, agua de ríos, agua de mar, aguas subterráneas, suelo, aire exterior, o similar.

(Segunda forma de realización)

A continuación, se proporciona una descripción de una segunda forma de realización del procedimiento y la unidad de la presente invención basándose en la figura 8. En una unidad de bomba de calor 10B de la forma realización, el gas refrigerante de salida del compresor 44 se introduce directamente en el condensador en cascada 22 a través del trayecto de salida 42a mediante la unidad de bomba de calor de lado de baja presión 40. Además, el tubo de ramificación 62b que devuelve el refrigerante sometido a intercambio de calor del condensador en cascada 22 está conectado al condensador 46. Además, el tubo de ramificación 62b está provisto de una válvula de regulación de presión de salida 68 cuyo grado de apertura se controla mediante el controlador 66. Es decir, el condensador en cascada 22 se dispone en serie aguas arriba del condensador 46. Otras configuraciones son iguales que las de la primera forma de realización.

Según la forma de realización, el condensador en cascada 22 se dispone en serie aguas arriba del condensador 46.

Por tanto, aunque la capacidad de la unidad de bomba de calor de lado de baja presión 40 sea pequeña, puede garantizarse suficientemente el rendimiento para suministrar una fuente de calor a la unidad de bomba de calor de lado de alta presión 12 además de la porción de calor sensible de gas refrigerante de sobrecalentamiento. Por consiguiente, puede producirse agua a mayor temperatura h mediante la unidad de bomba de calor de lado de alta presión 12. Además, se regula la presión de condensación del condensador 46 de la unidad de bomba de calor de lado de baja presión 40 mediante la válvula de regulación de presión de salida 68 para disminuir la presión de condensación del condensador 46. Por tanto, puesto que disminuye la temperatura de condensación, puede mejorarse el COP de la unidad de bomba de calor de lado de baja presión 40.

10 (Tercera forma de realización)

A continuación, se proporciona una descripción de una segunda forma de realización del procedimiento y la unidad de la presente invención basándose en la figura 9. En una unidad de bomba de calor 10C de la forma de realización, la salida de gas refrigerante del compresor 44 se condensa mediante el condensador 46 y se almacena temporalmente en el receptor 48. El líquido refrigerante r1 almacenado en el receptor 48 se envía al condensador en cascada 22 a través del trayecto de circulación de refrigerante 42c y se utiliza como fuente de calor de la unidad de bomba de calor de lado de alta presión 12. Después de utilizarse como fuente de calor en el condensador en cascada 22, el líquido refrigerante r1 se devuelve al depósito 52 de compensación a través del trayecto de circulación de refrigerante 42d. Otras configuraciones son iguales que las de la primera forma de realización.

Además de la función y el efecto logrados según la primera forma de realización, la forma de realización puede potenciar el efecto de refrigeración de la unidad de bomba de calor de lado de baja presión 40 de manera que el líquido refrigerante r1 se subenfria mediante la utilización del líquido refrigerante r1 condensado en la unidad de bomba de calor de lado de baja presión 40 como fuente de calor de la unidad de bomba de calor de lado de alta presión 12.

Debe apreciarse que cualquiera de las realizaciones primera a tercera se refiere a un caso en el que se produce el agua a alta temperatura h a la temperatura deseada mediante el condensador 18, pero la presente invención no se limita a esto y también puede aplicarse a un caso en el que se producen agua a baja temperatura a la temperatura deseada u otros refrigerantes a baja temperatura mediante el evaporador 54.

**Aplicabilidad industrial**

Según la presente invención, una unidad de bomba de calor que utiliza un refrigerante de NH<sub>3</sub> puede suministrar de manera estable fluido a alta temperatura o fluido a baja temperatura a la temperatura deseada para diversos fines en todo momento sin degradar el COP independientemente de fluctuaciones en la carga y el entorno circundante.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para controlar un funcionamiento de una unidad de bomba de calor (10A) que utiliza NH<sub>3</sub> como un refrigerante, presenta un compresor (16, 44), un condensador (18, 46), una válvula de expansión (20, 50) y un evaporador (54), y constituye un ciclo de bomba de calor, siendo el compresor un compresor alternativo (16) que presenta una pluralidad de cilindros, un motor de accionamiento (24, 45) que acciona los pistones de los cilindros, y que presenta asimismo una bomba de aceite de lubricación (28) accionada por el motor de accionamiento (24, 45), comprendiendo el procedimiento:
- 5 una primera etapa de detectar la temperatura del fluido de intercambio de calor en una salida del condensador (18) o del evaporador (54), siendo el fluido de intercambio de calor termopermutado con el refrigerante de NH<sub>3</sub> en el condensador o el evaporador;
- 10 una segunda etapa de mantener la temperatura del fluido de intercambio de calor en la salida del condensador (18) o del evaporador (54) para que se encuentre dentro de un intervalo de ajuste mediante el control de, en un funcionamiento con todos los cilindros, la capacidad del compresor alternativo en un periodo entre una carga máxima permitida y una carga mínima para lubricación, en el que puede garantizarse el flujo de una bomba de aceite de lubricación, basándose en el control de la velocidad de revolución del motor de accionamiento (24) que acciona el compresor alternativo (16); y
- 15 una tercera etapa de mantener la temperatura del fluido de intercambio de calor en la salida del condensador (18) o del evaporador (54) para que se encuentre dentro del intervalo de ajuste mediante el control de la capacidad del compresor alternativo (16) en la carga mínima para lubricación o inferior basándose en una combinación de control de la disminución del número de cilindros de funcionamiento y el control de la velocidad de revolución del motor de accionamiento (24).
- 20 2. Procedimiento para controlar el funcionamiento de la unidad de bomba de calor según la reivindicación 1, que comprende:
- 25 una cuarta etapa de mantener el refrigerante de NH<sub>3</sub> que fluye al interior de un trayecto de entrada de refrigerante (14a) a una temperatura no inferior a una temperatura de saturación mediante un mecanismo de calentamiento previsto en el trayecto de entrada de refrigerante (14a) del compresor alternativo (16) para impedir el flujo de refrigeración licuado del refrigerante de NH<sub>3</sub> al compresor alternativo (16).
- 30 3. Procedimiento para controlar el funcionamiento de la unidad de bomba de calor según la reivindicación 1 o 2, en el que el trayecto de entrada (14a) se interrumpe en una parada de la unidad de bomba de calor mediante una válvula de cierre (72) prevista sobre el trayecto de entrada (14a) del compresor alternativo para impedir el flujo de refrigeración licuado en el arranque del compresor alternativo.
- 35 4. Procedimiento para controlar el funcionamiento de la unidad de bomba de calor según cualquiera de las reivindicaciones 1 o 3, que comprende:
- 40 una quinta etapa de hacer que, en una parada del compresor alternativo (16), la presión de un gas refrigerante a alta presión de un trayecto de salida (14b) del compresor alternativo (16) sea igual a la presión sobre un lado del evaporador (54) para impedir la licuación en una parte a alta presión del compresor alternativo (16).
- 45 5. Procedimiento para controlar el funcionamiento de la unidad de bomba de calor según cualquiera de las reivindicaciones 1 o 3, que comprende:
- 50 una sexta etapa de hacer que, en el arranque del compresor alternativo (16), la presión de un gas refrigerante a alta presión de un trayecto de salida (14b) del compresor alternativo (16) sea igual a la presión sobre un lado del evaporador (54) para disminuir un par motor de arranque del compresor alternativo (16).
- 55 6. Unidad para controlar un funcionamiento de una unidad de bomba de calor que utiliza NH<sub>3</sub> como refrigerante, presenta un compresor (16), un condensador (18), una válvula de expansión (20) y un evaporador (54), y constituye un ciclo de bomba de calor,
- 60 siendo el compresor un compresor alternativo (16) que presenta una pluralidad de cilindros, un motor de accionamiento (24) que acciona los pistones de los cilindros, y que presenta asimismo una bomba de aceite de lubricación (28) accionada por el motor de accionamiento (24),
- comprendiendo la unidad de bomba de calor:
- 65 un sensor de temperatura (36) que detecta la temperatura del fluido de intercambio de calor en una salida del condensador (18) o del evaporador (54), siendo el fluido de intercambio de calor termopermutado con el refrigerante de NH<sub>3</sub> en el condensador (18) o el evaporador (54); y

un controlador (66) que mantiene la temperatura del fluido de intercambio de calor en la salida del condensador (18) o del evaporador (54) para que se encuentre dentro de un intervalo de ajuste controlando la capacidad del compresor alternativo (16) en un periodo entre una carga máxima permitida y una carga mínima para lubricación, en el que puede garantizarse un estado de lubricación del compresor alternativo (16) con un flujo de la bomba de aceite de lubricación, basándose en el control de la velocidad de revolución del motor de accionamiento (24) que acciona el compresor alternativo (16) y controlando la capacidad del compresor alternativo en la carga mínima para lubricación o inferior basándose en una combinación del control de la velocidad de revolución del motor de accionamiento (24) y el control del número de cilindros.

7. Unidad para controlar el funcionamiento de la unidad de bomba de calor según la reivindicación 6, en la que un mecanismo de calentamiento está previsto sobre un trayecto de entrada de refrigerante (14a) del compresor alternativo (16) para mantener el refrigerante de NH<sub>3</sub> que fluye al interior del trayecto de entrada de refrigerante (14a) a una temperatura no inferior a la temperatura de saturación, impidiendo así el flujo de refrigeración licuado del refrigerante de NH<sub>3</sub> al compresor alternativo (16).

8. Unidad para controlar el funcionamiento de la unidad de bomba de calor según la reivindicación 7, en la que el mecanismo de calentamiento es un calentador previsto sobre el trayecto de entrada (14a) del compresor alternativo (16).

9. Unidad para controlar el funcionamiento de la unidad de bomba de calor según la reivindicación 7, en la que el mecanismo de calentamiento presenta el trayecto de entrada (14a) del compresor alternativo (16) formado en una estructura de doble tubo, introduce la salida de gas refrigerante del compresor alternativo o un líquido refrigerante sobre un lado de la salida del condensador en el interior de un tubo externo (712) de la estructura de doble tubo, y calienta el trayecto de entrada (14a) con el calor retenido en el gas refrigerante o el líquido refrigerante.

10. Unidad para controlar el funcionamiento de la unidad de bomba de calor según la reivindicación 7, en la que el mecanismo de calentamiento hace que parte de la salida de gas refrigerante del compresor alternativo se divida y se vierta en el interior del trayecto de entrada (14a) calentando así el trayecto de entrada (14a) con el calor retenido en el gas refrigerante.

11. Unidad para controlar el funcionamiento de la unidad de bomba de calor según la reivindicación 7, en la que el mecanismo de calentamiento cubre el compresor alternativo (16) con una camisa (722) aislante del calor amovible.

12. Unidad para controlar el funcionamiento de la unidad de bomba de calor según la reivindicación 6, en la que está previsto un mecanismo de igualación de presión que hace que la presión de un gas refrigerante a alta presión en un trayecto de salida (14b) del compresor alternativo (16) sea igual a la presión sobre un lado del evaporador (54) en una parada o arranque del compresor alternativo (16).

13. Unidad para controlar el funcionamiento de la unidad de bomba de calor según la reivindicación 12, en la que el mecanismo de igualación de presión presenta un intercambiador de calor previsto sobre el trayecto de salida (14b) del compresor alternativo (16) o del condensador (18), hace que un medio de enfriamiento fluya al interior del intercambiador en la parada de la unidad de bomba de calor, y condensa y licua el gas refrigerante para disminuir la presión del gas refrigerante del trayecto de salida (14b).

14. Unidad para controlar el funcionamiento de la unidad de bomba de calor según la reivindicación 6, en la que está prevista una segunda unidad de bomba de calor (40) que presenta un aparato que constituye un ciclo de bomba de calor, el evaporador (54) se incorpora en un trayecto de refrigerante de lado de alta presión de la segunda unidad de bomba de calor (40) para constituirse como condensador en cascada (22) que utiliza el calor retenido en un refrigerante de la segunda unidad de bomba de calor como fuente de calor, y

se regula la presión del trayecto de refrigerante de lado de alta presión de la segunda unidad de bomba de calor (40) para mantener la temperatura del fluido de intercambio de calor en la salida del condensador (18) para que se encuentre dentro del intervalo de ajuste.

15. Unidad para controlar el funcionamiento de la unidad de bomba de calor según la reivindicación 14, en la que un líquido refrigerante condensado de la segunda unidad de bomba de calor (40) se subenfía mediante el condensador en cascada (22), y se hace que el líquido refrigerante subenfriado regrese a un trayecto de circulación de refrigerante de lado de baja presión de la segunda unidad de bomba de calor (40).

16. Unidad para controlar el funcionamiento de la unidad de bomba de calor según la reivindicación 14, en la que el condensador en cascada (22) se dispone en paralelo a un condensador de la segunda unidad de bomba de calor (40), y se regula un flujo del refrigerante del condensador para regular la presión de condensación del condensador (22).

17. Unidad para controlar el funcionamiento de la unidad de bomba de calor según la reivindicación 14, en la que el condensador en cascada (22) se dispone en serie entre el condensador de la segunda unidad de bomba de calor (40) y el compresor y, o bien se regula un flujo del refrigerante del condensador o bien se regula la presión de condensación del condensador mediante una válvula de regulación de presión de salida (68) prevista entre el condensador en cascada y el condensador.
- 5



Fig. 2

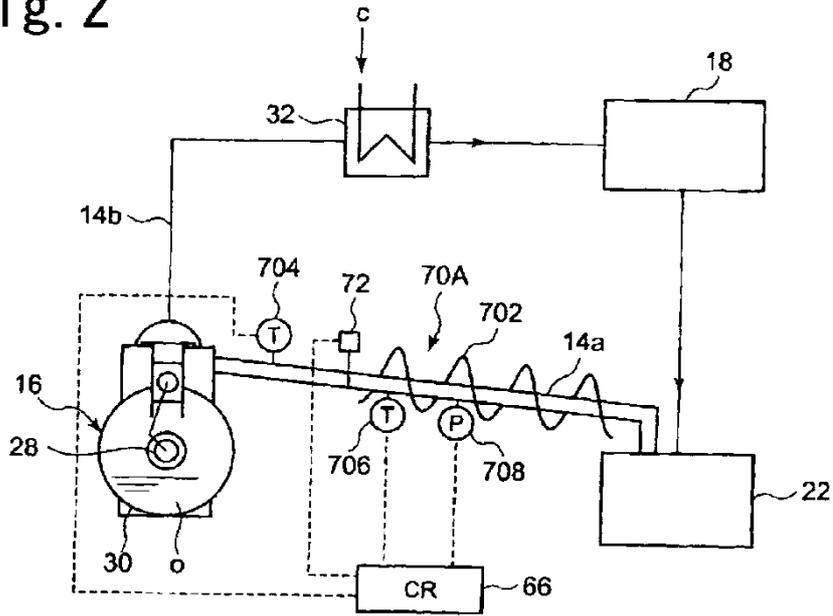


Fig. 3A

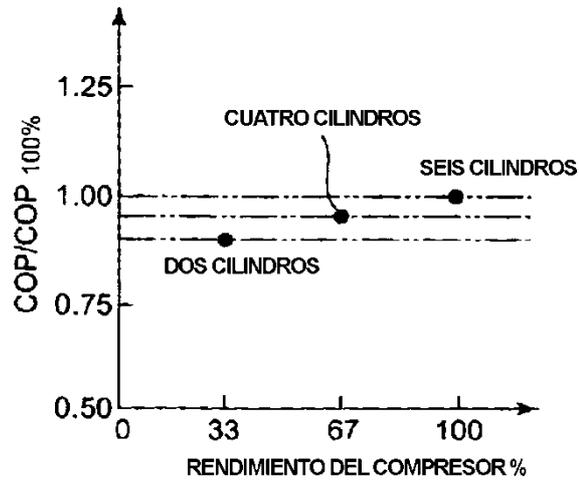


Fig. 3B

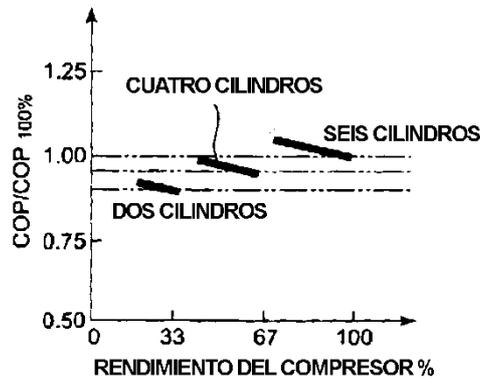


Fig. 3C

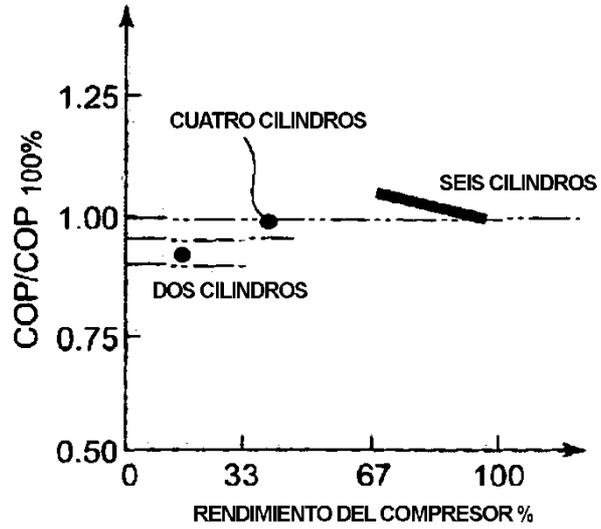


Fig. 4A

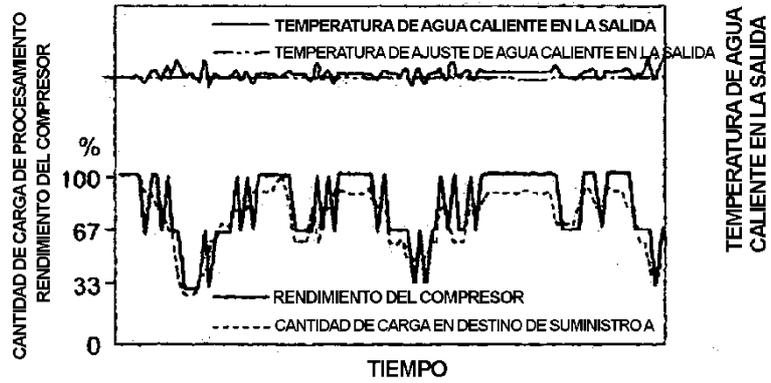


Fig. 4B

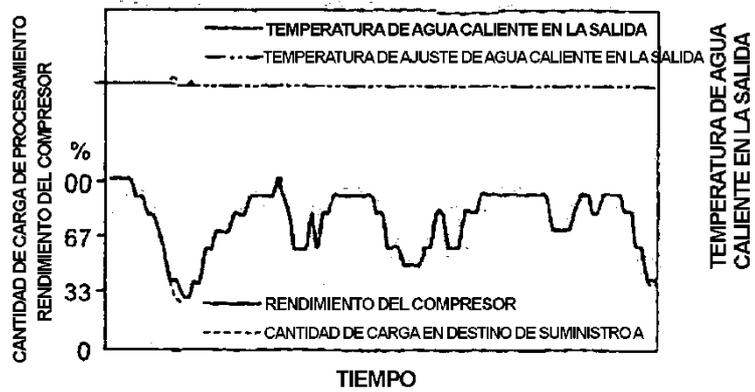


Fig. 5

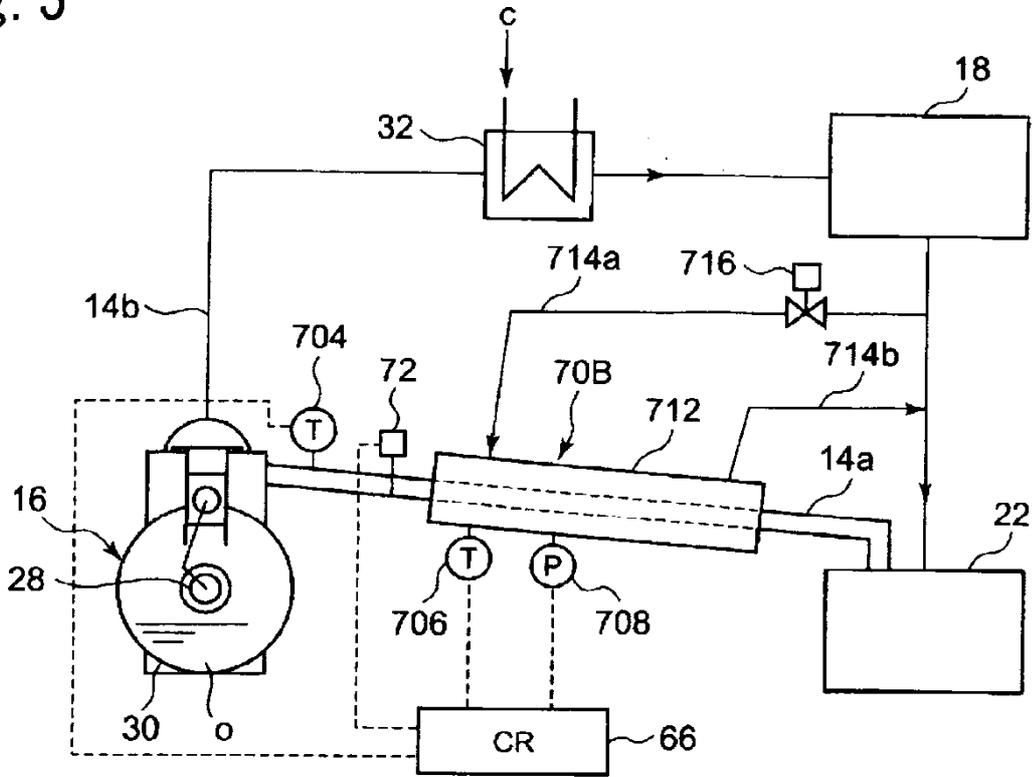


Fig. 6

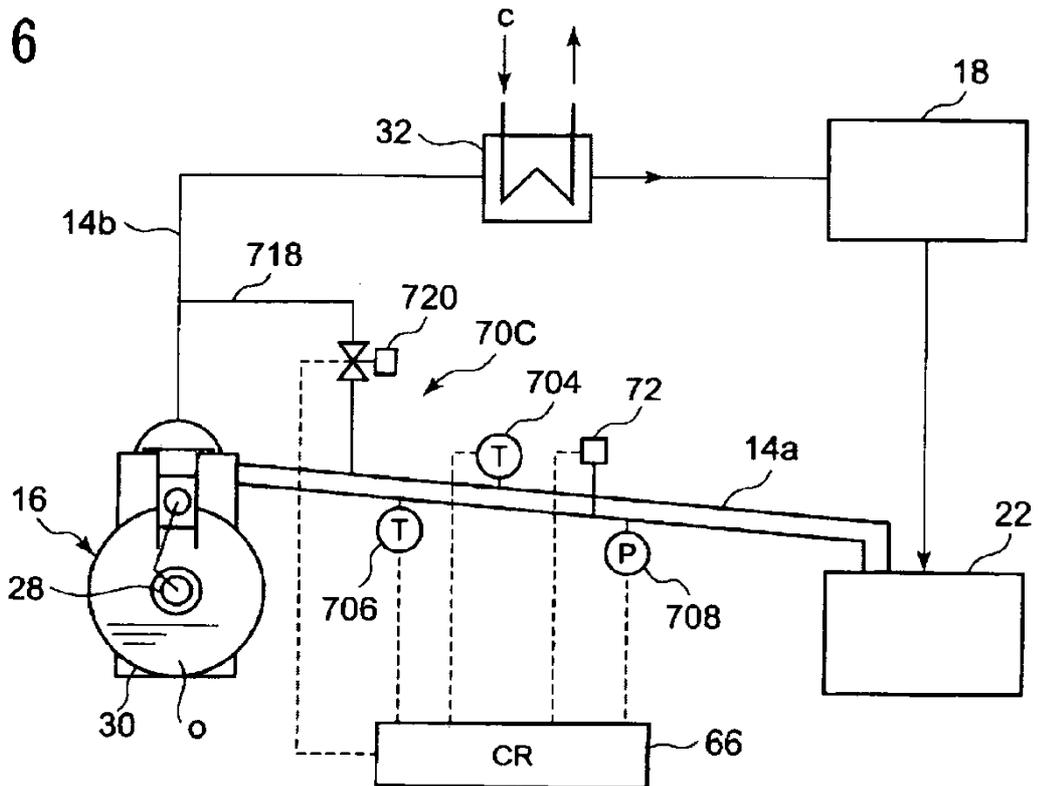


Fig. 7

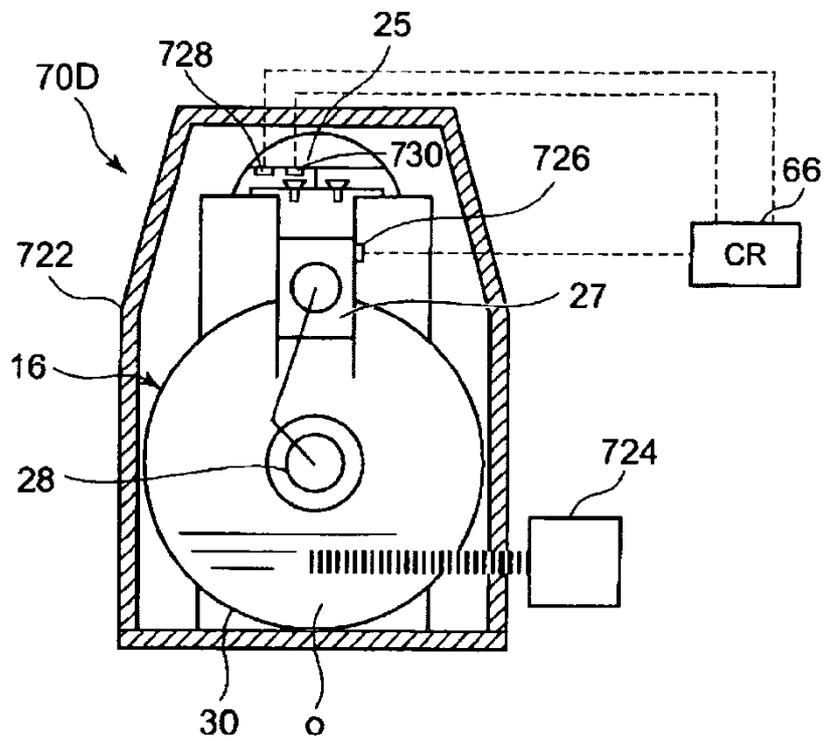


Fig. 8

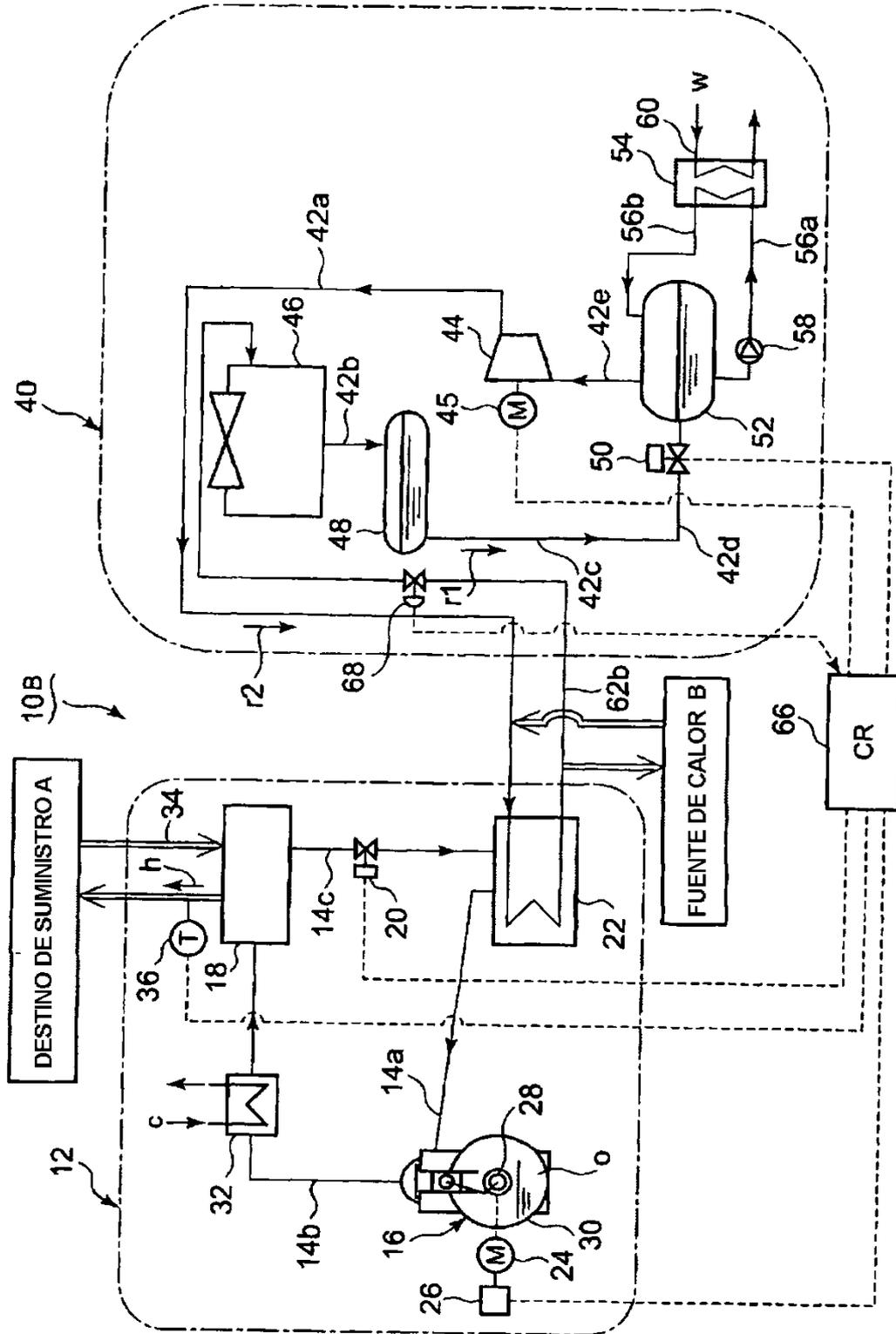


Fig. 9

