

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 693 240**

51 Int. Cl.:

**F25B 1/10** (2006.01)

**F25B 9/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.10.2009 PCT/JP2009/067459**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.04.2011 WO11042959**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.10.2009 E 09850230 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.09.2018 EP 2476973**

54 Título: **Dispositivo de ciclo de refrigeración**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**10.12.2018**

73 Titular/es:  
**MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION (100.0%)**  
**7-3 Marunouchi 2-Chome, Chiyoda-ku**  
**Tokyo 100-8310, JP**

72 Inventor/es:  
**SHIMAZU, YUSUKE;**  
**TAKAYAMA, KEISUKE;**  
**KAKUDA, MASAYUKI;**  
**NAGATA, HIDEAKI y**  
**HATOMURA, TAKESHI**

74 Agente/Representante:  
**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 693 240 T3

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

**DESCRIPCIÓN**

Dispositivo de ciclo de refrigeración

**Campo técnico**

5 La presente invención se relaciona con un aparato de ciclo de refrigeración que recupera energía mediante el uso de un expansor.

**Antecedentes de la técnica**

10 En los aparatos de ciclo de refrigeración convencionales usados para la refrigeración, el acondicionamiento del aire, y similar, por ejemplo, se lleva a cabo un proceso de expansión en un expansor de desplazamiento positivo, y se usa una energía de expansión recuperada por este proceso en el proceso de compresión llevado a cabo en un compresor de desplazamiento positivo.

15 Sin embargo, ya que ya que el expansor y el compresor son máquinas rotatorias que son accionadas por la energía recuperada por el expansor, se genera una "energía negativa" en ellas por la resistencia a la fricción, la pérdida mecánica, y similares. Por consiguiente, para poner en marcha un expansor y un compresor que son accionados por la energía recuperada por el expansor, se requiere una energía que pueda compensar esta "energía negativa". Por lo tanto, se ha propuesto un aparato de ciclo de refrigeración que se diseña para reducir la "energía negativa" que dificulta la puesta en marcha (rotación) del expansor y del compresor que son accionados por la energía recuperada por el expansor, y un aparato de ciclo de refrigeración que se diseña para aumentar la "energía negativa" (la energía que rota el expansor) en la puesta en marcha del expansor.

20 Un aparato de ciclo de refrigeración como se propone anteriormente, por ejemplo, que "tiene una estructura en la que se conecta un eje de accionamiento del otro compresor a un eje de salida de un mecanismo de expansión. Una estructura en la cual se proporciona un tubo de derivación que conecta un puerto de succión de gas y un puerto de descarga de gas y que deriva el otro compresor, proporcionado el tubo de derivación con una válvula de retención que regula la comunicación de un refrigerante desde el puerto de descarga de gas hasta el puerto de succión de gas" (consulte la bibliografía 1 de Patente, por ejemplo).

25 Además, se propone un aparato de ciclo de refrigeración como el anterior que aumenta la energía que puede ser recuperada por el expansor mediante el aumento de la diferencia de presión entre el lado de entrada y el lado de salida del expansor (consulte la bibliografía 2 de Patente, por ejemplo).

**Lista de Citas**

Bibliografía de patente

30 Bibliografía 1 de Patente: Publicación de Solicitud de Patente No Examinada Japonesa N° 11-94379 (párrafos [0009] y [0013], Fig. 1)

Bibliografía 2 de Patente: Publicación de Solicitud de Patente No Examinada Japonesa N° 2006-132818 (párrafos [0014] y [0021])

**Compendio de la invención**

35 Problema técnico

Por ejemplo, en el aparato de ciclo de refrigeración descrito en la Bibliografía 1 de Patente, un tubo de derivación iguala la presión entre la presión del lado de descarga y la presión del lado de succión del compresor. Esto facilita la puesta en marcha del expansor (mecanismo de expansión) y del compresor que se conecta a este expansor con un eje.

40 Sin embargo, el compresor que se conecta al expansor con un eje es un compresor de desplazamiento positivo, y, por tanto aumenta la presión interior.

45 La Fig. 11 es un diagrama explicativo de la Bibliografía 1 de Patente que ilustra un cambio de la presión en la cámara de compresión del compresor conectado al expansor con un eje. La presión en la cámara de compresión del compresor cambia durante el proceso representado mediante flechas en la Fig. 11. Como se mencionó anteriormente, el compresor es un compresor de desplazamiento positivo, y, por tanto, la presión aumenta en el interior. Por lo tanto, para poner en marcha el compresor, se necesita una energía de compresión que ascienda al área C ilustrada en la Fig. 1. Es decir, incluso cuando el lado de succión y el lado de descarga del compresor es derivado, como se ilustra en la Bibliografía 1 de Patente, existirá una "energía negativa". Por tanto, en algunos casos, la "energía negativa" resulta mayor que la "energía positiva" obtenida en el expansor, y aumenta la posibilidad de que el expansor no se ponga en marcha.

50

Además, la puesta en marcha de los expansores y de los compresores está influenciada por la fricción estática que actúa sobre los cojinetes de empuje, los cojinetes radiales, y similares de los expansores y de los compresores. Esta fricción estática es mayor que la fricción cinética que actúa sobre los cojinetes de empuje, los cojinetes radiales, y similares mientras que se accionan los expansores y los compresores. Por lo tanto, para poner en marcha los expansores y los compresores, se requerirá también una "energía positiva" que compense la fricción estática que actúa sobre los cojinetes de empuje, los cojinetes radiales, y similares de los expansores y los compresores, y la puesta en marcha de los expansores y de los compresores resulta incluso más inestable.

Por ejemplo, en un compresor de voluta, para reducir la carga aplicada al cojinete de empuje (la fricción que actúa sobre el cojinete de empuje), se introduce normalmente un refrigerante en un proceso de compresión hacia el interior de la parte trasera de la voluta oscilante. Por ejemplo, en un expansor de voluta, para reducir la carga aplicada al cojinete de empuje (la fricción que actúa sobre el cojinete de empuje), se introduce normalmente un refrigerante dentro de la parte trasera de la voluta oscilante. Sin embargo, estos métodos de reducción de la carga aplicada al cojinete de empuje (la carga que actúa sobre el cojinete de empuje) están hechos bajo la suposición de que el cojinete de empuje está rotando. Esto es, los métodos son para reducir la fricción cinética que actúa sobre el cojinete de empuje. Por consiguiente, no será posible esperar que la fricción estática que actúa sobre el cojinete de voluta se reduzca mientras esté en un estado en el que la voluta oscilante esté suspendida (un estado en el que la presión para reducir la carga de empuje no esté actuando sobre la parte trasera de la voluta oscilante). Si la presión para reducir la carga de empuje está actuando sobre la parte trasera mientras la voluta oscilante está suspendida, es la presión debida a la filtración del refrigerante desde la cámara de expansión o la cámara de compresión. En estos expansores y compresores, el efecto de mejora del rendimiento durante un estado estable en el que la voluta oscilante esté oscilando disminuirá notablemente, y el objetivo principal (la expansión y compresión del refrigerante) no se logrará.

Además, si el expansor o el compresor fallan al ponerse en marcha una vez, y se atasca de manera mecánica (se bloquea), sería necesaria una fuente de accionamiento tal como un motor para ser rotado con un par de torsión que supere el bloqueo. De manera alternativa, para cancelar el bloqueo, la fuente de accionamiento necesita ser rotada ligeramente hacia atrás. En cualquier caso, no son métodos de puesta en marcha fiables.

Además, en el aparato de ciclo de refrigeración de la Bibliografía 2 de Patente anteriormente mencionada, la puesta en marcha del expansor es facilitada mediante el aumento de la diferencia de presión entre el lado de succión y el lado de descarga del expansor. Sin embargo, el expansor se diseña normalmente en base al estado estable. Esto es, un expansor no se diseña bajo la suposición de que la puesta en marcha del expansor se llevará a cabo en un estado en el que la diferencia de presión del lado de entrada y del lado de salida del expansor es pequeña.

Por consiguiente, cuando fluye un refrigerante con una alta densidad (con líneas isopícnicas de baja densidad) hacia el interior del expansor, como se muestra en la Fig. 12, la diferencia de presión en la cámara de expansión resulta grande, y, por tanto, el refrigerante se sobre expande. De manera específica, la energía recuperada por el expansor de manera desventajosa resulta una energía (energía negativa) que corresponde a "el área F – el área G", y se produce el problema de que el expansor es incapaz de continuar funcionando.

Se puede considerar un expansor diseñado con atención a su puesta en marcha, pero entonces, la expansión resulta insuficiente durante el funcionamiento estable y no se puede obtener el efecto de una mejora del rendimiento adecuada, y no se puede lograr el objetivo principal.

El documento EP-A-1 411 309 describe un aparato de ciclo de refrigeración según el preámbulo de la reivindicación 1.

La presente invención se ha hecho para solucionar al menos uno de los problemas anteriores y un objetivo de la invención es, en un aparato de ciclo de refrigeración que recupera energía con un expansor, obtener un aparato de ciclo de refrigeración que sea capaz de poner en marcha de manera fiable un expansor comparado con los aparatos de ciclo de refrigeración convencionales.

#### Solución al Problema

Un aparato de ciclo de refrigeración según la invención incluye un circuito refrigerante que tiene las características de la reivindicación 1.

#### Efectos ventajosos de la invención

Se proporciona un aparato de ciclo de refrigeración según la invención con un dispositivo de regulación de la presión que mantiene la presión en el lado de descarga del segundo compresor inferior a la presión en el lado de succión del segundo compresor al menos hasta que el segundo compresor se ponga en marcha. Por lo tanto, se reduce la energía de compresión comparada con los aparatos de ciclo de refrigeración convencionales, y el expansor puede ser puesto en marcha de manera fiable comparado con los aparatos de ciclo de refrigeración convencionales.

Además, se proporciona el aparato de ciclo de refrigeración según la invención con un dispositivo de facilitación de la puesta en marcha del expansor que controla la densidad del refrigerante que fluye hacia el interior del expansor de manera tal que la presión en el lado de descarga del expansor sea inferior que la presión en el lado de entrada del expansor al menos hasta que el expansor sea puesto en marcha. Por consiguiente, incluso cuando el expansor se pone en marcha en un estado en el que la diferencia de presión es pequeña entre el lado de entrada y el lado de salida del expansor, se puede evitar que fluya el refrigerante de alta densidad hacia el interior del expansor. Por lo tanto, se puede poner en marcha el expansor de manera fiable comparado con los aparatos de ciclo de refrigeración convencionales.

### Breve descripción de los dibujos

- 5 [Fig. 1] La Fig. 1 es un diagrama de circuito refrigerante de un aparato de ciclo de refrigeración de la Realización 1.
- [Fig. 2] La Fig. 2 es un diagrama de circuito refrigerante que muestra un flujo de refrigerante durante un estado estable del aparato de ciclo de refrigeración de la Realización 1.
- [Fig. 3] La Fig. 3 es un diagrama de circuito refrigerante que muestra un flujo de refrigerante durante una puesta en marcha del aparato de ciclo de refrigeración de la Realización 1.
- 15 [Fig. 4] La Fig. 4 es un diagrama explicativo que ilustra un cambio de presión en una cámara de expansión de un expansor durante la puesta en marcha del expansor de la Realización 1.
- [Fig. 5] La Fig. 5 es un diagrama explicativo que ilustra un cambio de presión en una cámara de compresión de un segundo compresor durante la puesta en marcha del segundo compresor de la Realización 1.
- 20 [Fig. 6] La Fig. 6 es otro diagrama de circuito refrigerante del aparato de ciclo de refrigeración de la Realización 1 de la invención.
- [Fig. 7] La Fig. 7 es aún otro diagrama de circuito refrigerante del aparato de ciclo de refrigeración de la Realización 1 de la invención.
- [Fig. 8] La Fig. 8 es un diagrama de circuito refrigerante de un aparato de ciclo de refrigeración de la Realización 2.
- 25 [Fig. 9] La Fig. 9 es un diagrama de circuito refrigerante que muestra un flujo refrigerante durante un estado estable del aparato de ciclo de refrigeración de la Realización 2.
- [Fig. 10] La Fig. 10 es un diagrama de circuito refrigerante que muestra un flujo refrigerante durante la puesta en marcha del aparato de ciclo de refrigeración de la Realización 2.
- [Fig. 11] La Fig. 11 es un diagrama explicativo que ilustra un cambio de presión en una cámara de compresión de un compresor conectado a un expansor con un eje mostrado en la Bibliografía 1 de Patente.
- 30 [Fig. 12] La Fig. 12 es un diagrama explicativo que ilustra un cambio de presión en una cámara de expansión cuando fluye un refrigerante de alta densidad hacia el interior del expansor durante la puesta en marcha del expansor mostrada en la Bibliografía 2 de Patente.

### Descripción de la Realización

#### Realización 1

35 La realización de la invención se describirá ahora con referencia a los dibujos

La Fig. 1 es un diagrama de circuito refrigerante de un aparato de ciclo de refrigeración de la Realización 1 de la invención.

40 Un aparato 1 de ciclo de refrigeración usa dióxido de carbono como refrigerante e incluye un primer compresor 2, un segundo compresor 3, un radiador 4, un expansor 5, y un evaporador 6 conectados en orden con una tubería de refrigerante. Además, se conectan un eje de accionamiento del segundo compresor 3 y un eje de accionamiento del expansor 5 con un eje 7. Observe que el radiador 4 y el evaporador 6 se pueden disponer en números plurales.

45 El primer compresor 2 está equipado con, por ejemplo, un motor que es accionado con un suministro de energía eléctrica, y es capaz de accionarse de manera independiente. El segundo compresor 3 es un compresor de desplazamiento positivo y es accionado mediante la energía recuperada por el expansor 5. El expansor 5 es un expansor de desplazamiento positivo y suministra la energía recuperada durante la expansión del refrigerante al segundo compresor 3. De manera adicional, en la vecindad del radiador 4, se proporciona un ventilador 4a que envía aire (medio de calor), el cual intercambia calor con el refrigerante que fluye en el radiador 4, hasta el radiador 4. En la vecindad del evaporador 6, se proporciona un ventilador 6a que envía aire (medio de calor), que intercambia calor con el refrigerante que fluye en el evaporador 6, hasta el evaporador 6.

Observe que el radiador 4 corresponde a un primer intercambiador de calor en la invención. Además el evaporador 6 corresponde a un segundo intercambiador de calor en la invención. El ventilador 4a corresponde con un dispositivo de envío del medio de calor.

5 En el aparato 1 de ciclo de refrigeración, se proporciona también una válvula 10 de retención y una derivación. La válvula 10 de retención se dispone entre el radiador 5 y el expansor 5, y regula que fluya el refrigerante desde el expansor 5 hasta el radiador 4. Se conecta un extremo de la derivación 8 entre el compresor 2 y el segundo compresor 3, y se conecta el otro extremo entre la válvula 10 de retención y el expansor 5. Esta válvula 8 se proporciona con una válvula 9 de encendido-apagado que cierra y abre la derivación 8.

10 De manera adicional, el aparato 1 de ciclo de refrigeración se dispone con un sensor 21 de temperatura en el lado de descarga del segundo compresor 3, el sensor 21 de temperatura sirve como un dispositivo de medición de la temperatura del refrigerante.

Un controlador 100 controla la velocidad de rotación del motor equipado en el primer compresor 2, la velocidad de rotación del ventilador 4a, la velocidad de rotación del ventilador 6a, y el cierre y la apertura de la válvula 9 de encendido-apagado. Este controlador 100 también recibe el valor de detección del sensor 21 de temperatura.

15 <Descripción del funcionamiento>

Se hará la descripción del funcionamiento del aparato 1 de ciclo de refrigeración configurado como anteriormente. Primero, se describirá el funcionamiento del aparato 1 de ciclo de refrigeración durante una operación estable. Después, se describirá el funcionamiento del aparato 1 de ciclo de refrigeración durante una puesta en marcha.

(Funcionamiento durante la operación estable)

20 Se describirá el funcionamiento del aparato 1 de ciclo de refrigeración durante la operación estable.

La Fig. 2 es un diagrama del circuito de refrigerante que muestra el flujo de refrigerante durante el estado estable del aparato de ciclo de refrigeración según la Realización 1 de la invención. Durante el estado estable, la válvula 9 de encendido-apagado está en un estado cerrado. Esto es, en el estado estable, el refrigerante no está habilitado para fluir en la derivación 8. Observe que en la Fig. 2, la tubería por la que fluye el refrigerante se representa con líneas gruesas.

25 El refrigerante que se ha comprimido en un refrigerante de media presión y alta temperatura en el primer compresor 2 se descarga desde el primer compresor 2. Este refrigerante a media presión y alta temperatura se comprime en el segundo compresor 3 a un estado de alta presión y alta temperatura (estado súper crítico), y fluye hacia el interior del radiador 4. El refrigerante que ha fluido hacia el interior del radiador 4 transfiere el calor al aire enviado por el ventilador 4a y se convierte en un refrigerante a alta presión y baja temperatura. Este refrigerante a alta presión y baja temperatura pasa a través de la primera válvula 10 de retención y fluye hacia el interior del expansor 5. El refrigerante que ha fluido hacia el interior del expansor 5 se descomprime en un refrigerante a baja presión con una baja sequedad. Durante este proceso de descompresión, el expansor 5 recupera la energía. Entonces, la energía recuperada se suministra al segundo compresor 3 a través del eje 7. El refrigerante a baja presión con una baja sequedad que ha fluido hacia fuera del expansor 5 fluye hacia el interior del evaporador 6. El refrigerante que ha fluido hacia el interior del evaporador 6 recibe el calor del aire enviado desde el ventilador 6a y se convierte en un refrigerante a baja presión con una alta sequedad o un refrigerante en gas súper calentado a baja presión. El refrigerante que ha fluido hacia fuera del evaporador 6 se succiona hacia el interior del primer compresor 2.

30 Ya que la energía recuperada por el expansor 5 se usa como energía de compresión en el segundo compresor 3, la energía requerida en el primer compresor es reducida en la cantidad de energía recuperada. Por lo tanto, el aparato 1 de ciclo de refrigeración logra ahorrar energía.

(Funcionamiento durante la puesta en marcha)

A continuación, se describirá el funcionamiento del aparato 1 de ciclo de refrigeración durante la puesta en marcha.

35 La Fig. 3 es un diagrama de circuito refrigerante que muestra el flujo de refrigerante durante la puesta en marcha del aparato de ciclo de refrigeración de la Realización 1 de la invención. Durante la puesta en marcha, la válvula 9 de encendido-apagado está en un estado abierto. Esto es, en la puesta en marcha, se habilita el refrigerante para fluir en la derivación 8. Observe que en la Fig. 3, la tubería en la que fluye el refrigerante se representa con líneas gruesas.

40 Durante la puesta en marcha, ya que el segundo compresor 3 aún está suspendido, el refrigerante que ha sido comprimido a un refrigerante de media presión y alta temperatura en el primer compresor 2 fluye a través de la derivación 8 y alcanza el expansor 5. En este momento, la válvula 10 de retención evita que el refrigerante que fluye hacia fuera de la derivación 8 fluya hasta el radiador 4 y el lado de descarga del segundo compresor 3. De manera específica, durante el estado en el que el segundo compresor 3 está suspendido, la presión en el lado de succión del

segundo compresor 3 es la presión del refrigerante que se ha descargado del primer compresor 2, que es mayor que la presión en el lado de descarga del segundo compresor 3.

5 Observe que durante el estado en el que el segundo compresor 3 está suspendido, incluso si no se proporciona la válvula 10 de retención, la presión en el lado de succión del segundo compresor 3 es mayor que la presión en el lado de descarga del segundo compresor 3. El tiempo para que el segundo compresor 3 se ponga en marcha después de que el primer compresor 2 sea puesto en marcha es de unos pocos segundos (con el aparato 1 de ciclo de refrigeración de la Realización 1, aproximadamente dos o tres segundos, por ejemplo). Por consiguiente, el refrigerante que fluye en el lado de descarga del segundo compresor 3 se almacena en el radiador 4 (el radiador 4 que sirve como un almacenamiento intermedio), y por lo tanto el aumento de presión en el lado de descarga del  
10 segundo compresor 3 se afloja.

Esto es, la derivación 8 y la válvula 9 de encendido-apagado son los dispositivos de regulación de la presión de la invención. En la Realización 1, se proporciona la válvula 10 de retención para obtener de manera fiable la diferencia de presión entre el lado de succión del segundo compresor 3 y la presión del lado de descarga del mismo.

15 Además, con la puesta en marcha del primer compresor 2, el refrigerante en el lado de salida del expansor 5 es succionado hacia el interior del primer compresor 2 a través del evaporador 6. De manera específica, cuando el expansor 5 está en un estado suspendido, la presión en el lado de descarga del expansor 5 resulta menor que la del lado de entrada del expansor 5. Además, ya que el refrigerante que fluye hacia el interior del lado de entrada del expansor 5 es un refrigerante que no ha pasado a través del radiador 4, el refrigerante es de densidad baja. Esto es, la derivación 8 y la válvula 9 de encendido-apagado son el dispositivo de facilitación de la puesta en marcha del  
20 expansor de la invención. Observe que durante el estado en el que el segundo compresor 3 está suspendido, incluso si no se proporciona la válvula 10 de retención, el refrigerante que fluye hacia el interior del lado de entrada del expansor 5 es un refrigerante de baja densidad que no ha pasado a través del radiador 4. Por consiguiente, la válvula 10 de retención no tiene que ser un elemento constituyente del dispositivo de facilitación de la puesta en marcha del expansor.

25 Cuando la diferencia de presión entre la presión en el lado de entrada del expansor 5 y la presión en el lado de salida del expansor 5 (de aquí en adelante referido como “diferencia de presión del expansor 5”) resulta grande, el expansor 5 se pone en marcha (se inicia el accionamiento).

En este momento, la presión en la cámara de expansión del expansor 5 es como se muestra en la Fig. 4.

30 La Fig. 4 es un diagrama explicativo que ilustra un cambio de presión en una cámara de expansión del expansor durante la puesta en marcha del expansor según la Realización 1 de la invención. La presión en la cámara de expansión del expansor 5 cambia durante el proceso representado por las flechas en la Fig. 4. Además, con propósitos de referencia, el cambio de presión en la cámara de expansión durante la puesta en marcha del expansor según la Bibliografía 2 de Patente será representado con una línea rota.

35 Ya que la diferencia de presión del expansor 5 durante la puesta en marcha es menor que la diferencia de presión del expansor 5 durante el estado estable, el refrigerante se sobre expande ligeramente, pero se puede obtener la energía (energía positiva) correspondiente a “el área D – el área E”. Por tanto, se puede continuar el accionamiento del expansor 5.

Mientras tanto, la presión de la cámara de compresión del segundo compresor 3 que se conecta al expansor 5 a través del eje 7 cambia como se muestra en la Fig. 5.

40 La Fig. 5 es un diagrama explicativo que ilustra un cambio de presión en la cámara de compresión del segundo compresor durante la puesta en marcha del segundo compresor según la Realización 1 de la invención. La presión en la cámara de compresión del segundo compresor 3 cambia durante el proceso representado por las flechas en la Fig. 5.

45 Ya que la presión en el lado de succión del segundo compresor 3 es mayor que la presión en el lado de descarga del mismo (la presión es inversa), se súper comprime. La energía de compresión en este momento es la energía correspondiente a “el área A – el área B”, y es menor que la del aparato de ciclo de refrigeración convencional que igual la presión en el lado de descarga y en el lado de succión del compresor) Bibliografía 1 de Patente, por ejemplo). Por consiguiente, es más fácil poner en marcha el segundo compresor 3 que el aparato de ciclo de refrigeración convencional. Además, dependiendo del grado de presión inversa, se puede obtener una recuperación correspondiente al área B – el área A. La energía en proporción a esto contribuirá a una puesta en marcha estable  
50 del segundo compresor 3.

Una vez que el expansor 5 y el segundo compresor 3 se han puesto en marcha, es posible continuar el accionamiento del expansor 5 y del segundo compresor 3 incluso cuando la válvula 9 de encendido-apagado está cerrada. Sin embargo, en la Realización 1, para continuar de manera fiable el accionamiento del expansor 5 y del  
55 segundo compresor 3, la válvula 9 de encendido-apagado está en un estado abierto hasta que el aparato 1 de ciclo de refrigeración es capaz de funcionar en el estado estable.

- 5 Más específicamente, el controlador 100 controla la válvula 9 de encendido-apagado como a continuación. Cuando el segundo compresor 3 se acciona de manera continua, la temperatura del refrigerante descargado desde el segundo compresor 3 asciende. De manera adicional, la presión en el lado de descarga del segundo compresor 3 resulta mayor o igual que la presión en el lado de succión. Esto es, es posible hacer funcionar el aparato 1 de ciclo de refrigeración en el estado estable.
- 10 En el aparato 1 de ciclo de refrigeración, se detecta la temperatura del refrigerante descargado desde el segundo compresor 3 con el sensor 21 de temperatura. Además, el controlador 100 determina que el aparato 1 de ciclo de refrigeración es capaz de funcionar en el estado estable cuando la temperatura de detección del sensor 21 de temperatura esté por encima o sea igual que un determinado valor umbral, y cierra la válvula 9 de encendido-apagado.
- 15 Observe que incluso si se produce un retraso en la determinación de que el aparato 1 de ciclo de refrigeración es capaz de funcionar en el estado estable, ya que se proporciona la válvula 10 de retención, el refrigerante fluye hasta el expansor 5 sin que ascienda repentinamente la presión de descarga del segundo compresor 3.
- 20 Por consiguiente, es posible poner en marcha de manera fiable el aparato 1 de ciclo de refrigeración sin el funcionamiento de un dispositivo de protección para la alta presión y la alta temperatura.
- 25 Como se describe anteriormente, en el aparato 1 de ciclo de refrigeración anteriormente configurado, la presión en el lado de succión del segundo compresor 3 se hace para ser mayor que la presión en el lado de descarga del mismo al menos hasta que el segundo compresor 3 se ponga en marcha. Además, al menos hasta que el expansor 5 se ponga en marcha, la presión en el lado de salida del expansor 5 se hace para ser menor que la presión en el lado de entrada del expansor 5, y se hace para que el refrigerante que fluye hasta el lado interior del expansor 5 sea de baja densidad. Por consiguiente, es posible poner en marcha el segundo compresor 3 y el expansor 5 de manera más fiable que el aparato de ciclo de refrigeración convencional.
- 30 Observe que, no hace falta decir que simplemente por hacer que la presión en el lado de entrada del segundo compresor 3 sea mayor que la presión en el lado de salida del segundo compresor 3, el segundo compresor 3 y el expansor 5 se pueden poner en marcha de manera más fiable comparado con los aparatos de ciclo de refrigeración convencionales. Además, no hace falta decir que simplemente por hacer que la presión en el lado de salida del expansor 5 sea menor que la presión en el lado de entrada del expansor 5, el segundo compresor 3 y el expansor 5 se pueden poner en marcha de manera más fiable comparado con los aparatos de ciclo de refrigeración convencionales.
- 35 Además, la invención se puede realizar proporcionando una válvula de cuatro vías en el aparato de ciclo de refrigeración para que los flujos de refrigerante se puedan cambiar.
- 40 La Fig. 6 es otro diagrama de un circuito de refrigerante del aparato de ciclo de refrigeración según la Realización 1 de la invención. En este aparato 51 de ciclo de refrigeración, se dispone una válvula 14 de cuatro vías en un lado de salida de un segundo compresor 3. Con esta válvula 14 de cuatro vías, se cambia un paso de un refrigerante descargado desde un segundo compresor 3 entre un paso que fluye hasta un radiador 4 y un paso que fluye hasta un evaporador 6. Además, la válvula 14 de cuatro vías cambia el paso del refrigerante que fluye hacia el interior de un primer compresor 2 entre el paso desde el evaporador 6 y el paso desde el radiador 4. Observe que cuando el refrigerante descargado desde el segundo compresor 3 fluye hacia el interior del evaporador 6 (cuando el refrigerante fluye desde el radiador 4 hacia el interior del primer compresor 2), el radiador 4 se convierte en un evaporador, y el evaporador 6 se convierte en un radiador.
- 45 Además, se dispone una válvula 15 de cuatro vías en un lado de entrada de un expansor 5. La válvula 15 de cuatro vías cambia el paso del refrigerante que fluye hacia el interior del expansor 5 entre un paso desde el radiador 4 y un paso desde el evaporador 6.
- 50 Cuando el aparato de ciclo de refrigeración anterior se usa en un aparato de acondicionamiento de aire, el aparato de acondicionamiento de aire será capaz de llevar a cabo tanto la operación de enfriamiento como la operación de calentamiento.
- 55 Observe que ya que el expansor 5 es del tipo de desplazamiento positivo, el refrigerante se puede habilitar sólo para fluir en una dirección. Por lo tanto se puede proporcionar una válvula 10 de retención en la vecindad del puerto de entrada del expansor 5, y se puede proporcionar una derivación 8 entre la válvula 10 de retención y el expansor 5.
- De manera adicional, para aumentar más la eficiencia energética del aparato de ciclo de refrigeración de la Realización 1, se puede proporcionar un enfriador intermedio 22 entre el primer compresor 2 y el segundo compresor 3. Observe que en la Fig. 7, se muestra un caso ejemplar en el que el enfriador intermedio 22 se dispone en el aparato 1 de ciclo de refrigeración.
- Enfriando un refrigerante a media presión y alta temperatura que se ha descargado desde el primer compresor 2, la inclinación de la línea isoentrópica de este refrigerante en el gráfico de Mollier resulta abrupta. Esto es, la energía

requerida para que el segundo compresor 3 comprima el refrigerante se puede reducir. Observe que la parte que conecta de la derivación 8 entre el primer compresor 2 y el segundo compresor 3 puede estar en el lado ascendente del enfriador intermedio 22 o en el lado descendente del enfriador intermedio 22. En el último caso, se puede suprimir un aumento de presión repentino de la presión de descarga del primer compresor 2 hasta que el expansor 5 se ponga en marcha. Este efecto se puede lograr reemplazando una válvula 9 de encendido-apagado con una válvula de control de flujo y mediante el control del grado de apertura de la válvula de control de flujo.

Además, en la Realización 1, el medio de calor que intercambia el calor con el radiador 4 y el evaporador 6 es aire, pero se puede usar otros medios de calor. Por ejemplo, el medio de calor que intercambia el calor con el radiador 4 puede ser agua, y se puede usar el aparato de ciclo de refrigeración según la Realización 1 para suministrar agua caliente. Además, el medio de calor que intercambia calor con el radiador 4 y el evaporador 6 puede ser agua o agua salada, y este medio de calor puede ser transportado al espacio acondicionado para acondicionar el aire del espacio acondicionado.

Además, en la Realización 1, se usa dióxido de carbono, que tiene un potencial de reducción del ozono nulo y tiene un extraordinariamente pequeño potencial de calentamiento global comparado con el clorofluorocarbono, pero el tipo de refrigerante es arbitrario. Sin embargo, la eficiencia operativa (COP) del aparato de ciclo de refrigeración que emplea dióxido de carbono es inferior comparada con los aparatos de ciclo de refrigeración que usan refrigerantes convencionales. Por lo tanto, es altamente ventajoso emplear la invención con un aparato de ciclo de refrigeración que use dióxido de carbono. Observe que al usar un refrigerante que no está comprimido en un estado súper crítico, el radiador 4 funciona como un condensador.

Además, en la Realización 1, aunque el expansor 5 y el segundo compresor 3 están conectados mecánicamente (con el eje 7), el expansor 5 y el segundo compresor 3 se pueden conectar eléctricamente. Por ejemplo, el expansor 5 puede estar conectado a un generador de energía, y la energía recuperada por el expansor 5 se puede convertir en energía eléctrica que se suministra al segundo compresor 3.

Además, en la Realización 1, aunque el aparato 1 de ciclo de refrigeración (aparato 51 de ciclo de refrigeración) determina si es capaz de un funcionamiento estable mediante el uso del sensor 21 de temperatura, se puede usar un sensor de presión para determinar si es capaz el funcionamiento estable o no. Más específicamente, se puede disponer un sensor de presión en tanto el lado de descarga como el lado de succión del segundo compresor 3. De manera adicional, cuando los valores de detección de estos sensores de presión estén por encima o sean iguales que cierto valor umbral, el aparato 1 de ciclo de refrigeración (aparato 51 de ciclo de refrigeración) puede determinar que es posible un funcionamiento estable.

#### Realización 2

La invención se puede realizar no sólo en el aparato de ciclo de refrigeración ilustrado en la Realización 1, sino que se puede realizar en un aparato de ciclo de refrigeración con una configuración como a continuación, por ejemplo. Observe que a menos que se indique lo contrario, la Realización 2 es la misma que la Realización 1.

La Fig. 8 es un diagrama de circuito de refrigerante de un aparato de ciclo de refrigeración de la Realización 2 de la invención. Un aparato 52 de ciclo de refrigeración según la Realización 2 es diferente que el aparato 1 de ciclo de refrigeración según la Realización 1 en los siguientes puntos. Otras configuraciones del aparato 52 de ciclo de refrigeración son la misma que la del aparato 1 de ciclo de refrigeración.

Primero, la ubicación del primer compresor 2 y del segundo compresor 3 son opuestas. Además se proporciona una válvula 13 de retención en lugar de la válvula 10 de retención. Además, se proporcionan una derivación 11 y una válvula 12 de encendido-apagado que reemplazan la derivación 8 y la válvula 9 de encendido-apagado.

La válvula 13 de retención se dispone entre un expansor 5 y un evaporador 6, y regula que el refrigerante fluya desde el evaporador 5 hasta el expansor 5.

Un extremo de la derivación 11 está conectado entre el segundo compresor 3 y el primer compresor 2, y el otro extremo se conecta entre el expansor 5 y la válvula 13 de retención. Esta derivación 11 se proporciona con la válvula 12 de encendido-apagado que cierra y abre la derivación 11.

#### <Descripción del funcionamiento>

Se hará la descripción del funcionamiento del aparato 52 de ciclo de refrigeración configurado como anteriormente. Primero, se describirá el funcionamiento del aparato 52 de ciclo de refrigeración durante una operación estable, Después, se describirá el funcionamiento del aparato 52 de ciclo de refrigeración durante la puesta en marcha.

(Funcionamiento durante la operación estable)

Se describirá el funcionamiento del aparato 52 de ciclo de refrigeración durante la operación estable.

La Fig. 9 es un diagrama de circuito de refrigerante que muestra un flujo de refrigerante durante una operación estable del aparato de ciclo de refrigeración de la Realización 2 de la invención. Durante el estado estable, la válvula 12 de encendido-apagado está en un estado cerrado. Esto es, en el estado estable, no se habilita que el refrigerante fluya en la derivación 11. Observe que en la Fig. 9, la tubería por la que fluye el refrigerante se representa por líneas gruesas.

El refrigerante que se ha comprimido en un refrigerante de media presión y alta temperatura en el segundo compresor 3 se descarga desde el segundo compresor 3. Este refrigerante a media presión y alta temperatura se comprime en el primer compresor 2 a un estado de alta presión y alta temperatura (estado súper crítico), y fluye hacia un radiador 4. El refrigerante que ha fluido hacia el radiador 4 transfiere el calor al aire enviado por un ventilador 4a y se convierte en un refrigerante de alta presión y baja temperatura. Este refrigerante de alta presión y baja temperatura fluye hacia el interior del expansor 5. El refrigerante que ha fluido hacia el interior del expansor 5 se descomprime en un refrigerante de baja presión con una sequedad baja. Durante este proceso de descompresión, el expansor 5 recupera energía. Después, la energía recuperada se suministra al segundo compresor 3 a través del eje 7. El refrigerante de baja presión con sequedad baja que ha fluido hacia fuera del expansor 5 fluye hacia el interior del evaporador 6 a través de la válvula 13 de retención. El refrigerante que ha fluido hacia el interior del evaporador 6 recibe el calor desde el aire enviado desde un ventilador 6a y se convierte en un refrigerante de baja presión con una sequedad alta o un refrigerante de gas súper calentado de presión baja. El refrigerante que ha fluido fuera del evaporador 6 es succionado hacia el interior del segundo compresor 3.

Ya que la energía recuperada por el expansor 5 se usa como energía de compresión en el segundo compresor 3, la energía requerida en el primer compresor es reducida por la cantidad de energía recuperada. Por lo tanto, el aparato 52 de ciclo de refrigeración logra ahorrar energía.

(Funcionamiento durante la puesta en marcha)

A continuación, se describirá el funcionamiento del aparato 1 de ciclo de refrigeración durante la puesta en marcha.

La Fig. 10 es un diagrama de circuito de refrigerante que muestra un flujo de refrigerante durante la puesta en marcha del aparato de ciclo de refrigeración de la Realización 2 de la invención. Durante la puesta en marcha, la válvula 12 de encendido-apagado está en un estado abierto. Esto es, en la puesta en marcha, se habilita que el refrigerante fluya en la derivación 11. Además, el ventilador 4a que está enviando aire al radiador se detiene o tiene una velocidad de rotación (velocidad de giro) inferior que la del estado estable. Observe que en la Fig. 10, la tubería por la que fluye el refrigerante se representa con líneas gruesas.

El refrigerante que ha sido condensado en el primer compresor 2 pasa a través del radiador 4 y alcanza el expansor 5. Además, con la puesta en marcha del primer compresor 2, el refrigerante en el lado de salida del expansor 5 pasa a través de la derivación 11 y es succionado hacia el interior del primer compresor 2. Aquí, la válvula 13 de retención evita que el refrigerante en el lado de succión del segundo compresor 3 sea succionado hacia el interior del primer compresor 2. Esto es, durante la puesta en marcha en la cual el segundo compresor 3 es suspendido, la presión en el lado de succión del segundo compresor 3 resulta mayor que la presión en el lado de descarga del segundo compresor 3.

Observe que durante el estado en el que el segundo compresor 3 está suspendido, incluso si no se proporciona la válvula 13 de retención, la presión en el lado de succión del segundo compresor 3 es mayor que la presión en el lado de descarga del segundo compresor 3. El tiempo para que el segundo compresor 3 se ponga en marcha después del primer compresor 2 se haya puesto en marcha es de unos pocos segundos (con el aparato 52 de ciclo de refrigeración de la Realización 2, aproximadamente dos o tres segundos, por ejemplo). Por consiguiente, la mayoría del refrigerante que es succionado hacia el lado de succión del segundo compresor 3 es el refrigerante almacenado en el evaporador 6 (el evaporador 6 que sirve como un almacenamiento intermedio), y por lo tanto el aumento de presión en el lado de succión del segundo compresor 3 resulta flojo.

Esto es, la derivación 11 y la válvula 12 de encendido-apagado son el dispositivo de regulación de presión de la invención. En la Realización 2, para obtener de manera fiable la diferencia de presión entre el lado de succión del segundo compresor 3 y la presión del lado de descarga del mismo, se proporciona la válvula 13 de retención.

Esto es, cuando el expansor 5 está en un estado suspendido, la presión en el lado de descarga del expansor 5 resulta menor que la del lado de entrada del expansor 5. Además, ya que el refrigerante que fluye hacia el lado de entrada del expansor 5 intercambia una pequeña cantidad de calor en el radiador 4, el refrigerante es de baja densidad. Esto es, el controlador 100 que controla la derivación 11 y la válvula 12 de encendido-apagado, y la velocidad de rotación del ventilador 4a es el dispositivo de facilitación de la puesta en marcha del expansor de la invención. Observe que la válvula 13 de retención no tiene que ser un elemento constituyente del dispositivo de facilitación de la puesta en marcha del expansor.

Cuando la diferencia de presión del expansor 5 resulta grande, el expansor se pone en marcha (se inicia el accionamiento). En este momento, la presión en la cámara de expansión del expansor 5 es como se muestra en la Fig. 4 (la misma que la Realización 1). Ya que la diferencia de presión del expansor 5 durante la puesta en marcha

es menor que la diferencia de presión del expansor 5 durante el estado estable, el refrigerante se sobre expande ligeramente, pero se puede obtener la energía (energía positiva) correspondiente a “el área D – el área E”. Por lo tanto, se puede continuar el accionamiento del expansor 5.

5 Mientras tanto, la presión de la cámara de compresión del segundo compresor 3 que se conecta al expansor 5 a través del eje 7 cambia como se muestra en la Fig. 5 (la misma que la Realización 1). Ya que la presión en el lado de succión del segundo compresor 3 es mayor que la presión en el lado de descarga del mismo (la presión es inversa), se súper comprime. La energía de compresión en este momento es la energía correspondiente a “el área A – área B”, y es menor que la del aparato de ciclo de refrigeración convencional que iguala la presión en el lado de descarga y el lado de succión del compresor (Bibliografía 1 de Patente, por ejemplo). Por consiguiente, es más fácil  
10 poner en marcha el segundo compresor 3 que el aparato de ciclo de refrigeración convencional. Además, dependiendo del grado de presión inversa, se puede obtener una recuperación de energía correspondiente al área B - el área A. Una energía en proporción a esta contribuirá a la puesta en marcha estable del segundo compresor 3.

15 Una vez que el expansor 5 y el segundo compresor 3 se ponen en marcha, es posible continuar el accionamiento del expansor 5 y del segundo compresor 3 incluso cuando la válvula 12 de encendido-apagado está cerrada. Sin embargo, en la Realización 2, para continuar de manera fiable el accionamiento del expansor 5 y del segundo compresor 3, la válvula 12 de encendido-apagado está en un estado abierto hasta que el aparato 52 de ciclo de refrigeración es capaz de funcionar en el estado estable.

Más específicamente, el controlador 100 controla la válvula 12 de encendido-apagado como a continuación.

20 Cuando el segundo compresor 3 es continuamente accionado, la temperatura del refrigerante descargado desde el segundo compresor 3 asciende. De manera adicional, la presión en el lado de descarga del segundo compresor 3 resulta mayor o igual que la presión en el lado de succión. Esto es, es posible hacer funcionar el aparato 52 de ciclo de refrigeración en el estado estable.

25 En el aparato 52 de ciclo de refrigeración, se detecta la temperatura del refrigerante descargado desde el segundo compresor 3 con un sensor 21 de temperatura. Además, el controlador 100 determina que el aparato 1 de ciclo de refrigeración es capaz de funcionar en el estado estable cuando la temperatura de detección del sensor 21 de temperatura esté por encima o sea igual que un determinado valor umbral, y cierra la válvula 12 de encendido-apagado. Además, se cambia la velocidad de rotación del ventilador 4a a la velocidad de rotación para el estado estable. Se puede usar un sensor de presión para determinar si el aparato 52 de ciclo de refrigeración es capaz de funcionar de manera estable o no.

30 Observe que incluso si se produce un retraso en la determinación de que el aparato 52 de ciclo de refrigeración es capaz de funcionar en el estado estable, ya que se proporciona la válvula 13 de retención el refrigerante fluye hacia el expansor 5 sin que la presión de succión del segundo compresor 3 caiga de manera repentina. Por consiguiente, es posible poner en marcha el aparato 52 de ciclo de refrigeración de manera fiable sin el funcionamiento de un dispositivo de protección para una baja presión y una baja temperatura.

35 Como se describe anteriormente, en el aparato 52 de ciclo de refrigeración anteriormente configurado, se hace que la presión en el lado de succión del segundo compresor 3 sea mayor que la presión en el lado de descarga del mismo al menos hasta que el segundo compresor 3 se ponga en marcha. Además, al menos hasta que el expansor 5 se ponga en marcha, se hace que la presión en el lado de salida del expansor 5 sea menor que la presión en el lado de entrada del expansor 5, y se hace que el refrigerante que fluye hacia el lado de entrada del expansor 5 sea  
40 de baja densidad. Por consiguiente, es posible poner en marcha el segundo compresor 3 y el expansor 5 de manera más fiable que el aparato de ciclo de refrigeración convencional.

45 Observe que, no hace falta decir que simplemente haciendo que la presión en el lado de entrada del segundo compresor 3 sea mayor que la presión en el lado de salida del segundo compresor 3, el segundo compresor 3 y el expansor 5 se pueden poner en marcha de manera más fiable comparado con los aparatos de ciclo de refrigeración convencionales. Además, no hace falta decir que simplemente haciendo que la presión en el lado de salida del expansor 5 sea menor que la presión en el lado de entrada del expansor 5, el segundo compresor 3 y el expansor 5 se pueden poner en marcha de manera más fiable comparado con los aparatos de ciclo de refrigeración convencionales

Lista de signos de referencia

50 1 aparato de ciclo de refrigeración; 2 primer compresor; 3 segundo compresor; 4 radiador; 4a ventilador; 5 expansor; 6 evaporador; 6a ventilador; 7 eje; 8 derivación; 9 válvula de encendido-apagado; 10 válvula de retención; 11 derivación; 12 válvula de encendido-apagado; 13 válvula de retención; 14 válvula de cuatro vías; 15 válvula de cuatro vías; 21 sensor de temperatura; 22 enfriador intermedio; 51 aparato de ciclo de refrigeración; 52 aparato de ciclo de refrigeración; 100 controlador.

55

**REIVINDICACIONES**

1. Un aparato (1, 51, 52) de ciclo de refrigeración, que comprende:
- 5 un circuito refrigerante que conecta un primer compresor (2), un primer intercambiador de calor que sirve como un radiador (4) o un condensador, un expansor (5), y un segundo intercambiador de calor que sirve como un evaporador (6) en serie con una tubería;
- un segundo compresor (3) que está accionado por la energía recuperada por el expansor (5),
- en donde el segundo compresor (3) se dispone
- i) entre el primer compresor (2) y el primer intercambiador de calor en el circuito refrigerante; o
  - ii) entre el primer compresor (2) y el segundo intercambiador de calor en el circuito refrigerante;
- 10 caracterizado por que el segundo compresor (3) es un compresor de desplazamiento positivo,
- comprendiendo además el aparato (1) de ciclo de refrigeración un dispositivo de regulación de la presión que mantenga una presión en el lado de descarga del segundo compresor (3) para que sea inferior que la presión en el lado de succión del segundo compresor (3) al menos hasta que el segundo compresor (3) sea puesto en marcha,
- en donde el dispositivo de regulación de la presión incluye:
- 15 una derivación (8, 11) que tiene un extremo conectado entre el primer compresor (2) y el segundo compresor (3) y el otro extremo conectado entre el primer intercambiador de calor y el expansor (5); y una válvula (9, 12) de encendido-apagado proporcionada en la derivación (8, 11) y en donde la válvula (9, 12) de encendido-apagado se mantiene en un estado abierto al menos hasta que el segundo compresor (3) se ponga en marcha.
- 20 2. El aparato (1) de ciclo de refrigeración de la alternativa i) de la reivindicación 1, que comprende además una válvula (10) de retención proporcionada en una posición, que está más cercana al primer intercambiador de calor que el punto de conexión de la derivación (8), en un paso entre el primer intercambiador de calor y el expansor (5), regulando la válvula (10) de retención el flujo de refrigerante hasta el primer intercambiador de calor.
- 25 3. El aparato (1) de ciclo de refrigeración de la alternativa ii) de la reivindicación 1, que comprende además una válvula (13) de retención proporcionada en una posición, que está más cercana al segundo intercambiador de calor que el punto de conexión de la derivación (11), en un paso entre el segundo intercambiador de calor y el expansor (5), regulando la válvula (13) de retención el flujo de refrigerante hasta el expansor (5).
4. El aparato (1) de ciclo de refrigeración de la alternativa i) de la reivindicación 1, que comprende además un dispositivo de envío de medio de calor que envía un medio de calor, el cual intercambia calor con el refrigerante que fluye en el primer intercambiador de calor, al primer intercambiador de calor, en donde
- 30 al menos hasta que el segundo compresor (3) sea puesto en marcha, se reduce la velocidad de rotación del dispositivo de envío de medio de calor por debajo de la velocidad de rotación objetivo o se detiene el dispositivo de envío de medio de calor.
5. El aparato (1) de ciclo de refrigeración de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde el refrigerante que fluye en el circuito refrigerante es dióxido de carbono.
- 35



FIG. 3

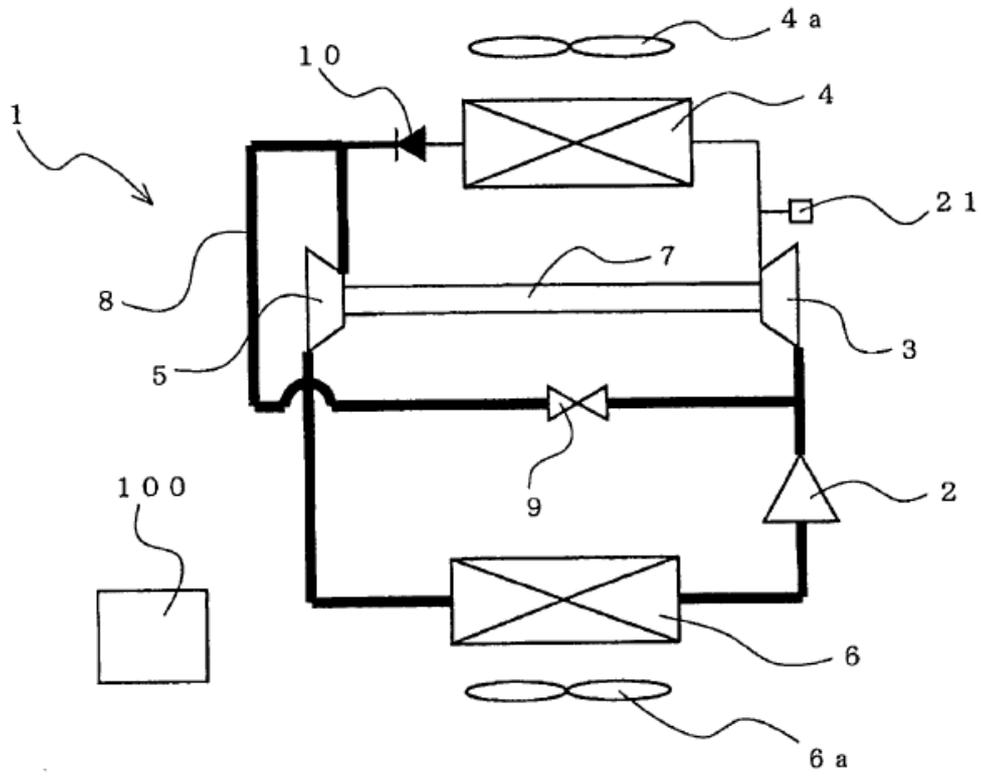


FIG. 4

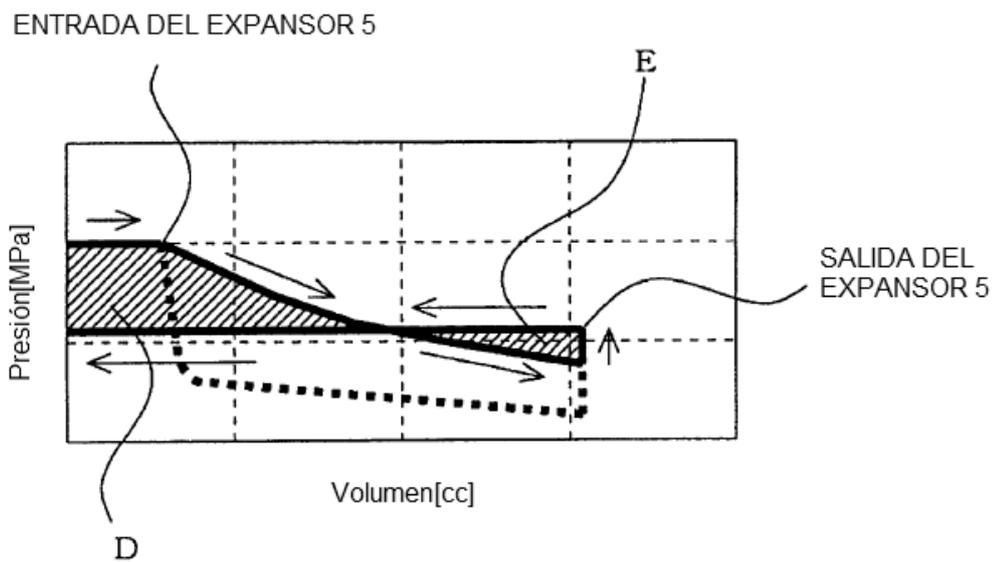


FIG. 5

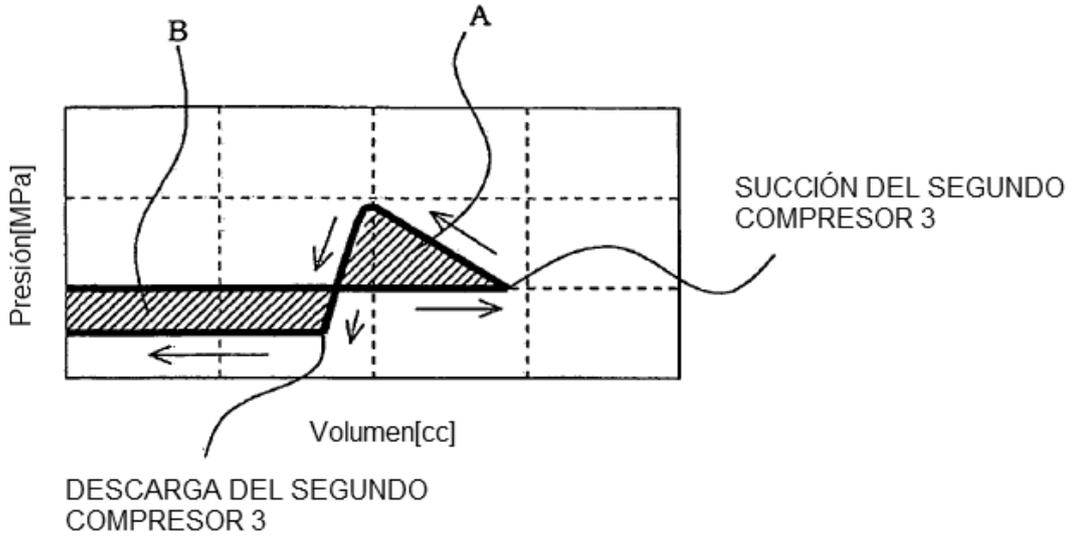


FIG. 6

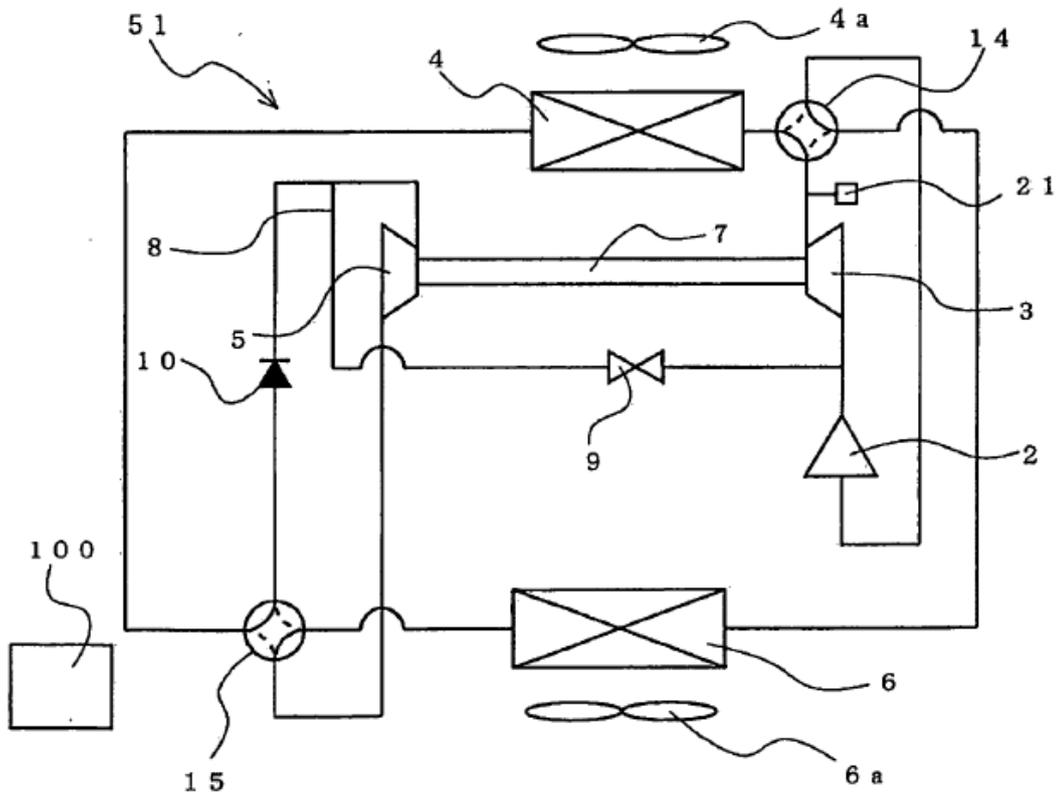




FIG. 9

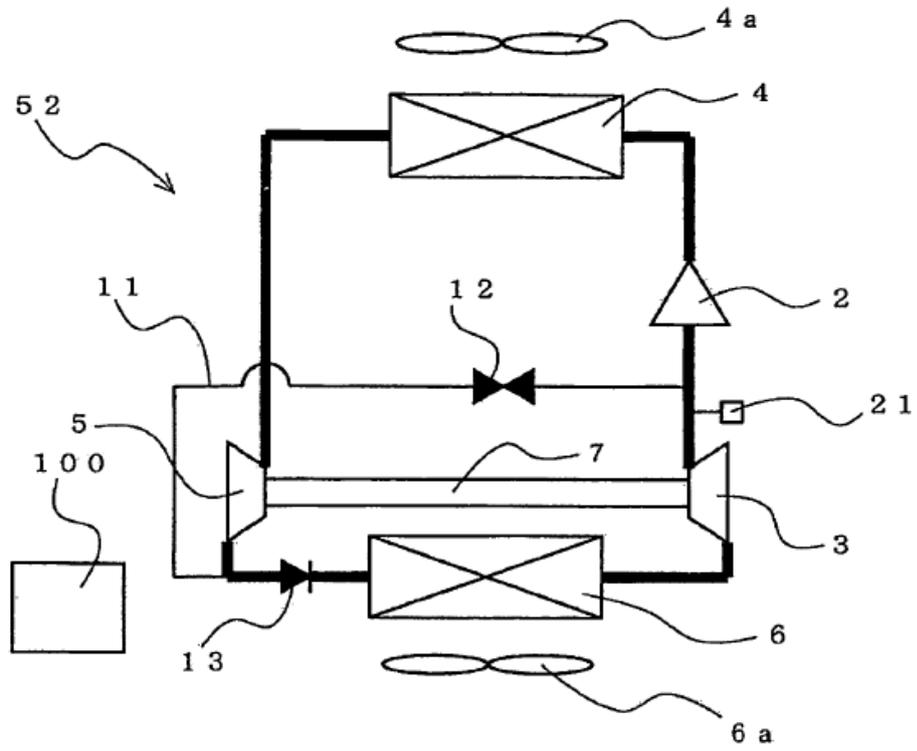


FIG. 10

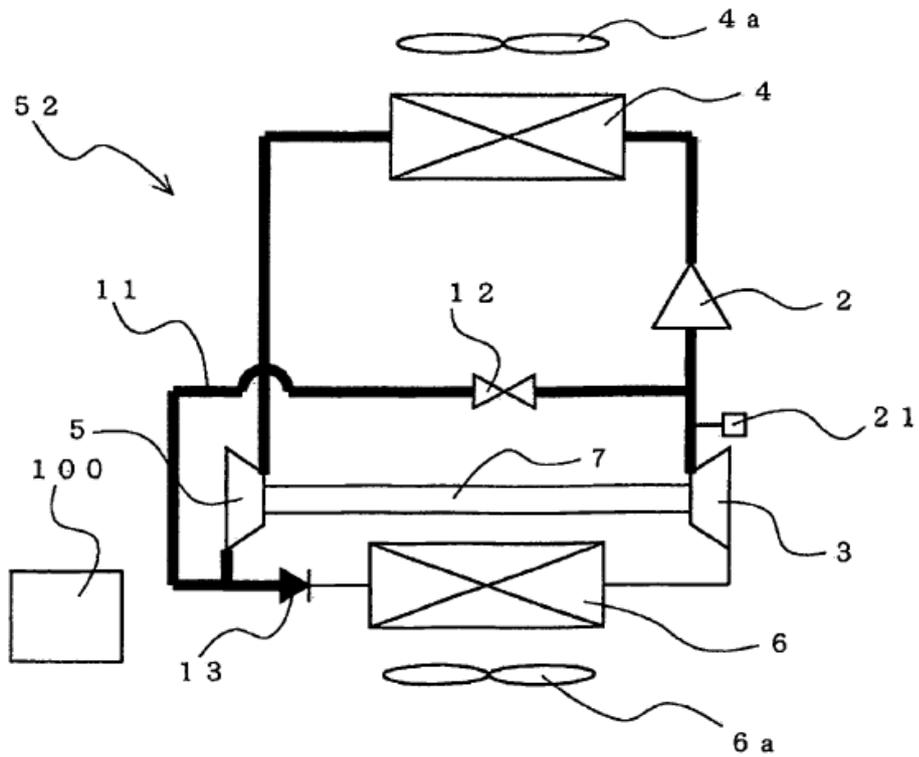


FIG. 11

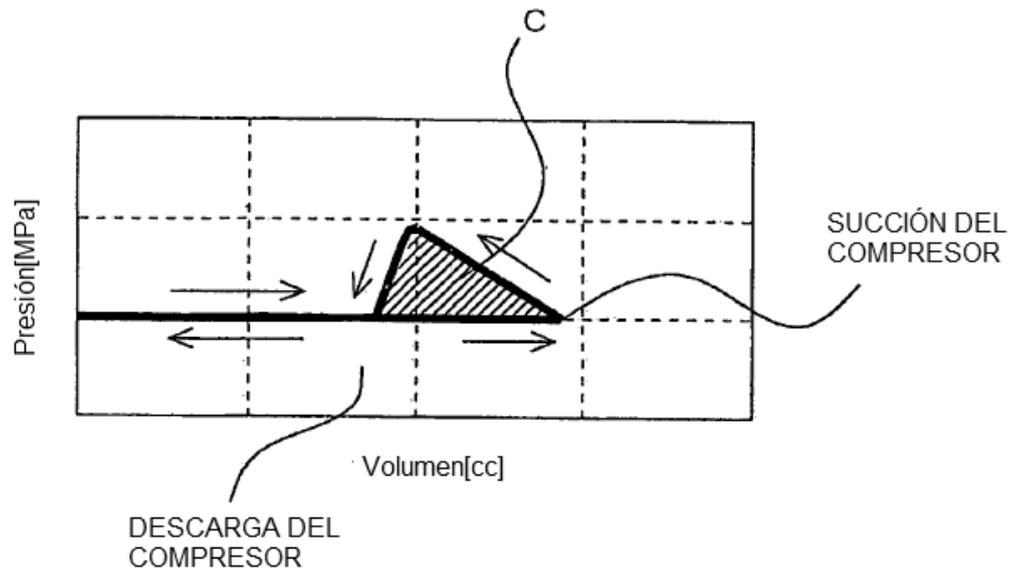


FIG. 12

