

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 548 077**

51 Int. Cl.:

F25B 9/00 (2006.01)

F25B 45/00 (2006.01)

F25B 9/06 (2006.01)

F25B 40/00 (2006.01)

F25B 25/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.08.2012 E 12820846 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.07.2015 EP 2602572**

54 Título: **Aparato de congelación de tipo cerrado y de circulación de gas y procedimiento de funcionamiento del mismo**

30 Prioridad:

26.08.2011 JP 2011185284

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

13.10.2015

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**ISHITSUKA, NOBUYA;
UEDA, KAZUTOSHI;
MURAOKA, SHINTARO;
TAKAHASHI, TOMOHISA;
HIRAGA, YOICHI;
TSUBATA, KOICHI y
WACHIDA, AKITO**

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 548 077 T3

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

DESCRIPCIÓN

Aparato de congelación de tipo cerrado y de circulación de gas y procedimiento de funcionamiento del mismo.

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a un sistema de refrigeración, normalmente un sistema de refrigeración por aire, que consigue un enfriamiento mediante el calor sensible de un refrigerante gaseoso circulante. Más particularmente, la invención se refiere a un sistema de refrigeración por gas de ciclo cerrado que permite el ajuste de la presión de gas refrigerante en un paso de gas refrigerante en el lado de entrada del compresor.

Técnica anterior

Se conocen sistemas de refrigeración por aire con aire como refrigerante de trabajo, en los que el aire se comprime a alta presión y alta temperatura mediante un compresor y se enfría mediante un enfriador que utiliza agua de enfriamiento y un intercambiador de calor de recuperación de energía fría, tras lo cual el aire se expande a baja presión y baja temperatura mediante un expansor accionado por el mismo árbol de accionamiento que el del compresor, para conseguir un enfriamiento mediante el calor sensible de este aire a baja temperatura y baja presión. Tales sistemas de refrigeración por aire presentan la ventaja de que respetan el medio ambiente porque no utilizan refrigerantes tales como CFC o amoníaco.

Estos tipos de sistemas de refrigeración por aire pueden clasificarse en sistemas de refrigeración por aire de ciclo abierto (a continuación en la presente memoria "sistema de ciclo abierto") que incluyen un extremo abierto a la atmósfera en un sistema de circulación de refrigerante de aire, y sistemas de refrigeración por aire de ciclo cerrado (a continuación en la presente memoria "sistema de ciclo cerrado") que presentan un sistema de circulación de refrigerante de aire cerrado a la atmósfera. Un sistema de ciclo abierto libera aire a baja temperatura desde una salida de expansor, por ejemplo, al interior de un refrigerador para enfriar los objetos que van a enfriarse con este aire a baja temperatura, y devuelve el aire que ha servido para refrigerar de vuelta a un paso de refrigerante de aire en el lado de entrada del compresor conectado a un orificio de entrada de compresor. Por tanto, la presión del refrigerante de aire en el paso de refrigerante de aire en el lado de entrada del compresor siempre se mantiene al nivel atmosférico. Un sistema de refrigeración por aire de ciclo cerrado, por otro lado, presenta un sistema de circulación de refrigerante de aire que está cerrado a la atmósfera, y está configurado para intercambiar calor a través de salmuera, es decir, se intercambia calor entre aire a baja temperatura en el lado de salida de un expansor y salmuera, y los objetos que van a enfriarse se enfrían con la salmuera enfriada. Por tanto, la presión de refrigerante de aire en el lado de entrada del compresor varía dependiendo del estado de funcionamiento y no es constante.

En un sistema de refrigeración por aire de ciclo cerrado, si empieza a funcionar a una presión atmosférica, el refrigerante de aire en el sistema de circulación de refrigerante de aire se enfría progresivamente, y con una disminución en el volumen, la presión del aire dentro del sistema de circulación de refrigerante de aire disminuye progresivamente, finalmente hasta un nivel negativo en el lado de entrada del compresor. Cuando ocurre esto, el rendimiento de compresión del compresor o rendimiento de enfriamiento del expansor pueden disminuir repentinamente, o el sistema puede funcionar mal. Por este motivo, un sistema de ciclo abierto y un sistema de ciclo cerrado no pueden implementarse mediante una máquina con las mismas especificaciones de diseño (tal como la presión), y son necesarias máquinas independientes que presenten diferentes especificaciones de diseño, lo que provoca un aumento en los costes.

Si la presión de refrigerante de aire en el lado de entrada del compresor del sistema de ciclo cerrado es ajustable, la presión puede hacerse igual al nivel atmosférico en el lado de entrada del compresor, lo que solucionará el problema de la disminución en el rendimiento de enfriamiento mencionada anteriormente. Además, una única máquina puede servir como sistema de ciclo cerrado y como sistema de ciclo abierto con la misma capacidad de presión, sin tener que preocuparse de que el rendimiento de enfriamiento pueda disminuir cuando la máquina se utiliza como sistema de ciclo cerrado.

El documento de patente 1, por ejemplo, da a conocer una técnica para hacer que la presión de refrigerante de aire sea ajustable en el lado de entrada del compresor.

El sistema del documento de patente 1 es de tipo de ciclo abierto, pero incluye medios para evitar la obstrucción del paso y para ajustar la presión, con lo que, en caso de una disminución anómala en la presión de entrada de compresor, se suministra aire seco al paso de refrigerante, y cuando la presión de entrada de compresor aumenta hasta el nivel atmosférico o por encima, se libera parte del refrigerante de aire al exterior.

El sistema dado a conocer en el documento de patente 1 es de tipo ciclo abierto, en el que se libera aire a baja temperatura procedente del lado de salida del expansor al interior del refrigerador. Aunque no es un sistema de ciclo cerrado, esta técnica permite que la presión de entrada de compresor permanezca más o menos al nivel atmosférico, con lo que puede conseguirse el objetivo de utilizar una única máquina con la misma capacidad de

presión como sistema de ciclo cerrado y como sistema de ciclo abierto.

Sin embargo, como este sistema incluye una unidad de introducción de aire seco y un paso de liberación de aire en el lado de entrada del compresor para el ajuste de presión, la presión del aire entrante y la presión del aire saliente tienden a compensarse entre sí, por lo cual a menudo puede resultar difícil un control de presión suave.

El documento de patente 2, por ejemplo, da a conocer una técnica para introducir aire seco que presenta un punto de rocío de aproximadamente -30°C procedente de un sistema de reabastecimiento de gas refrigerante a través de una trayectoria de introducción al interior de una trayectoria de entrada de compresor, que forma parte de una trayectoria de circulación de gas refrigerante en un sistema de refrigeración de ciclo cerrado.

Documento de patente 1: solicitud de patente japonesa abierta a consulta por el público n.º 2004-317081

Documento de patente 2: solicitud de patente japonesa abierta a consulta por el público n.º H10-47829

El sistema del documento de patente 2 es uno de tipo de ciclo cerrado (véase el párrafo [0019]) en el que se introduce aire seco que presenta un punto de rocío de aproximadamente -30°C en la trayectoria de entrada de compresor, tras lo cual la trayectoria de circulación de gas refrigerante se llena con gas hasta un nivel de aproximadamente $1\text{ kg/cm}^2\text{G}$, por ejemplo, antes de ponerse en marcha el compresor. Sin embargo, esto se aplica a un tipo específico de sistema de refrigeración, como se expone en el párrafo [0008], en el que una operación en la que se enfría un refrigerante con el gas refrigerante y otra operación en la que los objetos que van a enfriarse se refrigeran con el refrigerante circulante se realizan al mismo tiempo o en diferentes periodos de tiempo. Sólo se da a conocer la introducción de aire seco antes de ponerse en marcha el compresor, y no hay mención alguna de ajustar la presión en el lado de entrada del compresor.

El documento JP 2008 249 254 A da a conocer un sistema de refrigeración por gas de ciclo cerrado según el preámbulo de la reivindicación 1.

Divulgación de la invención

A partir de los problemas en las técnicas convencionales, un objetivo de la presente invención es realizar un sistema de refrigeración por gas de ciclo cerrado que utiliza aire o nitrógeno como refrigerante de trabajo, presenta una configuración sencilla y de bajo coste y permite el ajuste de la presión en el lado de entrada del compresor.

Para conseguir el objetivo anterior, se proporciona un sistema de refrigeración por gas de ciclo cerrado según la reivindicación 1.

En el sistema de la presente invención, aunque el sistema es uno de tipo de ciclo cerrado que presenta el sistema de suministro/descarga de gas refrigerante sellado sin ningún extremo abierto que conduzca al exterior, el gas refrigerante puede reabastecerse de manera fiable desde el depósito de expansión hasta el paso de gas refrigerante en el lado de entrada del compresor, y descargarse desde el paso de gas refrigerante en el lado de salida del compresor al interior del depósito de expansión, utilizando una diferencia de presión entre el lado de salida y el lado de entrada del compresor.

Puesto que el gas refrigerante se reabastece y descarga a través del depósito de expansión en un bucle de circulación cerrado, la presión de gas refrigerante en el paso de gas refrigerante en el lado de entrada del compresor puede ajustarse, mientras que el bucle de circulación cerrado se mantiene sin ninguna liberación innecesaria de gas refrigerante a la atmósfera. Con lo cual, la presión dentro del depósito de expansión puede mantenerse inferior a $0,2\text{ MPa}$ (manométrica).

Como resultado, el sistema de ciclo cerrado puede utilizarse también como un sistema de ciclo abierto que presenta especificaciones de diseño (tales como presión) equivalentes, con lo que puede conseguirse una reducción de costes.

El gas refrigerante no se disipa al exterior. Por tanto, no habrá pérdida de gas refrigerante, y como no se mezcla nada de aire externo en los pasos de gas refrigerante, nada de la humedad contenida en el gas externo se mezcla en el gas refrigerante. Por consiguiente, al tener el aire seco o el nitrógeno un punto de rocío inferior a la temperatura de funcionamiento del sistema de refrigeración en el depósito de expansión, el sistema puede hacerse funcionar siempre a una temperatura superior a la temperatura de punto de rocío del gas refrigerante, de modo que no se requiere sistema de deshumidificación alguno, y no se producirá el problema del aumento de pérdida de presión en los pasos de gas refrigerante debido a la congelación de un componente de agua contenido en el gas refrigerante. Además, con la utilización del sistema de suministro/descarga de gas refrigerante sellado, puede reducirse la pérdida de gas refrigerante.

Al mantenerse la presión de gas refrigerante en el depósito de expansión superior a la del paso de gas refrigerante en el lado de entrada del compresor e inferior a una presión manométrica de $0,2\text{ MPa}$, que es inferior a la presión de

gas refrigerante en el paso de gas refrigerante en el lado de salida del compresor, el sistema de ciclo cerrado puede configurarse a bajo coste incluso aunque el sistema presenta especificaciones de diseño equivalentes a las de un sistema de ciclo abierto, y también puede suministrarse el gas refrigerante desde el depósito de expansión hasta el paso de gas refrigerante en el lado de entrada del compresor, y descargarse del paso de gas refrigerante en el lado de salida del compresor al depósito de expansión, de manera suave.

En la presente invención, el sistema incluye una primera válvula de apertura/cierre prevista en el paso de conexión en el lado de entrada del compresor, una segunda válvula de apertura/cierre prevista en el paso de conexión en el lado de salida del compresor, y un controlador que recibe una señal de detección procedente del sensor de presión y que controla de ese modo la primera válvula de apertura/cierre y la segunda válvula de apertura/cierre, de manera que la presión de gas refrigerante en el paso de gas refrigerante en el lado de entrada del compresor se mantiene dentro del intervalo preestablecido.

En esta configuración, cuando la presión detectada por el sensor de presión pasa a ser inferior al intervalo preestablecido durante el funcionamiento del sistema, la primera válvula de apertura/cierre se abre para suministrar gas refrigerante al paso de gas refrigerante en el lado de entrada del compresor, mientras que, cuando la presión detectada por el sensor de presión pasa a ser superior al intervalo preestablecido, la segunda válvula de apertura/cierre se abre para recuperar un exceso de gas refrigerante del paso de gas refrigerante al interior del depósito de expansión. Con lo cual, la presión de gas refrigerante en el paso de gas refrigerante puede mantenerse de manera precisa dentro del intervalo preestablecido.

En el sistema de la presente invención, preferentemente, el depósito de expansión puede incluir un elemento hueco expansible en el que el gas se contiene herméticamente en una membrana hermética, hueca, expansible, expandiéndose y contrayéndose este elemento hueco expansible según la presión de gas refrigerante en el paso de gas refrigerante en el lado de entrada del compresor, de manera que la presión de gas refrigerante en el paso de gas refrigerante en el lado de entrada del compresor se mantiene dentro del intervalo preestablecido. Con lo cual, cuando la presión de gas refrigerante en el paso de gas refrigerante en el lado de entrada del compresor pasa a ser inferior al intervalo preestablecido, el elemento hueco expansible se expande automáticamente y suministra gas refrigerante al paso de gas refrigerante en el lado de entrada del compresor. Por el contrario, cuando la presión de gas refrigerante en el lado de entrada del compresor pasa a ser superior al intervalo preestablecido, el elemento hueco expansible se contrae automáticamente, ya que se ve presionado por el refrigerante de aire circundante, de modo que se recupera gas refrigerante del paso de gas refrigerante en el lado de entrada del compresor.

Con esta configuración, no es necesario proporcionar una válvula de reducción de presión o una válvula de apertura/cierre en el paso de gas refrigerante en el lado de entrada del compresor, y la presión de gas refrigerante en el paso de gas refrigerante puede mantenerse dentro del intervalo preestablecido sin requerir un control complejo del funcionamiento de la válvula, etc. La presión de gas refrigerante en el lado de entrada del compresor puede determinarse automáticamente estableciendo previamente el nivel de presión de gas en el elemento hueco expansible según el tamaño del depósito de expansión.

Un procedimiento de funcionamiento según la presente invención que utiliza el sistema descrito anteriormente de la presente invención incluye las etapas de detectar la presión de gas refrigerante en el paso de gas refrigerante en el lado de entrada del compresor con el sensor de presión; suministrar el gas refrigerante al paso de gas refrigerante en el lado de entrada del compresor desde el depósito de expansión cuando la presión de gas refrigerante pasa a ser inferior al intervalo preestablecido de manera que la presión de gas refrigerante vuelve a entrar en el intervalo preestablecido; y descargar el gas refrigerante del paso de gas refrigerante en el lado de salida del compresor al depósito de expansión cuando la presión de gas refrigerante pasa a ser superior al intervalo preestablecido de manera que la presión de gas refrigerante del paso de gas refrigerante en el lado de entrada del compresor (12a) vuelve a entrar en el intervalo preestablecido.

Con el procedimiento de la presente invención, a medida que el gas refrigerante se desplaza entre el sistema de suministro/descarga de gas refrigerante sellado y los pasos de gas refrigerante de ciclo cerrado a través del depósito de expansión, puede ajustarse la presión de gas refrigerante en el lado de entrada del compresor. Con lo cual, la presión dentro del depósito de expansión puede mantenerse inferior a 0,2 MPa (manométrica), que está fuera del intervalo de presión aplicable especificado por la Ley de Seguridad de Gases a Alta Presión (*High Pressure Gas Safety Act*) de Japón. No existe una pérdida de gas refrigerante ya que el gas no se libera a la atmósfera (el exterior), y no se mezcla nada de aire externo en los pasos de gas refrigerante. Con el gas seco sellado en el depósito de expansión, el sistema puede hacerse funcionar siempre a una temperatura de punto de rocío o superior del gas refrigerante, ya que nada de humedad en el gas externo se mezcla con el gas refrigerante. Por tanto, no se requiere sistema de deshumidificación alguno. Además, no habrá pérdida de gas refrigerante ya que el sistema utiliza el sistema de suministro/descarga de gas refrigerante sellado.

Según la presente invención, la presión de gas refrigerante en el depósito de expansión se mantiene superior a la presión de gas refrigerante en el paso de gas refrigerante en el lado de entrada del compresor e inferior a la del paso de gas refrigerante en el lado de salida del compresor (inferior a 0,2 MPa (manométrica)), con lo que la presión de gas refrigerante en el paso de gas refrigerante en el lado de entrada del compresor puede ajustarse de manera

suave. No es necesario instalar un sistema de deshumidificación, y puede suministrarse y descargarse de manera suave gas refrigerante a y desde los pasos de gas refrigerante. Además, incluso aunque el sistema es un tipo de ciclo cerrado, puede utilizarse también como un sistema de ciclo abierto que presenta especificaciones de diseño (tales como presión) equivalentes. Además, como la presión en el depósito de expansión puede mantenerse inferior a 0,2 MPa (manométrica), el sistema puede diseñarse a bajo coste.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un diagrama de sistema de un sistema de refrigeración por aire de ciclo cerrado según una primera forma de realización, en la que la presente invención se aplica a un sistema de refrigeración por aire; y

la figura 2 es un diagrama de sistema de un sistema de refrigeración por aire de ciclo cerrado según una segunda forma de realización, en la que la presente invención se aplica a un sistema de refrigeración por aire.

Mejor modo de poner en práctica la invención

Las formas de realización ilustradas de la presente invención se describirán con mayor detalle a continuación en la presente memoria. Debe apreciarse que, a menos que se especifique particularmente lo contrario, los tamaños, materiales, formas y disposición relativa o similar de componentes constitutivos descritos en estas formas de realización no pretenden limitar el alcance de esta invención.

(Forma de realización 1)

Haciendo referencia a la figura 1, se describirá una primera forma de realización en la que la presente invención se aplica a un sistema de refrigeración por aire. El sistema de refrigeración por aire de ciclo cerrado 10A según esta forma de realización mostrada en la figura 1 incluye pasos de refrigerante de aire 12a a 12f para que circule refrigerante de aire, y una unidad 14 de compresión/expansión, un intercambiador de calor refrigerado por agua 16, un intercambiador de calor con recuperación de calor 18, y un enfriador de salmuera 20 dispuestos en estos pasos de refrigerante de aire 12a a 12f. La unidad 14 de compresión/expansión incluye un compresor 22, un motor 24 y un expansor 26. El compresor 22 y el expansor 26 están acoplados a un árbol giratorio 24a del motor 24 para girar de manera coaxial.

En el orificio de salida del compresor 22 está conectado un paso de refrigerante de aire en el lado de salida del compresor 12b, que está conectado a la entrada de un paso de alta temperatura del intercambiador de calor refrigerado por agua 16. La salida del paso de alta temperatura está conectada a un paso de refrigerante de aire 12c, y el otro extremo del paso de refrigerante de aire 12c está conectado a la entrada de un paso de alta temperatura del intercambiador de calor con recuperación de calor 18. La salida del paso de alta temperatura está conectada a un paso de refrigerante de aire 12d, y el otro extremo del paso de refrigerante de aire 12d está conectado a la entrada del expansor 26.

La salida del expansor 26 está conectada a un paso de refrigerante de aire 12e, y el otro extremo del paso de refrigerante de aire 12e está conectado a la entrada del enfriador de salmuera 20. Un paso de refrigerante de aire 12f está conectado a la salida del enfriador de salmuera 20, y el otro extremo del paso de refrigerante de aire 12f está conectado a la entrada de un paso de baja temperatura del intercambiador de calor con recuperación de calor 18. La salida del paso de baja temperatura está conectada a un paso de refrigerante de aire en el lado de entrada del compresor 12a, y el otro extremo del paso de refrigerante de aire en el lado de entrada del compresor 12a está conectado al orificio de entrada del compresor 22.

Un paso de circulación de agua de enfriamiento 28 está conectado a la entrada y salida del paso de baja temperatura del intercambiador de calor refrigerado por agua 16. Una torre 30 de enfriamiento, una bomba 32, y una válvula de control de flujo 34 están dispuestas en el paso de circulación de agua de enfriamiento 28. El agua de enfriamiento se enfría en la torre 30 de enfriamiento, y se hace circular en el sentido de las flechas mediante la bomba 32. El agua es tal como agua de pozo o agua industrial se repone según sea necesario en el paso de circulación de agua de enfriamiento 28.

Un paso de circulación de salmuera 36 está dispuesto dentro del enfriador de salmuera 20. El paso de circulación de salmuera 36 está conectado a tuberías 38 de intercambio de calor dispuestas dentro de un refrigerador 40.

También se proporciona un depósito de expansión sellado 51 que contiene refrigerante de aire a una presión de al menos el nivel atmosférico y que no presenta orificio abierto alguno al exterior. El depósito de expansión 51 se comunica con el paso de refrigerante de aire en el lado de entrada del compresor 12a a través de un paso de conexión (para reponer) en el lado de entrada del compresor 52, y con el paso de refrigerante de aire en el lado de salida del compresor 12b a través de un paso de conexión (para recuperar) en el lado de salida del compresor 54. Una válvula de reducción de presión 56 y un solenoide 58 están previstos en el paso de conexión (para reponer) en el lado de entrada del compresor 52, mientras que un solenoide 60 está previsto en el paso de conexión (para recuperar) en el lado de salida del compresor 54. El depósito de expansión 51 se llena con aire seco o nitrógeno que

presenta un punto de rocío inferior a la condición de temperatura de funcionamiento del sistema de refrigeración. La presión interna del depósito de expansión 51 se establece superior a la del refrigerante de aire en el paso de refrigerante de aire en el lado de entrada del compresor 12a e inferior a la del refrigerante de aire en el paso de refrigerante de aire en el lado de salida del compresor 12b.

5 Un sensor 62 de presión que detecta la presión del refrigerante de aire está previsto en el paso de refrigerante de aire en el lado de entrada del compresor 12a. Un controlador 64 recibe una señal de detección del sensor 62 de presión y controla los solenoides 58 y 60 para abrir y cerrar. El depósito de expansión 51, paso de conexión en el lado de entrada del compresor 52, paso de conexión en el lado de salida del compresor 54, y sus dispositivos asociados constituyen un sistema de suministro/descarga de refrigerante de aire sellado 50.

15 En esta configuración, el refrigerante de aire se comprime mediante el compresor 22 y se descarga a alta temperatura y alta presión. El refrigerante de aire a alta temperatura, alta presión se enfría primariamente mediante el agua de enfriamiento en el intercambiador de calor refrigerado por agua 16. El refrigerante de aire refrigerado primariamente se enfría secundariamente mediante el refrigerante de aire que ha vuelto del enfriador de salmuera 20 en el intercambiador de calor con recuperación de calor 18. El refrigerante de aire enfriado secundario se expande mediante el expansor 26 y se convierte en un refrigerante de aire a muy baja temperatura, baja presión.

20 El refrigerante de aire a baja temperatura, baja presión se suministra al enfriador de salmuera 20 a través del paso de gas refrigerante 12e, donde intercambia calor con la salmuera que circula en el paso de circulación de salmuera 36 para enfriar la salmuera. La salmuera así enfriada se envía a las tuberías 38 de intercambio de calor dentro del refrigerador 40 para enfriar la atmósfera dentro del refrigerador 40 hasta, por ejemplo, de -50°C a -100°C. Por tanto, se refrigera el objeto que va a enfriarse tal como los alimentos almacenados en el refrigerador 40. El refrigerante de aire, tras haber servido para enfriar la salmuera en el enfriador de salmuera 20, se desplaza a través del paso de refrigerante de aire 12f, y alcanza el intercambiador de calor con recuperación de calor 18. En el interior del intercambiador de calor con recuperación de calor 18 intercambia calor con el refrigerante de aire que va a enviarse al expansor 26 y enfría el mismo, tras lo cual se envía al orificio de entrada del compresor 22 a través del paso de refrigerante de aire en el lado de entrada del compresor 12a.

30 Una vez que el sistema de refrigeración por aire de ciclo cerrado 10A empieza a funcionar, el refrigerante de aire en los pasos de refrigerante de aire 12d a 12f se enfría progresivamente, y al mismo tiempo se reduce su volumen. Con una disminución en el volumen, la densidad del refrigerante de aire aumenta. La presión del refrigerante de aire en los pasos de refrigerante de aire 12a, 12e y 12f se reduce progresivamente. En el paso de refrigerante de aire en el lado de entrada del compresor 12a, la presión se vuelve negativa, que es inferior al intervalo preestablecido. Por tanto, cuando el sensor 62 de presión detecta esto, el controlador 64 abre el solenoide 58. Tras ello, el refrigerante de aire sellado en el depósito de expansión 51 se suministra al paso de refrigerante de aire en el lado de entrada del compresor 12a a través del paso de conexión (para reponer) en el lado de entrada del compresor 52 para hacer que la presión del refrigerante de aire en el paso de refrigerante de aire en el lado de entrada del compresor 12a vuelva a entrar dentro del intervalo preestablecido.

40 Un aumento de presión del refrigerante de aire en el paso de refrigerante de aire en el lado de entrada del compresor 12a debido a, por ejemplo, un aumento en la temperatura ambiente del sistema de refrigeración puede hacer que el sistema no pueda iniciar su funcionamiento. Por tanto, cuando el sensor 62 de presión detecta que la presión de refrigerante de aire ha superado un intervalo preestablecido, el controlador 64 abre el solenoide 60. Tras ello, el refrigerante de aire en el paso de refrigerante de aire en el lado de salida del compresor 12b se devuelve al depósito de expansión 51 a través del paso de conexión (para recuperar) en el lado de salida del compresor 54 para hacer que la presión del refrigerante de aire en el paso de refrigerante de aire en el lado de entrada del compresor 12a vuelva a entrar dentro del intervalo preestablecido.

50 Según esta forma de realización, la presión de refrigerante de aire en el paso de refrigerante de aire en el lado de entrada del compresor 12a del sistema de refrigeración por aire de ciclo cerrado 10A puede ajustarse para que permanezca dentro de un intervalo preestablecido, de modo que la máquina puede utilizarse también como un sistema de refrigeración por aire de ciclo abierto. Esto significa que una única máquina de refrigeración por aire puede servir como sistema de ciclo cerrado y sistema de ciclo abierto, y además, puesto que la presión dentro del depósito de expansión 51 puede mantenerse inferior a 0,2 MPa (manométrica), el coste puede reducirse.

60 Puesto que el refrigerante de aire se desplaza entre el sistema de suministro/descarga de refrigerante de aire sellado 50 y el paso de refrigerante de aire en el lado de entrada del compresor 12a, no existe una pérdida alguna de refrigerante de aire, y nada de aire externo se mezcla con el gas refrigerante. Como nada de la humedad contenida en el aire externo se mezcla con el gas refrigerante, el sistema puede hacerse funcionar siempre a una temperatura de punto de rocío o superior del gas refrigerante. Por tanto, no se requiere sistema de deshumidificación alguno. Además, ya que el refrigerante de aire no se descarga al exterior, no existe una pérdida del mismo.

65 Como el refrigerante de aire se suministra del depósito de expansión 51 al paso de refrigerante de aire en el lado de entrada del compresor 12a a baja presión, y el refrigerante de aire en el paso de refrigerante de aire en el lado de

salida del compresor 12b se descarga del mismo al depósito de expansión a baja presión 51 a través del paso de conexión (para recuperar) en el lado de salida del compresor 54, puede suministrarse y descargarse de manera suave refrigerante de aire a y desde estos pasos de refrigerante de aire.

5 El sensor 62 de presión detecta la presión del refrigerante de aire en el paso de refrigerante de aire en el lado de entrada del compresor 12a y el controlador 64 controla los solenoides 58 y 60 para abrir y cerrar de modo que la presión permanece dentro del intervalo preestablecido. La presión de refrigerante de aire en el paso de refrigerante de aire en el lado de entrada del compresor 12a se mantiene por tanto de manera precisa dentro del intervalo preestablecido.

10 Aunque en esta forma de realización se utiliza aire como gas refrigerante, en lugar de aire puede utilizarse gas nitrógeno. En este caso, el gas nitrógeno está sellado en el depósito de expansión 51.

15 El controlador 64 también puede controlar el grado de apertura de la válvula de control de flujo 34 para regular la cantidad de flujo de agua de enfriamiento que fluye en el paso de circulación de agua de enfriamiento 28 con el fin de ajustar el rendimiento de enfriamiento del intercambiador de calor refrigerado por agua 16.

(Forma de realización 2)

20 A continuación se describirá haciendo referencia a la figura 2, una segunda forma de realización en la que la presente invención se aplica a un sistema de refrigeración por aire. Un sistema de refrigeración por aire de ciclo cerrado 10B de esta realización incluye un elemento hueco expansible 74 que contiene gas g en una membrana hermética hueca expansible y está dispuesta dentro de un depósito de expansión 72 que forma un sistema de suministro/descarga de refrigerante de aire sellado 70. La membrana hermética puede estar realizada en caucho, por ejemplo, y el gas g sellado dentro del elemento hueco expansible 74 puede ser aire o nitrógeno.

25 El sistema de suministro/descarga de refrigerante de aire sellado 70 en esta forma de realización no incluye la válvula de reducción de presión 56 y el solenoide 58 de la primera forma de realización en el paso de conexión en el lado de entrada 52. El controlador 64 abre y cierra el solenoide 60 según una señal de detección recibida del sensor 62 de presión. La estructura es, por lo demás, igual a la de la primera forma de realización descrita anteriormente.

35 En esta forma de realización, cuando la presión de refrigerante de aire en el paso de refrigerante de aire en el lado de entrada del compresor 12a disminuye, la membrana hermética hueca 72 se expande automáticamente y suministra refrigerante de aire al paso de refrigerante de aire en el lado de entrada del compresor 12a a través del paso de conexión (para reponer) en el lado de entrada del compresor 52. Por el contrario, cuando la presión de refrigerante de aire en el paso de refrigerante de aire en el lado de entrada del compresor 12a aumenta, el elemento hueco expansible 74 se contrae automáticamente, ya que se resulta presionado por el refrigerante de aire circundante, de modo que se recupera refrigerante de aire del paso de refrigerante de aire en el lado de entrada del compresor 12a.

40 Si la presión de refrigerante de aire en el paso de refrigerante de aire en el lado de entrada del compresor 12a es todavía superior al intervalo preestablecido incluso con la expansión y contracción del elemento hueco expansible 74, el controlador 64 abre el solenoide 60 para recuperar refrigerante de aire de vuelta al elemento hueco expansible 74 a través del paso de conexión (para recuperar) en el lado de salida del compresor 54, de modo que la presión de refrigerante de aire en el paso de refrigerante de aire en el lado de entrada del compresor 12a vuelve a entrar en el intervalo preestablecido.

45 Con esta configuración, de manera similar a la primera forma de realización, la presión de refrigerante de aire en el paso de refrigerante de aire en el lado de entrada del compresor 12a puede ajustarse, y además, no es necesario proporcionar una válvula de reducción de presión o una válvula de apertura/cierre en el paso de refrigerante de aire en el lado de entrada del compresor 12a. Existe por tanto la ventaja de un coste inferior ya que el sistema de suministro/descarga de refrigerante de aire sellado 70 no requiere un control complejo para el funcionamiento de estas válvulas. La presión de refrigerante de aire en el paso de refrigerante de aire en el lado de entrada del compresor 12a puede determinarse automáticamente estableciendo previamente el nivel de presión de gas en el elemento hueco expansible 74 según el tamaño del depósito de expansión 72.

Aplicabilidad industrial

60 Según la presente invención, la presión de gas refrigerante en un depósito de expansión se mantiene inferior a 0,2 MPa (manométrica), que es superior a la presión de gas refrigerante en un paso de gas refrigerante en el lado de entrada del compresor e inferior a la de un paso de gas refrigerante en el lado de salida del compresor, con lo que puede realizarse un sistema de refrigeración por gas de ciclo cerrado de bajo coste que permite el ajuste de la presión de gas refrigerante en el paso de gas refrigerante en el lado de entrada del compresor.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de refrigeración por gas de ciclo cerrado, que comprende:

5 un compresor (22) y un expansor (26) acoplados a un único árbol de salida (24a) de un dispositivo de accionamiento (24);

un enfriador (16) que enfría el gas refrigerante en un lado de salida del compresor (22);

10 un enfriador de salmuera (20) que enfría salmuera con el gas refrigerante compuesto por aire o gas nitrógeno y que enfría con salmuera un objeto que debe enfriarse;

15 un intercambiador de calor de recuperación de energía fría (18) que enfría además el gas refrigerante enfriado por el enfriador (16) con el gas refrigerante que vuelve del enfriador de salmuera (20); y un sistema de suministro/descarga de gas refrigerante sellado (50) formado por un depósito de expansión (51) que contiene herméticamente un gas refrigerante que presenta una presión de por lo menos una presión atmosférica y una presión manométrica inferior a 0,2 MPa,

20 un paso de conexión del lado de entrada del compresor (52) que conecta el depósito de expansión (51) y un paso de gas refrigerante del lado de entrada del compresor (12a), y una primera válvula de apertura/cierre (58) prevista en el paso de conexión del lado de entrada del compresor (12a), caracterizado por que el sistema comprende además:

25 un paso de conexión del lado de salida del compresor (54) que conecta el depósito de expansión (51) y un paso de gas refrigerante del lado de salida del compresor (12b);

un sensor (62) de presión que detecta una presión de gas refrigerante que fluye en el paso de gas refrigerante del lado de entrada del compresor (12a);

30 una segunda válvula de apertura/cierre (60) prevista en el paso de conexión del lado de salida del compresor (12b); y

35 un controlador (64) que recibe una señal de detección del sensor de presión y que controla así la primera válvula de apertura/cierre (58) y la segunda válvula de apertura/cierre (60), de manera que la presión de gas refrigerante en el paso de gas refrigerante del lado de entrada del compresor (12a) es mantenida dentro de un intervalo preestablecido,

40 en el que se suministra un gas refrigerante desde el depósito de expansión (51) al paso de gas refrigerante del lado de entrada del compresor (12a) a través del paso de conexión del lado de entrada del compresor (52), y se descarga desde el paso de gas refrigerante del lado de salida del compresor (12b) al depósito de expansión (51) a través del paso de conexión del lado de salida del compresor (54) mientras que el sensor (62) de presión detecta la presión de gas refrigerante en el paso de gas refrigerante del lado de entrada del compresor (12a), de manera que la presión de gas refrigerante en el paso de gas refrigerante del lado de entrada del compresor (12a) es mantenida dentro del intervalo preestablecido.

45 2. Sistema de refrigeración por gas de ciclo cerrado según la reivindicación 1, caracterizado por que el controlador (64) controla la primera válvula de apertura/cierre (58) y la segunda válvula de apertura/cierre (60) de manera que la presión de gas refrigerante del paso de gas refrigerante del lado de entrada del compresor (12a) es igual a una presión atmosférica.

50 3. Sistema de refrigeración por gas de ciclo cerrado según la reivindicación 2, caracterizado por que cuando un valor detectado del sensor (62) de presión es igual a una presión atmosférica, el gas refrigerante en un lado de salida del expansor (26) se libera al interior de un refrigerador (40) y el sistema de refrigeración por gas de ciclo cerrado conmuta a un sistema de refrigeración por aire de ciclo abierto que devuelve el refrigerante en el refrigerador (40) al paso de gas refrigerante del lado de entrada del compresor (12a).

60 4. Sistema de refrigeración por gas de ciclo cerrado según la reivindicación 1, en el que el depósito de expansión (51) incluye un elemento hueco expansible en el que está contenido herméticamente un gas en una membrana hermética, hueca, expansible (74), y el elemento hueco expansible se expande y contrae según la presión de gas refrigerante en el paso de gas refrigerante del lado de entrada del compresor (12a), de manera que la presión de gas refrigerante en el paso de gas refrigerante del lado de entrada del compresor (12a) es mantenida dentro del intervalo preestablecido.

65 5. Procedimiento de funcionamiento del sistema de refrigeración por gas de ciclo cerrado según la reivindicación 1, que comprende las etapas de:

detectar la presión de gas refrigerante en el paso de gas refrigerante del lado de entrada del compresor (12a) con el sensor (62) de presión;

5 suministrar el gas refrigerante al paso de gas refrigerante del lado de entrada del compresor (12a) desde el depósito de expansión (51) a través del paso de conexión del lado de entrada del compresor (52) cuando la presión de gas refrigerante deviene inferior al intervalo preestablecido de manera que la presión de gas refrigerante vuelva a caer en el intervalo preestablecido; y

10 descargar el gas refrigerante del paso de gas refrigerante del lado de salida del compresor (12b) al depósito de expansión (51) a través del paso de conexión del lado de salida del compresor (54) cuando la presión de gas refrigerante deviene superior al intervalo preestablecido de manera que la presión de gas refrigerante del paso de gas refrigerante del lado de entrada del compresor (12a) vuelva a caer en el intervalo preestablecido.

Fig. 1



