

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 369 480**

51 Int. Cl.:
F04C 23/00 (2006.01)
F04C 18/356 (2006.01)
F04C 29/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **03251521 .5**
96 Fecha de presentación: **13.03.2003**
97 Número de publicación de la solicitud: **1344938**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **17.09.2003**

54 Título: **COMPRESOR ROTATORIO DE ETAPAS MÚLTIPLES Y SISTEMA DEL CIRCUITO DE REFRIGERACIÓN.**

30 Prioridad:
13.03.2002 JP 2002068926
01.04.2002 JP 2002098556
13.03.2002 JP 2002068883

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.12.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.12.2011

73 Titular/es:
SANYO ELECTRIC CO., LTD.
5-5, KEIHANHONDORI 2-CHOME
MORIGUCHI-SHI, OSAKA 570-8677, JP

72 Inventor/es:
Matsumoto, Kenzo;
Tsuda, Noriyuki;
Yamasaki, Haruyuki;
Sato, Kazuya y
Tadano, Masaya

74 Agente: **Pons Ariño, Ángel**

ES 2 369 480 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

Compresor rotativo multietapa y sistema del circuito de refrigeración

CAMPO DE LA INVENCION

5 La invención se refiere a un compresor rotativo del tipo de compresión multietapa (en lo sucesivo denominado como compresor rotativo multietapa) que comprende un elemento eléctrico en una carcasa con revestimiento hermético, y primeros y segundos elementos de compresión rotativos que son impulsados por un elemento eléctrico, donde un refrigerante que es comprimido por el primer elemento de compresión rotativo y es descargado, es extraído hacia y es comprimido y descargado por el segundo elemento de compresión rotativo, y con un sistema de circuito de refrigeración que utiliza el compresor rotativo multietapa.

10 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

15 En un compresor rotativo multietapa convencional de este tipo, por ejemplo, en un compresor rotativo multietapa de un tipo de presión intermedia interna, por ejemplo, como se describió en los documentos JP-H 2-294586 y JP-H 2-294587, tenidos en cuenta para representar el documento de la técnica anterior más cercano, y un sistema del circuito de refrigeración que utiliza el compresor rotativo multietapa, se extrae un refrigerante hacia una cámara de baja presión de un cilindro a través del puerto de succión de un primer elemento de compresión rotativo (mecanismo de compresión de primera etapa), y se comprime durante la operación de un rodillo y un álabe y se transforma en un refrigerante que tiene una presión intermedia (en lo sucesivo denominado como refrigerante de presión intermedia) y el refrigerante de presión intermedia se descarga de una cámara de alta presión del cilindro a una carcasa con revestimiento hermético a través de un puerto de descarga y una cámara de eliminación de ruido.

20 Se extrae el refrigerante de presión intermedia hacia la carcasa con revestimiento hermético hacia la cámara de baja presión del cilindro a través de un puerto de succión de un segundo elemento de compresión rotativo (mecanismo de compresión de segunda etapa), donde este se somete a unas compresiones de segunda etapa durante la operación del rodillo y el álabe y se transforma en un refrigerante que tiene una temperatura alta y una presión alta (en lo sucesivo denominado como refrigerante de alta temperatura y alta presión), que a su vez fluye desde la cámara de alta presión hacia un radiador o similar tal como un enfriador de gas externo o similar que constituye una unidad del sistema del circuito de refrigeración a través de un puerto de descarga y la cámara de eliminación de ruido, en donde se irradia calor para efectuar la operación de calentamiento, luego se reduce el flujo mediante una válvula de expansión (dispositivo reductor de presión) e ingresa a un evaporador, en donde se extrae el calor del refrigerante y luego se evapora dicho refrigerante, posteriormente se extrae hacia el primer elemento de compresión rotativo. Se repite este ciclo.

25 En tal compresor rotativo multietapa, los cilindros de los primeros y segundos elementos de compresión rotativos y la cámara de eliminación de ruido se comunican uno con el otro mediante el puerto de descarga. Una válvula de descarga para abrir y cerrar libremente el puerto de descarga se dispone en la cámara de eliminación de ruido. La válvula de descarga está conformada por un miembro elástico hecho de lámina de metal longitudinal sustancialmente rectangular donde un lado de la válvula de descarga se pone en contacto con el puerto de descarga para sellar dicho puerto de descarga y el otro lado de la válvula de descarga se fija a un puerto de unión mediante un pasador de calafateo con una distancia predeterminada relativa al puerto de descarga.

35 El refrigerante que es comprimido por el cilindro para alcanzar una presión predeterminada empuja la válvula de descarga que cierra el puerto de descarga, para abrir el puerto de descarga, y luego dicho refrigerante es descargado en la cámara de eliminación de ruido. Cuando la descarga del refrigerante se aproxima al momento final, la válvula de descarga se estructura para bloquear el puerto de descarga. En este momento, el refrigerante permanece en el puerto de descarga, luego regresa al cilindro y se expande de nuevo.

40 Aunque la reexpansión del refrigerante restante en el puerto de descarga provoca la reducción de la eficiencia de compresión, el compresor rotativo multietapa convencional ajusta la proporción entre S2 y S1 ($S2/S1$) para que sea la misma que la proporción entre V2 y V1 ($V2/V1$) donde S1 es el área del puerto de descarga del primer elemento de compresión rotativo y S2 es el área del puerto de descarga del segundo elemento de compresión rotativo, V1 es el desplazamiento del primer elemento de compresión rotativo y V2 es el desplazamiento del segundo elemento de compresión rotativo.

50 Mientras tanto, en un sistema del circuito de refrigeración tal como una unidad de refrigeración, calefacción y suministro de agua caliente que utiliza refrigerante, por ejemplo, dióxido de carbono (CO_2), que tiene mayor diferencia entre la presiones altas y bajas, una presión de descarga del segundo elemento de compresión rotativo (segunda etapa) se controla normalmente a una presión muy alta que varía de 10 MPa a 13 MPa de tal manera que el flujo de volumen en el puerto de descarga del segundo elemento de compresión es muy pequeño. De acuerdo con

esto, incluso si el área del puerto de descarga del segundo elemento de compresión rotativo se hace pequeña, es difícilmente susceptible a una resistencia al paso. Sin embargo, si la proporción de S2/S1 del puerto de descarga se ajusta a una proporción convencional en el compresor rotativo multietapa utilizando tal refrigerante, surge el problema de que se disminuye la eficiencia de compresión (eficiencia de operación).

5 En el compresor rotativo multietapa que utiliza tal refrigerante, la presión del refrigerante de descarga alcanza 11MPa en un lado de descarga del refrigerante del segundo elemento de compresión rotativo (mecanismo de compresión de segunda etapa) que se convierte en alta presión a una temperatura ambiente de aproximadamente + 20° C como se muestra en la Fig. 5, aunque este alcanza 9 MPa en el primer elemento de compresión rotativo que forma una etapa más baja, que a su vez se vuelve una presión intermedia en la carcasa con revestimiento hermético (presión en una carcasa). Una presión (presión baja) extraída por el primer elemento de compresión rotativo es de aproximadamente 5 MPa.

15 Sin embargo, si se incrementa la temperatura de evaporación del refrigerante cuando se incrementa la temperatura ambiente, se incrementa la presión extraída por el primer elemento de compresión rotativo de tal manera que también se incrementa la presión en el lado de descarga del refrigerante (presión de descarga de primera etapa) como se muestra en la Fig. 5. Cuando la temperatura ambiente se vuelve no menor de +32° C, la presión del lado de descarga del refrigerante (presión intermedia) del primer elemento de compresión rotativo se vuelve mayor que dicha presión del lado del refrigerante (presión de descarga de segunda etapa) del segundo elemento de compresión rotativo de tal manera que allí ocurre una inversión de la presión entre la presión intermedia y una presión alta, surgiendo un problema de que un álabe del segundo elemento de compresión rotativo es propenso a saltar para generar ruidos y el funcionamiento del segundo elemento de compresión rotativo se vuelve inestable.

20 En el compresor rotativo multietapa convencional, se evita el fenómeno de inversión de presión entre la presión (presión intermedia) en el lado de extracción del refrigerante del segundo elemento de compresión rotativo y la presión (alta presión) en el lado de descarga del refrigerante del primer elemento de compresión rotativo originado por compresión excesiva por el primer elemento de compresión rotativo al controlar la cantidad de circulación del refrigerante mediante la válvula de expansión en el circuito de refrigeración, a saber, al restringir (reducción de flujo) la cantidad de refrigerante que se introduce en el primer elemento de compresión rotativo. Sin embargo, en tal caso, surge el problema de que se disminuye el rendimiento del compresor rotativo multietapa porque se disminuye la cantidad de refrigerante que circula en el circuito de refrigeración. Además, se aumenta la presión en la carcasa con revestimiento hermético, surgiendo el problema de que la presión excede el límite permisible de la carcasa con revestimiento hermético.

RESUMEN DE LA INVENCION

35 La invención se ha desarrollado para resolver los problemas técnicos del compresor rotativo multietapa convencional. Es un primer objeto de la invención suministrar un compresor rotativo multietapa que utiliza un refrigerante tal como dióxido de carbono (CO₂) que se vuelve alto en una presión de descarga, y mejorar la eficiencia de operación al establecer apropiadamente la proporción entre los volúmenes de aire de los elementos de compresión rotativos respectivos y las áreas del puerto de descarga de los mismos.

40 Es decir, en razón a que el compresor rotativo multietapa del primer aspecto de la invención comprende un elemento eléctrico en una carcasa con revestimiento hermético, y por lo cual los primeros y segundos elementos de compresión rotativos se impulsan por el elemento eléctrico, en donde un refrigerante que se comprime y descarga por el primer elemento de compresión rotativo se extrae y comprime por el segundo elemento de compresión rotativo y se descarga, y el compresor rotativo multietapa se caracteriza porque la proporción de S2/S1 se ajusta para que sea más pequeña que la proporción de V2/V1, donde S1 es el área del puerto de descarga del primer elemento de compresión rotativo, S2 es el área del puerto de descarga del segundo elemento de compresión rotativo, V1 es el desplazamiento del primer elemento de compresión rotativo, y V2 es el desplazamiento del segundo elemento de compresión rotativo, es posible reducir la cantidad del gas a alta presión que permanece en el puerto de descarga del segundo elemento de compresión rotativo al reducir adicionalmente el área S2 del puerto de descarga del segundo elemento de compresión rotativo.

50 Particularmente, en el segundo aspecto de la invención, si la proporción de S2/S1 se ajusta para que no sea menor de 0.55 y no mayor de 0.85 veces la proporción de V2/V1, se puede mejorar adicionalmente la eficiencia de funcionamiento del compresor rotativo.

Además, en el tercer aspecto de la invención, si la proporción de S2/S1 se ajusta para que no sea menor de 0.5 y no mayor de 0.67 veces la proporción de V2/V1, el compresor rotativo multietapa logra particularmente el efecto bajo circunstancias tales como una zona fría o similar donde la tasa de flujo de un refrigerante es pequeña.

55 Aún adicionalmente, en el cuarto aspecto de la invención, si la proporción de S2/S1 se ajusta para que no sea menor de 0.69 y no mayor de 0.85 veces la proporción de V2/V1, el compresor rotativo multietapa tiene un efecto drástico

bajo circunstancias tales como una zona de calentamiento o similar donde la tasa de flujo de un refrigerante es grande.

5 El sistema del circuito de refrigeración puede comprender un elemento eléctrico en una carcasa con revestimiento hermético, y con lo cual los primeros y segundos elementos de compresión rotativos se impulsan por un elemento eléctrico, en donde se extrae un refrigerante de presión intermedia que se comprime por el primer elemento de compresión rotativo y se comprime por el segundo elemento de compresión rotativo y se descarga, y el compresor rotativo multietapa comprende una ruta de comunicación que comunica una ruta a través de la cual el refrigerante de presión intermedia comprimido por el primer elemento de compresión rotativo fluye y el lado de descarga del refrigerante del segundo elemento de compresión rotativo, y una unidad de válvula para abrir y cerrar la ruta de comunicación, en donde la unidad de válvula abre la ruta de comunicación cuando una presión en el refrigerante de presión intermedia se vuelve mayor que la presión en el lado de descarga del refrigerante del segundo elemento de compresión, es posible controlar la presión intermedia para no que no sea mayor que la presión en el lado de descarga del refrigerante del segundo elemento de compresión rotativo por medio de la unidad de válvula.

15 Como resultado, es posible evitar por adelantado el inconveniente de la inversión de presiones en el lado de succión del refrigerante y el lado de descarga del refrigerante del segundo elemento de compresión rotativo, y también evitar una condición de funcionamiento inestable o la generación de ruidos, y no reducir la cantidad de circulación del refrigerante, evitando de esta manera la disminución del rendimiento del compresor rotativo multietapa.

20 El compresor rotativo multietapa puede además comprender un cilindro que constituye el segundo elemento de compresión rotativo, una cámara de eliminación de ruido para descargar el refrigerante comprimido en el cilindro, en donde el refrigerante de presión intermedia que se comprime por el primer elemento de compresión rotativo se descarga hacia la carcasa con revestimiento hermético, y el segundo elemento de compresión rotativo extrae el refrigerante de presión intermedia de la carcasa con revestimiento hermético hacia de esta, y en donde se forma una ruta de comunicación en una pared que forma la cámara de eliminación de ruido para permitirle a la carcasa con revestimiento hermético comunicarse con la cámara de eliminación de ruido, y se dispone la unidad de válvula en las cámaras de eliminación de ruido o la ruta de comunicación, la ruta de comunicación que se comunica entre la ruta a través de la cual fluye el refrigerante de presión intermedia comprimido por el primer elemento de compresión rotativo y el lado de descarga del refrigerante del segundo elemento de compresión rotativo, y la unidad de válvula para abrir y cerrar la ruta de comunicación se puede concentrar en la cámara de eliminación de ruido del segundo elemento de compresión rotativo, de tal manera que se puede simplificar la estructura completa del compresor rotativo multietapa y se pueden hacer más pequeñas las dimensiones completas del mismo.

35 El sistema del circuito de refrigeración puede comprender un compresor rotativo multietapa formado por un elemento eléctrico en una carcasa con revestimiento hermético, y primeros y segundos elementos de compresión rotativos que se impulsan mediante el elemento eléctrico, en donde un refrigerante que se comprime por el primer elemento de compresión rotativo se comprime por el segundo elemento de compresión rotativo, un enfriador de gas en el cual fluye el refrigerante descargado del segundo elemento de compresión rotativo, un dispositivo reductor de presión conectado a un lado de salida del enfriador de gas, y un evaporador conectado al lado de salida del dispositivo reductor de presión, en donde se comprime el refrigerante descargado del evaporador por el primer elemento de compresión rotativo, el sistema del circuito de refrigeración además comprende un circuito de derivación para suministrar el refrigerante descargado del primer elemento de compresión rotativo al evaporador, una válvula que regula el flujo capaz de controlar la tasa de flujo del refrigerante que fluye en el circuito de derivación, y medios de control para controlar la válvula que regula el flujo y el dispositivo reductor de presión, en donde los medios de control normalmente cierran la válvula que regula el flujo e incrementan la tasa de flujo del refrigerante que fluye en el circuito de derivación mediante la válvula que regula el flujo en respuesta al incremento de la presión en el lado de descarga del refrigerante del primer elemento de compresión rotativo, el refrigerante descargado del primer elemento de compresión rotativo se puede dejar fuera del evaporador a través del circuito de derivación mediante la válvula que regula el flujo cuando se incrementa la presión en el lado de descarga del refrigerante del primer elemento de compresión rotativo. Como resultado, es posible evitar por adelantado el inconveniente de la inversión de la presión en el lado de descarga del refrigerante del primer elemento de compresión rotativo, que se incrementa anormalmente, por ejemplo, debido a la alta temperatura ambiente, a que se invierte la presión en el lado de descarga del refrigerante del segundo elemento compresor rotativo.

55 El refrigerante comprimido por el primer elemento compresor rotativo se puede descargar hacia la carcasa con revestimiento hermético y el segundo elemento de compresión rotativo extrae el refrigerante de la carcasa con revestimiento hermético dentro de esta; y en donde los medios de control abren la válvula que regula el flujo cuando una presión en la carcasa con revestimiento hermético alcanza una presión predeterminada, es posible evitar por adelantado el inconveniente de que la presión en la carcasa con revestimiento hermético exceda el límite permisible de la presión en la carcasa con revestimiento hermético cuando la presión en el lado de descarga del refrigerante del primer elemento de compresión rotativo se incrementa siempre y cuando la válvula que regula el flujo se abra cuando la presión en la carcasa con revestimiento hermético, por ejemplo, se aproxima a la presión permisible en la carcasa con revestimiento hermético.

5 En razón a que los medios de control pueden abrir la válvula que regula el flujo cuando la presión en el lado de descarga del refrigerante del primer elemento de compresión rotativo es mayor o se aproxima a una presión en el lado de descarga del refrigerante del segundo elemento de compresión rotativo, es posible evitar el fenómeno de inversión de la presión entre la presión en el lado de descarga del refrigerante del primer elemento de compresión rotativo y la del segundo elemento de compresión rotativo, evitando de esta manera por adelantado el inconveniente de que el segundo elemento de compresión rotativo cae en una condición de funcionamiento inestable.

10 En razón a que los medios de control pueden abrir completamente tanto el dispositivo reductor de presión como la válvula reguladora de flujo cuando el evaporador efectúa la operación de descongelado, es posible eliminar la escarcha generada en el evaporador por el refrigerante comprimido mediante el primer elemento de compresión rotativo y el refrigerante comprimido por el segundo elemento de compresión rotativo y también es posible evitar el fenómeno de inversión de la presión entre la presión en el lado de descarga del refrigerante del primer elemento de compresión rotativo y la del segundo elemento de compresión rotativo aunque descongelando más eficientemente la escarcha generada en el evaporador.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

15 LA Figura 1 es una vista en sección longitudinal de un compresor rotativo multietapa de acuerdo con una primera realización de la invención;

La Figura 2 es una vista en sección longitudinal de un compresor rotativo multietapa;

La Figura 3 es una vista en sección ampliada de una ruta de comunicación de un segundo elemento de compresión rotativo del compresor rotativo multietapa en la Figura 2;

20 La Figura 4 es una gráfica que muestra las relaciones entre una temperatura ambiente y una presión de acuerdo con el compresor rotativo multietapa de la invención;

La Figura 5 es una gráfica que muestra las relaciones entre una temperatura ambiente y una presión de acuerdo con el compresor rotativo multietapa convencional;

25 La Figura 6 es otra gráfica que muestra las relaciones entre una temperatura ambiente y una presión de acuerdo con el compresor rotativo multietapa convencional;

La Figura 7 es una vista en sección ampliada de una ruta de comunicación de un segundo elemento de compresión rotativo del compresor rotativo multietapa; y

La Figura 8 es una vista que muestra un circuito de refrigeración de una unidad de suministro de agua caliente que sirve como un sistema del circuito de refrigeración, al cual se aplica la invención.

30 REALIZACIÓN PREFERIDA DE LA INVENCION

Un compresor rotativo multietapa de acuerdo con la invención y un sistema del circuito de refrigeración que utiliza el mismo se describe ahora en detalle con referencia a los dibujos anexos.

35 La Figura 1 es una vista en sección longitudinal que muestra la estructura de un compresor rotativo multietapa (de dos etapas) 10 que tiene una presión intermedia interna en esta y provisto de primeros y segundos elementos de compresión rotativos 32, 34 de acuerdo con la invención.

40 Como se muestra en la Figura 1, el compresor rotativo multietapa 10 tiene una presión intermedia en el interior y un refrigerante formado por, por ejemplo, dióxido de carbono (CO₂) y comprende una carcasa con revestimiento hermético 12 que sirve como una carcasa formada por un revestimiento cilíndrico 12A hecho de una placa de acero, una tapa de extremo sustancialmente en forma de bol (cubierta) 12B para cerrar una abertura superior de la carcasa con revestimiento 12A, un elemento eléctrico 14 dispuesto y acomodado en el lado superior de un espacio interno de la carcasa con revestimiento 12A de la carcasa con revestimiento hermético 12, y un mecanismo de compresión rotativo 18 formado por un primer elemento de compresión rotativo 32 (mecanismo de compresión de primera etapa) y un segundo elemento de compresión rotativo 34 (mecanismo de compresión de segunda etapa) que se disponen respectivamente bajo el elemento eléctrico 14 y son impulsados por el vástago rotativo 16 del elemento eléctrico 14.

45 La carcasa con revestimiento hermético 12 tiene un fondo que sirve como depósito de aceite. Un hueco de unión circular 12D se forma en la superficie superior de la tapa de extremo 12B en el centro de la misma, y un terminal 20 (cuyo cableado se omite en la descripción) para suministrar energía al elemento eléctrico 14 que se fija al hueco de unión 12D mediante soldadura.

El elemento eléctrico 14 comprende un estator 22 que se une de forma anular a la superficie periférica interna del espacio superior de la carcasa con revestimiento hermético 12, y un rotor 24 insertado e instalado dentro del estator 22 con un ligero espacio. El vástago rotativo 16 extendido verticalmente se fija al rotor 24.

5 El estator 22 comprende un cuerpo laminado 26 formado al laminar placas de acero electromagnéticas en forma toroidal y una bobina del estator 28 que se enrolla alrededor de los dientes del cuerpo laminado 26 por un sistema de bobinado directo (bobinado concentrador). El rotor 24 se forma al insertar un imán permanente MG en un cuerpo laminado 30 hecho de placas de acero electromagnéticas como el estator 22.

10 Una placa de partición intermedia 36 se mantiene apretada entre el primer elemento de compresión rotativo 32 y el segundo elemento de compresión rotativo 34. Es decir, tanto el primer elemento de compresión rotativo 32 como el segundo elemento de compresión rotativo 34 comprenden la placa de partición intermedia 36, los cilindros superior e inferior 38, 40 dispuestos sobre y bajo la placa de partición intermedia 36, porciones excéntricas superior e inferior 42, 44 dispuestas sobre el vástago rotativo 16, rodillos superior e inferior 46, 48 que rotan excéntricamente dentro de los cilindros superior e inferior 38, 40 mientras se acoplan en las porciones excéntricas superior e inferior 42, 44 con una diferencia de fase entre estas de 180°, álabes superior e inferior 50, 52 que se ponen en contacto con los rodillos superior e inferior 46, 48 y que dividen los cilindros superior e inferior 38, 40 en una cámara de presión inferior y una cámara de presión superior respectivamente, y un miembro de soporte superior 54 y un miembro de soporte inferior 56 como miembros de soporte que sirven como rodamientos del vástago rotativo 16 al cerrar una cara de abertura superior del cilindro superior 38 y la cara de abertura inferior del cilindro inferior 40.

20 Se disponen en el miembro de soporte superior 54 y en el miembro de soporte inferior 56, como se muestra en la Figura 2, rutas de extracción 58, 60 que se comunican entre las porciones internas de los cilindros superior e inferior 38 y 40 a través de los puertos de succión 161, 162, y las cámaras de eliminación de ruido 62, 64 que se forman al cerrar las porciones entrantes del miembro de soporte superior 54 y el miembro de soporte inferior 56 mediante una cubierta que sirve como una pared de la misma. Es decir, la cámara de eliminación de ruido 62 se cierra por una cubierta superior 66 que sirve como una pared para formar la cámara de eliminación de ruido 62 y la cámara de eliminación de ruido 64 se cierra mediante una cubierta inferior 68 que sirve como una pared que forma la cámara de eliminación de ruido 64. El elemento eléctrico 14 se suministra sobre la cubierta superior 66 con una distancia predeterminada con relación a la cubierta superior 66.

25 En este caso, un rodamiento 54A se forma sobre el centro del miembro de soporte superior 54 mientras se levanta sobre este. Un rodamiento 56A se forma sobre el centro del miembro de soporte inferior 56 mientras penetra este, en donde el vástago rotativo 16 se mantiene mediante el rodamiento 54A del miembro de soporte superior 54 y el rodamiento 56A del miembro de soporte inferior 56.

30 En este caso, la cubierta inferior 68 se hace de una placa de acero circular en forma toroidal para formar la cámara de eliminación de ruido 64 que se comunica con el interior del cilindro inferior 40 del primer elemento de compresión rotativo 32, y se fija al miembro de soporte inferior 56 al atornillar los pernos principales 119, en cuatro lugares sobre la periferia de la misma, formando de esta manera la cámara de eliminación de ruido 64 que se comunica con el interior del cilindro inferior 40 del primer elemento de compresión rotativo 32 a través de un puerto de descarga 41. Los extremos de punta de los pernos principales 119, se atornillan con el miembro de soporte superior 54.

35 Se dispone una válvula de descarga 131 para cerrar el puerto de descarga 41 sobre la superficie superior de la cámara de eliminación de ruido 64. La válvula de descarga 131 está formada por un miembro elástico formado por una placa de metal sustancialmente rectangular longitudinal, y una válvula anti golpe de ariete que sirve como una placa de restricción de la válvula de descarga, no mostrada, se dispone bajo la válvula de descarga 131, y se une al miembro de soporte inferior 56, en donde un lado de la válvula de descarga 131 se pone en contacto con el puerto de descarga 41 para sellar el puerto de descarga 41 mientras que el otro lado de la válvula de descarga 131 se fija a un hueco de unión, no mostrado, del miembro de soporte inferior 56 mediante un pasador de calafateo con una distancia predeterminada con relación al puerto de descarga 41.

40 El refrigerante que se comprime en el cilindro inferior 40 y alcanza una presión predeterminada empuja hacia abajo la válvula de descarga 131 desde arriba en la figura, lo que cierra el puerto de descarga 41, abriendo de esta manera el puerto de descarga 41 de tal manera que se descarga a la cámara de eliminación de ruido 64. En este momento en razón a que la válvula de descarga 131 se fija al miembro de soporte inferior 56 en el otro lado, un lado del mismo que se pone en contacto con el puerto de descarga 41 se comba hacia arriba, y se pone en contacto con una válvula anti golpe de ariete, no mostrada, que restringe la cantidad de abertura de la válvula de descarga 131. Cuando la descarga del refrigerante se acerca al momento final, la válvula de descarga 131 se aparta de la válvula de anti golpe de ariete para cerrar el puerto de descarga 41.

45 La cámara de eliminación de ruido 64 del primer elemento compresor rotativo 32 y el interior de la carcasa con revestimiento hermético 12 se comunican el uno con otro a través de un puerto de comunicación, no mostrado, que penetra la cubierta superior 66, los cilindros superior e inferior 38 y 40, y la placa de partición intermedia 36. En este caso, un tubo de descarga intermedio 121 se dispone sobre el extremo superior del puerto de comunicación, y el

refrigerante de presión intermedia que se comprime por el primer elemento de compresión rotativo 32 se descarga a la carcasa con revestimiento hermético 12 a través del tubo de descarga intermedio 121.

5 La cubierta superior 66 forma la cámara de eliminación de ruido 62 que se comunica con el interior del cilindro superior 38 del segundo elemento de compresión rotativo 34 a través de un puerto de descarga 39, en donde el elemento eléctrico 14 se dispone sobre la cubierta superior 66 con una distancia predeterminada con relación a la cubierta superior 66. La cubierta superior 66 se hace de una placa de acero circular en forma sustancialmente toroidal en la cual se forma un hueco a través del cual penetra el rodamiento 54A del miembro de soporte superior 54. La cubierta superior 66 se fija al miembro de soporte superior 54 desde la parte de arriba de la periferia de la misma por cuatro pernos principales 80. De acuerdo con esto, los extremos de punta de los pernos principales 80 se atornillan con el miembro de soporte inferior 56.

10 Una válvula de descarga 127 para cerrar el puerto de descarga 39 se dispone sobre la superficie inferior de la cámara de eliminación de ruido 62. La válvula de descarga 127 está formada por un miembro elástico hecho de una placa de metal sustancialmente rectangular longitudinal, y se dispone una válvula anti golpe de ariete 128 que sirve como una placa que restringe la válvula de descarga sobre la válvula de descarga 127 de la misma manera que la válvula de descarga 131 y esta se une al miembro de soporte superior 54 en el otro lado, un lado de la válvula de descarga 127 se pone en contacto con el puerto de descarga 39 para sellarlo mientras que el otro lado del mismo se fija a un puerto de unión 129 del miembro de soporte superior 54 mediante un pasador de calafateo con una distancia predeterminada con relación al puerto de descarga 39.

20 El refrigerante que se comprime en el cilindro superior 38 y alcanza una presión predeterminada empuja la válvula de descarga 127 desde abajo en la figura, lo que cierra el puerto de descarga 39 para abrir el puerto de descarga 39 de tal manera que este se descarga hacia la cámara de eliminación de ruido 62. En este momento, en razón a que la válvula de descarga 127 se fija al miembro de soporte superior 54 en el otro lado, un lado del mismo que se pone en contacto con el puerto de descarga 39 se comba hacia arriba y puesto en contacto con una válvula anti golpe de ariete, no mostrada, que restringe la cantidad de abertura de la válvula de descarga 127. Cuando la descarga del refrigerante se aproxima al momento final, la válvula de descarga 127 se aparta de la válvula anti golpe de ariete para cerrar el puerto de descarga 39.

25 En la primera realización, la proporción de $S2/S1$ se ajusta para que sea más pequeña que la proporción de $V2/V1$, por ejemplo, la proporción de $S2/S1$ se ajusta para que no sea menor de 0.5 y no más de 0.85 veces la proporción de $V2/V1$, donde $S2$ es el área del puerto de descarga 39 del segundo elemento de compresión rotativo 34 y $S1$ es el área del puerto de descarga 41 del primer elemento de compresión rotativo 32, $V1$ es el desplazamiento del primer elemento de compresión rotativo 32, y $V2$ es el desplazamiento del segundo elemento compresor rotativo 34.

De acuerdo con esto, en razón a que el área del puerto de descarga 39 del segundo elemento de compresión rotativo 34 se vuelve más pequeña, se puede reducir la cantidad de refrigerante de presión superior restante en el puerto de descarga 39.

35 Es decir, en razón a que se puede reducir la cantidad de refrigerante de alta presión que permanece en el puerto de descarga 39, se puede reducir la cantidad de refrigerante que regresa al cilindro superior 38 a través del puerto de descarga 39 y se reexpande allí, mejorando de esta manera la eficiencia de compresión del segundo elemento compresor rotativo 34 de tal manera que se puede mejorar el rendimiento del compresor rotativo en gran medida.

40 Aunque el flujo de volumen en el puerto de descarga 39 del segundo elemento de compresión rotativo 34 es muy pequeño, la proporción de $S2/S1$ se ajusta para que no sea menor de 0.5 y no mayor de 0.85 veces la proporción de $V2/V1$, donde S es el área del puerto de descarga 41 del primer elemento de compresión rotativo 32 y $S2$ es el área del puerto de descarga 39 del segundo elemento de compresión rotativo 34, $V1$ es el desplazamiento del primer elemento de compresión rotativo 32 y el $V2$ es el desplazamiento del segundo elemento de compresión rotativo 34 de tal manera que se controla la resistencia al paso del puerto de descarga 39 tanto como sea posible para no impedir de manera significativa la circulación del refrigerante. De acuerdo con esto, es posible mejorar el rendimiento del compresor porque un efecto causado por la reducción de la pérdida de presión del refrigerante causada por la re-expansión del refrigerante que permanece en el puerto de descarga 39 es superior al deterioro de flujo del refrigerante causado por el incremento de la resistencia al paso.

45 En los cilindros superior e inferior 38, 40, se disponen ranuras guía, no mostradas, para acomodar los álabes superior e inferior 50, 52 y las porciones de acomodación 70, 72 que se ubican por fuera de las ranuras guía y acomodan los resortes 76, 78 que sirven como miembros de resorte. Las porciones de acomodación 70, 72 se abren hacia las ranuras guía y la carcasa con revestimiento hermético 12 (revestimiento 12A). Los resortes 76, 78 se ponen en contacto con las porciones de extremo externas de las paletas superior e inferior 50, 52 para presionar siempre los álabes superior e inferior 50, 52 hacia los rodillos superior e inferior 46, 48. Se suministran tapones de metal 137, 140 sobre los resortes 76, 78 de las porciones de acomodación 70, 72 en el lado de la carcasa con revestimiento hermético 12, y sirven para evitar que se salgan los resortes 76, 78.

Con tal disposición del compresor rotativo multietapa, se logra el primer objeto de la invención, a saber, en el compresor rotativo multietapa que utiliza el refrigerante tal como dióxido de carbono (CO₂) o similar, que se vuelve de alta presión en la presión de descarga, se ajusta apropiadamente la proporción de los volúmenes de aire de los primeros y segundos elementos de compresión rotativos respectivos a las áreas de los puertos de descarga de los mismos, mejorando de esta manera la eficiencia de operación. El funcionamiento del compresor rotativo multietapa se describirá posteriormente en detalle.

La Figura 2 es una vista en sección longitudinal que muestra la estructura de un compresor rotativo multietapa (de dos etapas) 10 que tiene presión intermedia interna en su interior y primeros y segundos elementos de compresión rotativos 32, 34. Los componentes mostrados en la Figura 2 que son los mismos que aquellos mostrados en la Figura 1 se describen mediante los mismos números de referencia. Se forma una ruta de comunicación 100 en una cubierta superior 66 del segundo elemento de compresión rotativo 34. La ruta de comunicación 100 se comunica entre un interior de una carcasa con revestimiento hermético 12 que sirve como una ruta a través de la cual el refrigerante de presión intermedia comprimido por el primer elemento de compresión rotativo 32 fluye y el interior de una cámara de eliminación de ruido 62 que sirve como un lado de descarga del refrigerante del segundo elemento de compresión rotativo 34. La ruta de comunicación 100 es un hueco formado al penetrar la cubierta superior 66 verticalmente a esta, y un extremo superior de la ruta de comunicación 100 se abre hacia la carcasa con revestimiento hermético 12 y el extremo inferior del mismo se abre hacia la cámara de eliminación de ruido 62. Además, se dispone una válvula de liberación 101 que sirve como una unidad de válvula en la abertura de extremo inferior de la ruta de comunicación 100, y se une a la superficie inferior de la cubierta superior 66.

La válvula de liberación 101 se ubica en el lado superior de la cámara de eliminación de ruido 62 y se forma de un miembro elástico hecho de una placa de metal longitudinal sustancialmente rectangular de la misma manera que la válvula de descarga 127. Se dispone una válvula anti golpe de ariete 102 que sirve como una placa que restringe la válvula de liberación en el lado inferior de la válvula de liberación 101 y se une a la superficie inferior de la cubierta superior 66. Un lado de la válvula de liberación 101 se pone en contacto con la abertura de extremo inferior de la ruta de comunicación 100 para sellarla y el otro lado de la misma se fija a un puerto de unión 103 suministrado sobre la superficie inferior de la cubierta superior 66 por un tornillo 104 con una distancia predeterminada con relación a la ruta de comunicación 100 como se muestra en la Figura 3.

Cuando la presión en la carcasa con revestimiento hermético 12 se vuelve mayor que la presión en el lado de descarga del refrigerante del segundo elemento de compresión rotativo 34, la válvula de liberación 101 que cierra la ruta de comunicación 100 se empuja hacia abajo para abrir la abertura de extremo inferior de la ruta de comunicación 100, de tal manera que el refrigerante en la carcasa con revestimiento hermético 12 es forzado a fluir en la cámara de eliminación de ruido 62 como se muestra en la Figura 3. En este momento, la válvula de liberación 101 se fija a la cubierta superior 66 en el otro lado, un lado del mismo que se pone en contacto con la ruta de comunicación 100 se comba hacia arriba para poner en contacto con la válvula anti golpe de ariete 102 que restringe la cantidad de abertura de la válvula de liberación 101. De otro lado, cuando la presión del refrigerante en la carcasa con revestimiento hermético 12 se vuelve inferior que la presión de la cámara de eliminación de ruido 62, la válvula de liberación 101 se aparta de una válvula anti golpe de ariete 102 debido a la alta presión en la cámara de eliminación de ruido 62 y se eleva para cerrar la abertura de extremo inferior de la ruta de comunicación 100.

Como resultado, se controla la presión intermedia en la carcasa con revestimiento hermético 12 (presión interna de la carcasa) para que no exceda la alta presión en el lado de descarga del refrigerante del segundo elemento de compresión rotativo 34 como se muestra en la Figura 4. Como resultado, es posible evitar por adelantado una condición de funcionamiento inestable tal como el salto de los álabes de generación de ruidos originados por el fenómeno de inversión de la presión entre el refrigerante en la carcasa con revestimiento hermético 12 y un refrigerante de alta presión en el lado de descarga del refrigerante del segundo elemento de compresión rotativo 34 sin reducir la cantidad de circulación del refrigerante en el compresor rotativo multietapa 10.

Con tal disposición del compresor rotativo multietapa que utiliza el refrigerante tal como dióxido de carbono (CO₂) que se vuelve de alta presión en la presión de descarga, es posible evitar el fenómeno de inversión de la presión donde se invierten las presiones de descarga de los primeros y segundos elementos de compresión rotativos, y la cantidad de circulación del refrigerante no se reduce, evitando de esta manera el deterioro del rendimiento del compresor. La operación del compresor rotativo multietapa se describirá posteriormente en detalle.

El dióxido de carbono (CO₂) que es el refrigerante natural se utiliza como un refrigerante de la invención que tiene en cuenta la conciencia con la tierra, la inflamabilidad, la toxicidad o similares, y un aceite existente tal como un aceite mineral, aceite de alquilbenceno, aceite de éter, aceite de éster, o similares utilizados como el aceite lubricante.

Ahora se describe un sistema del circuito de refrigeración que utiliza el compresor rotativo multietapa. El compresor rotativo multietapa puede ser cualquiera de aquellos mostrados en la Figura 1 o Figura 2. El sistema del circuito de refrigeración utiliza el compresor rotativo multietapa mostrado en la Figura 1. En la Figura 1, los mangos 141, 142, 143 y 144 se fijan respectivamente a la superficie lateral de la carcasa con revestimiento 12A de la carcasa con revestimiento hermético 12 al soldar en las posiciones que corresponden a la ruta de succión 60 del miembro de

- 5 soporte superior 54 y miembro de soporte inferior 56 (no se muestra la ruta de succión del lado superior), la cámara de eliminación de ruido 62, y la porción superior de la cubierta superior 66 (posición que corresponde sustancialmente a la porción inferior del elemento eléctrico 14). Los mangos 141 y 142 se unen verticalmente el uno con el otro y el mango 143 se localiza sustancialmente en una línea diagonal del mango 141. El mango 144 se ubica mientras se desplaza sustancialmente 90° con relación al mango 141.
- 10 Un extremo de un tubo de introducción de refrigerante 92 que sirve como ruta refrigerante para introducir el refrigerante en el cilindro superior 38 se inserta y se conecta al mango 141, y este se comunica con una ruta de succión del cilindro superior 38, no mostrada. El tubo de introducción de refrigerante 92 pasa sobre la carcasa con revestimiento hermético 12 y alcanza el mango 144, y el otro extremo del mismo se inserta en y se conecta al mango 144 para comunicar con la carcasa con revestimiento hermético 12.
- 15 Se inserta en y se conecta al mango 142 un extremo del tubo de introducción de refrigerante 94 para introducir un refrigerante en el cilindro inferior 40, y este se comunica con la ruta de extracción 60 del cilindro inferior 40. El otro extremo del tubo de introducción de refrigerante 94 se conecta a un extremo inferior de un acumulador, no mostrado. Un tubo de descarga de refrigerante 96 se inserta en y se conecta al mango 143, y un extremo del tubo de descarga de refrigerante 96 comunica con la cámara de eliminación de ruido 62.
- El acumulador es un tanque para separar gas del líquido y del refrigerante extraído, y se une a un apoyo 147 que se fija a la superficie del lado superior de la carcasa con revestimiento 12A de la carcasa con revestimiento hermético 12 al soldar a través de un apoyo en el lado del acumulador, no mostrado.
- 20 La Figura 8 es una vista que muestra la disposición de una unidad de suministro de agua caliente tipo sistema 153 para calentar habitaciones o similares al cual se aplica el sistema del circuito de refrigeración que utiliza el compresor rotativo multietapa en la Figura 1.
- 25 Es decir, el tubo de descarga de refrigerante 96 del compresor rotativo multietapa 10 se conecta a una entrada del enfriador de gas 154 que se suministra en un tanque de agua caliente, no mostrado, de la unidad de suministro de agua caliente 153 con el fin de calentar el agua para producir agua caliente. Una tubería de un enfriador de gas 154 alcanza la entrada de un evaporador 157 a través de una válvula de expansión (primera válvula de expansión electrónica) 156 que sirve como un dispositivo reductor de presión, y se conecta una salida del evaporador 157 al tubo de introducción de refrigerante 94 a través del acumulador (no mostrado en la Figura 8).
- 30 Un tubería de derivación 158 que sirve como circuito de derivación para suministrar el refrigerante comprimido por el primer elemento de compresión rotativo 32 al evaporador 157 es ramificado de una parte del tubo de introducción refrigerante (ruta del refrigerante) 92 para introducir el refrigerante en la carcasa con revestimiento hermético 12 en el segundo elemento de compresión rotativo 34. La tubería de derivación 158 se conecta a una tubería entre la válvula de expansión 156 y el evaporador 157 a través de la válvula de control de tasa de flujo (segunda válvula de expansión electrónica) 159.
- 35 Se dispone la válvula de control de tasa de flujo 159 para controlar la tasa de flujo del refrigerante que se suministra al evaporador 157 a través de la tubería de derivación 158, y el grado de abertura de la válvula de control de tasa de flujo 159 que varía desde completamente cerrado a completamente abierto se controla por un controlador 160 que sirve como medios de control. Además, el grado de abertura de la válvula de expansión 156 se controla mediante el controlador 160 que incluye la abertura completa.
- 40 Las presiones en los lados de descarga del refrigerante de los primeros y segundos elementos de compresión rotativos 32, 34 son susceptibles a una temperatura ambiente y dichas presiones se cambian. En razón a que la presión extraída por el primer elemento de compresión rotativo 32 se incrementa en la medida en que se incrementa la temperatura ambiente, la presión en el lado de descarga del refrigerante del primer elemento de compresión rotativo 32 se incrementa en la medida en que se incrementa la temperatura ambiente, de tal manera que existe probabilidad de que la presión en el lado de descarga del refrigerante del primer elemento de compresión rotativo 32 exceda la presión en el lado de descarga del refrigerante del segundo elemento de compresión rotativo 34.
- 45 El controlador 160 se suministra con una función para detectar una temperatura ambiente mediante un sensor de temperatura ambiente o similar, no mostrado, por medio del cual el controlador 160 almacena por adelantado una correlación entre tal temperatura ambiente, la presión (presión baja) extraída por el primer elemento de compresión rotativo 32, la presión (presión intermedia) en el lado de descarga del refrigerante del primer elemento de compresión rotativo 32, y la presión (presión alta) en el lado de descarga del refrigerante del segundo elemento de compresión rotativo 34, y también el controlador 160 presume la presión (presión intermedia) en el lado de descarga del refrigerante del primer elemento de compresión rotativo 32 y la presión del segundo elemento de compresión rotativo 34 basada en la temperatura ambiente, controlando de esta manera el grado de la abertura de la válvula de control de tasa de flujo 159.
- 50

Es decir, en casos donde el controlador 160 decida que la presión en el lado de descarga del refrigerante del primer elemento de compresión rotativo 32 alcanza o se aproxima a la presión en el lado de descarga del refrigerante del segundo elemento de compresión rotativo 34 cuando el sensor de temperatura ambiente detecta el incremento de la temperatura ambiente, la válvula de control de tasa de flujo 159 se controla mediante el controlador 160 para iniciar la abertura del estado completamente cerrado mediante la decisión del controlador 160, e incrementa gradualmente el grado de abertura dependiendo del incremento de la presión en el lado de descarga del refrigerante del primer elemento de compresión rotativo 32 que se predice a partir de la temperatura ambiente.

Cuando se abre la válvula de control de tasa de flujo 159, una parte del refrigerante que se comprime por el primer elemento de compresión rotativo 32 y se descarga hacia la carcasa con revestimiento hermético 12, se suministra desde la tubería de introducción de refrigerante 92 al evaporador 157 a través de la tubería de derivación 158. Además, en razón a que la válvula de control de tasa de flujo 159 se abre adicionalmente mediante el controlador 160 dependiendo del incremento de la presión en el lado de descarga del refrigerante del primer elemento de compresión rotativo 32 que se predicen a partir de la temperatura ambiente, se incrementa la tasa de flujo del refrigerante que se suministra al evaporador 157 a través de la tubería de derivación 158. Es decir, es posible incrementar la tasa de flujo del refrigerante que se suministra al evaporador 157 por el controlador 160 a través de la válvula de control de tasa de flujo 159 en la medida en que se incrementa la temperatura ambiente.

De acuerdo con esto, la presión del refrigerante de presión intermedia, que se incrementa anormalmente cuando la temperatura ambiente es alta, se puede reducir al permitir la salida de la misma hacia el evaporador 157 de tal manera que se puede evitar el fenómeno de inversión de la presión entre la presión intermedia y la alta presión. Como un resultado, es posible evitar el inconveniente de que el álabe del segundo elemento de compresión rotativo 34 salte para hacer inestable el segundo elemento de compresión rotativo 34 en funcionamiento o la abrasión anormal del álabe 50 o la generación de ruidos, de tal manera que se puede mejorar la fiabilidad del compresor.

En el momento de la operación de descongelado, la válvula de control de tasa de flujo 159 y la válvula de expansión 156 son completamente abiertas por el controlador 160. Por consiguiente, el refrigerante de presión intermedia que se comprime por el primer elemento de compresión rotativo 32 además del refrigerante a alta presión que se comprime por el segundo elemento de compresión rotativo 34 y pasa a través del enfriador de gas 154 y también pasa a través de la válvula de expansión 156 que está completamente abierta por el controlador 160 se puede suministrar al evaporador 157 de tal manera que la escarcha generada en el evaporador 157 se pueda descongelar eficientemente. Además, es posible evitar el fenómeno de inversión de presión entre las presiones en el lado de descarga del refrigerante del segundo elemento de compresión rotativo 34 y el primer elemento de compresión rotativo 32 durante el tiempo de descongelamiento.

Se describen ahora los funcionamientos de las respectivas realizaciones de la invención. Cuando la bobina del estator 28 del elemento eléctrico 14 es alimentado a través del terminal 20 y el cableado, no mostrado, en el compresor rotativo multietapa 10 mostrado en la Figura 1, el elemento eléctrico 14 se acciona para rotar el rotor 24. Cuando se rota el rotor 24, los rodillos superior e inferior 46, 48 se acoplan con las porciones excéntricas superior e inferior 42, 44 que se suministran integralmente con el vástago rotativo 16 para rotar excéntricamente en los cilindros superior e inferior 38, 40.

Como un resultado, un refrigerante a presión más baja que se extrae hacia la cámara de baja presión del cilindro inferior 40 a través del puerto de extracción, no mostrado, a través de la ruta de succión 60 formada en el miembro de soporte inferior 56 se comprime por las operaciones del rodillo inferior 48 y el álabe 52 se transforma a una presión intermedia. Por consiguiente, la válvula de descarga 131 suministrada en la cámara de eliminación de ruido 64 se abre para permitirle a la cámara de eliminación de ruido 64 comunicarse con el puerto de descarga 41 de tal manera que el refrigerante pasa de la cámara de alta presión del cilindro inferior 40 a través del puerto de descarga 41, y se descargue a la cámara de eliminación de ruido 64 formada en el miembro de soporte inferior 56. El refrigerante descargado hacia la cámara de eliminación de ruido 64 se descarga del tubo de descarga intermedio 121 hacia la carcasa con revestimiento hermético 12 a través del puerto de comunicación, no mostrado.

El refrigerante de presión intermedia en la carcasa con revestimiento hermético 12 pasa a través de la ruta refrigerante, no mostrada, y esta es extraída hacia la cámara de presión baja del cilindro superior 38 a través del puerto de extracción, no mostrado, a través de la ruta de extracción, no mostrada, formada en el miembro de soporte superior 54. El refrigerante de presión intermedia extraído así se somete a compresión de la segunda etapa mediante las operaciones del rodillo superior 46 y el álabe 50 que se va a cambiar a un refrigerante de alta presión y alta temperatura. Como un resultado, la válvula de descarga 127 suministrada en la cámara de eliminación de ruido 62 se abre para permitir a la cámara de eliminación de ruido 62 comunicarse con el puerto de descarga 39 de tal manera que el refrigerante pase en el puerto de descarga 39 desde la cámara de alta presión del cilindro superior 38, y se descargue hacia la cámara de eliminación de ruido 62 formada en el miembro de soporte superior 54.

El refrigerante a alta presión descargado hacia la cámara de eliminación de ruido 62 pasa a través de la ruta refrigerante, no mostrada, y fluye hacia el radiador, no mostrado, del circuito de refrigeración suministrado por fuera del compresor rotativo multietapa 10.

5 El refrigerante que fluye hacia el radiador radia el calor y efectúa una operación de calentamiento. El refrigerante que fluye hacia afuera desde el radiador se descomprime por un dispositivo reductor de presión (válvula de expansión o similar), no mostrado, del circuito de refrigeración después lo lleva al evaporador y se evapora en este. El refrigerante es finalmente extraído hacia la ruta de succión 60 del primer elemento de compresión rotativo 32 y se repite la circulación del refrigerante.

10 En razón a que la proporción de S2/S1 se ajusta para que sea más pequeña que la proporción de V2/V1, donde S1 es el área del puerto de descarga 41 del primer elemento compresor rotativo 32, S2 es el área del puerto de descarga 39 del segundo elemento de compresión rotativo 34, V1 es el desplazamiento del primer elemento de compresión rotativo 32, y V2 es el desplazamiento del segundo elemento de compresión rotativo 34, si adicionalmente se reduce el área S2 del puerto de descarga 39 del segundo elemento de compresión rotativo 34, adicionalmente se puede reducir la cantidad de refrigerante que permanece en el puerto de descarga 39.

15 Como un resultado, se puede reducir la cantidad de re-expansión del refrigerante en el puerto de descarga 39 del segundo elemento de compresión rotativo 34, reduciendo de esta manera la pérdida de presión causada por la re - expansión de la alta presión de tal manera que el rendimiento del compresor rotativo multietapa se puede mejorar en gran medida.

Aunque la proporción de S2/S1 se ajusta para que no sea menor de 0.5 y no mayor de 0.85 veces la proporción de V2/V1 de acuerdo con las realizaciones, la proporción no se limita a esta, y de esta manera si la proporción de S2/S1 se ajusta para que sea más pequeña que la proporción de V2/V1, se puede esperar el mismo efecto establecido anteriormente.

20 En casos donde el compresor rotativo multietapa 10 se emplea bajo las circunstancias donde la tasa de flujo del refrigerante es pequeña, por ejemplo, en una zona fría, la proporción de S2/S1 se ajusta para que no sea menor de 0.55 y no mayor de 0.67 veces la proporción de V2/V1 de tal manera que la cantidad de refrigerante que permanece en el puerto de descarga 39 del segundo elemento de compresión rotativo 34 se puede además reducir para obtener un efecto más eficiente.

25 En casos donde el compresor rotativo multietapa 10 se emplea bajo las circunstancias donde la tasa de flujo del refrigerante es grande, por ejemplo, en una zona caliente, la proporción de S2/S1 se ajusta para que no sea menor de 0.69 y no mayor de 0.85 veces la proporción de V2/V1 de tal manera que el incremento de la resistencia de paso del segundo elemento de compresión rotativo 34 se restringe tanto como sea posible, mejorando de esta manera el rendimiento del compresor.

30 Se describe ahora la operación del compresor rotativo multietapa 10 mostrado en la Figura 2. Cuando la bobina del estator 28 del elemento eléctrico 14 se alimenta a través del terminal 20 y el cableado, no mostrado, de la misma manera que el compresor rotativo multietapa 10 mostrado en la Figura 1, el elemento eléctrico 14 se acciona para rotar el rotor 24. Cuando se rota el rotor 24, los rodillos superior e inferior 46, 48 se acoplan con las porciones excéntricas superior e inferior 42, 44 que se suministran integralmente con el vástago rotativo 16 para rotar excéntricamente en los cilindros superior e inferior 38, 40.

35 Como resultado, el refrigerante a baja presión que se extrae hacia la cámara de baja presión del cilindro inferior 40 a través del puerto de succión 162, no mostrado, a través de la ruta de succión 60 formado en el miembro de soporte inferior 56 se comprime por las operaciones del rodillo inferior 48 y el álabe, no mostrado, que se va a cambiar hacia una presión intermedia, que a su vez pasa desde la cámara de alta presión del cilindro inferior 40 a través del puerto de descarga, no mostrado, y pasa a través de la cámara de eliminación de ruido 64 formada en el miembro de soporte inferior 56, entonces este se descarga del tubo de descarga intermedio 121 a la compresión 12 a través del puerto de comunicación, no mostrado.

40 El refrigerante de presión intermedia en la carcasa con revestimiento hermético 12 pasa a través de la ruta refrigerante, no mostrada, y se extrae hacia la cámara de baja presión del cilindro superior 38 a través del puerto de succión 161, a través de la ruta de succión 58 formada en el miembro de soporte superior 54. El refrigerante de presión intermedia extraído así se somete a una compresión de segunda etapa mediante las operaciones del rodillo superior 46 y el álabe, no mostrado, que se va a transformar en un refrigerante de alta temperatura y alta presión. De acuerdo con esto, la válvula de descarga 127 suministrada en la cámara de eliminación de ruido 62 se abre para permitirle a la cámara de eliminación de ruido 62 comunicarse con el puerto de descarga 39 de tal manera que el refrigerante pase hacia el puerto de descarga 39 desde la cámara de alta presión del cilindro superior 38, y este se descarga hacia la cámara de eliminación de ruido 62 formada en el miembro de soporte superior 54.

45 El refrigerante de presión intermedia en la carcasa con revestimiento hermético 12 pasa a través de la ruta refrigerante, no mostrada, y se extrae hacia la cámara de baja presión del cilindro superior 38 a través del puerto de succión 161, a través de la ruta de succión 58 formada en el miembro de soporte superior 54. El refrigerante de presión intermedia extraído así se somete a una compresión de segunda etapa mediante las operaciones del rodillo superior 46 y el álabe, no mostrado, que se va a transformar en un refrigerante de alta temperatura y alta presión. De acuerdo con esto, la válvula de descarga 127 suministrada en la cámara de eliminación de ruido 62 se abre para permitirle a la cámara de eliminación de ruido 62 comunicarse con el puerto de descarga 39 de tal manera que el refrigerante pase hacia el puerto de descarga 39 desde la cámara de alta presión del cilindro superior 38, y este se descarga hacia la cámara de eliminación de ruido 62 formada en el miembro de soporte superior 54.

50 En este caso, cuando la presión del refrigerante en la carcasa con revestimiento hermético 12 es menor que la presión del refrigerante en la cámara de eliminación de ruido 62, la válvula de liberación 101 se pone en contacto con la ruta de comunicación 100 para sellar esta de tal manera que la ruta de comunicación 100 no se abre. Como un resultado, el refrigerante a alta presión descargado hacia la cámara de eliminación de ruido 62 pasa a través de

la ruta refrigerante, no mostrada, y fluye hacia el radiador, no mostrado, del circuito de refrigeración suministrado por fuera del compresor rotativo multietapa 10.

5 El refrigerante que fluye hacia el radiador radia calor y efectúa una operación de calentamiento. El refrigerante que fluye hacia afuera del radiador se descomprime por un dispositivo reductor de presión (válvula de expansión o similar) del circuito de refrigeración, no mostrado, cuando este ingresa al evaporador, no mostrado, y es evaporado en este. El refrigerante finalmente se extrae hacia la ruta de succión 60 del primer elemento de compresión rotativo 32 y se repite la circulación del refrigerante.

10 Cuando la presión del refrigerante en la carcasa con revestimiento hermético 12 es mayor que la presión del refrigerante en la cámara de eliminación de ruido 62, como se estableció anteriormente, la válvula de liberación 101 que se pone en contacto con la abertura de extremo inferior de la ruta de comunicación 100 se empuja hacia abajo por la presión en la carcasa con revestimiento hermético 12 y se aparta de la abertura de extremo inferior de la ruta de comunicación 100 de tal manera que la ruta de comunicación 100 se comunica con la cámara de eliminación de ruido 62 y el refrigerante en la carcasa con revestimiento hermético 12 que incrementa anormalmente los flujos hacia la cámara de eliminación de ruido 62. El refrigerante que fluye hacia la cámara de eliminación de ruido 62 se comprime por el segundo elemento de compresión rotativo 34 y pasa a través de la ruta refrigerante, no mostrada, junto con el refrigerante que se descarga hacia la cámara de eliminación de ruido 62 y fluye hacia el radiador. Se repite esta circulación.

20 Cuando la presión del refrigerante en la carcasa con revestimiento hermético 12 es menor que la presión del refrigerante en la cámara de eliminación de ruido 62, la válvula de liberación 101 se pone en contacto con la ruta de comunicación 100 para sellarla de tal manera que la ruta de comunicación 100 se bloquea por la válvula de liberación 101.

25 En tanto que el compresor rotativo multietapa comprime la ruta de comunicación 100 para comunicar la ruta a través de la cual el refrigerante de presión intermedia que se comprime por el primer elemento de compresión rotativo 32 fluye, con el lado de descarga del refrigerante del segundo elemento de compresión rotativo 34, y la válvula de liberación 101 para abrir y cerrar la ruta de comunicación 100, la válvula de liberación 101 abre la ruta de comunicación 100 en casos donde la presión del refrigerante de presión intermedia es mayor que la presión en el lado de descarga del refrigerante del segundo elemento de compresión rotativo 34, evitando de esta manera por adelantado una condición de funcionamiento inestable causada por el fenómeno de reversión de la presión entre las presiones en los lados de descarga del refrigerante del primer elemento de compresión rotativo 32 y el segundo elemento de compresión rotativo 34 sin reducir la cantidad de circulación del refrigerante en el compresor.

35 En tanto que el refrigerante de presión intermedia que se comprime por el primer elemento de compresión rotativo 32 se descarga hacia la carcasa con revestimiento hermético 12 y el segundo elemento de compresión rotativo 34 extrae el refrigerante de presión intermedia en la carcasa con revestimiento hermético 12 mientras que la ruta de comunicación 100 se forma en la cubierta superior 66 que sirve como una pared para formar la cámara de eliminación de ruido 62, y la carcasa con revestimiento hermético 12 y la cámara de eliminación de ruido 62 se comunican una con la otra y además la válvula de liberación 101 se suministra en la cámara de eliminación de ruido 62 de tal manera que las dimensiones completas del compresor rotativo multietapa pueden hacerse pequeñas. Además, en razón a que la válvula de abertura 101 se suministra sobre la cubierta superior 66 dentro la cámara de eliminación de ruido 62, es posible evitar el fenómeno de inversión de la presión entre la presión intermedia y la alta presión al configurar la ruta de comunicación 100 en una estructura compleja.

40 Aunque la válvula de liberación 101 se une a la superficie inferior de la cubierta superior 66 y se dispone en la cámara de eliminación de ruido 62 en las realizaciones, esta no está limitada a esto, y de esta manera se puede configurar de tal manera que la una unidad de válvula que tiene estructura diferente pero que efectúa la misma función que la válvula de liberación 101 se puede suministrar en la ruta de comunicación 100, por ejemplo, como se muestra en la estructura en la Figura 7. En la Figura 7, se suministra una cámara de acomodación de unidad de válvula 201 en el miembro de soporte superior 54 y la cubierta superior 66, y una primera ruta 202 formada en el miembro de soporte superior 54 en el lado superior del mismo y una segunda ruta 203 formada bajo la primera ruta 202 se comunica con la cámara de acomodación de unidad de válvula 201 y cámara de eliminación de ruido 62.

50 La cámara de acomodación de unidad de válvula 201 es un hueco formado verticalmente en la cubierta superior 66 y en el miembro de soporte superior 54, y esta abre la carcasa con revestimiento hermético 12 en la superficie superior. Una unidad de válvula sustancialmente cilíndrica 200 se acomoda en la cámara de acomodación de unidad de válvula 201 y se configura de tal manera que se pone en contacto con la cara de la pared de la cámara de acomodación de unidad de válvula 201 para sellarla. Un resorte libremente elástico 204 (miembro de presión) se pone en contacto con la superficie inferior de la unidad de válvula 200 en un extremo. El resorte 204 se fija al miembro de soporte superior 54 en el otro extremo, y la unidad de válvula 200 es siempre presionada hacia arriba por el resorte 204.

- 5 El compresor rotativo multietapa se configura además de tal manera que el refrigerante a alta presión en la cámara de eliminación de ruido 62 fluye hacia la cámara de acomodación de unidad de válvula 201 de la segunda ruta 203 para presionar la unidad de válvula 200 hacia arriba mientras que el refrigerante de presión intermedia en la carcasa con revestimiento hermético 12 fluye hacia la cámara de acomodación de la unidad de válvula 201 para presionar la unidad de válvula 200 hacia abajo desde la superficie superior de la unidad de válvula 200.
- 10 De esta manera, la unidad de válvula 200 es presionada al lado de donde se pone en contacto con el resorte 204, a saber, esta se presiona hacia arriba en el refrigerante a alta presión en la cámara de eliminación de ruido 62 y el resorte 204 desde el lado inferior, donde este es presionado hacia abajo por el refrigerante de presión intermedia en la carcasa con revestimiento hermético 12 desde el lado opuesto. La unidad de válvula 200 siempre bloquea la primera ruta 202 que se comunica con la cámara de acomodación de la unidad de válvula 201.
- 15 Suponiendo que la fuerza de presión del resorte 204 se ajusta de tal manera que la unidad de válvula 200 que bloquea la primera ruta 202 se empuja hacia abajo por el refrigerante en la carcasa con revestimiento hermético 12 para permitir al refrigerante en la carcasa con revestimiento hermético 12 fluir hacia la primera ruta 202 cuando la presión del refrigerante en la carcasa con revestimiento hermético 12 es mayor que la presión del refrigerante en la cámara de eliminación de ruido 62. Además, el resorte 204 se ajusta de tal manera que la unidad de válvula 200 está siempre ubicada sobre la segunda ruta 203.
- 20 Cuando la presión del refrigerante en la carcasa con revestimiento hermético 12 excede la presión del refrigerante en la cámara de eliminación de ruido 62, la unidad de válvula 200 se empuja hacia abajo bajo la primera ruta 202 de tal manera que el refrigerante en la carcasa con revestimiento hermético 12 fluye hacia la cámara de eliminación de ruido 62 a través de la primera ruta 202. Entonces cuando la presión del refrigerante en la carcasa con revestimiento hermético 12 es menor que la presión del refrigerante en la cámara de eliminación de ruido 62, la unidad de válvula 200 se estructura para bloquear la primera ruta 202.
- 25 Aún en tal disposición, la presión intermedia se puede controlar para ser inferior a la presión en el lado de descarga del refrigerante del segundo elemento de compresión rotativo 34 mediante la unidad de válvula 200, evitando de esta manera por adelantado el inconveniente del fenómeno de inversión de la presión donde la presión en el lado de succión del refrigerante del segundo elemento de compresión rotativo 34 y la presión en el lado de descarga del refrigerante del mismo se invierten, y también evitando una condición operativamente inestable y la generación de ruidos sin reducir la cantidad de circulación del refrigerante de tal manera que se puede evitar el deterioro del rendimiento del compresor rotativo multietapa.
- 30 En razón a que la dimensión de altura de la cámara de eliminación de ruido 62 se puede controlar tanto como sea posible se pueden hacer más pequeñas las dimensiones completas del compresor.
- 35 Aunque la ruta de comunicación se forma sobre la cubierta superior 66 de acuerdo con la realización, esta no se limita a ésta, y de esta manera no es necesario especificar la posición de la ruta de comunicación si esta se suministra en la porción donde la ruta a través de la cual se descarga el refrigerante del primer elemento de compresión rotativo 32 se comunica con el lado de descarga del refrigerante del segundo elemento de compresión rotativo 34.
- Aunque el compresor rotativo multietapa donde el vástago rotativo 16 es del tipo instalado verticalmente se explica con referencia a la figura 1, no es necesario decir que la invención se puede aplicar al compresor rotativo multietapa donde el vástago rotativo 16 es del tipo instalado lateralmente.
- 40 Aún además, aunque el compresor rotativo multietapa 10 se explica como el segundo compresor rotativo multietapa del tipo segunda etapa suministrado con los primeros y segundos elementos de compresión rotativos, este no se limita al mismo, y es suficiente que el compresor rotativo multietapa se pueda suministrar con la tercer y cuarto elementos de compresión más rotativos.
- 45 Se describe ahora el funcionamiento del sistema del circuito de refrigeración mostrado en la Figura 8. La válvula de control de tasa de flujo 159 se cierra mediante el controlador 160 en una operación de calentamiento normal, y se controla la válvula de expansión 156 para ser abierta o cerrada mediante el controlador 160 con el fin de efectuar la operación de descompresión.
- 50 Luego, cuando la bobina del estator 28 del elemento eléctrico 14 se alimenta a través del terminal 20 mostrado en la Figura 1 y el cableado, no mostrado, el elemento eléctrico 14 se opera para rotar el rotor 24. Cuando se rota el rotor 24, los rodillos superior e inferior 46, 48 que se acoplan con las porciones excéntricas superior e inferior 42, 44 suministradas integralmente con el vástago rotativo 16 se rotan excéntricamente en los cilindros superior e inferior 38, 40.

- 5 Como resultado, el refrigerante de baja presión que se extrae hacia la cámara de baja presión del cilindro inferior 40 a través del tubo de introducción del refrigerante 94, el puerto de succión, no mostrado, a través de la ruta de succión 60 formada en el miembro de soporte inferior 56 se comprime por las operaciones del rodillo inferior 48 y álabes 52 que se van a cambiar hacia una presión intermedia, entonces el refrigerante en la cámara de alta presión del cilindro inferior 40 pasa a través de la cámara de eliminación de ruido 64 formada en el miembro de soporte inferior 56 a través del puerto de descarga, no mostrado, y se descarga del tubo de descarga intermedio 121 hacia la carcasa con revestimiento hermético 12 a través del puerto de comunicación, no mostrado. Como resultado, la presión en la carcasa con revestimiento hermético 12 cambia a presión intermedia.
- 10 En las circunstancias donde la temperatura ambiente es baja y la presión en el lado de descarga del refrigerante del primer elemento de compresión rotativo 32 es baja, la válvula de control de tasa de flujo 159 se cierra mediante el controlador 160 como se estableció anteriormente de tal manera que el refrigerante de presión intermedia fluye hacia afuera del tubo de introducción de refrigerante 92 del mango 144 y pasa a través de la ruta de succión 58 formada en el miembro de soporte superior 54 y se extrae hacia la cámara de baja presión del cilindro superior 38 a través del puerto de succión, no mostrado.
- 15 Mientras tanto, si el controlador 160 detecta que la temperatura ambiente se incrementa y la presión en el lado de descarga del refrigerante del primer elemento de compresión rotativo 32 alcanza o se aproxima a la presión en el lado de descarga del refrigerante del segundo elemento de compresión rotativo 34, la válvula de control de tasa de flujo 159 se abre gradualmente como se estableció anteriormente de tal manera que una parte del refrigerante en el lado de descarga del refrigerante del primer elemento de compresión rotativo 32 pasa a través de la tubería de derivación 158 desde el tubo de introducción de refrigerante 92 del mango 144 y se suministra al evaporador 157 a través de la válvula de control de tasa de flujo 159. Además, cuando la temperatura ambiente se incrementa adicionalmente, la válvula de control de tasa de flujo 159 se abre adicionalmente mediante el controlador 160 de tal manera que aumenta la tasa de flujo del refrigerante que pasa a través de la tubería de derivación 158. Como un resultado, la presión del refrigerante de presión intermedia en la carcasa con revestimiento hermético 12 disminuye, evitando de esta manera un fenómeno de reversión de la presión entre las presiones en el lado de descarga de los refrigerantes del primer elemento de compresión rotativo 32 y el segundo elemento de compresión rotativo 34.
- 20
- 25 Mientras tanto, siempre y cuando la temperatura ambiente baje, por ejemplo, alcance una temperatura predeterminada, la válvula de control de tasa de flujo 159 se cierra mediante el controlador 160 de tal manera que el refrigerante de presión intermedia completo en la carcasa con revestimiento hermético 12 fluya hacia afuera desde el tubo de introducción de refrigerante 92 del mango 144 y pasa a través de la ruta de succión 58 formada en el miembro de soporte superior 54, entonces este se extrae hacia la cámara de baja presión del cilindro superior 38 a través del puerto de succión, no mostrado.
- 30
- 35 El refrigerante de presión intermedia que se extrae hacia el segundo elemento de compresión rotativo 34 se somete a compresión de la segunda etapa mediante las operaciones del rodillo superior 46 y la paleta 50, y esta se cambia en un refrigerante de alta temperatura y alta presión, el cual a su vez pasa al puerto de descarga, no mostrado, desde la cámara de alta presión, y también pasa a través de la cámara de eliminación de ruido 62 formada en el miembro de soporte superior 54, fluye entonces hacia el enfriador de gas 154 a través del tubo de descarga refrigerante 96. La temperatura del refrigerante en este momento se incrementa hasta +100° C, y el refrigerante que tiene tal alta temperatura y alta presión radia calor desde el enfriador de gas 154, y calienta el agua en el tanque de agua caliente para generar agua caliente de aproximadamente +90° C.
- 40
- 45 Se enfría el refrigerante *per se* en el enfriador de gas 154 y fluye hacia afuera desde el enfriador de gas 154. Entonces el refrigerante se descomprime mediante la válvula de expansión 156 y fluye hacia el evaporador 157 donde este se evapora (absorbe calor desde la periferia en este momento) y pasa a través del acumulador, no mostrado, y este se extrae hacia el primer elemento de compresión rotativo 32 a través del tubo de introducción de refrigerante 94. Se repite este ciclo.
- 50 Cuando se genera escarcha en el evaporador 157 durante la operación de calentamiento, el controlador 160 abre completamente la válvula de expansión 156 y válvula de control de tasa de flujo 159 con base en una operación de instrucción periódica o arbitraria, efectuando de esta manera la operación de descongelamiento del evaporador 157. Como resultado, el refrigerante de alta temperatura y alta presión que se descarga desde el segundo elemento de compresión rotativo 34 fluye a través del tubo de descarga refrigerante 96, el enfriador de gas 154 y la válvula de expansión 156 (estado completamente abierto) mientras que el refrigerante en la carcasa con revestimiento hermético 12 que se descarga del primer elemento de compresión rotativo 32 fluye a través del tubo de introducción de refrigerante 92, la tubería de derivación 158, la válvula de control de tasa de flujo 159 (estado completamente abierto) y fluye del lado corriente abajo de la válvula de expansión 156, por medio de la cual ambas descargas de refrigerante desde el segundo elemento de compresión rotativo 34 y primer elemento de compresión rotativo 32 no se descomprimen y fluyen directamente hacia el evaporador 157. El evaporador 157 se calienta cuando el refrigerante a alta temperatura fluye hacia este de tal manera que se funde y elimina la escarcha en el evaporador 157.
- 55

5 Tal operación de descongelamiento termina mediante una temperatura y tiempo de terminación de descongelamiento predeterminada o similar del evaporador 157. Luego de la terminación de la operación de descongelamiento del evaporador 157, el controlador 160 cierra la válvula de control de tasa de flujo 159 y controla la válvula de expansión 156 de tal manera que la válvula de expansión 156 pueda efectuar una operación de descompresión normal, y el refrigerante regresa para efectuar una operación de calentamiento normal.

10 Ya que el compresor rotativo multietapa comprime la tubería de derivación 158 para suministrar el refrigerante descargado desde el primer elemento de compresión rotativo 32 al evaporador 157, la válvula de control de tasa de flujo 159 capaz de controlar la tasa de flujo del refrigerante que fluye a través de la tubería de derivación 158, y el controlador 160 para controlar la válvula de control de tasa de flujo 159 y la válvula de expansión 156 que sirve como el dispositivo reductor de presión, en donde el controlador 160 siempre cierra la válvula de control de tasa de flujo 159 e incrementa la tasa de flujo del refrigerante que fluye a través de la tubería de derivación 158 por la válvula de control de tasa de flujo 159 dependiendo del incremento de la presión en el lado de descarga del refrigerante del primer elemento compresor rotativo 32, se puede evitar el fenómeno de inversión de la presión entre la presión intermedia y la alta presión, y se puede evitar la condición de funcionamiento inestable del segundo elemento de compresión rotativo 34, mejorando de esta manera la fiabilidad del compresor.

15 Es decir, cuando la presión en el lado de descarga del refrigerante del primer elemento de compresión rotativo 32 se aproxima a la presión en el lado de descarga del refrigerante del segundo elemento de compresión rotativo 34, el controlador 160 abre la válvula de control de la tasa de flujo 159 de tal manera que se puede evitar el fenómeno de inversión de la presión entre la presión intermedia y la alta presión sin fallo.

20 Particularmente, en razón a que el controlador 160 abre completamente la válvula de expansión 156 y la válvula de control de tasa de flujo 159 cuando se descongela en el evaporador 157, la escarcha generada en el evaporador 157 se puede eliminar mediante el refrigerante de presión intermedia y el refrigerante comprimido por el segundo elemento de compresión rotativo 34 de tal manera que la escarcha generada en el evaporador 157 se puede eliminar eficientemente y también se puede evitar el inconveniente del fenómeno de inversión de presión entre la presión en el lado de descarga del refrigerante del segundo elemento de compresión rotativo 34 y la presión en el lado de extracción del refrigerante del mismo.

25 Aunque el controlador 160 detecte la presión en el lado de descarga del refrigerante del primer elemento de compresión rotativo 32 y la presión en el lado de descarga del refrigerante del segundo elemento de compresión rotativo 34 al detectar la temperatura ambiente mediante un sensor de temperatura ambiente, no mostrado, es suficiente que la presión en el lado de descarga del refrigerante del primer elemento de compresión rotativo 32 y la presión en el lado de descarga del refrigerante del segundo elemento de compresión rotativo 34 se detecten al detectar la presión en el lado de succión del refrigerante del primer elemento de compresión rotativo 32 mediante un sensor de presión que se suministra en el lado de succión del refrigerante del primer elemento de compresión rotativo 32. Además, las presiones en los lados de descarga del refrigerante del primer elemento de compresión rotativo 32 y el segundo elemento de compresión rotativo 34 se pueden controlar al detectar directamente las mismas presiones.

30 Aunque las operaciones de abertura y cierre de la válvula de control de tasa de flujo 159 se controlan cuando la presión en el lado de descarga del refrigerante del primer elemento de compresión rotativo 32 alcanza o se aproxima a la presión en el lado de descarga del refrigerante del segundo elemento de compresión rotativo 34, este no se limita a esta, y de esta manera el controlador 160 controla la válvula de control de tasa de flujo 159 para abrirla cuando la presión alcanza una presión predeterminada, por ejemplo, la presión en la carcasa con revestimiento hermético 12 alcanza o se aproxima a una presión permisible de la carcasa con revestimiento hermético 12. En tal caso es posible evitar por adelantado el inconveniente de que la presión en la carcasa con revestimiento hermético 12 exceda el límite permisible que se origina mediante el incremento de la presión en el lado de descarga del refrigerante del primer elemento de compresión rotativo 32, de tal manera que es posible evitar el inconveniente de ruptura de la carcasa con revestimiento hermético 12 o la generación de escape del refrigerante debido al incremento del refrigerante de presión intermedia.

35 Aunque se utiliza dióxido de carbono como el refrigerante en las realizaciones, el refrigerante no se limita a dióxido de carbono sino que se puede utilizar un refrigerante que tenga una presión que sea grande en diferencia entre la presión alta y la baja.

40 Aunque se utiliza el compresor rotativo multietapa 10 en la unidad de sistema del circuito de refrigeración de la unidad de suministro de agua caliente 153, esta no se limita a la misma, y de esta manera la disposición es efectiva aún si el compresor rotativo multietapa 10 se utiliza para calentar una habitación o similar.

45 Como se mencionó en detalle anteriormente, la cantidad de refrigerante de alta presión que permanece en el puerto de descarga del segundo elemento de compresión rotativo se puede reducir al hacer el área S2 del puerto de descarga del segundo elemento de compresión rotativo más pequeña de tal manera que la cantidad de re-expansión del refrigerante en el puerto de descarga del segundo elemento de compresión rotativo se puede reducir,

5 restringiendo de esta manera la disminución de la eficiencia de compresión debido a la reexpansión del refrigerante a alta presión. Además, en razón a que el flujo de volumen del refrigerante en el puerto de descarga del segundo elemento de compresión rotativo es muy pequeño, la eficiencia mejorada mediante la reducción de la re-expansión del refrigerante restante excede la pérdida causada por el incremento, el incremento de la resistencia de paso en el puerto de descarga, de tal manera que la eficiencia de funcionamiento del compresor rotativo se puede mejorar de manera global.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un compresor rotativo multietapa (10) que comprende un elemento eléctrico (14) en una carcasa con revestimiento hermético (12), y primeros y segundos elementos de compresión rotativos (32, 34) que son impulsados por dicho elemento eléctrico (14), en donde un refrigerante que se comprime y se descarga por dicho primer elemento de compresión rotativo (32) se extrae hacia y se comprime por dicho segundo elemento de compresión rotativo (34) y se descarga por medio de dicho elemento de compresión rotativo (34); **caracterizado porque** la proporción de $S2/S1$ se ajusta para que sea más pequeña que la proporción de $V2/V1$, donde $S1$ es el área del puerto de descarga (41) de dicho primer elemento de compresión rotativo (32), $S2$ es el área del puerto de descarga (39) de dicho segundo elemento de compresión rotativo (34), $V1$ es el desplazamiento de dicho primer elemento de compresión rotativo (32), y $V2$ es el desplazamiento de dicho segundo elemento de compresión rotativo (34).
- 10 2. El compresor rotativo multietapa (10) de acuerdo con la Reivindicación 1, en donde la proporción de $S2/S1$ se ajusta para que no sea menor de 0.5 y no mayor de 0.85 veces la proporción de $V2/V1$.
- 15 3. El compresor rotativo multietapa (10) de acuerdo con la Reivindicación 2, en donde la proporción de $S2/S1$ se ajusta para que no sea menor de 0.5 y no mayor de 0.67 veces la proporción de $V2/V1$.
4. El compresor rotativo multietapa (10) de acuerdo con la Reivindicación 2, en donde la proporción de $S2/S1$ se ajusta para que no sea menor de 0.69 y no mayor de 0.85 veces la proporción de $V2/V1$.

Fig 1

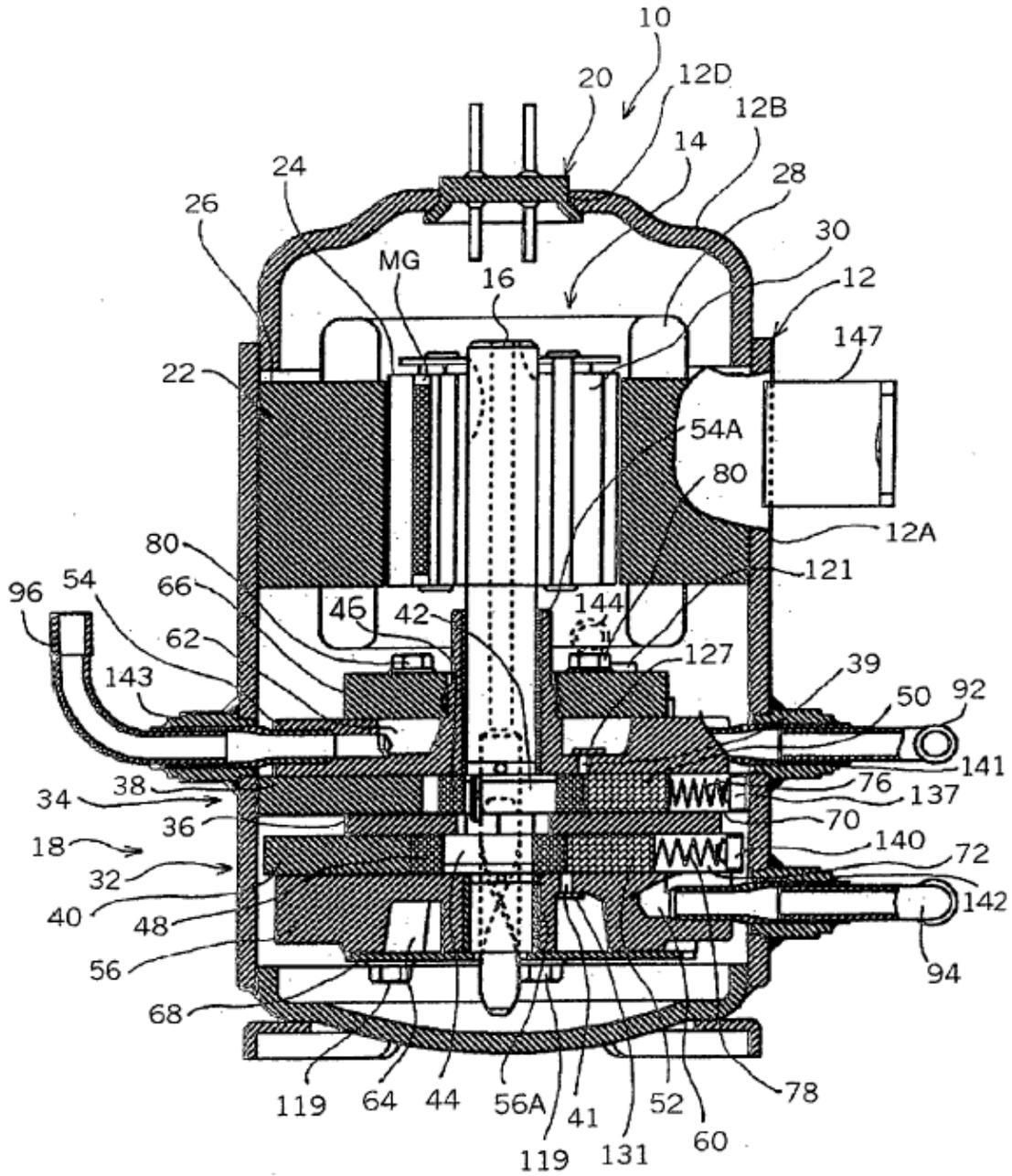


Fig 2

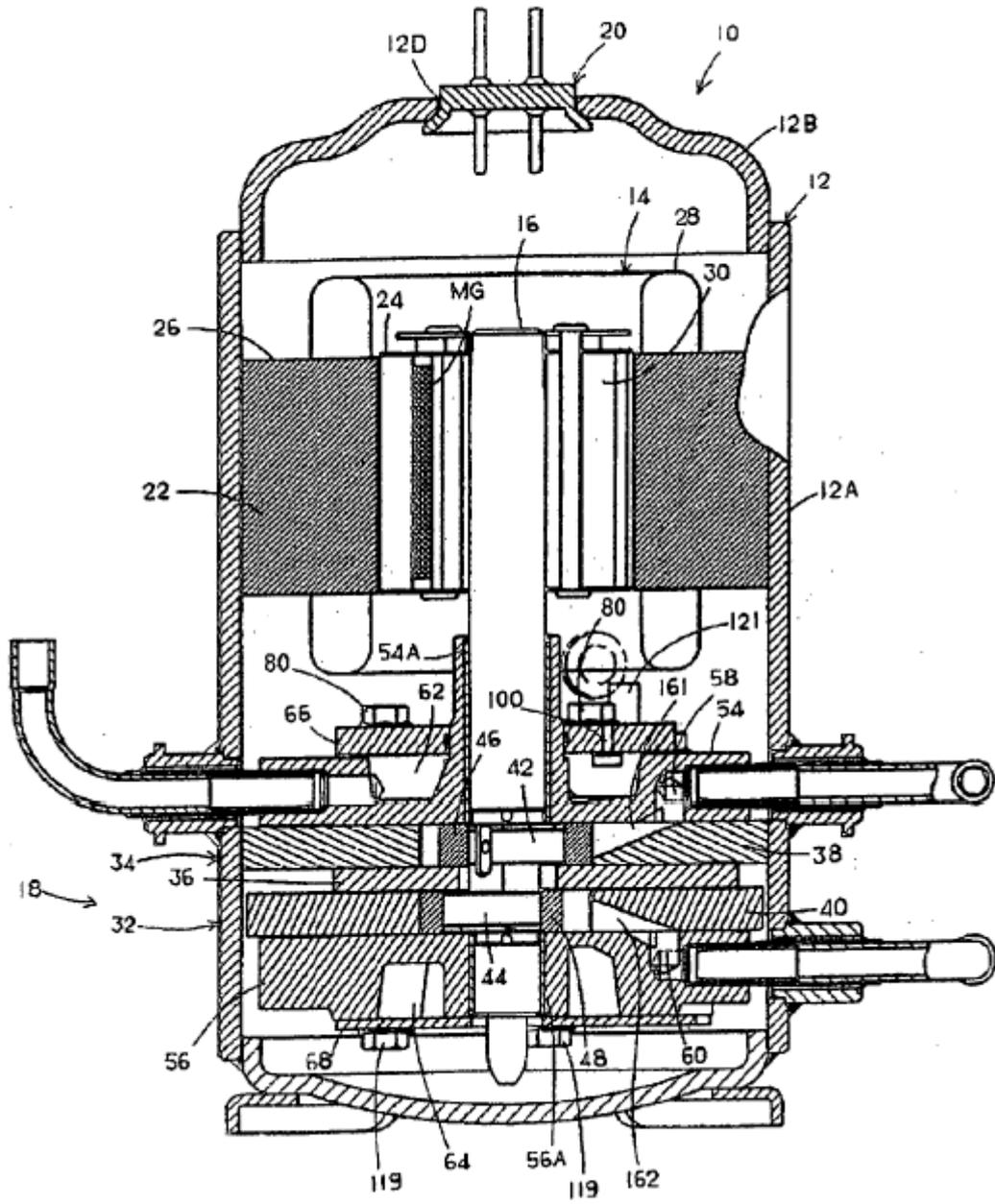


Fig 3

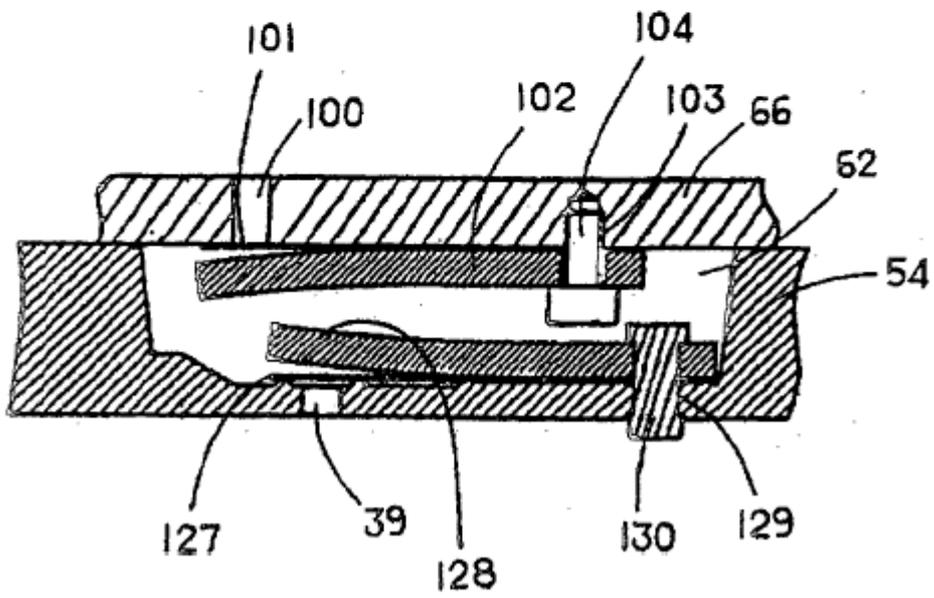


Fig 4

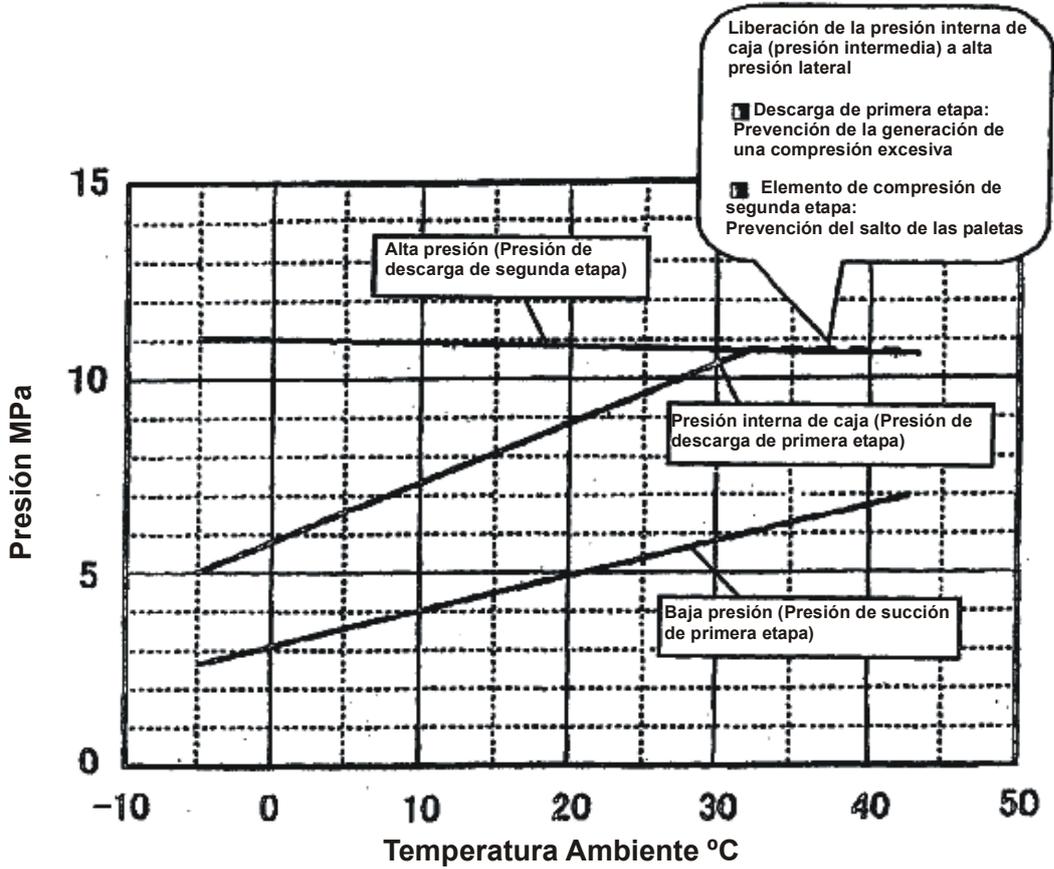


Fig 5

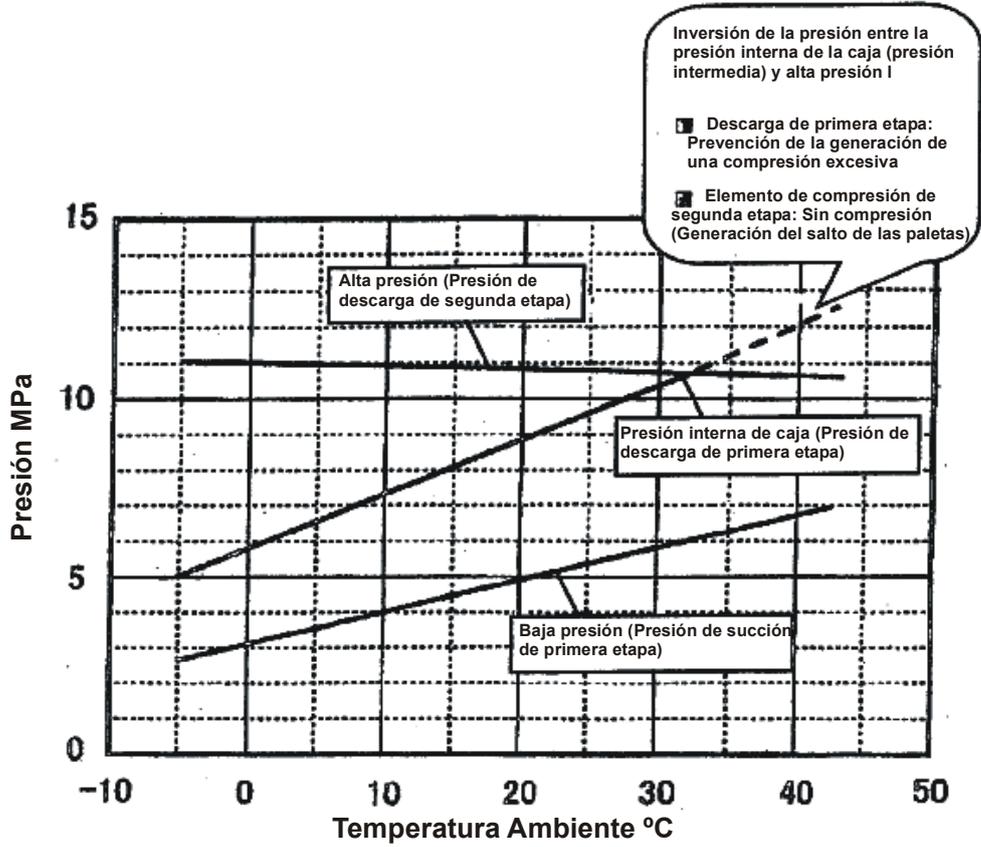


Fig 6

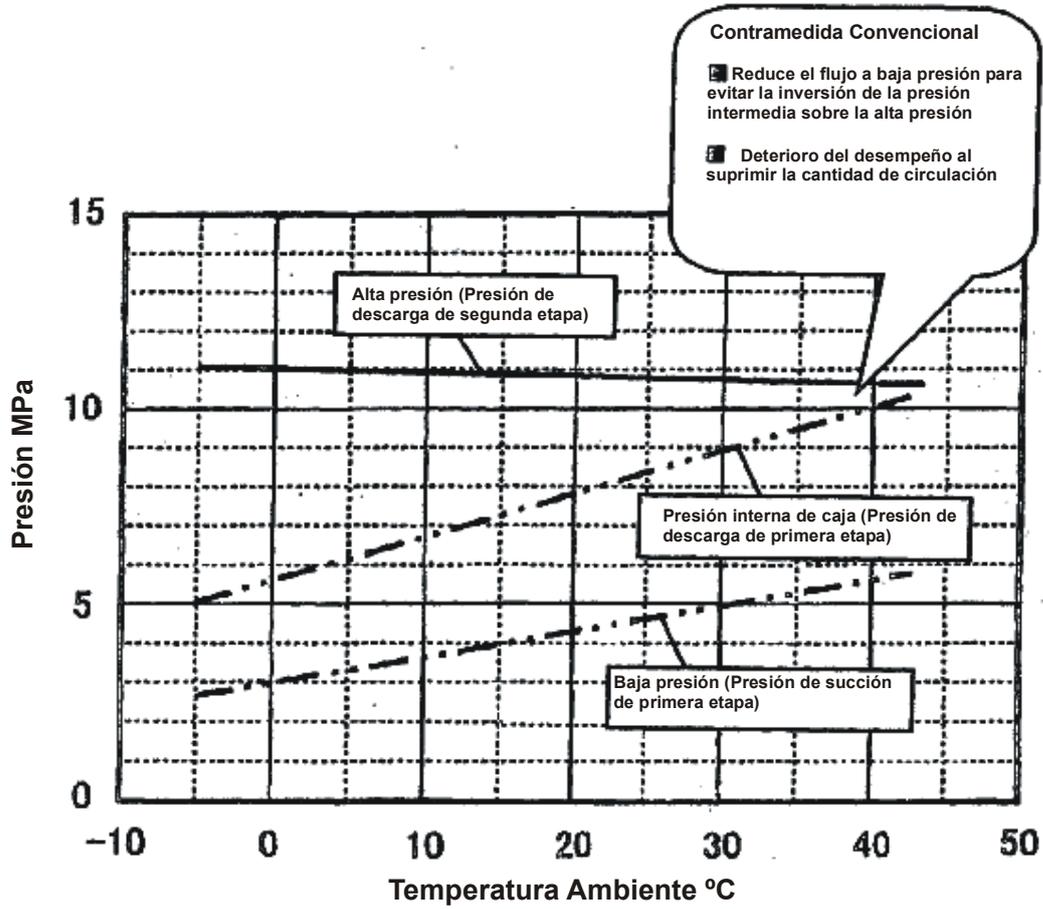


Fig 7

