

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 524 982**

51 Int. Cl.:

F01C 13/04 (2006.01)

F01C 1/02 (2006.01)

F01C 21/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.09.2006** **E 06810744 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.11.2014** **EP 2067928**

54 Título: **Máquina de expansión del tipo de caracol**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.12.2014

73 Titular/es:

MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION (100.0%)
7-3, MARUNOUCHI 2-CHOME
CHIYODA-KU, TOKYO 100-8310, JP

72 Inventor/es:

SHIMOJI, MIHOKO;
KAKUDA, MASAYUKI;
KODA, TOSHIHIDE;
SEKIYA, SHIN;
ISHIZONO, FUMIHIKO y
MATSUI, TOMOKAZU

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 524 982 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

Máquina de expansión del tipo de caracol

5 CAMPO TÉCNICO

Esta invención se refiere a una máquina de expansión del tipo de caracol o voluta para recuperar potencia mediante la expansión de un refrigerante y utilizándola en compresión.

10 TÉCNICA ANTERIOR

En una máquina convencional de expansión del tipo de caracol, una cámara de compresión de medios de compresión está definida por un primer caracol fijo y un caracol orbitante, por una parte, y una cámara de expansión de medios de expansión está definida por un segundo caracol fijo y el caracol orbitante. El caracol orbitante está conectado a un cigüeñal para ser accionado en un movimiento orbitante por un motor montado en el cigüeñal mientras está soportado para no efectuar un movimiento de giro. Así mismo, una lumbrera de descarga de un mecanismo de compresión y una lumbrera de succión de un mecanismo de expansión están conectadas respectivamente de manera directa a un extremo de tubos para la conexión al intercambiador de calor, con lo que la lumbrera de succión del mecanismo de compresión y la lumbrera de descarga del mecanismo de expansión están definidas en un paso distante del mecanismo de soporte (véase la Publicación de Patente japonesa No. 07-037857).

Una tal máquina de expansión tiene una estructura en la que un mecanismo de expansión para expandir el refrigerante y un mecanismo de sub-compresión accionados por una potencia recuperada para participar en una parte del proceso de compresión están acomodados dentro de un recipiente hermético, teniendo el recipiente hermético aceite lubricante mantenido en el mismo para las partes deslizantes. En el ciclo de refrigeración que utiliza la citada máquina de expansión, el aceite lubricante está contenido en dos lugares del compresor principal y de la máquina de expansión, de manera que se debe controlar el nivel del aceite para no generar una carencia de aceite lubricante en la misma.

Por lo tanto, en el acondicionador de aire de refrigeración que utiliza la máquina de expansión convencional, la presión dentro del recipiente hermético que contiene el mecanismo de expansión y el mecanismo de sub-compresión es hecha igual o sensiblemente igual a la presión de descarga del compresor principal, de manera que el mecanismo de expansión succiona el refrigerante desde la parte superior del recipiente de la máquina de expansión, y la máquina de compresión principal está provista, cuando la atmósfera dentro del recipiente del compresor principal está a la presión de succión, de una parte de succión del compresor por encima del nivel de aceite, y es provista, cuando la atmósfera dentro del recipiente del compresor principal está a la presión de descarga, de una lumbrera de descarga del recipiente por encima del nivel del aceite, de manera que el aceite superfluo dentro del recipiente del compresor principal puede ser devuelto, junto con el refrigerante, al recipiente de la máquina de expansión a través de un circuito externo, como se describe en la Patente japonesa Abierta a la Inspección, No. 2004-325018.

En otro acondicionador de aire de refrigeración, la presión dentro del recipiente hermético que contiene el mecanismo de expansión y el mecanismo de sub-compresión se hace igual a la presión de descarga del sub-compresor de manera que el mecanismo de expansión aspira directamente el refrigerante desde el exterior del recipiente de la máquina de expansión y descarga directamente el refrigerante expandido hacia el exterior del recipiente de expansión, y el compresor principal está provisto, cuando la atmósfera dentro del recipiente del compresor principal está a la presión de succión, de una lumbrera de succión del mecanismo de compresión por encima del nivel del aceite, y está provisto, cuando la atmósfera dentro del recipiente del compresor principal está a la presión de descarga, de una lumbrera de descarga desde el mecanismo de compresión por encima del nivel del aceite, de manera que el aceite superfluo dentro del recipiente del compresor principal puede ser devuelto, junto con el refrigerante, al recipiente de la máquina de expansión a través de un circuito externo, como se describe en la Patente japonesa Abierta a la Inspección No. 2004-325019.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

55 Sin embargo, en la máquina de expansión del tipo de caracol según se ha descrito anteriormente, el mecanismo de expansión debe ser hecho integral con la fuente de accionamiento, tal como un motor, de manera que se complica la estructura. También, bajo las condiciones de funcionamiento fuera del intervalo de diseño, el caudal o la presión diferencial del mecanismo de expansión deben ser disminuidos con el fin de igualar las velocidades de rotación del mecanismo de expansión y del mecanismo de compresión, planteando problemas que disminuyen la potencia de recuperación. Además, puesto que la lumbrera de descarga del mecanismo de compresión y la lumbrera de succión del mecanismo de expansión están respectivamente conectadas de manera directa a un extremo del tubo conectado al intercambiador de calor, y la lumbrera de succión del mecanismo de compresión y la lumbrera de descarga del mecanismo de expansión están dispuestas a lo largo de una ruta distante del espacio en el que está dispuesto el

mecanismo de soporte, ha existido el temor de que el aceite lubricante que circula junto con el gas refrigerante no sea suministrado a la parte deslizante del mecanismo de soporte, lo que ocasiona el quemado debido a la escasez de lubricación.

Así mismo, los acondicionadores de aire de refrigeración descritos en las Patentes japonesas Abiertas a la Inspección, números 2004-325018 y 2004-325019 están ambos dispuestos de tal manera que el aceite de lubricación superfluo dentro del recipiente del compresor principal y del recipiente de la máquina de expansión es descargado junto con el refrigerante hacia el exterior del recipiente y que el aceite es desplazado desde el recipiente del compresor principal al recipiente de la máquina de expansión o desde el recipiente de la máquina de expansión al recipiente del compresor principal, de manera que, cuando el refrigerante es comprimido por el compresor principal después de haber sido comprimido por el sub-compresor, el aceite que fluye desde el recipiente del compresor principal al recipiente de la máquina de expansión debe circular a través del intercambiador de calor del enfriador de gas, por lo que es de temer que se degrade el rendimiento del intercambio de calor debido al aceite lubricante arrastrado en el refrigerante.

Además, cuando se proporciona otra parte de recipiente, tal como un acumulador, o cuando el circuito de circulación es alargado debido a una tubería de prolongación, puede ser posible que el aceite lubricante permanezca en la parte de recipiente distinta del compresor principal o del recipiente de la máquina de expansión, o pueda precisar tiempo para moverse y el equilibrio del nivel de aceite no pueda ser mantenido y el recipiente del compresor principal o el recipiente de la máquina de expansión pueden resultar escasos de aceite lubricante. Cuando se incrementa la cantidad de llenado inicial del aceite lubricante a la vista de las condiciones anteriores, la cantidad de aceite es constantemente superflua dentro del recipiente del compresor principal o de la máquina de expansión y la agitación genera pérdidas.

La presente invención ha sido creada para resolver los problemas anteriormente citados y tiene por objeto proporcionar una máquina de expansión del tipo de caracol que sea de estructura sencilla y de mínima pérdida de potencia recuperada, que esté dispuesta de tal manera que la lubricación de la parte deslizante del mecanismo de soporte y el nivel de aceite de lubricación se controlen por movimiento directo del aceite de lubricación entre el recipiente del compresor principal y el recipiente de la máquina de expansión, y que sea de elevada eficacia bajo un amplio intervalo de las condiciones de funcionamiento y que sea fiable.

De acuerdo con la presente invención, la máquina de expansión del tipo de caracol comprende un mecanismo de expansión del tipo de caracol dispuesto dentro de un recipiente hermético y que incluye un caracol orbitante y un primer caracol fijo para expandir un refrigerante y recuperar potencia, y un mecanismo de sub-compresión del tipo de caracol dispuesto dentro de un recipiente hermético y que incluye un caracol orbitante que tiene una placa de base en común con el caracol orbitante del citado mecanismo de expansión y acoplada con un segundo caracol fijo para comprimir el refrigerante por medio de la potencia recuperada por el citado mecanismo de expansión, en la que dicho primer caracol fijo y dicho segundo caracol fijo definen un espacio superior dentro de dicho recipiente hermético, un espacio de movimiento de caracol orbitante y un espacio inferior, pudiendo estar provisto dicho espacio de movimiento de caracol orbitante de un anillo Oldham, teniendo dicho mecanismo de sub-compresión una lumbrera de descarga abierta dentro de dicho espacio superior, y en la que el citado espacio superior y dicho espacio inferior están conectados entre sí por un conducto de flujo de aceite.

Igualmente, en la máquina de expansión del tipo de caracol de la presente invención, cuando el citado espacio de movimiento de caracol orbitante se hace a una presión expandida y dicho espacio superior y dicho espacio inferior se hacen a una presión comprimida del citado mecanismo de sub-compresión, se dispone una junta circunferencial exterior entre dicho caracol fijo y dicho caracol orbitante del citado mecanismo de sub-compresión, siendo dicho conducto de flujo de aceite un orificio o taladro de retorno de aceite que comunica dicho espacio superior y dicho espacio inferior entre sí sin pasar a través de dicho espacio de movimiento de caracol orbitante. Esto se describe en la reivindicación 1.

De acuerdo con la presente invención, es posible proporcionar una máquina de expansión del tipo de caracol que sea de estructura sencilla y de mínima pérdida de potencia recuperada, que esté dispuesta de tal manera que la lubricación de la parte deslizante del mecanismo de soporte y el nivel del aceite de lubricación sean controlados por movimiento directo del aceite lubricante entre el recipiente del compresor principal y el recipiente de la máquina de expansión, y que sea de elevada eficacia bajo un amplio intervalo de las condiciones de funcionamiento y que sea fiable.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La presente invención resultará más fácilmente evidente de la siguiente descripción detallada de las realizaciones preferidas de la presente invención, tomadas juntamente con los dibujos que se acompañan, en los cuales:

La figura 1 es una vista en sección longitudinal de la máquina de expansión del tipo de caracol de acuerdo con el ejemplo 1;

La figura 2 es una vista en sección transversal del mecanismo de expansión de la máquina de expansión del tipo de caracol de acuerdo con el ejemplo 1;

La figura 3a es una vista en planta del caracol fijo del mecanismo de sub-compresión de la máquina de expansión del tipo de caracol de acuerdo con el ejemplo 1;

5 La figura 3b es una vista en planta del caracol orbitante del mecanismo de sub-compresión de acuerdo con el ejemplo 1;

La figura 4 es un diagrama de circuito de los elementos básicos del ciclo de refrigeración que utiliza la máquina de expansión del tipo de caracol de acuerdo con el ejemplo 1;

10 La figura 5 es un gráfico de Mollier que muestra la variación en magnitud de estado del refrigerante en el ciclo de refrigeración que utiliza la máquina de expansión del tipo de caracol de acuerdo con el ejemplo 1;

La figura 6 es un diagrama esquemático para explicar la relación entre el caudal y la velocidad de rotación de un mecanismo de expansión/compresión típico;

La figura 7 es una vista esquemática en sección de la máquina de expansión y del mecanismo de sub-compresión de la máquina de expansión del tipo de caracol de acuerdo con el ejemplo 1;

15 La figura 8 es una vista esquemática para explicar la función de obturación de contacto de una junta de punta típica;

La figura 9 es una vista en sección longitudinal de la máquina de expansión del tipo de caracol de acuerdo con el ejemplo 2;

20 La figura 10 es una vista en sección transversal del mecanismo de expansión de la máquina de expansión del tipo de caracol de acuerdo con el ejemplo 2;

La figura 11a es una vista en planta del caracol fijo del mecanismo de sub-compresión de la máquina de expansión del tipo de caracol de acuerdo con el ejemplo 2;

La figura 11b es una vista en planta del caracol orbitante del mecanismo de sub-compresión de la máquina de expansión del tipo de caracol de acuerdo con el ejemplo 2;

25 La figura 12 es una vista esquemática en sección del mecanismo de expansión y del mecanismo de sub-compresión de la máquina de expansión del tipo de caracol de acuerdo con el ejemplo 2;

La figura 13 es una vista en sección longitudinal de la máquina de expansión del tipo de caracol de acuerdo con la realización 1 de la presente invención;

30 La figura 14 es una vista en sección transversal del mecanismo de expansión de la máquina de expansión del tipo de caracol de acuerdo con la realización 1 de la presente invención;

La figura 15a es una vista en planta del caracol fijo del mecanismo de sub-compresión de la máquina de expansión del tipo de caracol de acuerdo con la realización 1 de la presente invención;

La figura 15b es una vista en planta del caracol orbitante del mecanismo de sub-compresión de la máquina de expansión del tipo de caracol de acuerdo con la realización 1 de la presente invención;

35 La figura 16 es una vista esquemática en sección del mecanismo de expansión y del mecanismo de sub-compresión de la máquina de expansión del tipo de caracol de acuerdo con la realización 1;

La figura 17a es un diagrama de circuito que muestra los componentes del sistema de suministro de aceite del ciclo de refrigeración de acuerdo con la realización 2 de la presente invención, en el que el compresor principal está a una presión de succión y el tubo de aceite está dispuesto para conectar el espacio de succión del compresor principal y la superficie inferior de la máquina de expansión;

40 La figura 17b es un diagrama de circuito que muestra los componentes del sistema de suministro de aceite del ciclo de refrigeración de acuerdo con la realización 2 de la presente invención, en el que el compresor principal está a una presión de succión y el tubo de aceite está dispuesto para conectar el depósito de aceite del compresor principal y la máquina de expansión en una posición más elevada que el nivel de aceite apropiado de la máquina de expansión;

45 La figura 17c es un diagrama de circuito que muestra los componentes del sistema de suministro de aceite del ciclo de refrigeración de acuerdo con la realización 2 de la presente invención, en el que el compresor principal está a una presión de succión y el tubo de aceite está dispuesto para conectar la cámara de compresión del compresor principal y la superficie inferior de la máquina de expansión;

50 La figura 17d es un diagrama de circuito que muestra los componentes del sistema de suministro de aceite del ciclo de refrigeración de acuerdo con la realización 2 de la presente invención, en el que el compresor principal está a una presión de descarga y el tubo de aceite está dispuesto para conectar el espacio de descarga del compresor principal y la superficie inferior de la máquina de expansión;

55 La figura 17e es un diagrama de circuito que muestra los componentes del sistema de suministro de aceite del ciclo de refrigeración de acuerdo con la realización 2 de la presente invención, en el que el compresor principal está a una presión de descarga y el tubo de aceite está dispuesto para conectar el depósito de aceite del compresor principal y la máquina de expansión en una posición más elevada que el nivel de aceite apropiado de la máquina de expansión;

60 La figura 17f es un diagrama de circuito que muestra los componentes del sistema de suministro de aceite del ciclo de refrigeración de acuerdo con la realización 2 de la presente invención, en el que el compresor principal está a una presión de descarga y el tubo de aceite está dispuesto para conectar la cámara de compresión del compresor principal y la superficie inferior de la máquina de expansión;

65 La figura 18 es una vista esquemática en sección del mecanismo de expansión y del mecanismo de sub-compresión de la máquina de expansión del tipo de caracol de acuerdo con la realización 2 de la presente invención.

MEJOR MODO DE REALIZAR LA INVENCION

Ejemplo 1

5 La figura 1 es una vista en sección longitudinal de la máquina de expansión del tipo de caracol de acuerdo con el ejemplo 1. En la figura, los mismos caracteres de referencia designan los mismos o correspondientes componentes a través de toda la memoria.

10 En la figura 1, dispuesto en la parte inferior del recipiente hermético 10 de una máquina de expansión 1 del tipo de caracol, hay un mecanismo de expansión 5, por encima del cual está dispuesto un mecanismo de sub-compresión 6. El mecanismo de expansión 5 comprende un caracol fijo 51 (primer caracol fijo) que tiene un diente o nervio espiral 51c formado en una placa de base 51a y un caracol orbitante 52 que tiene un diente o nervio espiral 52c formado en una placa de base 52a, estando el diente espiral 51c del caracol fijo 51 y el diente espiral 52c de el caracol orbitante dispuestos para engranar cada uno con el otro. El mecanismo de sub-compresión 6 comprende un caracol fijo 61 (segundo caracol fijo) que tiene un diente o nervio espiral 61c formado en una placa de base 61a y un caracol orbitante 62 que tiene un diente o nervio espiral 62c formado en una placa de base 62a, estando el diente espiral 61c del caracol fijo 61 y el diente espiral 62c del caracol orbitante 62 dispuestos para engranar cada uno con el otro.

20 Un árbol 8 está soportado en rotación por ambas partes extremas mediante partes de cojinete 51b y 61b dispuestas en los centros del caracol fijo 51 del mecanismo de expansión 5 y del caracol fijo 61 del mecanismo de sub-compresión 6. El caracol orbitante 52 del mecanismo de expansión 5 y el caracol orbitante 62 del mecanismo de sub-compresión 6 están soportados por una parte de cigüeñal 8b montada sobre el árbol 8 que se extiende a través de los caracoles y los soporta para efectuar movimientos orbitantes.

25 El árbol 8 tiene montada en su extremo inferior una bomba 16 de suministro de aceite y tiene un taladro u orificio 8c de suministro de aceite formado dentro del árbol 8. En la parte de circunferencia exterior del caracol fijo 61, un taladro u orificio 17a de retorno de aceite comunica un espacio superior 70, definido por encima del caracol fijo 61, con un espacio 71 de movimiento de caracol orbitante definido entre el caracol fijo 61 y el caracol fijo 51. Así mismo, en la parte de circunferencia exterior del caracol fijo 51, un taladro u orificio 17b de retorno de aceite comunica el espacio 71 de movimiento de caracol orbitante con un espacio inferior 72 definido debajo del caracol fijo 51, estando un aceite de lubricación 18 almacenado en el espacio inferior 72.

35 En la circunferencia exterior del mecanismo de expansión 5 y en una pared lateral del recipiente hermético 10 están dispuestos un tubo 13 de succión de expansión para succionar un refrigerante y un tubo 15 de descarga de expansión para descargar el refrigerante expandido. Por otra parte, en una pared superior del recipiente hermético 10, por encima del mecanismo de sub-compresión 6, está dispuesto un tubo 12 de succión de sub-compresión para succionar el refrigerante y, en la pared lateral del recipiente hermético 10, a un nivel más elevado que el caracol fijo 61, está dispuesto un tubo 14 de descarga de sub-compresión para descargar el refrigerante comprimido.

40 En el mecanismo de expansión 5, la placa de base 51a del caracol fijo 51 tiene formada en ella una lumbrera 51d de succión de expansión para succionar el refrigerante y una lumbrera 51e de descarga de expansión para descargar el refrigerante, las cuales están conectadas al tubo 13 de succión de expansión y al tubo 15 de descarga de expansión. En el mecanismo de sub-compresión 6, la placa de base 61a del caracol fijo 61 tiene formada en ella una lumbrera 61d de succión de expansión para aspirar el refrigerante y una lumbrera 61e de descarga de expansión para descargar el refrigerante, estando la lumbrera 61d de succión de sub-compresión conectada al tubo 12 de succión de sub-compresión, y una válvula de descarga 30 para la apertura y el cierre de la lumbrera 61e de descarga de sub-compresión está montada sobre la placa de base 61a del caracol fijo 61.

50 En el mecanismo de sub-compresión 6, una junta 23a de la circunferencia exterior, para obturar entre el caracol fijo 61 y el caracol orbitante 62, está dispuesta en una superficie del caracol fijo 61 opuesta al caracol orbitante 62 y en la circunferencia exterior del diente espiral 61c.

55 Por otra parte, en el mecanismo de expansión 5, una junta 23b de la circunferencia exterior, para obturar entre el caracol fijo 51 y el caracol orbitante 52, está dispuesta en una superficie del caracol fijo 51 opuesta al caracol orbitante 52 y en la circunferencia exterior del diente espiral 51c.

60 El caracol orbitante 52 del mecanismo de expansión 5 y el caracol orbitante 62 del mecanismo de sub-compresión 6 están integrados por un elemento de conexión tal como un pasador y están limitados contra el movimiento de giro por medio de un anillo Oldham 7 dispuesto en el mecanismo de sub-compresión 6. Con el fin de eliminar las fuerzas centrífugas generadas por los movimientos orbitantes de los caracoles orbitantes 52 y 62, están montados pesos de equilibrado 9a y 9b en ambos extremos del árbol 8. El caracol orbitante 52 del mecanismo de expansión 5 y el caracol orbitante 62 del mecanismo de sub-compresión 6 pueden estar integrados con las placas de base 52a y 62a utilizadas en común.

65 En el mecanismo de expansión 5, un refrigerante a elevada presión, aspirado desde el tubo 13 de succión de

expansión, es expandido dentro de una cámara de expansión 5a definida por el diente espiral 51c del caracol fijo 51 y el diente espiral 52c del caracol orbitante 52 para generar una potencia. El refrigerante despresurizado dentro de la cámara de expansión 5a es descargado al exterior del recipiente hermético 10 por el tubo 15 de descarga de expansión. El refrigerante es succionado a través de el tubo 12 de succión de sub-compresión hacia la cámara de sub-compresión 6a definida por el diente espiral 61c del caracol fijo 61 y el diente espiral 62c del caracol orbitante 62, donde es comprimido el refrigerante por la potencia generada en el mecanismo de expansión 5. El refrigerante comprimido y presurizado dentro de la cámara de sub-compresión 6a fluye desde la lumbrera 6e de descarga de sub-compresión y es descargado en el espacio superior 70 dentro del recipiente hermético 10 a través de la válvula de descarga 30 y a continuación al exterior del recipiente hermético 10 a través de el tubo 14 de descarga de sub-compresión.

La figura 2 es una vista en sección tomada a lo largo de la línea A-A del mecanismo de expansión de la máquina de expansión del tipo de caracol de acuerdo con el ejemplo 1, como se ilustra en la figura 1.

En la parte extrema interior del diente espiral 52c del caracol orbitante 52 está dispuesta una parte gruesa 52d, y la parte gruesa 52d, en la cual está situada una parte de cojinete excéntrica 52b a través de la cual está insertada la parte de cigüeñal 8b para extenderse a través de ella.

La lumbrera 51d de succión de expansión dispuesta en la placa de base 51a del caracol fijo 51 tiene la configuración de un orificio alargado para obtener área de apertura, y la parte gruesa 52d está provista de una parte 52e suprimida por corte con el fin de reducir el área de la lumbrera 51d de succión de expansión que está cerrada durante el movimiento orbitante. La lumbrera 51e de descarga de expansión está dispuesta también en una posición tal que no interfiere con la parte extrema exterior del diente espiral 52c del caracol orbitante 52.

La placa de base 51a del caracol fijo 51 tiene una ranura 51g de junta circunferencial exterior, formada en la parte exterior del diente espiral 51c para montar en ella la junta 23b de la circunferencia exterior.

Las figuras 3a y 3b son vistas en planta que ilustran el mecanismo de sub-compresión de acuerdo con el ejemplo 1, siendo la figura 3a una vista en planta del caracol fijo del mecanismo de sub-compresión y siendo la figura 3b una vista en planta del caracol orbitante del mecanismo de sub-compresión. Como se muestra en las figuras 3a y 3b, los dientes espirales 61c y 62c del mecanismo de sub-compresión 5 están arrollados en el mismo sentido y, cuando el caracol orbitante 62 realiza el movimiento orbital junto con el caracol orbitante 52 acoplados en relación de dorso con dorso, se realiza la compresión en un lado y se realiza la expansión en el otro lado.

Similarmente al caracol orbitante 52 del mecanismo de expansión 5, la parte gruesa 62d del caracol orbitante 62 tiene formada en ella una parte de cojinete excéntrica 62b en la que está insertada la parte de cigüeñal 8b. La lumbrera 61e de descarga de sub-compresión tiene la configuración de un orificio alargado para obtener área de apertura, y la parte gruesa 62d está provista de una parte 62e suprimida por corte con el fin de reducir el área de la lumbrera 61e de descarga de sub-compresión que está cerrada durante el movimiento orbitante. Así mismo, la lumbrera 61d de succión de sub-compresión está dispuesta en una posición que no interfiere con la parte extrema exterior del diente espiral 62c del caracol orbitante 62.

Los dientes espirales 61c y 62c tienen ranuras 61f y 62f de junta de punta formadas en su superficie de punta. Igualmente, la placa de base 61a del caracol fijo 61 tiene una ranura 61g circunferencial exterior formada radialmente al exterior del diente espiral 61c para insertar en ella la junta 23a circunferencial exterior.

La figura 4 es un diagrama de circuito de los elementos básicos del ciclo de refrigeración que usa la máquina de expansión del tipo de caracol de acuerdo con el ejemplo 1. En este ejemplo 1, el refrigerante es explicado como un refrigerante, tal como dióxido de carbono, que se hace supercrítico en el lado de alta presión.

En la figura 4, un mecanismo de compresión principal 11a, accionado por el mecanismo motor 11b del compresor principal 11, se dispone en una etapa precedente del mecanismo de sub-compresión 6 accionado por el mecanismo de expansión 5 de la máquina de expansión 1 del tipo de caracol, y un evaporador 4 para calentar el refrigerante se dispone en una etapa precedente del mecanismo de compresión principal 11a. Por otra parte, un enfriador de gas 2 para enfriar el refrigerante se dispone en la etapa subsiguiente del mecanismo de sub-compresión 6, y el mecanismo de expansión 5 de la máquina de expansión 1 del tipo de caracol y la válvula de expansión 3 se disponen en paralelo en la etapa subsiguiente del enfriador de gas 2.

El refrigerante presurizado en el mecanismo de compresión principal 11a de la máquina de compresión principal 11 es presurizado adicionalmente por el mecanismo de sub-compresión 6 de la máquina de expansión 1 del tipo de caracol. El refrigerante presurizado por el mecanismo de sub-compresión 6 es enfriado por el enfriador de gas 2 y parcialmente suministrado al mecanismo de expansión 5 de la máquina de expansión 1 del tipo de caracol, donde el refrigerante es expandido y despresurizado. Con el fin de ajustar el caudal de refrigerante a través del mecanismo de expansión 5 y para mantener una diferencia de presiones tras la puesta en marcha, está dispuesta una válvula de expansión 3 en paralelo en el mecanismo de expansión 5 de la máquina de expansión 1 del tipo de caracol. El

refrigerante restante es suministrado a la válvula de expansión 3 y expandido y despresurizado. La expansión isentrópica del refrigerante hace que el mecanismo de expansión 5 transmita una potencia de expansión al mecanismo de sub-compresión 6 a través del árbol principal 8, donde la potencia es utilizada como el trabajo de sub-compresión. El refrigerante expandido por el mecanismo de expansión 5 es calentado por el evaporador 4 y devuelto al mecanismo de compresión principal 11a de la máquina de compresión principal 11.

La figura 5 es un gráfico de Mollier que muestra la variación en magnitud de estado del refrigerante en el ciclo de refrigeración que utiliza la máquina de expansión del tipo de caracol de acuerdo con el ejemplo 1. En la figura 5, el eje de ordenadas representa la presión P y el eje de abscisas representa la entalpía.

Como se muestra en la figura 5, el refrigerante enfriado por el intercambio de calor en el enfriador de gas 2 desde un punto d a un punto c es sometido a expansión isentrópica desde el punto c al punto b' con un mecanismo de despresurización de un orificio tal como una válvula de expansión. Sin embargo, en el mecanismo de expansión 5, el cambio es desde el punto c al punto b debido a la expansión isentrópica. Por lo tanto, se recupera una potencia de expansión correspondiente a la diferencia de entalpías entre la entalpía $h_{b'}$ en el punto b' y la entalpía h_b en el punto b . El gas refrigerante expandido intercambia calor en el evaporador 4 y se calienta desde el punto b al punto a y, después de comprimido desde el punto a al punto d' por el mecanismo de compresión principal 11a del compresor principal 11, y es comprimido desde el punto d' al punto d por el mecanismo de sub-compresión 6 de la máquina de expansión 1 del tipo de caracol. Como se ha indicado anteriormente en el ejemplo 1, una parte del proceso de compresión del ciclo de refrigeración es realizada por el mecanismo de compresión 11b del compresor principal 11 y la parte restante del proceso de compresión es realizada por el mecanismo de sub-compresión 6 de la máquina de expansión 1 del tipo de caracol. La potencia de compresión correspondiente a la diferencia de entalpías $h_d - h_{d'}$ en el mecanismo de sub-compresión 6 es proporcionada por la potencia recuperada correspondiente a la diferencia $h_b - h_{b'}$.

La figura 6 es un diagrama esquemático para explicar la relación entre el caudal y la velocidad de rotación de un mecanismo típico de expansión/compresión.

Como se muestra en la figura 6, cuando se usa el mecanismo de sub-compresión 6 accionado por el mecanismo de expansión 5, el número de rotaciones N_E determinado en el lado del mecanismo de expansión 5 está expresado por la ecuación (1) dada más abajo, en la que G_e es el caudal másico del refrigerante que circula a través del mecanismo de expansión 5, G_c es el caudal másico del refrigerante que circula a través del mecanismo de sub-compresión 6, V_{ei} es el volumen de la carrera de succión del mecanismo de expansión 5, V_{cs} es el volumen de la carrera de succión del mecanismo de sub-compresión 6, v_{ei} es el volumen específico del refrigerante en la entrada del mecanismo de expansión 5 y v_{cs} es el volumen específico del refrigerante en la entrada del mecanismo de sub-compresión 6.

$$N_E = G_{e_{ei}} / V_{ei} \quad (1)$$

Igualmente, el número rotacional N_c en el lado del mecanismo de sub-compresión 6 está expresado por la ecuación (2) siguiente.

$$N_c = G_{c_{cs}} / V_{cs} \quad (2)$$

Por lo tanto, de $N_E = N_c$, que es la condición para igualar las velocidades de rotación del mecanismo de expansión 5 y el mecanismo de sub-compresión 6, se debe satisfacer una ecuación (3) dada a continuación.

$$G_{e_{ei}} / G_{c_{cs}} = V_{ei} / V_{cs} = \sigma_{vec} \quad (3)$$

La relación de volumen de carrera σ_{vec} del mecanismo de expansión 5 y del mecanismo de sub-compresión 6, expresada en la ecuación (3), es una constante cuando las dimensiones del aparato están determinadas bajo unas ciertas condiciones de diseño. Cuando el dispositivo tiene que ser hecho funcionar bajo condiciones distintas a las condiciones de diseño, es necesario ajustar la relación de caudales de volumen ($G_{e_{ei}} / G_{c_{cs}}$) de manera que se cumpla la ecuación (3). Cuando se tenga que conseguir la totalidad del proceso del ciclo de refrigeración por medio del mecanismo de sub-compresión 6 (en cuyo caso el mecanismo de sub-compresión 6 necesita usar no sólo la potencia recuperada por el mecanismo de expansión 5, sino también otra fuente de accionamiento), los volúmenes específicos v_{ei} y v_{cs} en las respectivas entradas del mecanismo de expansión 5 y en el mecanismo de sub-compresión 6 están determinadas por la condición de funcionamiento, de manera que el caudal másico G_e es usualmente ajustado por medios de derivación tales como la válvula de expansión 3. En este momento, puesto que el caudal másico que se ha de derivar es un caudal no recuperado desde el cual no puede ser recuperada la potencia de expansión y disminuye la eficacia de recuperación de potencia, el caudal de derivación ha de ser tan pequeño como sea posible.

Como se muestra en la figura 5, cuando es conseguida una parte (desde el punto a al punto d') del proceso de compresión del ciclo de refrigeración por el mecanismo de compresión principal 11a accionado por el mecanismo de

motor eléctrico 11b, y cuando es conseguida la parte restante (desde el punto d' al punto d) de la carrera de compresión por el mecanismo de sub-compresión 6 accionado por la potencia recuperada, el volumen específico v_{cs} en la entrada del mecanismo de sub-compresión 6 varía de acuerdo con la presión en el punto d' . Por lo tanto, incluso cuando ha sido determinado el volumen específico sobre la base de las condiciones funcionales, el volumen específico v_{cs} en la entrada del mecanismo de sub-compresión 6 puede ser ajustado para la igualación de las velocidades de rotación. Sin embargo, puesto que el accionamiento del mecanismo de sub-compresión 6 es conseguido sólo por el mecanismo de expansión 5, es también necesario igualar la potencia proporcionando la potencia de compresión a partir de la potencia recuperada. Existe un límite inferior de la presión en el punto d' de la figura 5 y existe un límite de ajuste del volumen específico v_{cs} en la entrada del mecanismo de sub-compresión 6 por la presión en el punto d' . Por lo tanto, con el fin de satisfacer las condiciones de igualación de la velocidad de rotación de acuerdo con la ecuación (3) y mantener el equilibrio de las potencias en los lados del mecanismo de expansión 5 y el mecanismo de sub-compresión 6, se ha de conseguir el ajuste del caudal másico G_e a través del mecanismo de expansión 5 derivando el refrigerante de la válvula de expansión 3 o similar dispuesta en paralelo al mecanismo de expansión 5.

Como se ha descrito, la disminución de la eficacia de recuperación mediante derivación puede ser reducida mucho más cuando una parte del proceso de compresión del ciclo de refrigeración es conseguida por el mecanismo de compresión principal 11a accionado por el mecanismo de motor eléctrico 11b y la parte restante del proceso de compresión es conseguida por el mecanismo de sub-compresión 6 de la máquina de expansión 1 del tipo de caracol accionado por la potencia recuperada que cuando la totalidad del proceso de compresión del ciclo de refrigeración es conseguida por el mecanismo de sub-compresión 6 y el ajuste de la potencia de compresión por el intervalo de presurización en el mecanismo de sub-compresión.

La figura 7 es una vista esquemática en sección del mecanismo de expansión y del mecanismo de sub-compresión de la máquina de expansión del tipo de caracol de acuerdo con el ejemplo 1.

Los dientes espirales 61c y 62c del mecanismo de sub-compresión 6 tienen montadas en ellos juntas de punta 21 para definir una cámara de sub-compresión 6a. También está dispuesta otra junta circunferencial exterior 23a en la placa de base 61a del caracol fijo 61 del mecanismo de sub-compresión 6, al exterior del diente espiral 61c. En el mecanismo de expansión 5, la parte de circunferencia exterior de la placa de base 51a del caracol fijo 51 y la parte de circunferencia exterior de la placa de base 52a del caracol orbitante 52 están dispuestas para contactar entre sí. Una junta circunferencial exterior 23b está dispuesta en la placa de base 51a del caracol fijo 51 del mecanismo de expansión 5, al exterior del diente espiral 51a.

La figura 8 es una vista en sección ampliada de la junta de punta y su proximidad para explicar la función de la junta de contacto de la junta de punta.

En la figura 8, la junta de punta 21 es empujada desde la izquierda por encima y el lado inferior que está a una presión elevada se desliza por la diferencia de presiones entre las dos cámaras de sub-presión 6a divididas por la junta. Por lo tanto, la junta de punta 21 es empujada contra la pared de la derecha y la placa de base por encima de la placa dentro de la ranura 62f de la junta de punta practicada para montar la junta de punta 21 en ella, estableciendo de ese modo una junta de contacto entre el caracol orbitante 62 y el caracol fijo 61. La función de junta de contacto de la junta circunferencial exterior 23 es similar a la función de junta de contacto de la junta de punta 21.

En el ejemplo 1, el mecanismo de expansión 5 realiza el proceso de expansión desde la elevada presión P_h (la presión en el punto c) a la baja presión P_l (la presión en el punto b) y el mecanismo de sub-compresión 6 realiza el proceso de compresión desde la presión intermedia P_m (la presión en el punto d') a la presión elevada P_h (la presión en el punto d que es casi igual a la presión en el punto c). Por lo tanto, en los caracoles orbitantes 52 y 62, la alta presión P_h actúa tanto en la cámara de expansión central 5a como en la cámara de compresión central 6a, la presión inferior P_l actúa en la cámara de expansión 5a de la circunferencia exterior, y la presión intermedia P_m actúa en la cámara de sub-compresión 6a de la circunferencia exterior. Puesto que el recipiente hermético 10 está a la elevada presión P_h , la junta 23a de la circunferencia exterior está dispuesta en la circunferencia exterior del diente espiral 61c sobre la placa de base 61a del caracol fijo 61 del mecanismo de sub-compresión 6. Así mismo, la junta 23b de la circunferencia exterior está dispuesta en la circunferencia exterior del diente espiral 61c sobre la placa de base 51a del caracol fijo 51 del mecanismo de expansión 5 con el fin de obturar la diferencia de presiones entre la cámara de expansión 5a (P_l) y el recipiente hermético 10 (P_h).

Cuando el espacio superior 70 y el espacio inferior 72 del recipiente hermético 10 se ponen a la presión inferior P_l o a la presión intermedia P_m , son necesarias juntas de circunferencia interior para ser dispuestas en la circunferencia exterior de los cojinetes excéntricos 52b y 62b de los caracoles orbitantes 52 y 62 con el fin de obturar la diferencia de presiones entre la cámara de sub-compresión central 6a (P_h) y el espacio superior 72 y la diferencia de presiones entre la cámara de expansión central 5a (P_h) y el espacio inferior 71 y el espacio superior (P_l) del recipiente hermético 10. Igualmente, puesto que la lumbrera de descarga 61e y el tubo de descarga 14 de sub-compresión están conectados sin pasar a través del espacio superior 70, es necesario que el espacio de válvula de descarga en

la alta presión Ph para unir a la válvula de descarga 30 esté dispuesto dentro del caracol fijo 61 separado del espacio superior en la baja presión Pl, por lo que resulta complicada la estructura alrededor de la válvula de descarga. Por ello, cuando el espacio superior 70 y el espacio inferior 72 del recipiente hermético 10 se ponen a la presión elevada Ph, no hay necesidad de disponer una junta circunferencial interior, resultando sencilla la estructura alrededor de la válvula del mecanismo de sub-compresión y disminuyendo los costes de fabricación.

En la figura 7 se representa con flechas la distribución de la diferencia de presiones en la dirección axial, que actúan sobre los caracoles orbitantes 52 y 62 con referencia a la elevada presión Ph. La diferencia de presiones en la parte central de los caracoles orbitantes 52 y 62 es 0 en ambos lados del mecanismo de expansión 5 y en el lado del mecanismo de sub-compresión 6. Sin embargo, la diferencia de presiones en la parte de circunferencia exterior de los caracoles orbitantes 52 y 62 es $P_l - P_h$ en el lado del mecanismo de expansión 5 y es $P_m - P_h$ en el lado del mecanismo de sub-compresión 6. Los caracoles orbitantes 52 y 62 están sometidos a una fuerza de empuje descendente F en la dirección del árbol 8 (la fuerza desde el lado del mecanismo de sub-compresión 6 al lado del mecanismo de expansión 5), siendo la fuerza de empuje F soportada por las caras de punta de los dientes espirales 51c y 52c del mecanismo de expansión 5 y las placas de base 51a y 52a.

El diámetro de la ranura 61g de junta circunferencial exterior en la que está montada la junta 23a circunferencial exterior en el mecanismo de sub-compresión 6 o el diámetro de la ranura 51g de junta circunferencial exterior en la que está montada la junta 23b de la circunferencia exterior en el mecanismo de expansión 5 se seleccionan de manera que las fuerzas de empuje en las caras de punta de los dientes espirales 51c y 52c del mecanismo de expansión 5, así como las placas de base 51a y 52a, no resultan excesivamente grandes. Es decir, cuando se han de limitar las fuerzas de empuje, el diámetro de la ranura 61g de la junta circunferencial exterior se hace más grande para aumentar el área en la que el mecanismo de sub-compresión 6 recibe la presión intermedia P_m , o se hace más pequeño el diámetro de la ranura 51g de junta circunferencial exterior para disminuir el área en la que el mecanismo de expansión 5 recibe la baja presión P_l .

En la máquina de fluido del tipo de caracol, la posición axial del caracol orbitante está determinada por el punto en el que la fuerza axial debida a la presión del refrigerante, en cualquier caso del compresor o de la máquina de expansión y en cualquier caso de una estructura espiral de un lado, en la que el diente del caracol está dispuesto sólo en un lado del caracol orbitante o de una estructura espiral de dos lados en la que los dientes de caracol están dispuestos a cada lado del caracol orbitante, y se forma un espacio de separación correspondiente a una holgura de ensamblaje en el lado opuesto a la cara de empuje del caracol orbitante. Por lo tanto, se produce una fuga entre la cámara de expansión 5a o la cámara de sub-compresión 6a que tienen diferente presión.

En la máquina de expansión del tipo de caracol de la realización 1, los caracoles orbitantes 52 y 62 son presionados integralmente contra el caracol fijo 51 del mecanismo de expansión 5 por la fuerza de empuje F, no estando previsto casi espacio de separación en las puntas de los dientes espirales 51c y 52c del mecanismo de expansión 5. Por lo tanto, con el dióxido de carbono que tiene una presión muy elevada a la alta presión Ph, es grande la diferencia de presiones entre la presión intermedia P_m y la baja presión P_l , de manera que puede ser pequeña la cantidad de ajuste del diámetro de las juntas 23a y 23b de la circunferencia exterior para obtener la fuerza de empuje necesaria F, por lo que no hay necesidad de aumentar el diámetro exterior. Por otra parte, en el mecanismo de sub-compresión 6, hay espacios de separación generados entre la cara de punta del diente espiral 62c del caracol orbitante 62 y la placa de base 61a del caracol fijo, así como entre la placa de base 62a del caracol orbitante 62 del mecanismo de sub-compresión 6 y la cara de punta del diente espiral 61c del caracol fijo 61. Sin embargo, puesto que las juntas de punta 21 están montadas en las puntas de los dientes espirales 61c y 62c, no existe casi fuga radial hacia fuera desde el interior de los dientes espirales 61c y 62c y la fuga puede ser limitada sólo en la dirección circunferencial a lo largo de los dientes espirales 61c y 62c en el lado de las juntas de punta 21.

Igualmente, en el mecanismo de expansión 5, la parte de circunferencia exterior de la placa de base 51a del caracol fijo 51 y la parte de circunferencia exterior de la placa de base 52a del caracol orbitante 52 están dispuestas para contacto mutuo, de manera que la fuerza de empuje F puede ser soportada por un área más amplia, disminuyendo el valor absoluto de la presión que actúa sobre la punta de los dientes espirales 51c y 52c, así como la variación de anchura de la presión de trabajo.

Aquí, la relación entre el radio r de de orbitación del mecanismo de expansión 5 y del mecanismo de sub-compresión 6 está expresado por la ecuación (4), en la que p es el paso del diente espiral y t es el espesor del diente espiral.

$$r = (p / 2) - t \quad (4)$$

En el ejemplo 1, los radios de orbitación r para el mecanismo de expansión 5 y el mecanismo de sub-compresión 6 son iguales entre sí. Sin embargo, como para el espesor t del diente espiral, para los dientes espirales 51c y 52c del mecanismo de expansión 5 es mayor que para los dientes espirales 61c y 62c del mecanismo de sub-compresión 6. De igual modo, el paso p del diente espiral es mayor en los dientes espirales 51c y 52c del mecanismo de expansión 5 que en los dientes espirales 61c y 62c. El espesor t del diente espiral es mayor para los dientes espirales 51c y 52c del mecanismo de expansión 5 que para los dientes espirales 61c y 62c del mecanismo de sub-compresión 6,

pudiendo proporcionar la mayor resistencia mecánica en los dientes espirales 51c y 52c del mecanismo de expansión 5 que tiene una mayor diferencia de presiones entre las presiones antes y después de la expansión que la diferencia de presiones generada en el mecanismo de sub-compresión 6.

De acuerdo con la construcción anteriormente descrita, una parte del proceso de compresión del ciclo de refrigeración es realizada por el mecanismo de sub-compresión 6 de la máquina de expansión 1 del tipo de caracol, de manera que puede ser suprimida la disminución en el efecto de recuperación debida a la derivación y se puede obtener la máquina de expansión del tipo de caracol que tiene una elevada eficacia en un amplio intervalo de condiciones de funcionamiento. También, los caracoles orbitantes 52 y 62 están dispuestos de modo que son presionados bajo presión contra el caracol fijo 51 del mecanismo de expansión 5 y la junta de punta 21 es proporcionada a cada uno de los dientes espirales 61c y 62c del caracol fijo 61 y del caracol orbitante 62 del mecanismo de sub-compresión 6, de manera que se puede disminuir la pérdida por fugas.

Así mismo, puesto que la disposición es tal que la parte de punta de los dientes espirales 51c y 52c del mecanismo de expansión 5 y la parte de circunferencia exterior de las placas de base 51a y 52a son empujadas por la compresión desde la presión intermedia P_m a la presión elevada P_h en el mecanismo de sub-compresión 6, el aumento de presión en el mecanismo de sub-compresión 6 tiene lugar sólo después de la puesta en marcha de la máquina y la totalidad del área de la parte central y de la parte periférica exterior del mecanismo de sub-compresión 6 está a la elevada presión P_h antes de la puesta en marcha, asegurando que el diente de punta del mecanismo de expansión 5 sea empujado contra la placa de base, de manera que se puede obtener facilidad de puesta en marcha de la máquina de expansión 1 del tipo de caracol.

Igualmente, cuando la potencia de expansión del mecanismo de expansión 5 hace que gire el árbol 8, la bomba de aceite 16 suministra el aceite lubricante 18 a cada una de las partes de cojinete 61b, 62b, 52b y 51b a través de la lumbrera de aceite 8c. El aceite fugado hacia el espacio superior 70, aparte del aceite suministrado a las partes de cojinete 61b, 62b, 52b y 51b fluye a través del orificio 17a de retorno de aceite hacia el espacio 70 de movimiento del caracol orbitante y, después de lubricar el anillo Oldham 7, es devuelto a través del orificio 17b de retorno de aceite hacia la parte de depósito de aceite del espacio inferior 72, constituyendo así el mecanismo de suministro de aceite.

El gas descargado desde el mecanismo de sub-compresión es descargado en el espacio superior 70 desde la lumbrera de descarga de sub-compresión 61e a través de la válvula de descarga, de manera que es separado el aceite que circula junto con el gas descargado dentro del espacio superior 70, impidiendo ventajosamente la degradación del rendimiento del intercambiador de calor debido a la mezcla de aceite en el refrigerante.

Ejemplo 2

La figura 9 es una vista en sección longitudinal de la máquina de expansión del tipo de caracol de acuerdo con el ejemplo 2, la figura 10 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea A – A de la figura 9, que muestra el mecanismo de expansión de la máquina de expansión del tipo de caracol de acuerdo con el ejemplo 2, la figura 11a es una vista en planta del caracol fijo del mecanismo de sub-compresión de la máquina de expansión del tipo de caracol de acuerdo con el ejemplo 2 y la figura 11b es una vista en planta del caracol orbitante del mecanismo de sub-compresión de la máquina de expansión del tipo de caracol del ejemplo 2.

En la máquina de expansión 1 del tipo de caracol explicada en el ejemplo 2, como se muestra en la figura 9, la junta 23b circunferencial exterior está dispuesta al exterior de los dientes espirales 51c sobre la placa de base 51a del caracol fijo 51 del mecanismo de expansión 5, y no junta exterior 23a está dispuesta sobre la placa de base 61a del caracol fijo 61 del mecanismo de sub-compresión 6. Así mismo, en el caracol fijo 51 y en el caracol fijo 61, está dispuesto un orificio 17c de retorno de aceite que no pasa a través del espacio 71 de movimiento del caracol orbitante, y un tubo 12 de descarga de sub-compresión, para succionar el refrigerante comprimido en el compresor principal 11, se abre al espacio 71 de movimiento del caracol orbitante a un nivel inferior al anillo Oldham 7 dentro del espacio 71 de movimiento del caracol orbitante.

En otra estructura y función, la máquina de expansión 1 del tipo de caracol del ejemplo 2 es similar a la máquina de expansión 1 del tipo de caracol.

En esta máquina de expansión del tipo de caracol de este ejemplo 2, de manera similar al ejemplo 1, el mecanismo de expansión 5 realiza el proceso de expansión desde la presión elevada P_h a la presión inferior P_l y el mecanismo de sub-compresión 6 realiza el proceso de compresión desde la presión intermedia P_m a la presión elevada P_h . Por lo tanto, en los caracoles orbitantes 52 y 62, la elevada presión P_h actúa tanto en la cámara de expansión central 5a como en la cámara de compresión central 6a, la presión inferior P_l actúa en la cámara de expansión 5a circunferencial exterior y la presión intermedia P_m actúa en la cámara de sub-compresión 6a circunferencial exterior. El refrigerante succionado desde el tubo de succión de sub-compresión 12 dispuesta en el nivel inferior al del anillo Oldham 7 es succionado desde la parte de circunferencia exterior del mecanismo de sub-compresión 6 y es comprimido dentro de la cámara de compresión 6a. El refrigerante comprimido es descargado por la lumbrera de descarga de sub-compresión 61e al espacio superior 70 a través de la válvula de descarga 30 y a continuación es

descargado al exterior del recipiente. A continuación el espacio inferior 72 se pone a la misma presión comprimida que el espacio superior 70 a través del orificio 71c de retorno de aceite que no pasa a través del espacio 71 de movimiento de caracol orbitante. El espacio 71 de movimiento del caracol orbitante y la parte de circunferencia exterior del mecanismo de expansión 5 que está a la baja presión PI son asilados uno de otro por la junta 23b de la circunferencia exterior, de manera que el espacio 71 de movimiento del caracol orbitante está a la presión intermedia Pm.

La figura 12 es una vista esquemática en sección del mecanismo de expansión y del mecanismo de sub-compresión de la máquina de expansión del tipo de caracol de acuerdo con el ejemplo 2 de la presente invención.

En la figura 12, las flechas representan la distribución de la diferencia de presiones en la dirección axial, que actúan sobre los caracoles orbitantes 52 y 62 con referencia a la presión intermedia Pm. Las diferencias de presiones en la parte central de los caracoles orbitantes 52 y 62 tanto en el lado del mecanismo de expansión 5 como en el lado del mecanismo de sub-compresión 6 son $P_h - P_m$ y son iguales entre sí. Sin embargo, la diferencia de presiones en la parte de circunferencia exterior de los caracoles orbitantes 52 y 62 es $P_l - P_m$ en el lado del mecanismo de expansión 5 y es 0 en el lado del mecanismo de sub-compresión 6. Los caracoles orbitantes 52 y 62 están sometidos a una fuerza de empuje descendente F en la dirección del árbol 8 (la fuerza desde el lado del mecanismo de sub-compresión 6 al lado del mecanismo de expansión 5), siendo la fuerza de empuje F, que es una diferencia de presiones integrada, soportada por las caras de punta de los dientes espirales 51c y 52c del mecanismo de expansión y de la placa de base 51a y 52a.

El diámetro de la ranura 51g de la junta circunferencial exterior, en la que está montada la junta 23b circunferencial exterior en el mecanismo de expansión 5, es seleccionado de manera que las fuerzas de empuje en las caras de la punta de los dientes espirales 51c y 52c del mecanismo de expansión 5, así como las placas de base 51a y 52a, no resultan excesivamente grandes. Es decir, cuando se ha de limitar la fuerza de empuje, el diámetro de la ranura 51g de la junta circunferencial exterior se hace pequeña para disminuir el área en la que el mecanismo de expansión 5 recibe la baja presión PI.

Así mismo, cuando el árbol 8 gira debido a la potencia de expansión del mecanismo de expansión 5, la bomba de suministro de aceite 16 suministra el aceite de lubricación 18 a cada una de las partes de cojinete 61b, 62b, 52b y 51b a través de la lumbrera 8c de suministro de aceite. La cantidad de aceite fugado por las partes de cojinete 61b, 62b, 52b y 51b hacia el espacio superior 70 es devuelto a la parte de almacenamiento de aceite en el espacio inferior 72 a través del orificio 17c de retorno de aceite.

Aunque el anillo Oldham 7 está dispuesto dentro del espacio 71 de movimiento del caracol orbitante que está aislado del espacio superior 70 rico en aceite y del espacio inferior 72, la disposición es tal que el refrigerante succionado hacia el mecanismo de sub-compresión 6 es succionado desde debajo del anillo Oldham 7 dentro del espacio 71 de movimiento de caracol orbitante, de manera que la parte deslizante del anillo Oldham 7 puede ser lubricada por el aceite arrastrado en el refrigerante que circula a través del circuito.

Otro funcionamiento de la máquina de expansión 1 del tipo de caracol descrita en el ejemplo 2 es similar al de la máquina de expansión 1 del tipo de caracol de acuerdo con el ejemplo 1.

De acuerdo con la construcción anteriormente descrita, de manera similar al ejemplo 1, una parte del proceso de compresión del ciclo de refrigeración es realizada por el mecanismo de sub-compresión 6 de la máquina de expansión 1 del tipo de caracol, de manera que puede ser suprimida la disminución del efecto de recuperación debida a la derivación y se puede obtener la máquina de expansión del tipo de caracol que tiene una elevada eficacia en un amplio intervalo de condiciones de funcionamiento, y la estructura de la parte de descarga del mecanismo de sub-compresión 6 se puede hacer sencilla y se puede disminuir la cantidad de aceite que circula a través del ciclo de refrigeración, de manera que se puede obtener una máquina de expansión de elevado rendimiento y bajo coste.

Así mismo, puesto que el anillo Oldham 7 está dispuesto para ser lubricado por el aceite que circula junto con el gas de succión del mecanismo de sub-compresión 6, se puede obtener una máquina de expansión de una elevada fiabilidad, y las partes de circunferencia exterior de los dientes espirales 61c y 62c en ambos lados del mecanismo de sub-compresión 6 están a la presión intermedia Pm, de manera que no es necesaria la junta 23a circunferencial exterior de gran diámetro entre el caracol fijo 61 y el caracol orbitante 62, haciendo posible disminuir el coste de fabricación de la máquina de expansión 1 del tipo de caracol.

Realización 1

La figura 13 es una vista en sección longitudinal de la máquina de expansión del tipo de caracol de acuerdo con la realización 1 de la presente invención, la figura 14 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea A-A del mecanismo de expansión de la máquina de expansión del tipo de caracol mostrada en la figura 13 y de acuerdo con la realización de la presente invención, la figura 15a es una vista en planta del caracol fijo del

mecanismo de sub-compresión de la máquina de expansión del tipo de caracol de acuerdo con la realización de la presente invención y la figura 15b es una vista en planta del caracol orbitante del mecanismo de sub-compresión.

En la máquina de expansión 1 del tipo de caracol de la realización 1 de esta invención, como se muestra en la figura 13, la junta 23a circunferencial exterior está dispuesta en la circunferencia exterior de los dientes espirales 61c sobre la placa de base 61a del caracol fijo 61 del mecanismo de sub-compresión 6, y la junta 23b circunferencial exterior no está dispuesta en la placa de base 51a del caracol fijo 51 de la máquina de expansión 5. Así mismo, el orificio 17c de retorno de aceite, que no pasa a través del espacio 71 de movimiento de caracol orbitante, está dispuesto dentro del caracol fijo 51 y del caracol fijo 61, y el tubo de descarga 15 de expansión, para descargar el refrigerante expandido, está dispuesto por encima del anillo Oldham 7 dentro del espacio 71 de movimiento del caracol orbitante. Otras estructuras y funciones de la máquina de expansión 1 del tipo de caracol de acuerdo con la realización 1 de la presente invención, son similares a las de la máquina de expansión del tipo de caracol del ejemplo 1.

En esta máquina de expansión del tipo de caracol de esta realización 1, similarmente al ejemplo 1, el mecanismo de expansión 5 realiza el proceso de expansión desde la alta presión P_h a la baja presión P_l y el mecanismo de sub-compresión 6 realiza el proceso de compresión desde la presión intermedia P_m a la alta presión P_h . Por lo tanto, en los caracoles orbitantes 52 y 62, la alta presión P_h actúa tanto en la cámara de expansión 5a como en la cámara de compresión central 6a, la presión inferior P_l actúa en la cámara de expansión 5a circunferencial exterior, y la presión intermedia P_m actúa en la cámara de sub-compresión 6a circunferencial exterior. El gas descargado comprimido dentro del mecanismo de sub-compresión 6 es descargado por la lumbrera de descarga de sub-compresión 61e en el espacio superior 70 del recipiente hermético 10 a través de la válvula de descarga 30 y a continuación es descargado al exterior del recipiente. El espacio inferior 72 se pone a la misma presión comprimida que el espacio superior 70 a través del orificio 71c de retorno de aceite que no pasa a través del espacio 71 de movimiento del caracol orbitante. Por otra parte, el refrigerante expandido dentro del mecanismo de expansión 5 es descargado por el tubo de descarga de expansión 15 hacia el exterior del recipiente. El espacio 71 de movimiento de caracol orbitante y la parte de circunferencia exterior del mecanismo de sub-compresión 6 a la presión intermedia P_m están aislados uno de otro por la junta 23a circunferencial exterior, de manera que el espacio 71 de movimiento de caracol orbitante está a la presión expandida.

Así mismo, como se muestra en la figura 15a, el centro de la ranura 61g de junta circunferencial exterior, de la junta 23a circunferencial exterior para aislar el espacio 71 de movimiento de caracol orbitante a la presión intermedia P_m con respecto a la cámara de sub-compresión exterior 6a a la presión intermedia P_m , está situado más cerca del centro de la circunferencia con respecto al centro de ordenadas de los dientes espirales 61c del caracol fijo 61. Por lo tanto, la ranura 61g de junta exterior tiene un diámetro menor, estando limitada el área del mecanismo de sub-compresión 6 que recibe la presión intermedia P_m , evitando con ello las fuerzas en los extremos de punta de los dientes espirales 51c y 52c del mecanismo de expansión 5 y que resulte excesivamente grande la parte de la circunferencia exterior de las placas de base 51a y 52a.

La figura 16 es una vista esquemática en sección del mecanismo de expansión y del mecanismo de sub-compresión de la máquina de expansión del tipo de caracol de acuerdo con la realización 1.

En la figura 16, las flechas representan la distribución de la diferencia de presiones en la dirección axial, que actúan sobre los caracoles orbitantes 52 y 62 con referencia a la baja presión P_l . Las diferencias de presiones en la parte central de los caracoles orbitantes 52 y 62, tanto en el lado del mecanismo de expansión 5 como en el lado del mecanismo de sub-compresión 6, son $P_h - P_l$ y son iguales entre sí. Sin embargo, la diferencia de presiones en la parte de circunferencia exterior de los caracoles orbitantes 52 y 62 es cero en el lado del mecanismo de expansión 5 y es $P_m - P_l$ en el lado del mecanismo de sub-compresión 6. Los caracoles orbitantes 52 y 62 están sometidos a una fuerza de empuje descendente F en la dirección del árbol 8 (la fuerza desde el lado del mecanismo de sub-compresión 6 al lado del mecanismo de expansión 5), estando la fuerza de empuje F , que es una diferencia de presiones integrada, soportada por las caras de punta de los dientes espirales 51c y 52c del mecanismo de expansión 5 y la placa de base 51a y 52a.

Cuando gira el árbol 8 debido a la potencia de expansión del mecanismo de expansión 5, la bomba 16 de suministro de aceite suministra el aceite lubricante 18 a cada una de las partes de cojinete 61b, 62b, 52b y 51b a través de la lumbrera 8c de suministro de aceite. La cantidad de aceite fugado por las partes de cojinete 61b, 62b, 52b y 51b hacia el espacio superior 70 es devuelta a la parte de almacenamiento de aceite en el espacio inferior 72 a través del orificio 17c de retorno de aceite.

Aunque el anillo Oldham 7 está dispuesto dentro del espacio de movimiento de caracol orbitante, que está aislado del espacio superior 70 rico en aceite, la disposición es tal que el refrigerante expandido es descargado desde la parte superior del anillo Oldham 7 dentro del espacio 71 de movimiento de caracol orbitante, de manera que la parte deslizante puede ser lubricada y enfriada por el aceite arrastrado en el refrigerante que circula a través del circuito y el refrigerante expandido y enfriado.

Otro funcionamiento de la máquina de expansión 1 del tipo de caracol descrita en la realización 1 de esta invención

es similar al de la máquina de expansión 1 del tipo de caracol de acuerdo con el ejemplo 1.

De acuerdo con la construcción anteriormente descrita, de manera similar al ejemplo 1, una parte del proceso de compresión del ciclo de refrigeración es realizada por el mecanismo de sub-compresión 6 de la máquina de expansión 1 del tipo de caracol, de manera que se puede suprimir el efecto de recuperación debido a la derivación y se puede obtener la máquina de expansión del tipo de caracol que tiene una elevada eficacia en un amplio intervalo de condiciones de funcionamiento, y se puede hacer sencilla la estructura de la parte de descarga del mecanismo de sub-compresión 6 y se puede disminuir la cantidad de aceite que circula a través de ciclo de refrigerante, de manera que se puede obtener una máquina de expansión de alto rendimiento a bajo coste.

Igualmente, puesto que el anillo Oldham 7 está dispuesto para ser lubricado y enfriado por el gas descargado desde el mecanismo de expansión 5 y el aceite que circula, se puede obtener un mecanismo de expansión de una elevada fiabilidad, y las partes de la circunferencia exterior de los dientes espirales 51c y 52c en ambos lados del mecanismo de expansión 5 están a la baja presión PI, de manera que no es necesaria la junta 23b circunferencial exterior de gran diámetro entre el caracol fijo 51 y el caracol orbitante 52, permitiendo la disminución del coste de fabricación de la máquina de expansión 1 del tipo de caracol.

En esta realización 1, puede estar montado un anillo de tensión dentro de la junta 23a circunferencial exterior, con lo que se disminuyen más las fugas.

Realización 2

Las figuras 17a a 17f son diagramas de circuito de ciclos de refrigeración que tiene una máquina de expansión del tipo de caracol de acuerdo con la realización 2, junto con un sistema de suministro de aceite. La figura 17a es un diagrama de circuito en el que el compresor principal está a una presión de succión (PI) y un tubo 80 está dispuesto para conectar el espacio de succión del compresor principal 11 y la superficie inferior de la máquina de expansión 1. La figura 17b es un diagrama de circuito en el que el compresor principal 11 está a una presión de succión (PI) y el tubo de aceite 80 está dispuesto para conectar el depósito de aceite del compresor principal 11 y la máquina de expansión 1 en una posición más elevada que el nivel de aceite apropiado de la máquina de expansión 1. La figura 17c es un diagrama de circuito en el que el compresor principal 11 está a una presión de succión (PI) y el tubo de aceite 80 está dispuesto para conectar la cámara de compresión del compresor principal 11 y la superficie inferior de la máquina de expansión 1. La figura 17d es un diagrama de circuito en el que el compresor principal está a una presión de descarga (Pm) y el tubo de aceite 80 está dispuesto para conectar el espacio de descarga del compresor principal 11 y la superficie inferior de la máquina de expansión 1. La figura 17e es un diagrama de circuito en el que el compresor principal 11 está a una presión de descarga (Pm) y el tubo de aceite 80 está dispuesto para conectar depósito de aceite del compresor principal 11 y la máquina de expansión 1 en un punto más elevado que el nivel de aceite apropiado de la máquina de expansión 1. La figura 17f es un diagrama de circuito en el que el compresor principal 11 está a una presión de descarga (Pm) y el tubo de aceite 80 está dispuesto para conectar la cámara de expansión del compresor principal 11 y la superficie inferior de la máquina de expansión 1.

Los sistemas de suministro de aceite ilustrados en las figuras 17a, 17b, 17d y 17e tienen los tubos de aceite 80 para conectar el recipiente de compresor principal 11 al espacio inferior 72 de la máquina de expansión 1 en una posición por encima del nivel de aceite apropiado dentro del recipiente o al fondo del recipiente, de manera que la cantidad excedente de aceite de la máquina de expansión 1 puede ser devuelta al compresor principal 11, con lo que el nivel de aceite dentro de la máquina de expansión 1 puede ser mantenido en una posición apropiada.

Esto impide que la cantidad de aceite dentro del recipiente 10 de la máquina de expansión 1 sea excesiva y genere la pérdida por agitación durante el funcionamiento normal.

De igual modo, el aceite 18 separado en la máquina de expansión 1 se desplaza directamente al compresor principal 11 sin pasar a través del circuito entre el compresor principal 11 y la máquina de expansión 1, de manera que la máquina de expansión 1 funciona como un separador de aceite para el compresor principal 11, suprimiendo ventajosamente la degradación del rendimiento del intercambiador de calor. Es decir, no hay necesidad de proporcionar un espacio de separación de aceite dentro del separador de aceite o del recipiente del compresor principal, proporcionando un sistema de refrigerante que es compacto y eficiente.

También, como se muestra en las figuras 17c y 17f, el tubo de aceite 80 puede ser utilizada como un tubo de inyección de aceite para suministrar el aceite lubricante 18 que está dentro del espacio inferior 72 al lado de succión o a la cámara de compresión del compresor principal 11, proporcionando resultados ventajosos de que la cámara de compresión del compresor principal 11 resulta rica en aceite y disminuye la fuga por el espacio de separación y proporciona eficacia mejorada sin degradar el rendimiento del intercambiador de calor.

Es decir, la cantidad de aceite devuelto o la cantidad de aceite suministrado a la cámara de compresión del compresor principal 11 puede ser cambiada de acuerdo con la posición de conexión del tubo de aceite 80 en el lado del compresor principal 11.

Así mismo, como se muestra en la figura 18, el tubo de aceite 80 puede ser proyectado desde la superficie inferior de la máquina de expansión 1 y estar provisto de una lumbrera de aceite 80a en la superficie lateral de el tubo de aceite 80, con lo que se pueden determinar apropiadamente el diámetro de la lumbrera de aceite 80a, la altura de la lumbrera de aceite 80a y la magnitud de proyección de el tubo de aceite 80, para diseñar un caudal de aceite y una cantidad de almacenamiento de aceite apropiados, mejorando así la eficacia del diseño.

En un sistema de suministro de aceite para el ciclo de refrigeración, proporcionado con la máquina de expansión del tipo de caracol de acuerdo con la realización 2 de la presente invención, el tubo de aceite 80 puede estar provisto de una válvula de corte 81 que tenga una función de control del caudal de aceite, proporcionando el resultado ventajoso de que se pueden ajustar apropiadamente el nivel de aceite y la cantidad de inyección de aceite.

Especialmente en el ciclo de refrigeración convencional, en el que el recipiente del compresor principal 11 está a la atmósfera de la presión de descarga (Ph), no existe diferencia de presiones entre el separador de aceite y el compresor principal 11, de manera que se debe proporcionar al aceite una diferencia de alturas para que sea devuelto desde el separador de aceite al compresor principal 11, limitando con ello las condiciones de la instalación. Sin embargo, en el ciclo de refrigeración de acuerdo con esta realización, se genera una diferencia de presiones entre la máquina de expansión 1 y el compresor principal 11 incluso cuando la presión del recipiente del compresor principal 11 está a la atmósfera de la presión de descarga (Pm), no planteando limitación a las condiciones de instalación.

REIVINDICACIONES

1. Una máquina de expansión del tipo de caracol en la que un ciclo de refrigeración está constituido con un mecanismo de compresión principal (11a) para comprimir un refrigerante, un enfriador de gas (2) para enfriar el refrigerante y un evaporador (4) para evaporar el refrigerante;

comprendiendo dicha máquina de expansión (1) del tipo de caracol:

un mecanismo de expansión (5) dispuesto dentro de un recipiente hermético (10) y que incluye un caracol orbitante (52) y un primer caracol fijo (51) para expandir un refrigerante desde dicho enfriador de gas (2) y recuperar potencia; y

un mecanismo de sub-compresión 6 del tipo de caracol dispuesto dentro del citado recipiente hermético (10) y que incluye un caracol orbitante (62) que tiene una placa de base (52a) en común con el caracol orbitante (52) de dicho mecanismo de expansión (5) y acoplada con un segundo caracol fijo (61) para comprimir el refrigerante comprimido por el citado mecanismo de compresión principal (11a) mediante la potencia recuperada por dicho mecanismo de expansión (5);

en la que dicho primer caracol fijo (51) y dicho segundo caracol fijo (61) definen dentro del citado recipiente hermético (10) un espacio superior (70), un espacio (71) de movimiento de caracol orbitante y un espacio inferior (72);

el citado mecanismo de sub-compresión (6) tiene una lumbrera de descarga (14) abierta dentro de dicho espacio superior (70);

dicho espacio superior (70) y dicho espacio inferior (72) están conectados entre sí por un trayecto (17a, 17b, 17c) de flujo de aceite;

una junta (23a) circunferencial exterior está dispuesta entre el citado caracol fijo (61) y el citado caracol orbitante (62) de dicho mecanismo de sub-compresión 6;

dicho trayecto (17a, 17b, 17c) de flujo de aceite es un orificio (17c) de retorno de aceite que comunica entre sí dicho espacio superior (70) y dicho espacio inferior (72) sin pasar a través de dicho espacio (71) de movimiento de caracol orbitante; y

en la que dicho espacio (71) de movimiento de caracol orbitante está a una presión expandida y cada uno de dicho espacio superior (70) y dicho espacio inferior (72) está a una presión comprimida del citado mecanismo de sub-compresión (6).

2. Una máquina de expansión del tipo de caracol según la reivindicación 1, en la que dicho espacio (71) de movimiento de caracol orbitante está provisto de un anillo Oldham (7), y está previsto un tubo de descarga (15) del mecanismo de expansión para descargar al exterior de recipiente (10) de la máquina de expansión en una posición más alta que el citado anillo Oldham (7).

3. Una máquina de expansión del tipo de caracol según la reivindicación 1, en la que está dispuesto un tubo de aceite (80) para conectar un recipiente (10) del compresor principal del citado mecanismo de compresión principal (11a) o una cámara de compresión de dicho mecanismo de compresión principal (11a) a una parte inferior o de fondo del citado espacio inferior (72) de dicho recipiente hermético (10) o una posición más alta que el nivel de aceite apropiado dentro del espacio inferior (72).

4. Una máquina de expansión del tipo de caracol según la reivindicación 1, en la que dicho refrigerante es dióxido de carbono.

FIG. 1

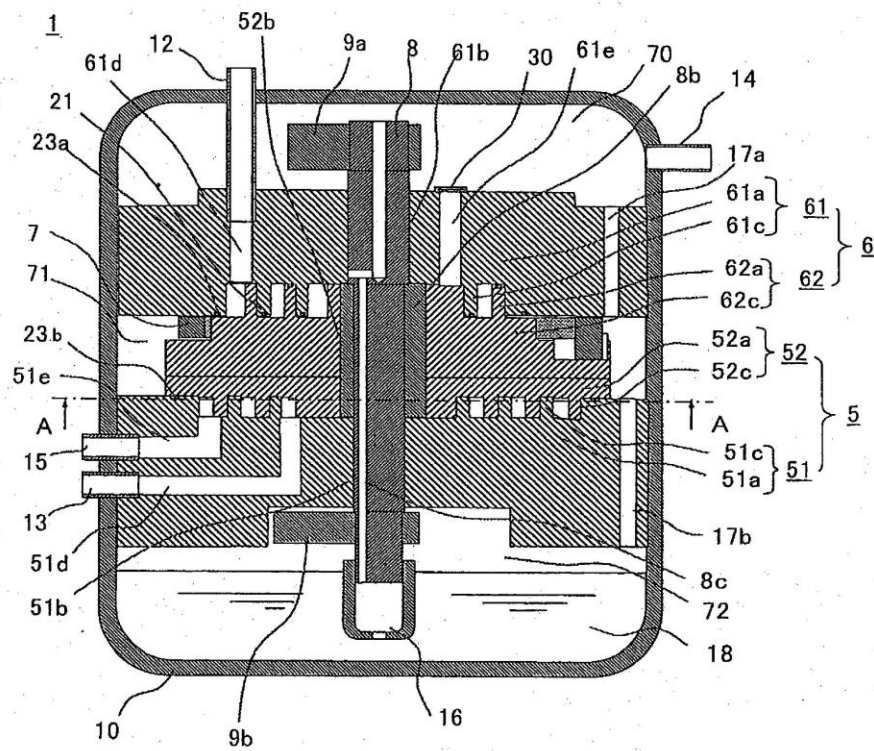


FIG. 2

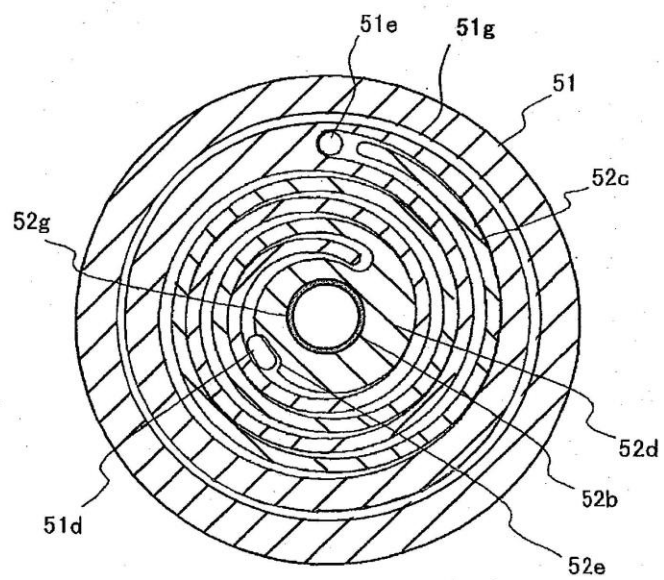


FIG. 3a

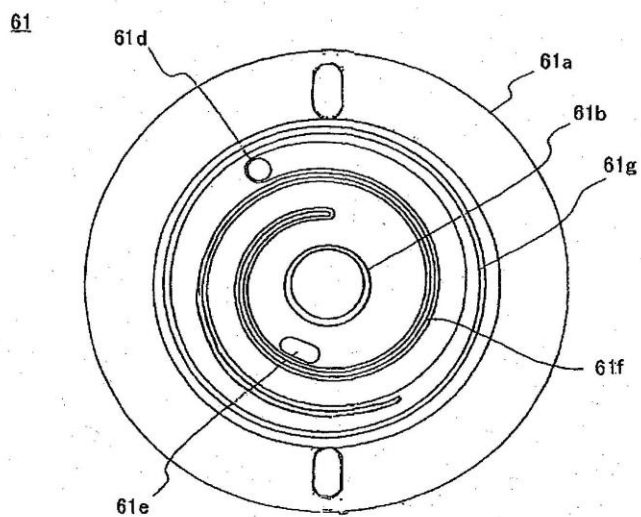


FIG. 3b

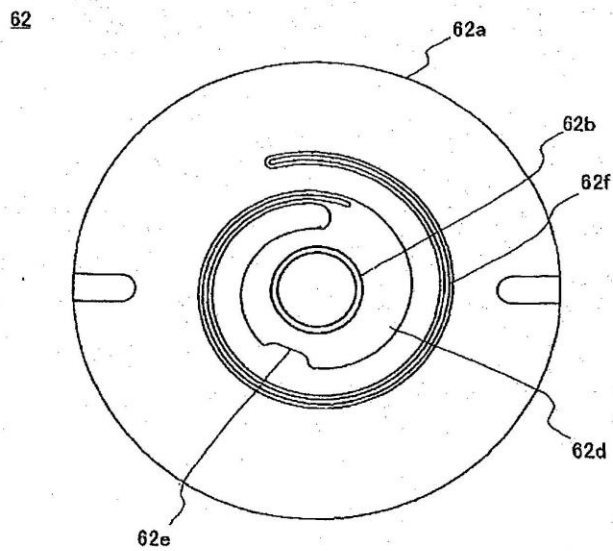


FIG.4

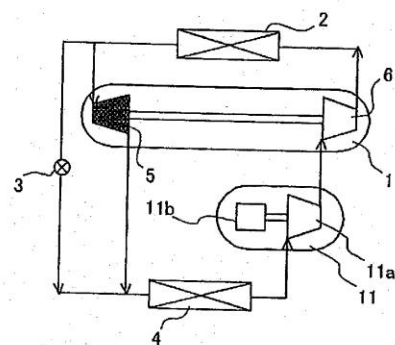


FIG. 5

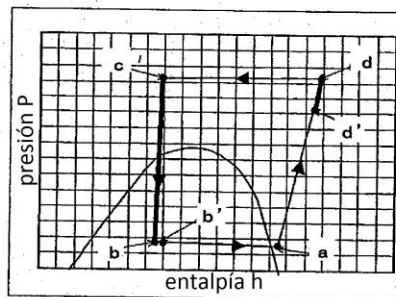


FIG. 6

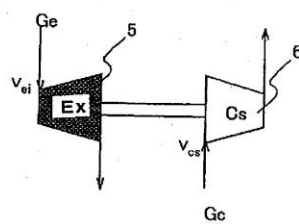


FIG. 7

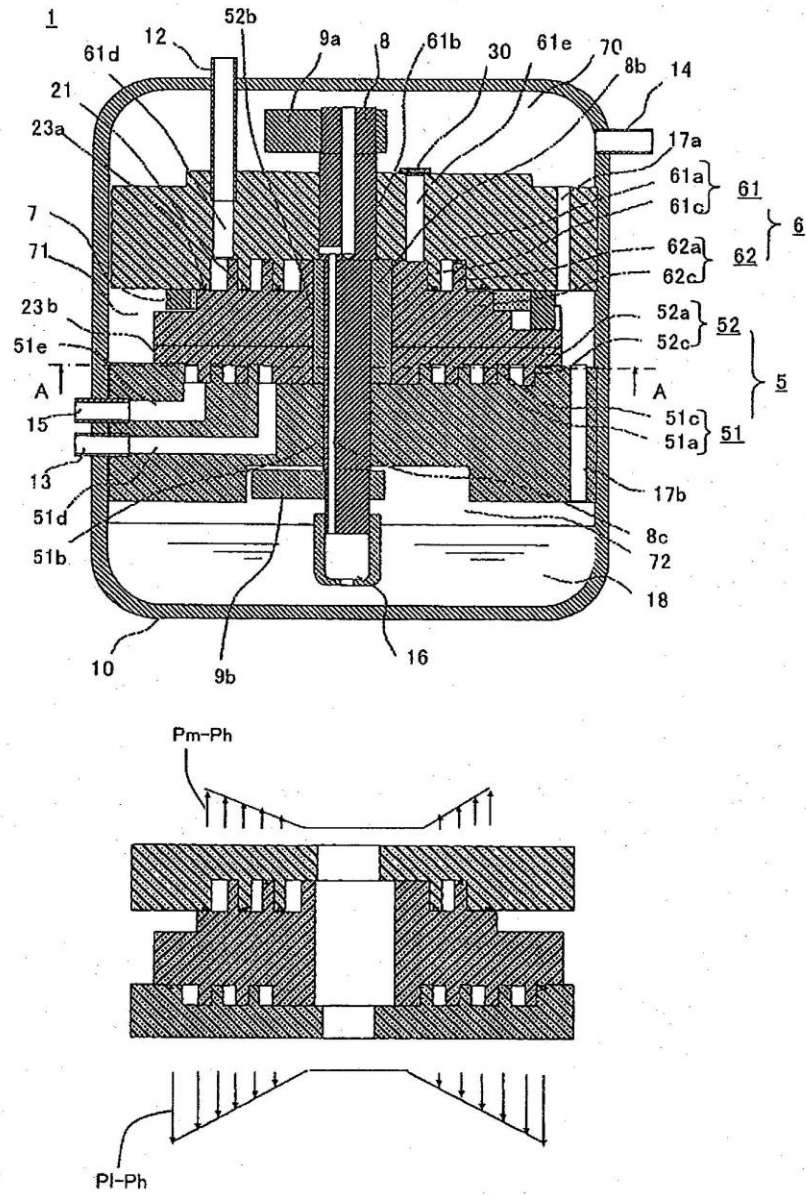


FIG. 8

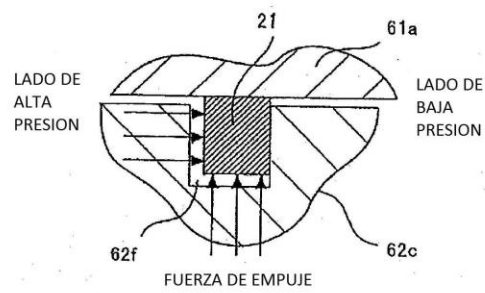


FIG. 9

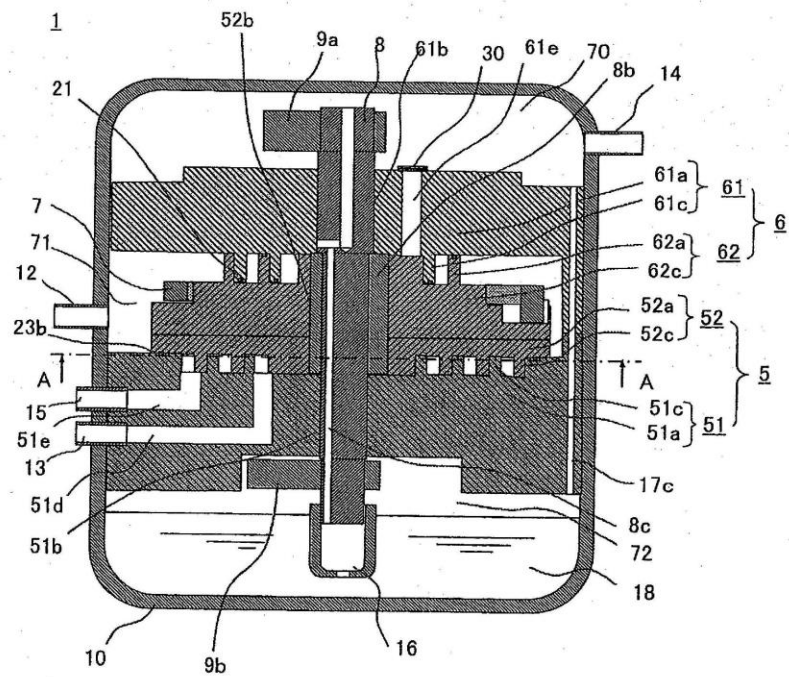


FIG. 10

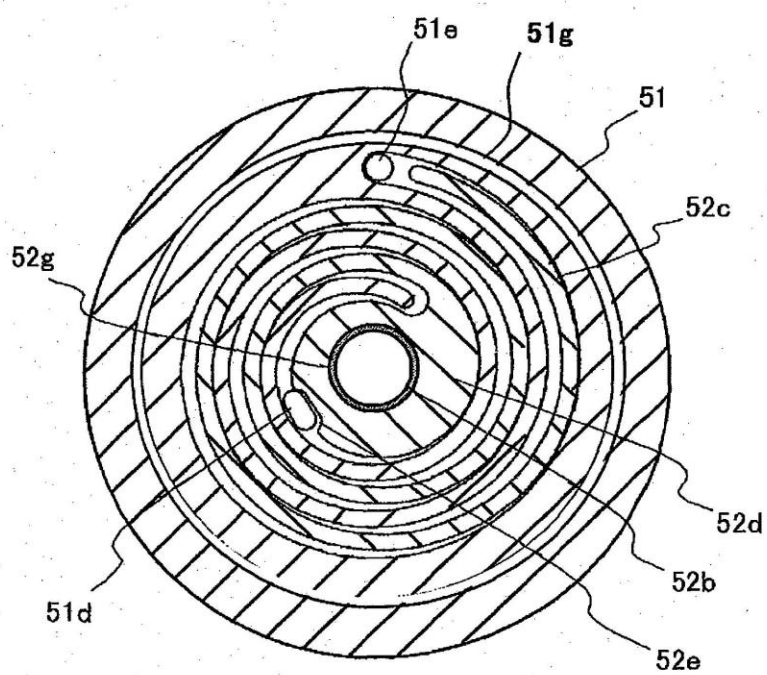


Fig. 11a

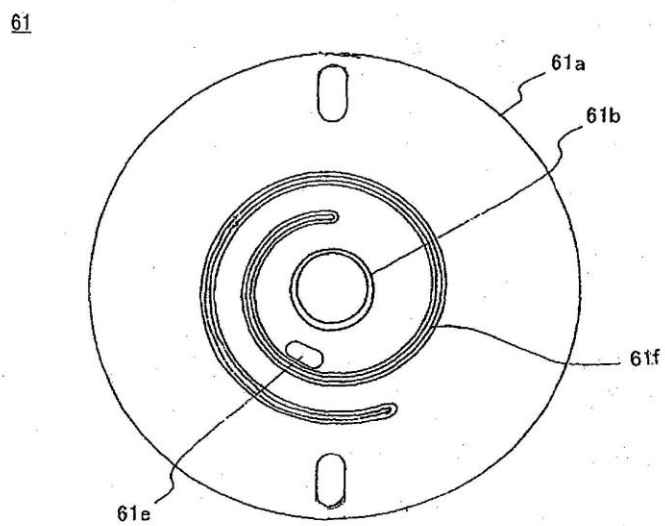


FIG. 11b

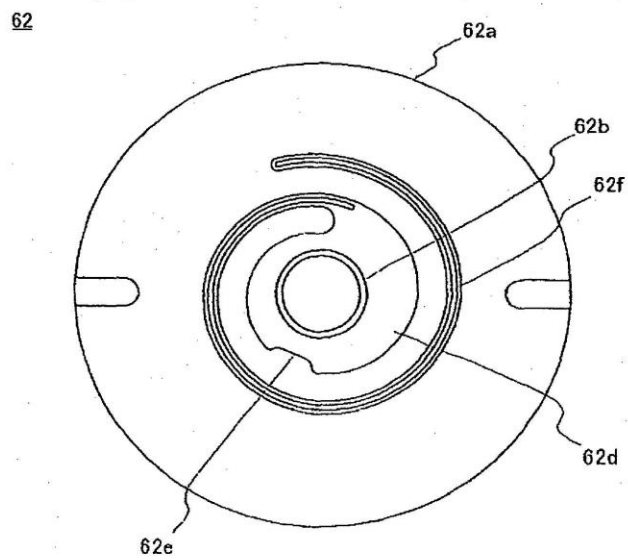


Fig. 12

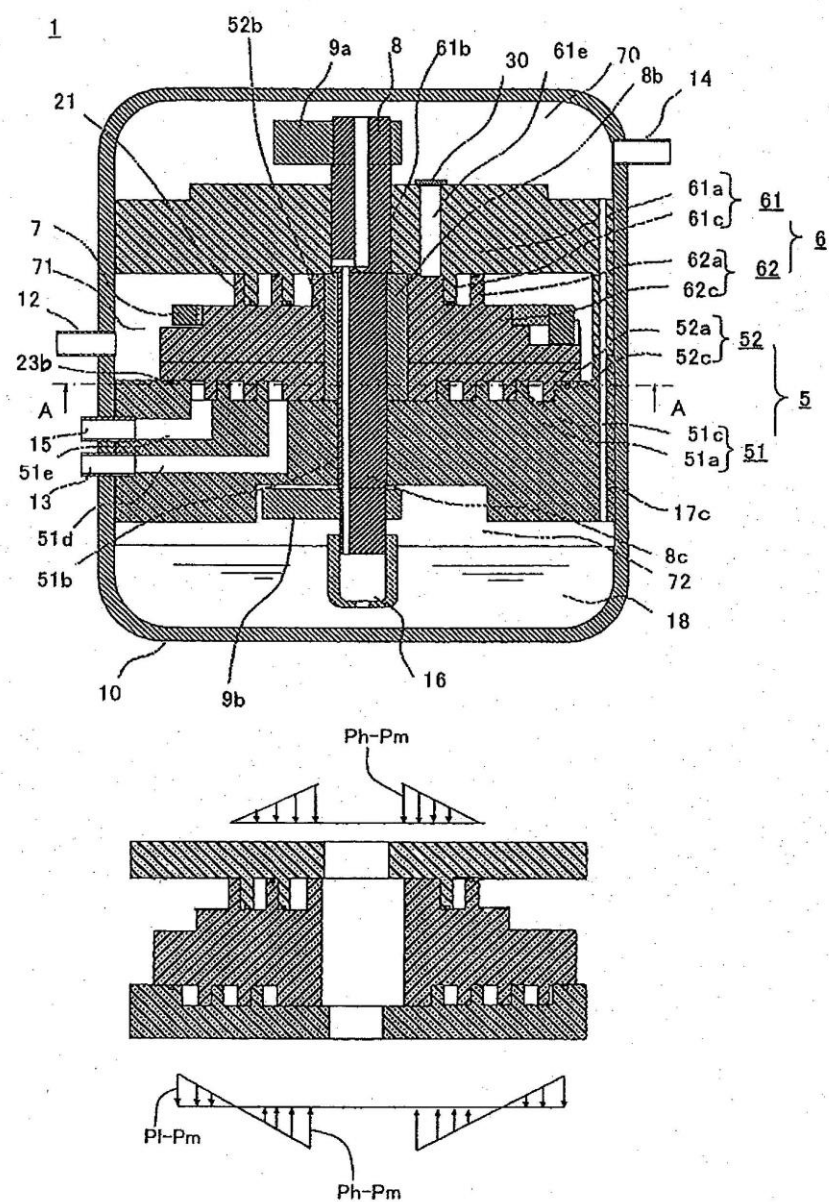


FIG. 13

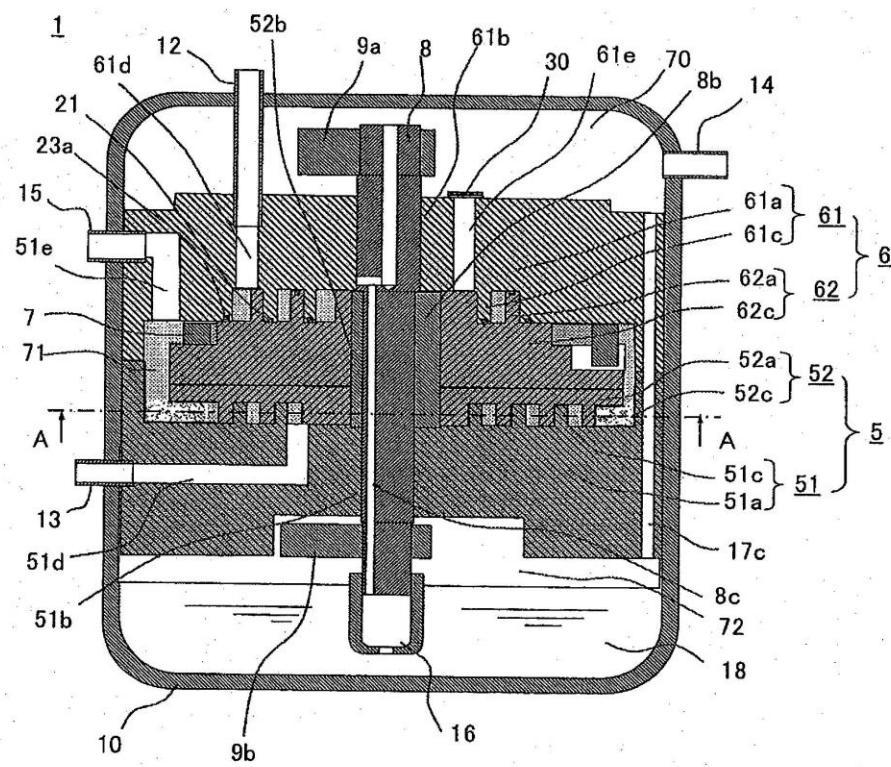


FIG. 14

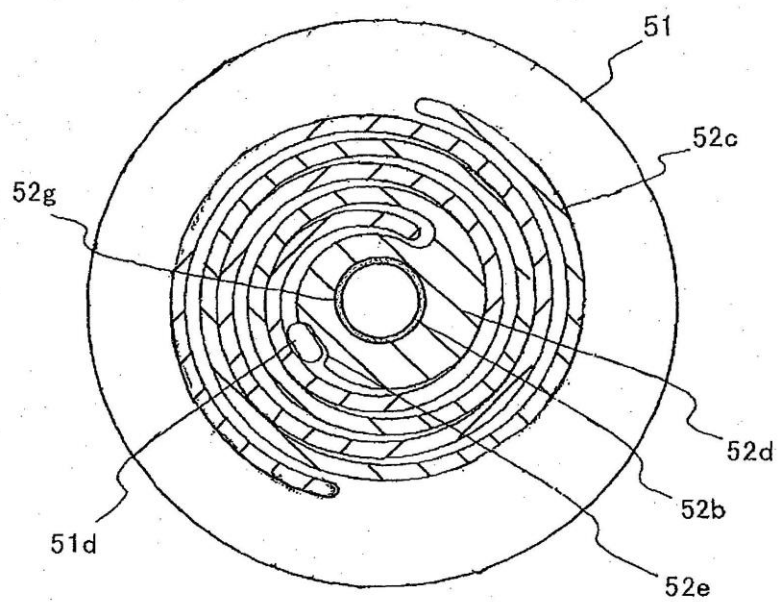


FIG. 15a

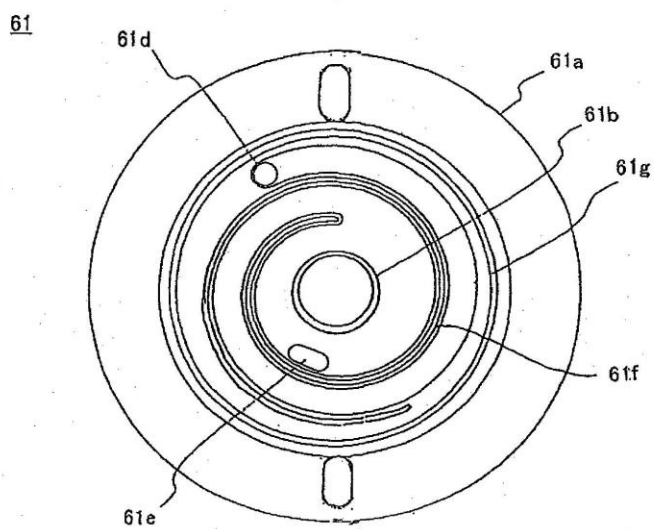


FIG. 15b

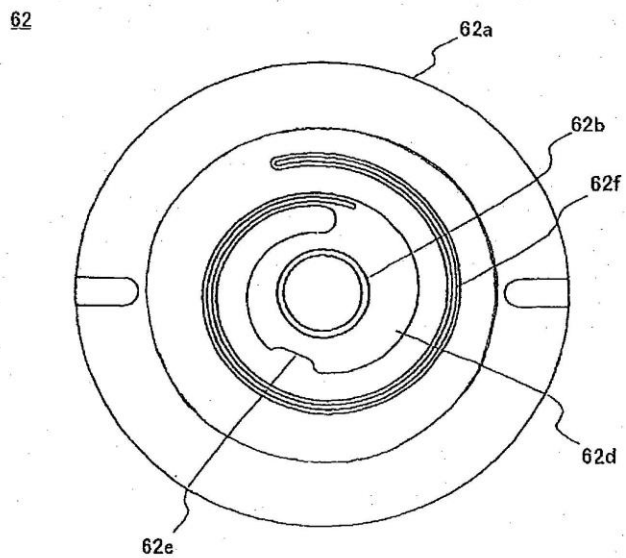


FIG. 16

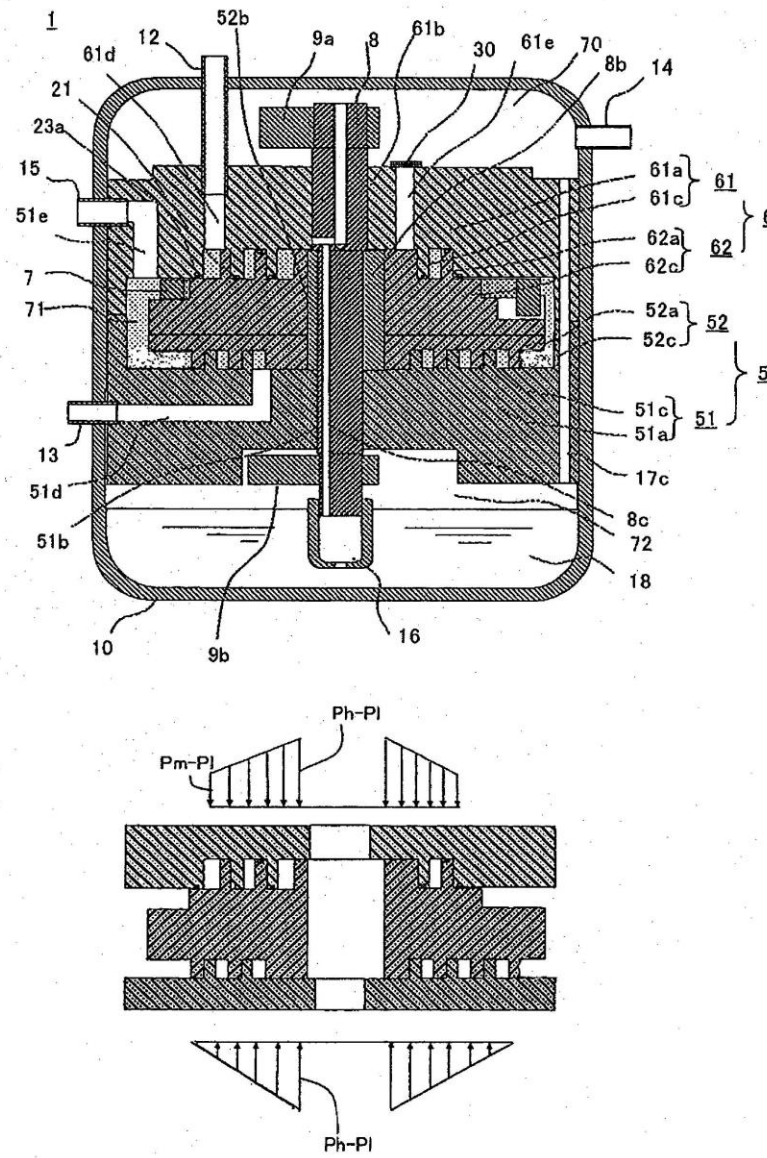


FIG. 17a

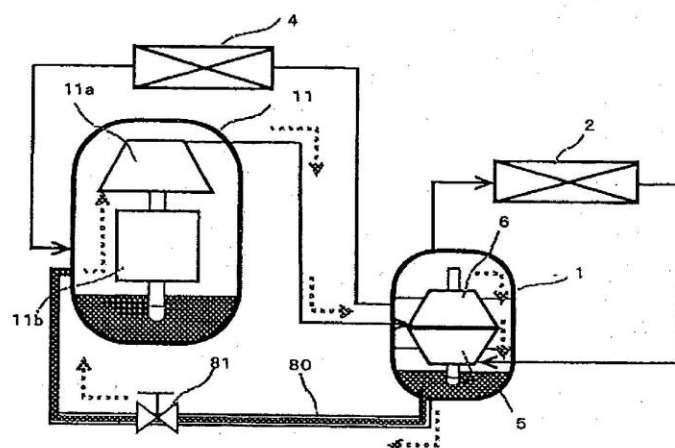


FIG. 17b

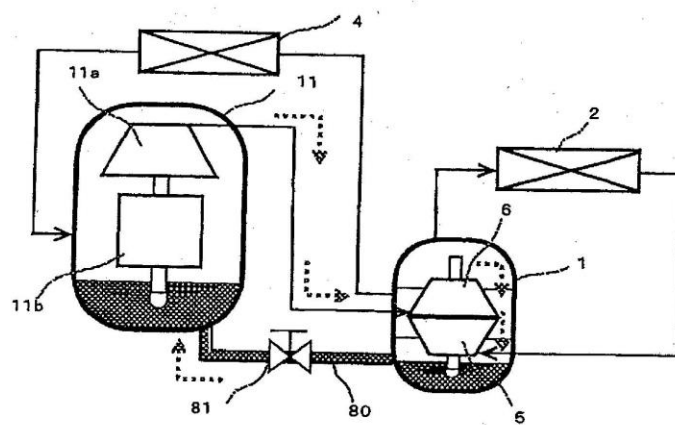


FIG. 17c

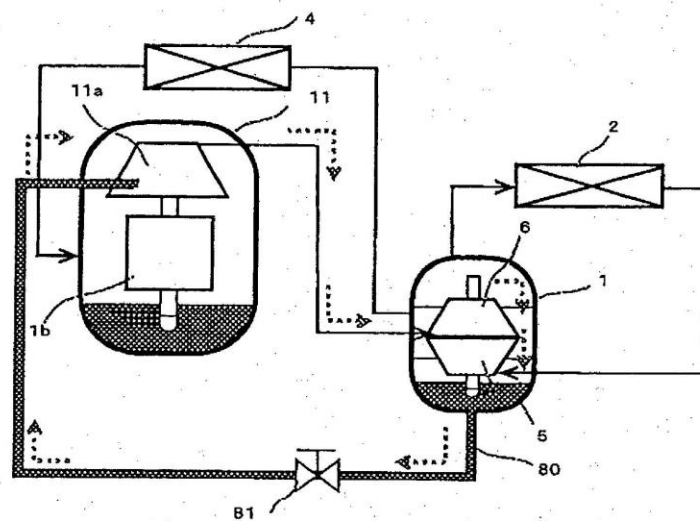


FIG. 17d

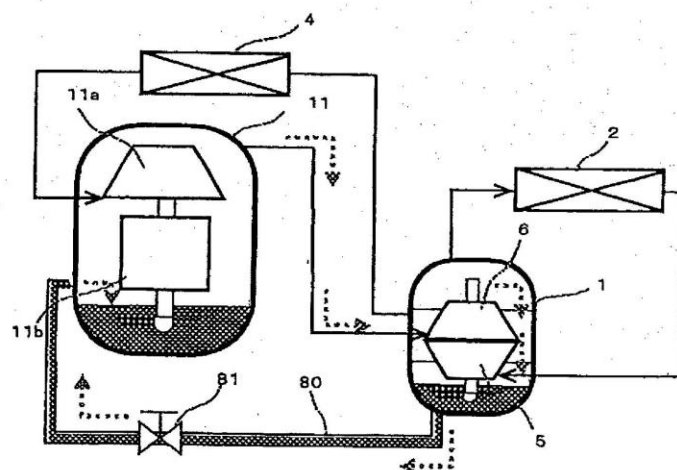


FIG. 17e

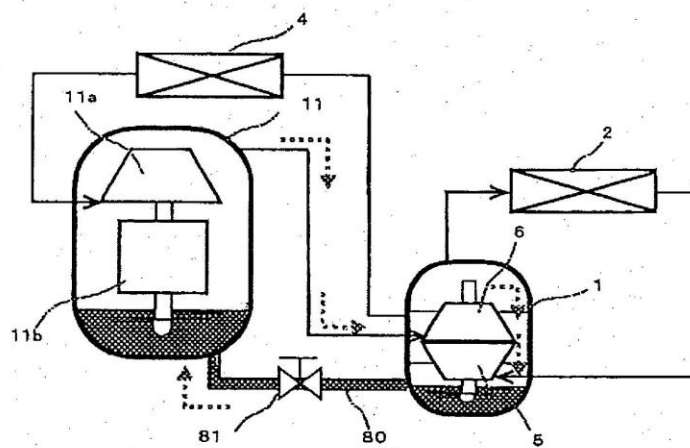


FIG. 17f

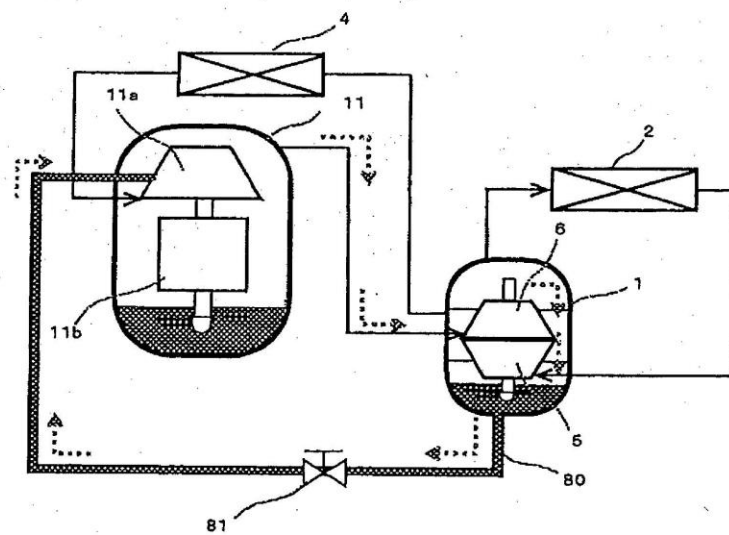


FIG. 18

