



OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① Número de publicación: **2 245 539**

② Número de solicitud: 200300192

⑤ Int. Cl.:

<b>F01C 9/00</b> (2006.01)	<b>F01C 11/00</b> (2006.01)
<b>F04B 1/02</b> (2006.01)	<b>F04B 7/04</b> (2006.01)
<b>F04B 9/02</b> (2006.01)	<b>F04B 27/00</b> (2006.01)
<b>F04B 27/02</b> (2006.01)	<b>F25B 1/00</b> (2006.01)
<b>F25B 1/02</b> (2006.01)	

⑫

PATENTE DE INVENCION

B1

⑫ Fecha de presentación: **27.01.2003**

⑩ Prioridad: **28.01.2002 JP 2002-017828**

④ Fecha de publicación de la solicitud: **01.01.2006**

Fecha de la concesión: **22.02.2007**

④ Fecha de anuncio de la concesión: **01.04.2007**

④ Fecha de publicación del folleto de la patente: **01.04.2007**

⑦ Titular/es: **Hitachi, Ltd.**  
**6, Kanda Surugadai 4-chome**  
**Chiyoda-ku, Tokyo 101-8010, JP**

⑦ Inventor/es: **Hayase, Isao;**  
**Kohsokabe, Hirokatsu;**  
**Chikano, Masatsugu;**  
**Tojo, Kenji y**  
**Ohshima, Kenichi**

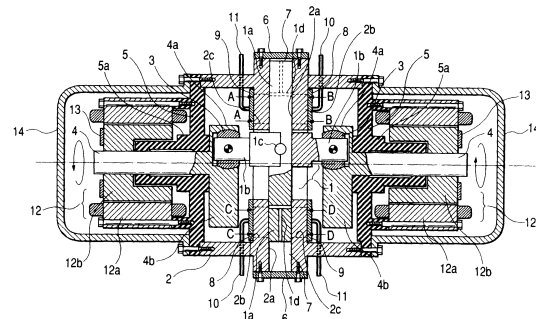
⑦ Agente: **Díez de Rivera de Elizaburu, Alfonso**

⑤ Título: **Máquina de desplazamiento positivo.**

⑤ Resumen:

Máquina de desplazamiento positivo que tiene un miembro que oscila con un movimiento alternativo. Utilizando el movimiento oscilante se cambia la conexión entre la cámara de trabajo y el espacio de presión de succión o la cámara de presión de descarga. En esta máquina solo se puede disminuir el diámetro del pistón en relación con el tamaño de cada sección de deslizamiento. Mejorando la productividad y fiabilidad de dicha máquina es posible realizar un compresor que puede resistir el uso de un refrigerante a presión muy elevada, tal como dióxido de carbono, con lo que se mejora más la eficacia de todo el sistema del ciclo de refrigeración la invención es útil para simplificar el mecanismo de válvula en la máquina de desplazamiento positivo, mejorar la fiabilidad relativa al uso de un fluido de trabajo a elevada presión y reducir la pérdida de fricción mecánica.

FIG. 1



ES 2 245 539 B1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP.

## DESCRIPCIÓN

Máquina de desplazamiento positivo.

### Campo de la invención

Esta invención se refiere a una máquina de desplazamiento positivo o imperativo y a una tecnología para mejorar la eficacia del equipo de refrigeración y de acondicionamiento de aire y a un sistema de célula energética o batería que utiliza la máquina de desplazamiento positivo.

### Antecedentes de la invención

Una máquina de desplazamiento positivo de tipo alternativo o de movimiento en vaivén de la técnica anterior, como un compresor, mostrado en la figura 1 de la Patente Japonesa Abierta número H9(1997)-72275, utiliza un mecanismo de válvula constituido por componentes móviles de manera que un espacio de cámara de trabajo puede ser alternativamente conectado con un espacio de cámara de succión y un espacio de cámara de descarga de acuerdo con un aumento y una disminución en el desplazamiento del mismo.

En el compresor mostrado en la figura 1 de la Patente Japonesa Abierta número H9(1997)-72275, se forma un miembro de movimiento alternativo o en vaivén de una sección de brazo insertada en el centro de una sección de pistón.

Sin embargo, la técnica anterior indicada arriba tenía problemas tales como la disminución de productividad y la dependencia resultante de la presencia de muchos componentes móviles, que constituían la máquina de desplazamiento positivo del tipo alternativo. Por lo tanto, el primer objeto de esta invención es proporcionar una máquina de desplazamiento positivo de tipo alternativo que tenga menor número de componentes y elevada fiabilidad.

En la técnica anterior indicada más arriba, era difícil disminuir el diámetro de la sección de pistón y aumentar la relación del diámetro de la sección de brazo al diámetro de la sección de pistón debido a restricciones para facilitar el montaje. Por lo tanto, existían limitaciones a una reducción de la carga de deslizamiento y a la presión superficial de deslizamiento causada por una presión de fluido de trabajo en la sección de brazo, que es una sección de deslizamiento. Particularmente cuando es elevada la presión del fluido de trabajo, se origina un problema tal como una pérdida de fricción mecánica incrementada y una fiabilidad deteriorada de la sección de deslizamiento. El segundo objeto de esta invención es proporcionar una máquina de desplazamiento positivo de tipo alternativo que tenga una sección de deslizamiento de elevada fiabilidad y que trabaje con pequeña pérdida de fricción mecánica incluso bajo una elevada presión del fluido de trabajo.

Además, en el sistema equipado con la máquina de desplazamiento positivo a la que se aplica el fluido de trabajo a elevada presión, es desperdiciada una energía acumulada por el fluido de trabajo a elevada presión por una pérdida resultante de una resistencia del canal de fluido en un mecanismo de estrangulación. Por lo tanto, existía el problema de una energía desperdiciada cuando se contemplaba desde el punto de vista del rendimiento energético. El tercer objeto de esta invención es, por lo tanto, proporcionar un sistema de eficacia elevada que utilice la máquina de desplazamiento positivo, que sea capaz de recuperar la energía cuando se reduce la presión mediante

expansión del fluido de trabajo a elevada presión en el sistema y que, además, sea capaz de minimizar la pérdida de energía, tal como una pérdida de fricción mecánica, que es probable que ocurra durante la operación de recuperación de energía.

### Sumario de la invención

Para conseguir el primer objeto indicado anteriormente, la máquina de desplazamiento positivo está provista de un miembro alternativo o de movimiento en vaivén que incluye una sección de pistón que se mueve en vaivén para cambiar el desplazamiento de un espacio de trabajo cerrado y dos secciones de brazo que se dirigen hacia lados opuestos, en una dirección en ángulo recto con respecto a la dirección de movimiento en vaivén de la sección de pistón, un miembro de guía que forma parte del espacio de trabajo y que guía el movimiento alternativo de la sección de pistón, y dos miembros de árbol que giran en sentidos mutuamente inversos en la misma dirección axial, que soportan las secciones de brazo en posiciones radialmente desviadas del eje de rotación. Así, la sección de pistón se mueve en vaivén mientras gira u oscila alrededor del eje en la dirección del movimiento alternativo. En la máquina de desplazamiento positivo, se forma una trayectoria de comunicación a través de la cual se conectan alternativamente el espacio del fluido de trabajo, por ejemplo, el espacio de cámara de succión o el espacio de cámara de descarga, y el espacio de trabajo, de acuerdo con un aumento y una disminución en el desplazamiento del espacio de trabajo, mediante la utilización del movimiento antes citado del miembro de movimiento en vaivén, sin utilizar partes móviles para el mecanismo de válvula.

Para conseguir el segundo objeto indicado anteriormente, la máquina de desplazamiento positivo está provista de un miembro de movimiento alternativo que incluye una sección de pistón que se mueve en vaivén para cambiar el desplazamiento de un espacio de trabajo cerrado y dos secciones de brazo que se dirigen hacia lados opuestos, en una dirección en ángulo recto con respecto a la dirección del movimiento alternativo de la sección de pistón, un miembro de guía que forma parte del espacio de trabajo y que guía el movimiento alternativo de la sección de pistón, y dos miembros de árbol que giran en sentidos mutuamente inversos en la misma dirección axial, que soportan las secciones de brazo en posiciones radialmente desviadas del eje de rotación. Así, la sección de pistón mueve en vaivén mientras oscila o gira alrededor del eje en la dirección del movimiento alternativo. En la máquina de desplazamiento positivo, el miembro de movimiento alternativo se forma mediante inserción de miembros de la sección de pistón en el centro del miembro que tiene las dos secciones de brazo.

Además, para conseguir el tercer objeto indicado anteriormente, el sistema tiene, como uno de los componentes, la máquina de desplazamiento positivo. Es decir, la máquina de desplazamiento positivo está provista de un miembro de movimiento alternativo o en vaivén que incluye una sección de pistón que se mueve en vaivén para cambiar el volumen de un espacio de trabajo cerrado y dos secciones de brazo que se dirigen hacia lados opuestos, en una dirección en ángulo recto con respecto a la dirección del movimiento alternativo de la sección de pistón, un miembro de guía que forma parte del espacio de trabajo, que guía el movimiento alternativo de la sección de pistón, y dos miembros de árbol que giran en sentidos mutuamente

te inversos en la misma dirección axial, que soportan las secciones de brazo en posiciones radialmente desviadas del eje de rotación. Es decir, la sección de pistón se mueve alternativamente mientras oscila alrededor del eje en la dirección del movimiento alternativo, con lo que realiza la carrera de compresión y la carrera de expansión. Por ejemplo, en el sistema que utiliza la máquina de desplazamiento positivo como un componente, las secciones de pistón dispuestas en ambos extremos del miembro de movimiento alternativo se mueven en dos cámaras de trabajo: una es una cámara de compresión y la otra es una cámara de expansión. Al menos parte de la elevada presión del fluido de trabajo acumulada en la cámara de compresión por la potencia suministrada en conducida a la cámara de expansión, donde la presión se reduce mientras se recupera la potencia. Es decir, el sistema realiza las carreras de compresión y expansión del ciclo de refrigeración en el sistema de refrigeración y de acondicionamiento de aire.

#### Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista general en sección lateral de una bomba de acuerdo con una primera realización de esta invención;

La figura 2 es una vista en sección tomada a lo largo de la línea A-A de la figura 1;

La figura 3 es una vista en sección tomada a lo largo de la línea B-B de la figura 1;

La figura 4 es una vista en sección tomada a lo largo de la línea C-C de la figura 1;

La figura 5 es una vista en sección tomada a lo largo de la línea D-D de la figura 1;

La figura 6 es una vista general en sección lateral de una unidad de expansión de acuerdo con la segunda realización de esta invención;

La figura 7 es una vista en sección tomada a lo largo de la línea E-E de la figura 6;

La figura 8 es una vista en sección tomada a lo largo de la línea F-F de la figura 6;

La figura 9 es una vista en sección tomada a lo largo de la línea G-G de la figura 6;

La figura 10 es una vista en sección tomada a lo largo de la línea H-H de la figura 6;

La figura 11 es una vista general en sección lateral de la unidad de expansión y un compresor que utiliza un refrigerante como un fluido de trabajo de acuerdo con la tercera realización de esta invención;

La figura 12 es un diagrama de bloques de un ciclo de refrigeración con la unidad de expansión y el compresor aplicados al equipo de refrigeración y de acondicionamiento de aire, de acuerdo con la tercera realización de esta invención;

La figura 13 es una vista general en sección lateral de la unidad de expansión neumática y el compresor, de acuerdo con la cuarta realización de esta invención;

La figura 14 es una vista en sección tomada a lo largo de la línea I-I de la figura 13;

La figura 15 es una vista en sección tomada a lo largo de la línea J-J de la figura 13;

La figura 16 es una vista en sección tomada a lo largo de la línea K-K de la figura 13;

La figura 17 es un diagrama de bloques del sistema, de la unidad de expansión y del compresor aplicados a un sistema de batería o células energéticas, de acuerdo con la cuarta realización de esta invención; y

La figura 18 es una vista general en sección lateral del compresor de acuerdo con la quinta realización de esta invención.

#### Descripción de las realizaciones preferidas

Cada realización preferida de esta invención se describirá con referencia a los dibujos que se acompañan de las figuras 1 a 18. En primer lugar, se explicará la primera realización con referencia a las figuras 1 a 5, en las que se muestra una bomba de desplazamiento.

Un miembro 1 de movimiento alternativo o en vaivén está soportado de tal manera que dos cabezas de pistón la del mismo, guiadas respectivamente a lo largo de dos superficies cilíndricas interiores 2a de un bloque de cilindros 2, pueden moverse en vaivén mientras oscilan o giran alrededor de eje geométrico en la dirección del movimiento alternativo. En la cabeza de pistón la del miembro 1 de movimiento en vaivén están insertadas un par de secciones de brazo cilíndricas 1b, sobresaliendo en lados opuestos en una dirección en ángulo recto con respecto a la dirección del movimiento alternativo. La sección de brazo 1b está fijada por medio de un pasador 1c.

Las dos secciones de brazo 1b se insertan de manera rotativa en la superficie cilíndrica interior de dos manguitos esféricos 3. La parte esférica exterior de cada uno de los manguitos esféricos 3 está soportada por la superficie esférica conjugada de una sección de brazo de accionamiento 4a de un árbol de accionamiento 4 en una posición desviada radialmente con respecto al eje de rotación del árbol de accionamiento 4.

Como resultado, las dos secciones de brazo 1b del miembro 1 de movimiento en vaivén y dos árboles de accionamiento 4 son relativamente rotativas y mutuamente cambiables relativamente en la dirección de basculación. La sección de brazo 1b está conectada con el árbol de accionamiento 4 en una posición desviada con respecto al eje de rotación del árbol de accionamiento 4. En el lado radialmente opuesto de la sección de brazo de accionamiento 4a del árbol de accionamiento 4, hay formada una masa de equilibrio o compensación 4b. Los dos árboles de accionamiento 4 están rotativamente soportados respectivamente en una sección de cojinete 5a de bastidores 5 de cojinetes. Los dos bastidores 5 de cojinetes están asegurados por tornillos a un bloque cilíndrico 2 de manera que los centros axiales de estas secciones de cojinete 5a se situarán sobre el mismo eje.

Los centros axiales de las dos superficies cilíndricas interiores 2a formadas en el bloque de cilindros 2 son también mutuamente coaxiales, y además están en ángulo recto con respecto al centro axial de la sección de cojinete del bastidor 5 de cojinetes asegurado al bloque 2 de cilindros.

Dos extremos abiertos de la superficie cilíndrica interior 2a formada en el bloque de cilindros 2 están cerrados por una cabeza de cilindro 6 asegurada mediante tornillos. Se han creado dos cámaras de trabajo 7 que están delimitadas por la cabeza de pistón la del miembro de movimiento en vaivén, la superficie cilíndrica interior 2a del bloque de cilindros y la cabeza de cilindro 6. En la cabeza de pistón la del miembro de movimiento en vaivén está formado un paso de comunicación 1d que está abierto hacia la cámara de trabajo 7. El paso de comunicación 1d tiene dos aberturas en la superficie lateral cilíndrica del pistón. En el bloque de cilindros 2 están formadas una lumbrera de succión 2b y una lumbrera de descarga 2c que se abren en la superficie cilíndrica interior 2a, y las aberturas en el lado opuesto de la superficie cilíndrica interior

2a están cerradas con una cubierta 8 y una cubierta 9 que están atornilladas (no se muestra) al bloque de cilindros 2. A la cubierta 8 que cierra la abertura de la lumbrera de succión 2b se conecta una tubería de succión 10 insertada desde el exterior de la bomba, mientras que a la cubierta 9 que cierra la abertura de la lumbrera de descarga 2c se conecta una tubería de descarga 11 insertada desde el exterior de la bomba.

A los dos bastidores 5 de cojinete está asegurada mediante tornillos una sección de estator 12a de un motor de accionamiento 12. Las secciones de rotor 12b del motor de accionamiento 12 están aseguradas, en la sección de cojinete 5a, en el lado opuesto de las secciones 4a de brazo de accionamiento de los dos árboles de accionamiento 4. La sección de rotor 12b está provista de una masa de equilibrio o compensación 13 que produce una fuerza centrífuga menor en un sentido inverso al de la masa de equilibrio 4b anteriormente citada. Los dos motores de accionamiento 12 constituidos por 1a sección de estator 12a y la sección de rotor 12b son de la misma configuración, y están instalados en posiciones mutuamente opuestas en la configuración general de la bomba de desplazamiento anteriormente citada, con lo que se accionan para girar los dos árboles de accionamiento 4 en sentidos mutuamente opuestos. De acuerdo con la primera realización, el motor de accionamiento derecho 12 y el motor de accionamiento izquierdo 12 de la figura 1 están diseñados para girar en sentidos mutuamente inversos, es decir, en el sentido de las agujas del reloj y en sentido contrario a las agujas del reloj, respectivamente, según se ve desde la derecha del dibujo. Los dos bastidores 5 de cojinete están provistos de manera segura de una cubierta de motor 14, que se sujeta, junto con el bloque de cilindros 2, mediante los tornillos.

En la configuración anteriormente descrita, cuando los dos árboles de accionamiento 4 son accionados para girar en sentidos mutuamente inversos, el centro esférico de los dos manguitos esféricos 3, situado en una posición desviada radialmente del eje de rotación del árbol de accionamiento 4, se mueve en vaivén en la misma fase en direcciones hacia arriba y hacia abajo en la figura 1 y en fases mutuamente invertidas en una dirección perpendicular a la superficie del papel en la figura 1. Por lo tanto, el miembro 1 de movimiento alternativo, soportado en las dos secciones de brazo cilíndricas 1b mediante los manguitos esféricos 3, repite un movimiento de oscilación alrededor del eje geométrico en la dirección del movimiento alternativo mientras se mueve en vaivén, como se muestra en la figura 8 de la Patente Japonesa Abierta número H9(1997)-72275. En este momento, la apertura en el lado del pistón del paso de comunicación 1d formado en la cabeza de pistón la del miembro 1 de movimiento alternativo efectúa una carrera, en la dirección del movimiento alternativo, dos veces mayor que la magnitud de desviación del centro del manguito esférico 3 con respecto al eje de rotación del árbol de accionamiento 4. Sin embargo, en el sentido de oscilación, la carrera de oscilación es disminuida en la magnitud del diámetro exterior del pistón dividida por la distancia entre centros de los dos manguitos esféricos 3. Es decir, el movimiento traza una trayectoria elíptica 15, según se ve en la dirección del eje de rotación del árbol de accionamiento 4.

En las vistas en sección de las figuras 2 a 5 se muestra la posición de la lumbrera de succión 2b o

de la lumbrera de descarga 2c. La posición de la abertura del paso de comunicación 1d de la cabeza la del pistón situada en la posición opuesta está indicada por una línea de trazos discontinuos, mientras que la trayectoria elíptica 15 está indicada por una línea de trazos alternos largos y cortos. Además, la dirección de movimiento de la apertura del paso de comunicación 1d durante la rotación de cada árbol de accionamiento 4 en el sentido citado está indicada por una flecha. La relación de la apertura del paso de comunicación 1d y la trayectoria elíptica 15 y la lumbrera de descarga 2c de la figura 2 indica que la cámara de trabajo superior 7 y la lumbrera de descarga 2c son desconectadas por el paso de comunicación 1d cuando el volumen de la cámara de trabajo superior 7 cambia de disminuciones a aumentos. En la figura 3, la relación de la apertura del paso de comunicación 1d y su trayectoria elíptica 15 y la lumbrera de succión 2b indica que la lumbrera de succión 2b y la cámara de trabajo superior 7 se mantendrán conectadas a través del paso de comunicación 1d en el momento del cambio de volumen de la cámara de trabajo superior 7 de disminuciones a aumentos. Además, en la figura 4, la relación entre la apertura del paso de comunicación 1d y su trayectoria elíptica 15 y la lumbrera de succión 2b indica que la conexión entre la lumbrera de succión 2b y la cámara de trabajo inferior 7 a través del paso de comunicación 1d se interrumpe cuando el volumen de la cámara de trabajo inferior 7 en la figura 1 cambia de aumentos a disminuciones.

En la figura 5, la relación de la apertura del paso de comunicación 1d y su trayectoria elíptica 15 y la lumbrera de descarga 2c indica que la lumbrera de descarga 2c y la cámara de trabajo inferior 7 se mantendrán conectadas a través del paso de comunicación 1d en el momento en que el volumen de la cámara de trabajo inferior 7 cambia de aumentos a disminuciones. En la primera realización, el fluido (líquido) de trabajo a baja presión es alimentado a través de la tubería de succión 10 a la lumbrera de succión 2b como el espacio de fluido de trabajo a baja presión; y el fluido (líquido) de trabajo presurizado en la tubería de descarga 11 es descargado por la lumbrera de descarga 2c como un espacio de fluido de trabajo del alta presión.

De acuerdo con la primera realización, es posible realizar, sin utilizar partes móviles del mecanismo de válvula, la conexión entre el espacio de fluido de trabajo de baja presión y la cámara de trabajo durante el período en que el volumen del espacio de cámara de trabajo está aumentando, y también la conexión entre el espacio de fluido de trabajo a alta presión y la cámara de trabajo durante el período en que el volumen del espacio de trabajo está disminuyendo. Por lo tanto, esta invención tiene el efecto de proporcionar una bomba de desplazamiento alternativo de elevada productividad, gran fiabilidad y un número menor de componentes. Además, la bomba de desplazamiento, al ser del tipo alternativo o de movimiento en vaivén, puede minimizar una variación del par de accionamiento y una fuerza de excitación resultante de la fuerza inercial de la masa en vaivén por las razones indicadas en la Patente Japonesa Abierta número H9 (1997)-72275.

Además, en la primera realización, es posible proporcionar una bomba de presión de líquido que tenga las mismas características y efectos que la primera realización, utilizando un par de árboles de acciona-

miento 4 como árboles de salida, cambiando la estructura para el suministro de líquido de trabajo a elevada presión a la lumbrera de succión 2b a través de la tubería de succión 10 y también para descargar, a través de la lumbrera de descarga 2c, el líquido de trabajo, después de la reducción de presión, por la tubería de descarga 11. En este caso, es también posible minimizar la variación del par de accionamiento y la fuerza de excitación que resultan de la fuerza inercial de la masa en movimiento alternativo mediante la aplicación de una carga similar con dos generadores accionados por estos árboles de salida en lugar de los motores de accionamiento 12, a pesar de un motor de presión de líquido de desplazamiento del tipo alternativo, por la razón indicada en la Patente Japonesa Abierta número H9(1997)-72275.

A continuación se describirá la segunda realización de esta invención con referencia a las figuras 6 a 10, en las que se muestra una unidad de expansión de desplazamiento de la segunda realización de esta invención. La configuración de partes es en muchos aspectos la misma que la de la primera realización, mostrada en las figuras 1 a 5, y por tanto se explicarán sólo las diferencias entre las realizaciones primera y segunda. En un bloque de cilindros 16 están formadas una lumbrera de succión 16b y una lumbrera de descarga 16c que se abren a una superficie cilíndrica interior 16a. La lumbrera de succión 16b es menor que la lumbrera de descarga 16c. El fluido (gas) de trabajo a elevada presión es suministrado a través de la tubería de succión 18 conectada a la cubierta 17 para utilizar la lumbrera de succión 16b como un espacio de fluido de trabajo de elevada presión, y la lumbrera de descarga 16c como un espacio de fluido de trabajo de baja presión, por la que se descarga el fluido (gas) de trabajo después de la reducción de presión a través de la tubería de descarga 11. De acuerdo con esta configuración, la cámara de trabajo 7 está conectada con la lumbrera de succión a través del paso de comunicación 1d en la cabeza de pistón 1a sólo durante el periodo inicial de la carrera de succión, durante el cual se incrementa el volumen de la cámara de trabajo 7, con lo que se aspira el fluido (gas) de trabajo a elevada presión. Durante este último periodo de la carrera de succión, tanto la lumbrera de succión como la de descarga se cierran para formar un espacio cerrado, con lo que se incrementa el volumen de la cámara de trabajo 7 para dilatar el fluido (gas) de trabajo presente en el interior. La lumbrera de descarga 16c está formada esencialmente grande. En toda la carrera de descarga, durante la cual disminuye el volumen de la cámara de trabajo 7, la cámara de trabajo 7 se conecta con la lumbrera de descarga 16c a través del paso de comunicación 1d en la cabeza de pistón 1a, descargando el fluido (gas) de trabajo que se ha dilatado hasta una presión baja.

En el miembro de movimiento alternativo 1, la sección de brazo 1b está conectada con los árboles de salida 19 a través del manguito esférico 3. En cada uno de los árboles de salida 19 está fijada una sección de rotor 20b o bien un generador 20. El generador 20 está compuesto de una sección de estator 20a y la sección de rotor 20b. La presente realización 2 de la configuración anteriormente descrita funciona como una unidad de expansión, que produce electricidad mediante la potencia extraída por el árbol de salida 19.

De acuerdo con la segunda realización descrita an-

teriormente, es posible realizar, sin usar partes móviles para el mecanismo de válvula, la estructura en la que el espacio del fluido de trabajo a elevada presión está conectado con la cámara de trabajo sólo durante el periodo inicial en el que está aumentando el volumen del espacio de la cámara de trabajo, y en la que el espacio del fluido de trabajo a baja presión está conectado con la cámara de trabajo durante los periodos en los que está disminuyendo el volumen del espacio de la cámara de trabajo. Por lo tanto, esta invención tiene el efecto de proporcionar una unidad de expansión de desplazamiento del tipo de movimiento alternativo, de elevada productividad y alta fiabilidad, y de menor número de componentes. Además, la unidad de expansión de desplazamiento, al ser del tipo de movimiento alternativo, puede reducir al mínimo la variación del par de accionamiento y la fuerza de excitación que resultan de la fuerza inercial de la masa alternativa, por las razones expuestas en la Patente Japonesa Abierta número H9(1997)-72275.

En la segunda realización, la tubería de descarga 11 y la lumbrera de descarga 16c funcionan como la tubería de succión y la lumbrera de succión, respectivamente para aspirar el fluido (gas) de trabajo de baja presión, mientras que la lumbrera de succión 16b y la tubería de succión 18 funcionan como la lumbrera de descarga y la tubería de descarga, respectivamente, para descargar el fluido (gas) de trabajo de alta presión. Además, es posible obtener un compresor de gas que tenga las mismas características y efectos que la segunda realización, mediante el accionamiento del árbol de salida 19 como el árbol de accionamiento en un sentido inverso al de la figura 6 mediante dos motores de accionamiento en lugar del generador 20.

A continuación se describirá la tercera realización de esta invención con referencia a las figuras 11 y 12, en las que se muestra la unidad de expansión compresión de la tercera realización. En la tercera realización se utiliza un refrigerante como fluido de trabajo. En la vista general en sección lateral de la figura 11, la cámara de trabajo inferior 7 funciona como la unidad de expansión de la misma configuración que la de la figura 6; y, al igual que el dispositivo mostrado en las figuras 9 y 10, la cámara de trabajo 7 comunica alternativamente con la lumbrera de succión 22c y la lumbrera de descarga 22d del bloque de cilindros 22 a través de un paso de comunicación 21f de un miembro 21 de movimiento alternativo.

Por otra parte, en la parte superior está formada una cámara de trabajo 24, que está rodeada o delimitada por la cabeza de pistón 21a del miembro 21 de movimiento alternativo, la superficie cilíndrica interior 22a del bloque de cilindros 22 y la cabeza de cilindro 23. Una lumbrera de succión 21b está formada en la cabeza de pistón 21a, y además, una placa 25 de válvula de succión está sujeta mediante un remache 26. La placa 25 de válvula de succión está fijada por el remache 26 de manera que sea capaz de flotar fuera de la superficie superior de la cabeza de pistón 21a, permitiendo que el gas de refrigeración fluya hacia la cámara de trabajo 24 desde la lumbrera de succión 21b durante la carrera de succión. El bloque de cilindros 22 está conectado a una tubería de succión 27 a través de la cual se alimenta la presión de succión a la sección de unidad de expansión-compresión de la tercera realización, hasta el lado trasero de la cabeza de pistón 21a, para conectar con ello la lumbrera de succión 21b con la tubería de succión. En la cabeza

de cilindro 23 está formada una lumbrera de descarga 23a. Y una placa 28 de válvula de descarga y un portador 29 de válvula de descarga están fijados mediante un perno (no mostrado). La cabeza de cilindro 23, junto con una cubierta 31 de cámara de descarga que rodea un espacio de descarga 30, se atornillan al bloque de cilindros 22. A la cubierta 31 de cámara de descarga está conectada una tubería de descarga 32. En consecuencia, con el movimiento alternativo del miembro 21 de movimiento en vaivén, la cámara de trabajo 24 funciona como un compresor.

La máquina de desplazamiento positivo de la figura 11 tiene una sección de unidad de expansión de desplazamiento, como un motor que produce una potencia en el árbol, y la sección de compresor de desplazamiento, como una unidad que consume la potencia suministrada desde el árbol de accionamiento. En esta tercera realización, la cabeza de pistón 21a de la sección de compresor es de diámetro mayor que el de la cabeza de pistón 21b de la sección de unidad de expansión; la sección de compresor funciona en conjunto como una unidad que consume potencia. Por lo tanto, el árbol de accionamiento 33 es impulsado por un motor 34 que consiste en una sección de estator 34a y una sección de rotor 34b. Sin embargo, la potencia de accionamiento teórica requerida puede ser menor, en la magnitud de la potencia generada por la sección de unidad de expansión de desplazamiento inferior, que la potencia para accionar solamente la sección de compresor de desplazamiento superior.

La figura 12 es un diagrama de bloques del ciclo de refrigeración del equipo de refrigeración y acondicionamiento de aire que incorpora la unidad de expansión y el compresor de la tercera realización. Una unidad de expansión-compresión 35 en el centro es la unidad de expansión-compresión de la tercera realización de la figura 11. En la figura 12, la línea llena gruesa indica la tubería 36 del ciclo, y las flechas en la línea llena indican la dirección del flujo en el refrigerante interior. Bajo condiciones generales de refrigeración y funcionamiento, el gas refrigerante a elevada temperatura y alta presión, producido en la sección de compresor de la unidad de expansión-compresión 35 es descargado a través de la tubería de descarga 32, que alcanza un condensador 37 a través de la tubería de ciclo 36. En el condensador 37, el gas refrigerante disipa calor, siendo condensado para formar un refrigerante líquido a elevada presión. El refrigerante líquido a elevada presión fluye a continuación parcialmente hacia la sección de unidad de expansión de la unidad de expansión-compresión 35 por la tubería de succión 18 a través de la tubería de ciclo 36. En la sección de unidad de expansión, el refrigerante líquido a elevada presión se convierte parcialmente en un gas mientras está siendo descomprimido para aumentar el volumen como un todo, fluyendo después, en un estado de dos fases, de gas y líquido a baja presión, hacia fuera por la tubería de descarga 11. A continuación, el refrigerante circula a través de la tubería de ciclo 36 hacia un evaporador 38. Otra parte del refrigerante líquido a elevada presión que sale del condensador 37 circula a través de la trayectoria de la tubería de ciclo dispuesta en paralelo con la trayectoria que pasa a través de la unidad de expansión. El refrigerante líquido a elevada presión es reducido en presión por los otros medios de expansión 39 y se convierte también parcialmente en gas, alcanzando el evaporador 38 a través de la tubería de ciclo 36 en el estado de

dos fases de gas y líquido a baja presión. Los medios de expansión 39 adoptan una estructura reducida como la válvula de expansión en un ciclo de refrigeración convencional y un tubo capilar, no tal como una estructura que pueda recuperar la potencia realizando un trabajo mecánico exterior en un proceso de expansión similar a la unidad de expansión. En el evaporador 38, la parte de líquido del refrigerante que tiene dos fases de gas y líquido, que fluye a través de las dos trayectorias anteriormente citadas, absorbe calor y se evapora. Por lo tanto, todo el refrigerante en el estado de gas a baja presión fluye hacia la unidad de expansión-compresión 35 a través de la tubería de succión 27 por medio de la tubería de ciclo 36. El gas refrigerante que ha circulado hacia la unidad de expansión-compresión 35 es comprimido hasta un gas a elevada temperatura y elevada presión en la sección de compresor, y es de nuevo descargado por tubería de descarga 32, formando así un circuito cerrado de circulación de refrigerante. En la figura 12, de acuerdo con la configuración de la técnica anterior del ciclo de refrigeración, no existe trayectoria que pase a través de la sección de unidad de expansión de la unidad de expansión-compresión 35, que es una de las dos trayectorias de refrigerante que alcanza el evaporador 38 desde el condensador 37; la cantidad total de refrigerante pasa a través de la parte estrangulada de los medios de expansión 39.

En la técnica anterior, la cantidad total de refrigerante líquido a elevada presión que ha salido del condensador pierde su energía a medida que pierde presión cuando pasa a través de la parte estrangulada como los medios de expansión 39. Además, puesto que la energía perdida como calor es absorbida por el refrigerante, resulta una capacidad disminuida de absorción de calor, es decir, una menor capacidad de refrigeración, en el evaporador 38. Por otra parte, en el equipo de refrigeración y acondicionamiento de aire del ciclo de refrigeración que incorpora la unidad de expansión-compresión de la tercera realización, parte de la energía del refrigerante líquido a elevada presión que se ha convertido en calor como una pérdida de presión en la parte estrangulada, puede ser recuperada como una energía mecánica en la sección de unidad de expansión incorporada de manera integral con la sección de compresor. Es, por lo tanto, posible disminuir la potencia que se ha de aplicar a la sección de compresor. Particularmente, la tercera realización tiene las siguientes ventajas. La presión en la cámara de trabajo 24 de la sección de compresor y la presión en la cámara de trabajo 7 de la sección de unidad de expansión actúan sobre la cabeza de pistón 21a y la cabeza de pistón 21b que son integrales o solidarias con el miembro 21 de movimiento alternativo. Por lo tanto, la presión que actúa sobre el miembro 21 de movimiento alternativo se anulan parcialmente entre sí en la etapa de carga, disminuyendo así la carga de deslizamiento entre la sección de brazo 21b del miembro 21 de movimiento alternativo y el manguito esférico 3 y la carga de deslizamiento entre el árbol de accionamiento 33 y la sección de cojinete 5a, para reducir con ello la pérdida de fricción mecánica. Además, existe la ventaja de que se restablece la capacidad de refrigeración en el ciclo de refrigeración (aumenta en comparación con la técnica anterior) en la magnitud de potencia recuperada en la sección de unidad de expansión, como se ha descrito anteriormente. Como consecuencia, en el equipo de

refrigeración y acondicionamiento de aire del ciclo de refrigeración que incorpora la unidad de expansión-compresión de la tercera realización, es posible ganar una mayor capacidad de refrigeración mediante el uso de una potencia menor, mejorando así la eficacia del equipo de refrigeración y acondicionamiento de aire. Cuando se adopta el equipo de refrigeración y acondicionamiento de aire que incorpora la unidad de expansión-compresión de la tercera realización como una bomba de calor para funcionar como un equipo de calentamiento de espacio, la capacidad de calentamiento es normalmente la suma de la capacidad de refrigeración anteriormente citada y la potencia consumida de la unidad de expansión-compresión 35, en la que una parte incrementada de la capacidad de refrigeración y una parte disminuida de la potencia consumida se anulan mutuamente. Sin embargo, la eficacia del equipo de calentamiento de espacio o recinto mejora en la parte disminuida de la potencia consumida por la unidad de expansión-compresión 35.

La figura 12 es un diagrama de bloques de un ciclo de refrigeración, que constituye dos sistemas de trayectorias de refrigerante desde el condensador 37 al evaporador 38. En este caso, si sólo se adopta la trayectoria que pasa a través de la sección de unidad de expansión de la unidad de expansión-compresión 35, la relación entre la presión de succión y la presión de descarga es restringida por la continuidad del caudal másico en el circuito del ciclo de refrigeración cuando se fija en un valor constante la relación del volumen de succión (volumen máximo) de la cámara de trabajo 24 del compresor en la unidad de expansión-compresión 35 al volumen de succión (el volumen cuando se desconecta de la lumbrera de succión 22b) de la cámara de trabajo 7 de la unidad de expansión. En caso de que la relación en volumen sea apropiada o de que las condiciones operativas, tales como las temperaturas ambientales, hayan cambiado ampliamente, se aprecia que no resultan naturales los valores de las condiciones de presión de funcionamiento del ciclo de refrigeración. En el diagrama de bloques de ciclo, de la figura 12, la magnitud de estrangulación mediante los medios de expansión 39 es regulada en una trayectoria de refrigerante del otro sistema comprendida entre el condensador 37 y el evaporador 38, para hacer posible con ello controlar las condiciones de presión de funcionamiento del ciclo de refrigeración. Sin embargo, cuando la relación de volumen de succión entre las cámaras de trabajo concuerda bien con las condiciones de funcionamiento, tales como las temperaturas ambientales, o cuando el volumen de succión de al menos una de las cámaras de trabajo de la unidad de expansión-compresión 35 es variable para permitir el control de capacidad, no se precisa necesariamente otra trayectoria más que la trayectoria dirigida a través de la sección de unidad de expansión de la unidad de expansión-compresión 35. La potencia en el proceso de expansión puede ser recuperada de la cantidad total de refrigerante que recircula en el ciclo de refrigeración, y por tanto es posible formar un ciclo de refrigeración altamente eficaz. Dependiendo del tipo de refrigerante y de la presión de funcionamiento, algunas veces no ocurre transición de fase desde una masa gaseosa a un líquido en el proceso de radiación de calor en el condensador 37. En este caso, el condensador 37 puede funcionar como un radiador de calor.

A continuación, la cuarta realización de esta invención se describirá con referencia a las figuras 13

a 17. Las figuras 13 a 16 muestran la unidad de expansión-compresión de acuerdo con la cuarta realización de la invención. La cuarta realización es común a la tercera realización de la figura 11 en el aspecto de que en la vista general en sección lateral de la figura 13 la cámara de trabajo inferior 41 funciona como una unidad de expansión, y la cámara de trabajo superior 40 funciona como un compresor. Sin embargo, existe la diferencia de que, debido a que el aire es utilizado como el fluido de trabajo, es innecesario encerrar el cuerpo total de la unidad de expansión-compresión dentro de un recipiente, y de que la unidad tiene un miembro de envuelta externa tal como la cubierta de motor 14 de la figura 11.

Otra diferencia es que se utilizan un cojinete 43 de bolas y un cojinete 44 de agujas lubricados con grasa en la sección de cojinetes del bastidor de cojinetes 42. A diferencia de la sección de cojinete de la tercera realización de la figura 11, en la que la grasa se funde en una atmósfera de refrigerante, los cojinetes de la cuarta realización se utilizan en una atmósfera de aire. Por lo tanto, es posible utilizar cojinetes llenos herméticamente de grasa para lubricación.

A continuación, otra diferencia reside en que la cabeza de pistón 45c de la cámara de trabajo inferior 41 que funciona como la unidad de expansión es casi de diámetro tan grande como la cabeza de pistón 45a de la cámara de trabajo superior 40 que funciona como el compresor. La unidad de expansión-compresión en la tercera realización de la figura 11 está incorporada en el ciclo de refrigeración, y el refrigerante que está siendo descargado de la sección de unidad de expansión contiene todavía mucho del refrigerante líquido. Por lo tanto, su volumen es sensiblemente menor que el volumen del refrigerante que se ha de impulsar al compresor después de que se evapore la cantidad total de refrigerante, convirtiéndose en gas. Por lo tanto, la cabeza de pistón 21a de la sección de compresor es de diámetro sensiblemente menor que el de la cabeza de pistón 21c de la sección de unidad de expansión. Por otra parte, en la presente realización, que utiliza aire como fluido de trabajo, se concibe utilizar, después de la expansión a la presión atmosférica en la sección de unidad de expansión (figura 17), aproximadamente la misma cantidad de gas que el aire comprimido proporcionado comprimiendo la presión atmosférica en la sección de compresor. La cabeza de pistón 45c de la sección de unidad de expansión, por lo tanto, se establece de manera que sea aproximadamente del mismo diámetro que la cabeza de pistón 45a de la sección de compresor.

En relación con esto, la trayectoria elíptica 46 de la sección de abertura del paso de comunicación 45f del miembro 45 de movimiento alternativo, que se abre en la superficie cilíndrica exterior, se muestra en las figuras 14 y 15. Puesto que el miembro 45 de movimiento alternativo, en el que el paso de comunicación 45f se abre en la superficie cilíndrica exterior, tiene un radio grande, el eje corto de la trayectoria elíptica 46 resulta mayor que la trayectoria elíptica 15 de las realizaciones primera a tercera, formando así una elipse más expandida. En la sección de unidad de expansión, fluye un gas a elevada presión en la cámara de trabajo 41 a través del paso de succión 48c y la lumbrera de succión 48d dispuesta en el bloque de cilindros 48 y el paso de comunicación 45f desde la tubería de succión 47. A continuación, el gas a elevada presión se expande en un gas a baja presión dentro

del espacio cerrado, fluyendo hacia fuera por el paso de comunicación 45f y después por la tubería de descarga 49 a través de la lumbrera de descarga 48e y el paso de descarga 48f dispuesto en el bloque de cilindros 48.

Además, puesto que la cabeza de pistón 45a de la sección de compresor se ajusta de manera que resulte aproximadamente del mismo diámetro que la cabeza de pistón 45c de la sección de unidad de expansión, la cantidad de potencia recuperada en la sección de unidad de expansión está muy próxima a la cantidad de potencia consumida en la sección de compresor. Por lo tanto, la potencia que se ha de suministrar al cuerpo total de la unidad de expansión-compresión puede ser disminuida y, en consecuencia, el motor 51 precisado para impulsar el árbol de accionamiento 50 puede ser de pequeña capacidad.

A continuación se señala otra diferencia más, consistente en que, en la cuarta realización, la trayectoria de succión de la sección de compresor difiere de la de la tercera realización; la trayectoria desde la tubería de succión exterior a la cámara de trabajo 40 se forma fuera del espacio interior 52 en el que está alojado y es hecho funcionar el mecanismo de accionamiento de la unidad de expansión-compresión. La figura 16 es una vista en sección tomada a lo largo de la línea K-K de la figura 13, que muestra la trayectoria de succión de la sección de compresor. En la figura 16, el aire de succión que ha entrado por el paso de succión 48g del bloque de cilindros 48 desde las dos tuberías de succión 53, derecha e izquierda, sigue hacia el espacio interior 45h de la cabeza de pistón 54a después de pasar a través de la lumbrera de succión 45g formada en la cabeza de pistón 45a del miembro 45 de movimiento alternativo, siendo después impulsado por la lumbrera de succión 45b hacia la cámara de trabajo 40 a través de la placa 25 de válvula de succión sujeta mediante el remache 26. El paso de succión 48g del bloque de cilindros 48 y la lumbrera de succión 45g de la cabeza de pistón 45a están conectados en todo el intervalo de la carrera de succión. El aire de succión no fluye a través del espacio interior 52 de la unidad de expansión-compresión. Por lo tanto, es posible impedir la mezcla, con el aire de succión, de un aceite de lubricación que llene el espacio interior 52 para la lubricación de cada sección de deslizamiento, con lo que se consigue aire comprimido limpio.

Además, en la cuarta realización, la estructura de conexión de las cabezas de pistón 45a y 45c del miembro de movimiento alternativo 45 con la sección de brazo 45d es diferente de la tercera realización. En el caso de una presión de fluido de trabajo relativamente baja como la presente realización, la presión de la superficie de deslizamiento puede ser calculada para que se mantenga dentro de un intervalo práctico a pesar de un diámetro considerablemente pequeño de la sección de deslizamiento entre la sección de brazo 45d y la periferia interior del manguito esférico 3, en comparación con el diámetro de las cabezas de pistón 45a y 45c. En este caso, un método efectivo es insertar la sección de brazo 45d a través de las cabezas de pistón 45a y 45c, como en la presente realización, y después conectarla solidariamente con el miembro 45 de movimiento alternativo por medio de la tuerca 45e. Cuando el diámetro de al menos una de las cabezas de pistón está muy próximo al de la parte de deslizamiento de la sección de brazo del miembro de movimiento alternativo o en vaivén, como en la tercera realización,

la parte central de la sección de brazo puede, inversamente, aumentarse de espesor y después introducir la cabeza de pistón a través de la sección de brazo y asegurarla solidariamente.

La figura 17 es un diagrama de bloques del sistema que muestra la unidad de expansión-compresión de la cuarta realización aplicada al sistema de célula o batería energética. La unidad de expansión-compresión 56 en la parte central derecha es la unidad de expansión-compresión de la cuarta realización, mostrada en la figura 13. El aire atmosférico 57 fluye desde la tubería de succión 53 de la unidad de expansión-compresión 56 después de pasar a través del depurador de aire 58 situado en la parte superior derecha. Entonces, después de ser comprimido en la sección de compresor, el aire 57, como el aire comprimido 59 que sale de la tubería de descarga 32, es suministrado a la sección de cátodo 60a de la pila de células energéticas 60. El aire comprimido 59 es suministrado para proporcionar a una pila de células energéticas 60 de tamaño reducido y de elevada eficacia, mediante el suministro de oxígeno a elevada densidad a la sección de cátodo 60a. Por otra parte, un gas combustible 61, que es hidrógeno o un gas que contiene oxígeno, es suministrado a la sección de ánodo 60b de la pila de células energéticas 60. Entre la sección de cátodo 60a y la sección de ánodo 60b se dispone una membrana 60c permeable a los iones. El ion hidrógeno (ion positivo), generado a partir del hidrógeno suministrado a la sección de ánodo 60b o un gas que contiene hidrógeno, pasa a través de esta membrana 60c permeable a los iones, combinándose con ion oxígeno (ion negativo), generado a partir del oxígeno suministrado a la sección de cátodo 60a, para formar con ello el contenido de agua. En este proceso, se puede extraer una potencia eléctrica 60d de la pila de células energéticas 60 a través de la sección de cátodo 60a y la sección de ánodo 60b como electrodos. El gas combustible 61 suministrado a la sección de ánodo 60b es descargado como un gas de escape 62 de la pila de células energéticas 60 después del consumo de hidrógeno, que es utilizado como una fuente de calor de un dispositivo de conversión (no mostrado). El aire comprimido 58 es descargado como aire de descarga 63 a elevada presión desde la pila de células energéticas 60 después del consumo de parte de oxígeno y adición de contenido de agua recién regenerada. A continuación, el aire de descarga 63 a elevada presión fluye de nuevo hacia la unidad de expansión-compresión 56 a través de la tubería de succión 47, después sale por la tubería de descarga 49 tras dilatarse en la sección de unidad de expansión, siendo finalmente descargado a la atmósfera como un aire de descarga 64 a baja presión.

En la sección de unidad de expansión, el gas a elevada presión circula hacia la cámara de trabajo 41 a través del paso de succión 48c y la lumbrera de succión 48d dispuesta en el bloque de cilindros 48 y el paso de comunicación 45f, dilatándose después para constituir un gas de baja presión en el espacio herméticamente cerrado, saliendo por la tubería de descarga 49 a través de la lumbrera de descarga 48e y el paso de descarga 48f dispuesto en el bloque de cilindros 48.

En el sistema de células energéticas que incorpora la unidad de expansión-compresión 56 de la cuarta realización, la potencia recuperada en el mecanismo de reconversión de potencia es utilizada como parte

de la potencia requerida para suministrar el aire comprimido 59. Por lo tanto, es posible reducir una potencia neta a la suministrada recientemente desde el exterior. Además, en un mecanismo ordinario de recuperación de potencia en el que la sección de compresor y la sección de unidad de expansión son independientes entre sí, tiene lugar una pérdida de fricción mecánica en la sección de compresor y en la sección de unidad de expansión, respectivamente, lo que da lugar a una pérdida de fricción mecánica total incrementada. Sin embargo, en la cuarta realización de esta invención, las presiones se anulan entre sí en la etapa de carga que actúa sobre el miembro 45 de movimiento en vaivén que es una parte común, con lo que se disminuye la carga de deslizamiento entre las secciones de deslizamiento y se reduce la pérdida de fricción mecánica. Por lo tanto, la presente realización tiene ventajas tales como una eficacia mejorada de la unidad de expansión-compresión 56 y una mayor mejora de la eficacia del sistema de células energéticas como un todo utilizando la unidad de expansión-compresión 56.

La quinta realización de esta invención se explicará con referencia a la figura 18. La figura 18 muestra el compresor de acuerdo con la quinta realización de esta invención. En la vista general en sección lateral de la figura 18 de la quinta realización, dos cámaras de trabajo 65 formadas en las partes centrales superior e inferior funcionan como las cámaras de trabajo del compresor. Es decir, la quinta realización proporciona un compresor de dos cilindros. El fluido de trabajo es dióxido de carbono; la presión de la cámara de trabajo es muy elevada, de 4 a 5 veces mayor que la del refrigerante de CFC convencional. Inversamente, la capacidad de refrigeración por unidad de volumen de refrigerante es también 4 a 5 veces mayor, y por tanto puede ser pequeño el volumen de la carrera del compresor para generar la misma capacidad de refrigeración. En el compresor de la figura 18, se diseña pequeña la capacidad de carrera disminuyendo sólo el diámetro de las cabezas de pistón en el miembro 66 de movimiento alternativo; la carrera alternativa del miembro 66 de movimiento en vaivén no se disminuye reduciendo la magnitud de desviación del centro de esfera del manguito esférico 3 montado en la sección 67a de brazo de accionamiento desde el eje de rotación del árbol de accionamiento 67. En comparación con el compresor de dos cilindros que tiene la misma capacidad de refrigeración en el que se usa el refrigerante de CFC convencional, el diámetro y la longitud axial de la sección de deslizamiento entre la sección de brazo 66b y el manguito esférico 3 y el diámetro y longitud axial de la sección de deslizamiento entre el árbol de accionamiento 67 y el bastidor de cojinete 68 son de tamaños iguales. Por lo tanto, la zona de recepción de presión de la sección de deslizamiento es igual a la convencional. De acuerdo con el diseño anteriormente descrito, el mecanismo de la máquina de desplazamiento positivo adoptado en esta invención no tiene parte de deslizamiento en el miembro 66 de movimiento alternativo en el que la presión de la cámara de trabajo actúa directamente, y por tanto es posible diseñar independientemente especificaciones de dimensiones tales como el diámetro del pistón y el tamaño de la sección de deslizamiento sin limitaciones mutuas. En un mecanismo de movimiento alternativo convencional que utiliza un mecanismo de corredera de cigüeñal, un pasador de pistón insertado en el extremo pequeño de la biela o barra de conexión

está situado dentro del pistón en el que la presión de la cámara de trabajo actúa directamente; por lo tanto, cuando se disminuye el diámetro del pistón, resultará difícil mantener la misma área de recepción de presión de la sección de deslizamiento que desliza sobre la biela como una convencional. Asimismo, en el compresor rotativo de un sistema de pistón rodante, si se disminuye de anchura y diámetro el rotor cilíndrico (pistón) en un intento de reducir el área sobre la que actúa directamente la presión de la cámara de trabajo, será difícil mantener la misma área de recepción de presión que la convencional entre la sección de pasador excéntrico del árbol situado dentro del rotor y la superficie interior del rotor.

El dióxido de carbono utilizado como fluido de trabajo circula hacia el espacio interior 71 del compresor a través de una tubería de succión 70 sujeta a un bloque de cilindros 69, alcanzando el espacio interior 66e de la cabeza de pistón 66a desde la lumbrera de succión 66d dispuesta en el miembro 66 de movimiento alternativo y siendo después impulsado hacia la cámara de trabajo 65 a través de una placa 73 de válvula de succión sujeta a la cabeza de pistón 66a mediante un remache 72. El fluido de trabajo es descargado, después de ser comprimido, en un espacio de descarga 77 por una lumbrera de descarga 74a que está formada en una cabeza de cilindro 74, a través de una placa 75 de válvula de descarga y un portador 76 de válvula de descarga. La placa 75 de válvula de descarga y el portador 76 de válvula de descarga se aseguran a la cabeza de cilindro 74 mediante tornillos, no representados. La cabeza de cilindro 74 se asegura, junto con una cubierta 78 de cámara de descarga que cierra el espacio de descarga 77, al bloque de cilindros 69 mediante un tornillo. A la cubierta 78 de la cámara de descarga está conectada la tubería de descarga 79 para permitir que el fluido de trabajo a elevada presión circule finalmente desde ahí, saliendo de la cámara de compresión.

En la quinta realización, puesto que el fluido de trabajo en uso es dióxido de carbono, cualquiera de las dos cabezas de pistón 66a del miembro 66 de movimiento alternativo es de pequeño diámetro, y por lo tanto la superficie cilíndrica interior 69a del bloque de cilindros 69, en el que se insertan las cabezas de pistón 66a, es también de pequeño diámetro. La cabeza de pistón 66a del miembro 66 de movimiento alternativo, si está formada de mayor diámetro que la superficie cilíndrica interior 69a, puede no ser insertada en la superficie cilíndrica interior 69a del bloque de cilindros 69 en el momento del montaje. Por otra parte, la relación del diámetro de la sección de brazo al diámetro de la superficie cilíndrica interior 69a es relativamente más grande que la de la máquina de desplazamiento convencional que utiliza un refrigerante como fluido de trabajo. Por lo tanto, en el caso de la estructura en la que la sección de brazo 66b se inserta en un orificio formado en la cabeza de pistón 66a, como se muestra en la figura 13, en el momento de ensamblar el miembro 66 de movimiento alternativo, no se puede conseguir resistencia esencial. Para solucionar este inconveniente, por tanto, la quinta realización de esta invención adopta la estructura en la que se forma una parte gruesa en el centro de la sección de brazo 66b, y la cabeza de pistón 66a se inserta a través de un taladro practicado en ella y entonces se fija mediante un pasador 66c.

En la quinta realización se adopta la estructura

de dos cilindros que utiliza dióxido de carbono como fluido de trabajo y dos cámaras de trabajo 65 para la compresión del fluido de trabajo. Por lo tanto, se precisa un gran consumo de potencia para el pequeño volumen de carrera de cada cámara de trabajo 65; en consecuencia, se necesitan un gran motor de accionamiento 80, de gran capacidad, y una gran cubierta 81 de motor, que forma el espacio cerrado que rodea el motor de accionamiento 80.

De acuerdo con la quinta realización, incluso cuando se utiliza un gas de trabajo a elevada presión, tal como dióxido de carbono, no existe condición de limitación en la reducción del diámetro de la cabeza de pistón 66a del miembro 66 de movimiento alternativo, que es un miembro de recepción de presión. Por tanto, se puede diseñar fácilmente de manera que no aumente la carga sobre la sección de deslizamiento, y no aumente la pérdida de fricción mecánica. Además, puesto que la sección de deslizamiento, tal como la sección de cojinete, no requiere disminución de área, se puede hacer fácilmente un diseño para no aumentar la presión en la superficie de deslizamiento de la sección de deslizamiento y también para no degradar la fiabilidad. Además, en el miembro 66 de movimiento alternativo, que es el componente principal, es posible mantener la resistencia esencial de conexión con la sección de brazo 66b a pesar de la disminución de tamaño de la cabeza de pistón 66a. Es decir, se puede realizar fácilmente el sistema de refrigeración y acondicionamiento de aire que utiliza, como refrigerante, un gas de trabajo, tal como dióxido de carbono, que

sea utilizable como un gas a presión muy alta, pero que esté presente en el mundo natural, proporcionando pequeña carga al medio ambiente.

De acuerdo con esta invención, la máquina de desplazamiento positivo de tipo alternativo puede prescindir de partes móviles para el mecanismo de válvula, con lo que se mejoran la productividad y la fiabilidad.

Además, de acuerdo con esta invención, la máquina de desplazamiento positivo puede reducir el área de recepción de presión de la cámara de trabajo sin disminuir el tamaño y el área de recepción de presión de la sección de deslizamiento, tal como un cojinete. Es, por tanto, posible no aumentar la carga y la presión en la superficie de deslizamiento de la sección de deslizamiento, incluso cuando se utiliza un refrigerante a presión muy elevada, como el dióxido de carbono, como fluido de trabajo, con lo que es posible evitar el deterioro notable de fiabilidad y eficacia mecánica.

Además, de acuerdo con esta invención, en la máquina de desplazamiento positivo que incluye integralmente el compresor y la unidad de expansión, puede ser disminuida la carga sobre cada sección de deslizamiento, para mejorar así la eficacia mecánica y por tanto hacer posible una recuperación eficaz de potencia mediante la unidad de expansión. Por tanto, esta invención tiene la ventaja de que se mejoran ampliamente la eficacia de todo el sistema del ciclo de refrigeración que incorpora el mecanismo de recuperación de potencia.

35

40

45

50

55

60

65

## REIVINDICACIONES

1. Una máquina de desplazamiento positivo, que comprende: un miembro de movimiento alternativo o en vaivén que tiene una sección de pistón que cambia el volumen de un espacio de trabajo cerrado mediante un movimiento alternativo, y dos secciones de brazo extendidas en sentidos mutuamente opuestos en una dirección en ángulo recto con respecto a la dirección del movimiento alternativo de dicha sección de pistón; un miembro de guía que forma parte de dicho espacio de trabajo, que guía el movimiento alternativo de dicha sección de pistón; y dos miembros de árbol que soportan dichas secciones de brazo que están relativamente desviadas del eje de rotación, que giran en sentidos mutuamente opuestos en la misma dirección axial, moviéndose dicha sección de pistón alternativamente mientras oscila o gira alrededor del eje en la dirección del movimiento alternativo, en cuya máquina de desplazamiento positivo un espacio de fluido de trabajo a baja presión y una cámara de trabajo están conectadas durante un período de aumentos en el volumen de dicho espacio de trabajo, y un espacio de fluido de trabajo a elevada presión y dicha cámara de trabajo están conectados durante al menos parte de disminuciones en el volumen de dicho espacio de trabajo.

2. Una máquina de desplazamiento positivo, que comprende: un miembro de movimiento alternativo que tiene una sección de pistón que cambia el volumen de un espacio de trabajo cerrado mediante un movimiento alternativo, y dos secciones de brazo orientadas en sentidos mutuamente opuestos en una dirección en ángulo recto con respecto a una dirección del movimiento alternativo de dicha sección de pistón; un miembro de guía que forma parte de dicho espacio de trabajo, que guía el movimiento alternativo de dicha sección de pistón; y dos miembros de árbol que soportan dichas secciones de brazo, que están radialmente desviados del eje de rotación, que giran en sentidos mutuamente opuestos en la misma dirección axial, moviéndose alternativamente dicha sección de pistón mientras oscila alrededor del eje en la dirección del movimiento alternativo, en cuya máquina de desplazamiento positivo un espacio de fluido de trabajo a elevada presión y dicha cámara de trabajo están conectados durante el menos parte del período de aumentos de volumen de dicho espacio de trabajo, y un espacio de fluido de trabajo a baja presión y dicha cámara de trabajo están conectados durante un período de disminuciones del volumen de dicho espacio de trabajo.

3. Una máquina de desplazamiento positivo, que comprende: un miembro de movimiento alternativo que incluye dos secciones de pistón que son guiadas por otro miembro para efectuar un movimiento alternativo mientras oscilan alrededor del eje en la dirección del movimiento alternativo y dos secciones de brazo que sobresalen en lados mutuamente opuestos en una dirección en ángulo recto con respecto a la dirección del movimiento alternativo; un miembro de guía que es otro miembro para guiar dichas secciones de pistón de dicho miembro de movimiento alternativo; dos miembros de árbol que soportan una de dichas secciones de brazo del citado miembro de movimiento alternativo de tal manera que se permite una rotación relativa y un cambio en la dirección del eje de rotación, en posición radialmente desvia-

da de dicho eje de rotación mientras giran en sentidos mutuamente inversos coaxialmente alrededor de eje de rotación; y un miembro de cojinete que soporta la rotación de dichos dos miembros de árbol, comprendiendo dicha máquina de desplazamiento positivo dos espacios cerrados formados como espacios de trabajo adyacentes a dichas dos secciones de pistón del citado miembro de movimiento alternativo, siendo uno de dichos espacios de trabajo cambiado en volumen por la rotación en sentidos mutuamente opuestos de dichos dos miembros de árbol, para funcionar con ello como una máquina de desplazamiento con el fin de transferir y comprimir dicho fluido de trabajo, y siendo cambiado en volumen el otro espacio de trabajo por la presión del fluido de trabajo, para funcionar así como un motor de desplazamiento que hace girar dichos dos miembros de árbol en sentidos opuestos.

4. La máquina de desplazamiento positivo según la reivindicación 3, en la que dichos dos miembros de árbol son ambos accionados para girar mediante un motor eléctrico, una sección de máquina de desplazamiento es un compresor que utiliza un gas como fluido de trabajo, y una sección de motor de desplazamiento es una unidad de expansión que utiliza, como fluido de trabajo, al menos parte del gas comprimido en dicho compresor.

5. Un ciclo de refrigeración y un equipo de refrigeración y acondicionamiento de aire, en que dicho ciclo de refrigeración comprende: unos medios de compresión para comprimir un gas de refrigeración a baja presión; unos medios de enfriamiento para radiación de calor desde un gas de refrigeración comprimido a elevada presión y elevada temperatura; unos medios de expansión para reducir la presión de un refrigerante a elevada presión enfriado; unos medios de calentamiento para la evaporación de una parte del refrigerante líquido después de la reducción de presión; y una tubería que forma un ciclo cerrado que conecta dichos medios, utilizando dicho ciclo de refrigeración y dicho equipo de refrigeración y de acondicionamiento de aire la sección de máquina de desplazamiento de dicha máquina de desplazamiento positivo de la reivindicación 4 como dichos medios de compresión, y utilizando también la sección de motor de desplazamiento de dicha máquina de desplazamiento positivo de la reivindicación 4 como dichos medios de expansión.

6. Un ciclo de refrigeración y un equipo de refrigeración y acondicionamiento de aire, en que dicho ciclo de refrigeración comprende: unos medios de compresión para comprimir un gas de refrigeración a baja presión; unos medios de enfriamiento para radiación de calor desde un gas de refrigeración comprimido a elevada presión y elevada temperatura; unos medios de expansión para reducir la presión de un refrigerante a elevada presión enfriado; unos medios de calentamiento para evaporar una parte de refrigerante líquido después de la reducción de presión; y una tubería que forma un ciclo cerrado que conecta dichos medios, utilizando dicho ciclo de refrigeración y dicho equipo de refrigeración y acondicionamiento de aire, como los citados medios de compresión, la citada sección de máquina de desplazamiento de dicha máquina de desplazamiento positivo de la reivindicación 4, y utilizando también dicha sección de motor de desplazamiento de la citada máquina de desplazamiento positivo de la reivindicación 4 como dichos medios de

expansión junto con otros medios de expansión, tales como una parte estrangulada.

7. Un sistema de célula energética para suministrar aire comprimido a una pila de células energéticas, en el que dicho aire comprimido es producido en la sección de máquina de desplazamiento de dicha máquina de desplazamiento positivo de la reivindicación 4, y pasa a través de dicha pila de células energéticas para el consumo de oxígeno y entonces al menos parte de dicho aire comprimido es impulsado para expansión hacia dicha sección de motor de desplazamiento de dicha máquina de desplazamiento positivo de la reivindicación 4, siendo descargado a la atmósfera.

8. Una máquina de desplazamiento positivo, que comprende: un miembro de movimiento alternativo que incluye una sección de pistón que es guiada por otro miembro para efectuar un movimiento alternativo mientras oscila alrededor del eje en la dirección del movimiento alternativo, y dos secciones de brazo que sobresalen en lados opuestos en una dirección en ángulo recto con respecto a la dirección del movimiento en vaivén; un miembro de guía que es otro miembro para guiar dicha sección de pistón de dicho miembro de movimiento alternativo; dos miembros de árbol que soportan una de dichas secciones de brazo del citado miembro de movimiento alternativo en posiciones radialmente desviadas del eje de rotación mientras giran en sentidos mutuamente inversos coaxialmente alrededor del eje de rotación, de tal manera que se permite una rotación relativa y un cambio en el sentido axial de rotación; y un miembro de cojinete que soporta la rotación de dichos dos miembros de árbol, teniendo dicha máquina de desplazamiento positivo un espacio cerrado formado como el espacio de trabajo adyacente a dicho miembro de movimiento alternativo, siendo dicho miembro de movimiento alternativo hecho moverse en vaivén por la rotación en sentidos mutuamente opuestos o inversos de dichos dos miembros de árbol y cambiando con ello el volumen de dicho espacio de trabajo para mover y comprimir el fluido de trabajo, y utilizándose dióxido de carbono como el fluido de trabajo que se ha de comprimir.

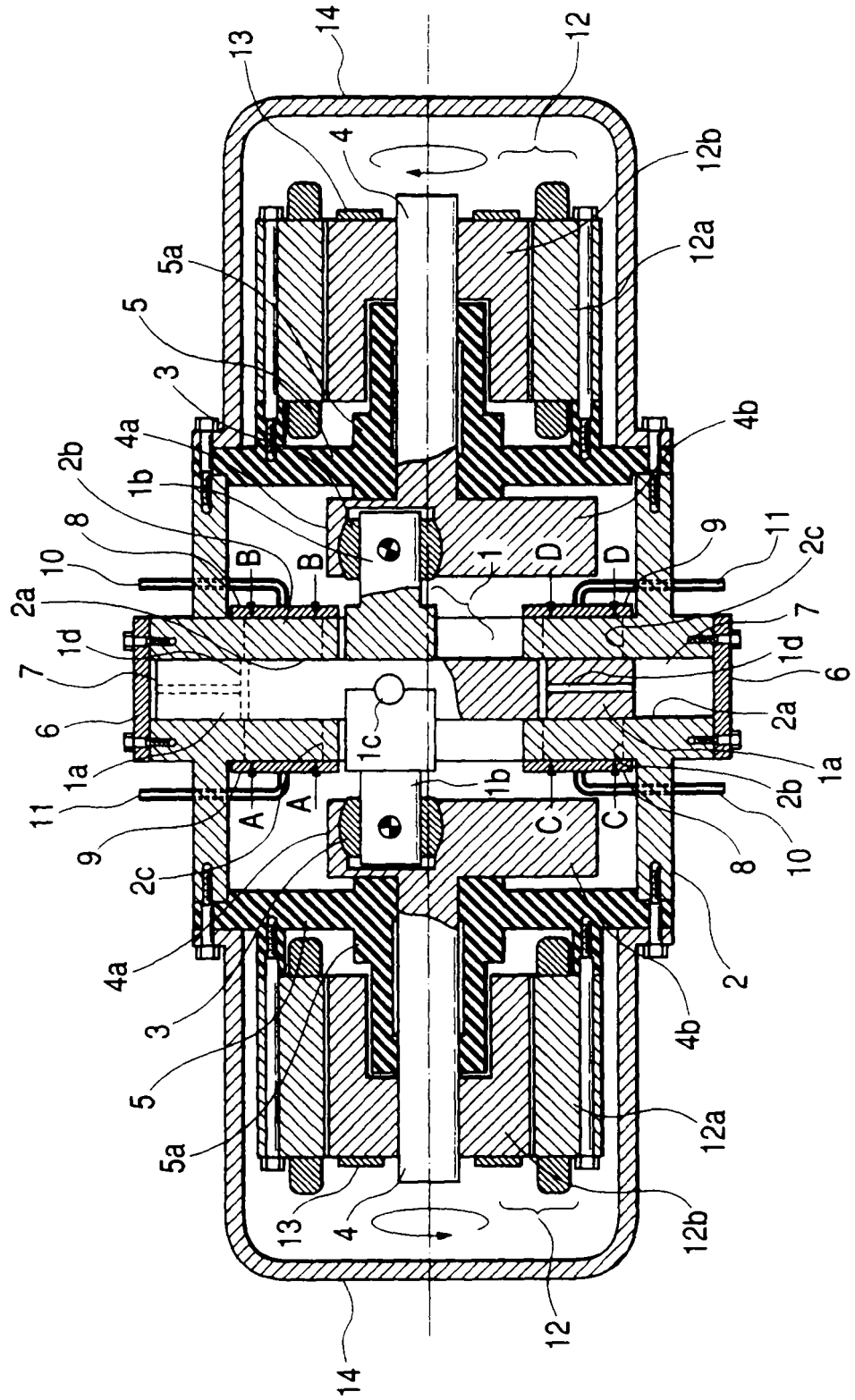
9. Equipo de refrigeración y acondicionamiento de aire que utiliza dicha máquina de desplazamiento de la reivindicación 8 como compresor y dióxido de carbono como refrigerante.

10. Una máquina de desplazamiento positivo, que comprende: un miembro de movimiento alternativo o en vaivén que incluye una sección de pistón que es guiada por otro miembro para efectuar un movimien-

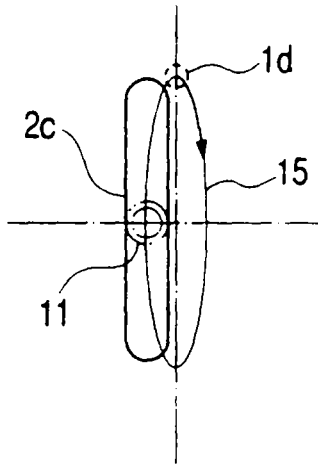
to alternativo mientras oscila alrededor del eje en la dirección del movimiento alternativo, y dos secciones de brazo que sobresalen en lados opuestos en una dirección en ángulo recto con respecto a la dirección del movimiento alternativo; un miembro de guía que es otro miembro para guiar dicha sección de pistón de dicho miembro de movimiento alternativo; dos miembros de árbol que soportan una de dichas secciones de brazo de dicho miembro de movimiento alternativo en posiciones radialmente desviadas del eje de rotación mientras giran en sentidos mutuamente inversos coaxialmente alrededor del eje de rotación de tal manera que se permite la rotación relativa y el cambio del sentido axial de rotación; y un miembro de cojinete que soporta la rotación de dichos dos miembros de árbol, teniendo dicha máquina de desplazamiento positivo un espacio cerrado formado como el espacio de trabajo adyacente a dicho miembro de movimiento alternativo, siendo dicho miembro de movimiento alternativo hecho moverse en vaivén por la rotación en sentidos mutuamente opuestos de dichos dos miembros de árbol y con ello el cambio de volumen de dicho espacio de trabajo para mover y comprimir el fluido de trabajo, y dicho miembro de movimiento alternativo se forma insertando un miembro que tiene una sección de pistón en la parte central de un miembro que tiene dos secciones de brazo.

11. Una máquina de desplazamiento positivo, que comprende: un miembro de movimiento alternativo o en vaivén que tiene una sección de pistón que cambia el volumen de un espacio de trabajo cerrado mediante un movimiento alternativo, y dos secciones de brazo que se extienden en sentidos mutuamente opuestos en una dirección en ángulo recto con respecto a la dirección del movimiento alternativo de dicha sección de pistón; un miembro de guía que forma parte de dicho espacio de trabajo, que guía el movimiento alternativo de dicha sección de pistón; y dos miembros de árbol que soportan dichas secciones de brazo, que están radialmente desviados del eje de rotación, que giran en sentidos mutuamente inversos en la misma dirección axial, moviéndose en vaivén dicha sección de pistón mientras oscila alrededor del eje en la dirección del movimiento alternativo, teniendo dicho miembro de guía una sección de comunicación que comunica con un espacio de fluido de trabajo en el que se mueve dicho fluido de trabajo, y estando dicha sección de comunicación conectada a un paso de comunicación practicado en dicha sección de pistón y que comunica con dicho espacio de trabajo.

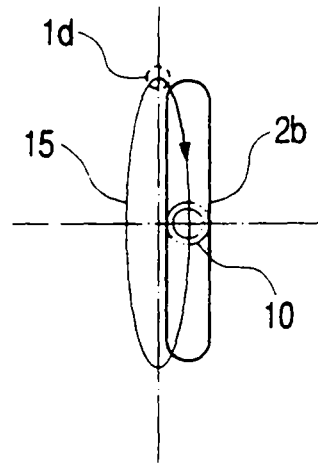
FIG. 1



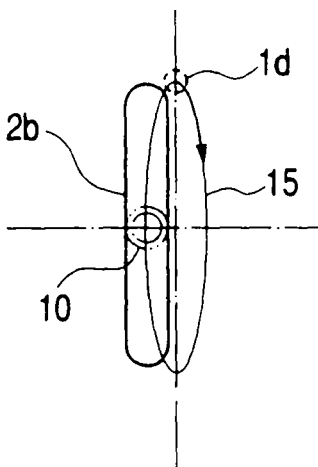
**FIG. 2**



**FIG. 3**



**FIG. 4**



**FIG. 5**

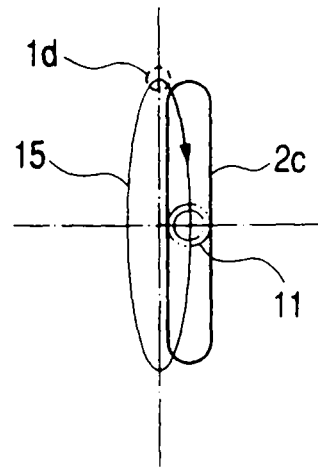
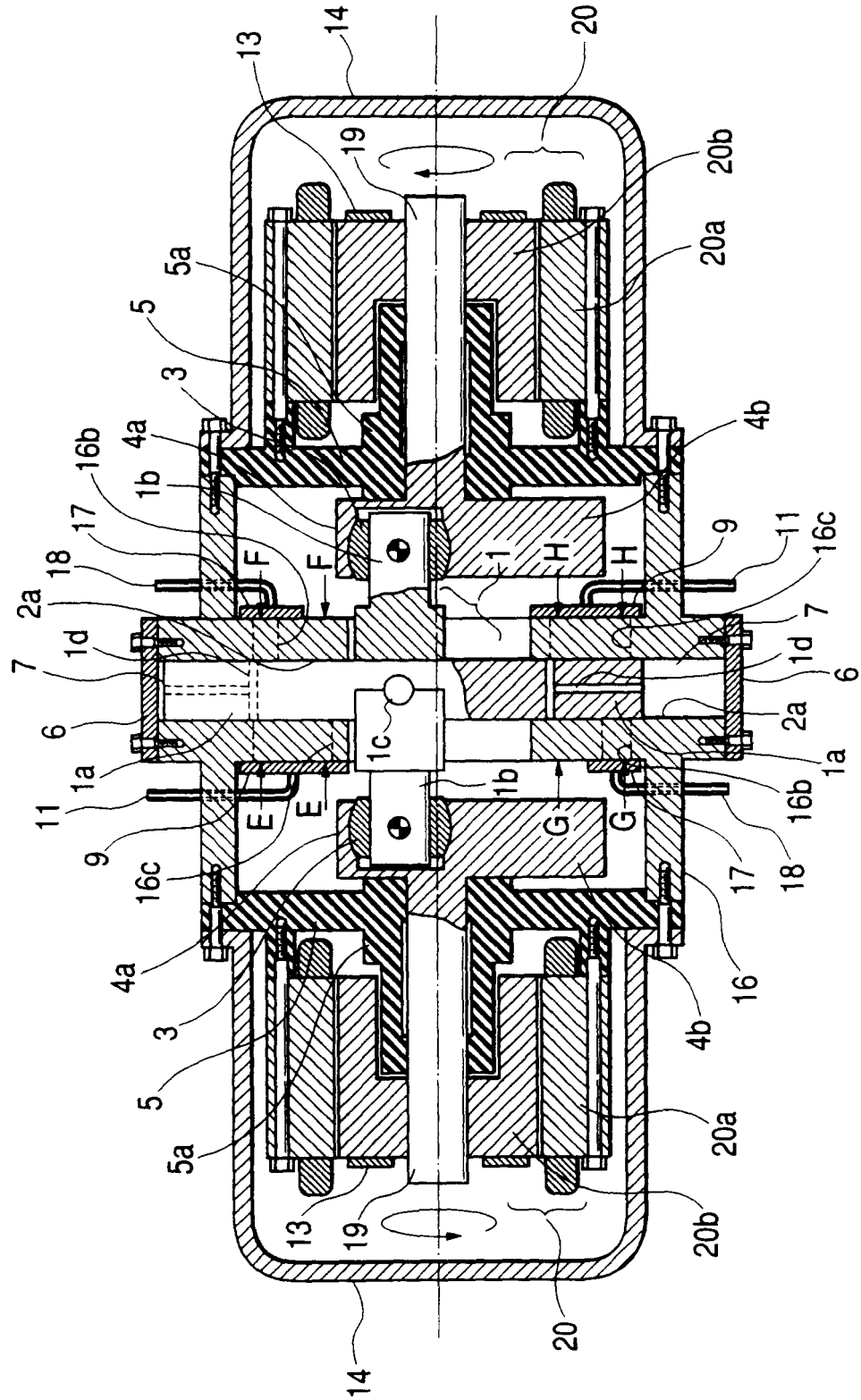
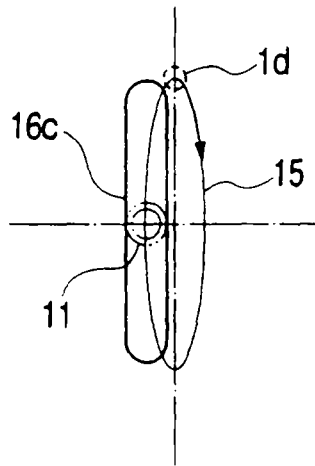


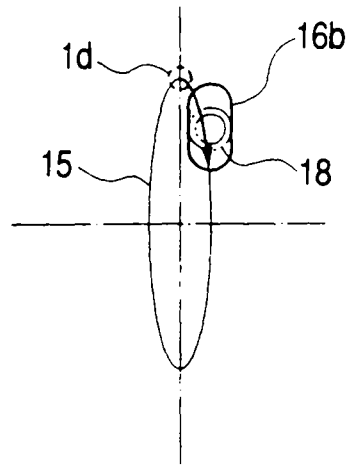
FIG. 6



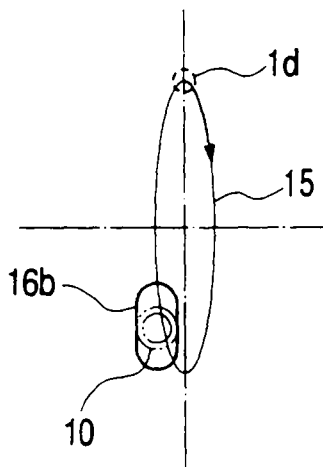
**FIG. 7**



**FIG. 8**



**FIG. 9**



**FIG. 10**

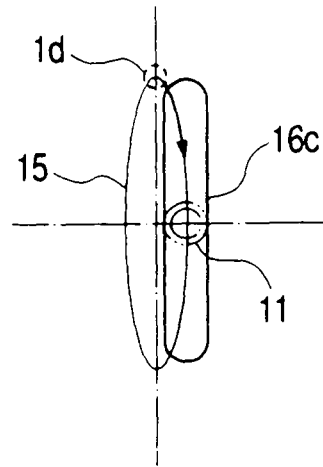


FIG. 11

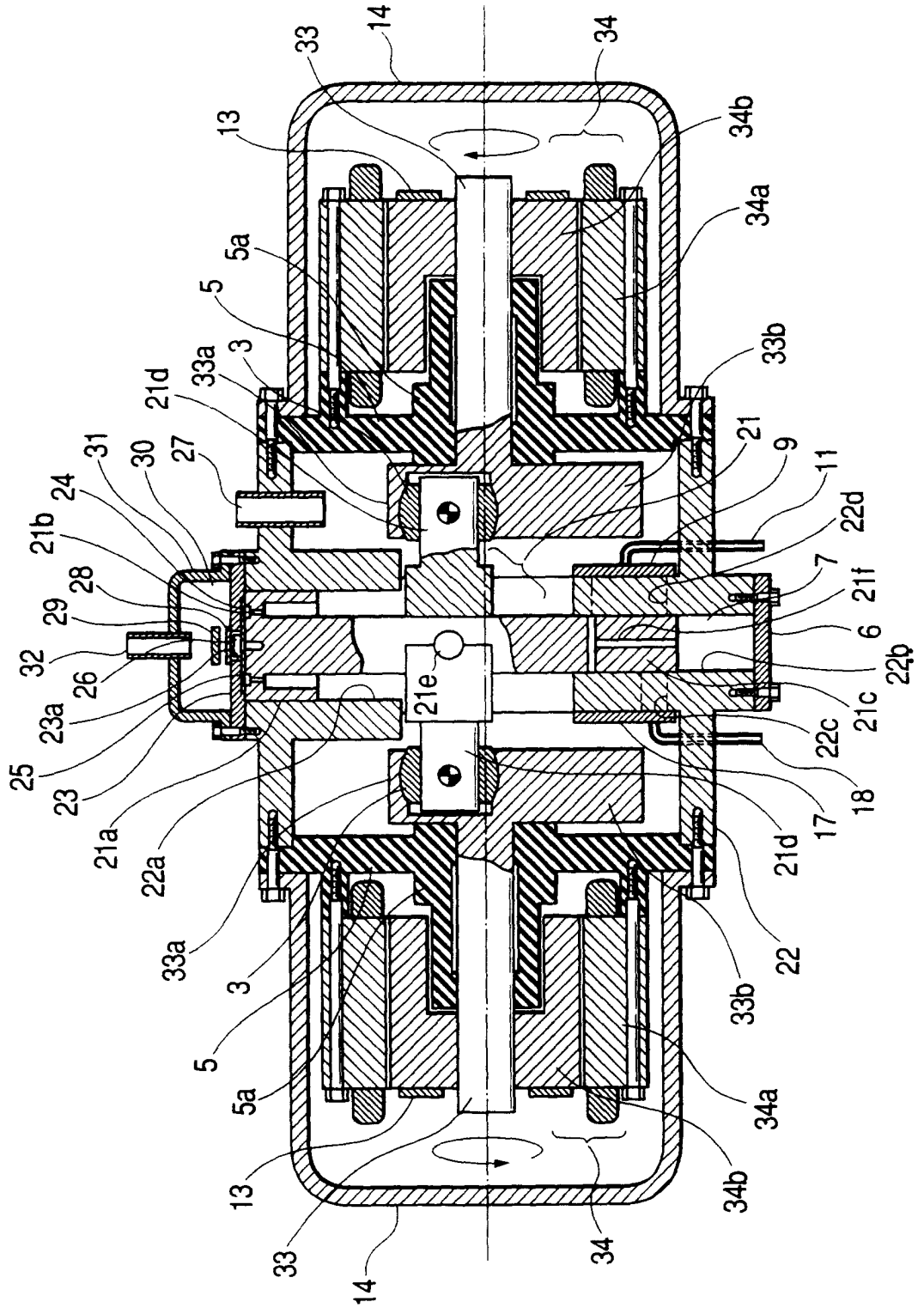
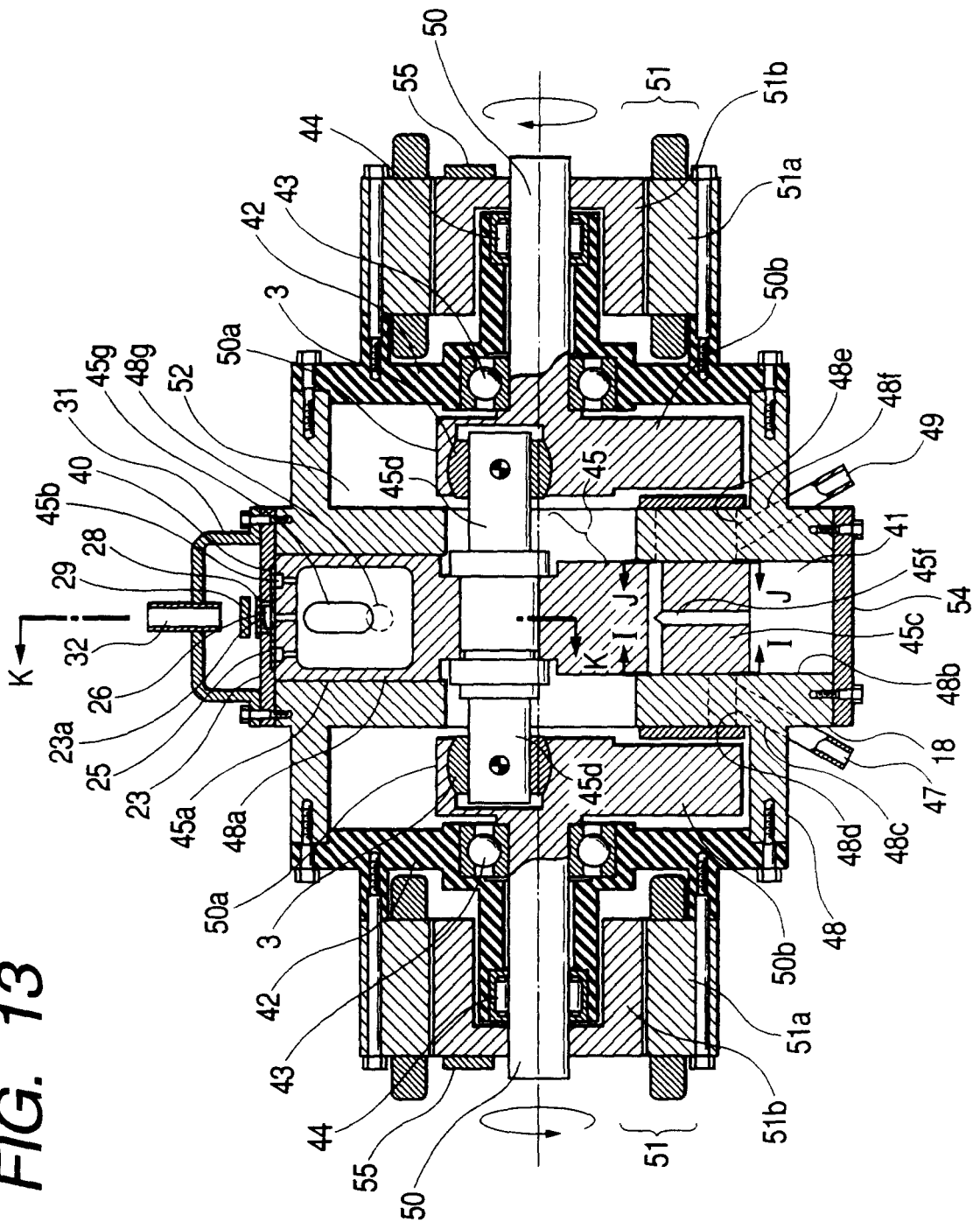
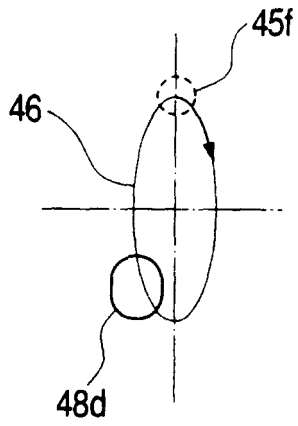




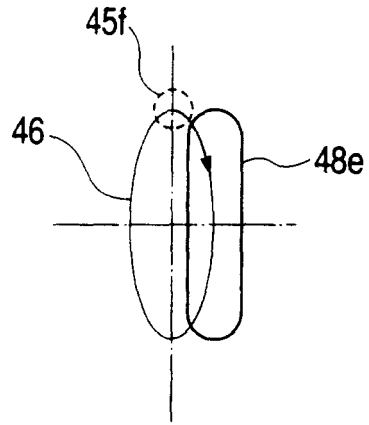
FIG. 13



**FIG. 14**



**FIG. 15**



**FIG. 16**

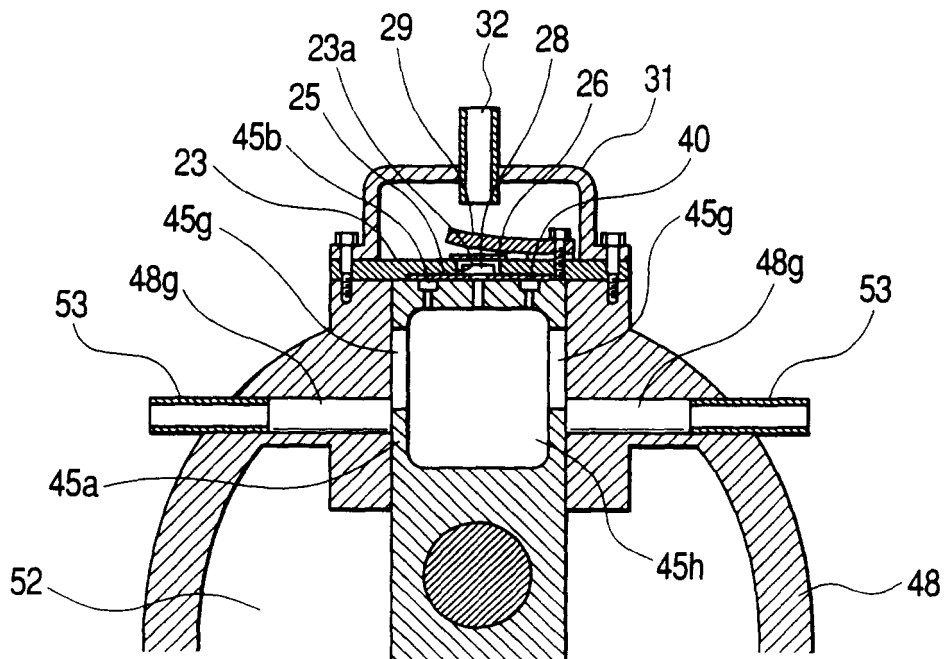


FIG. 17

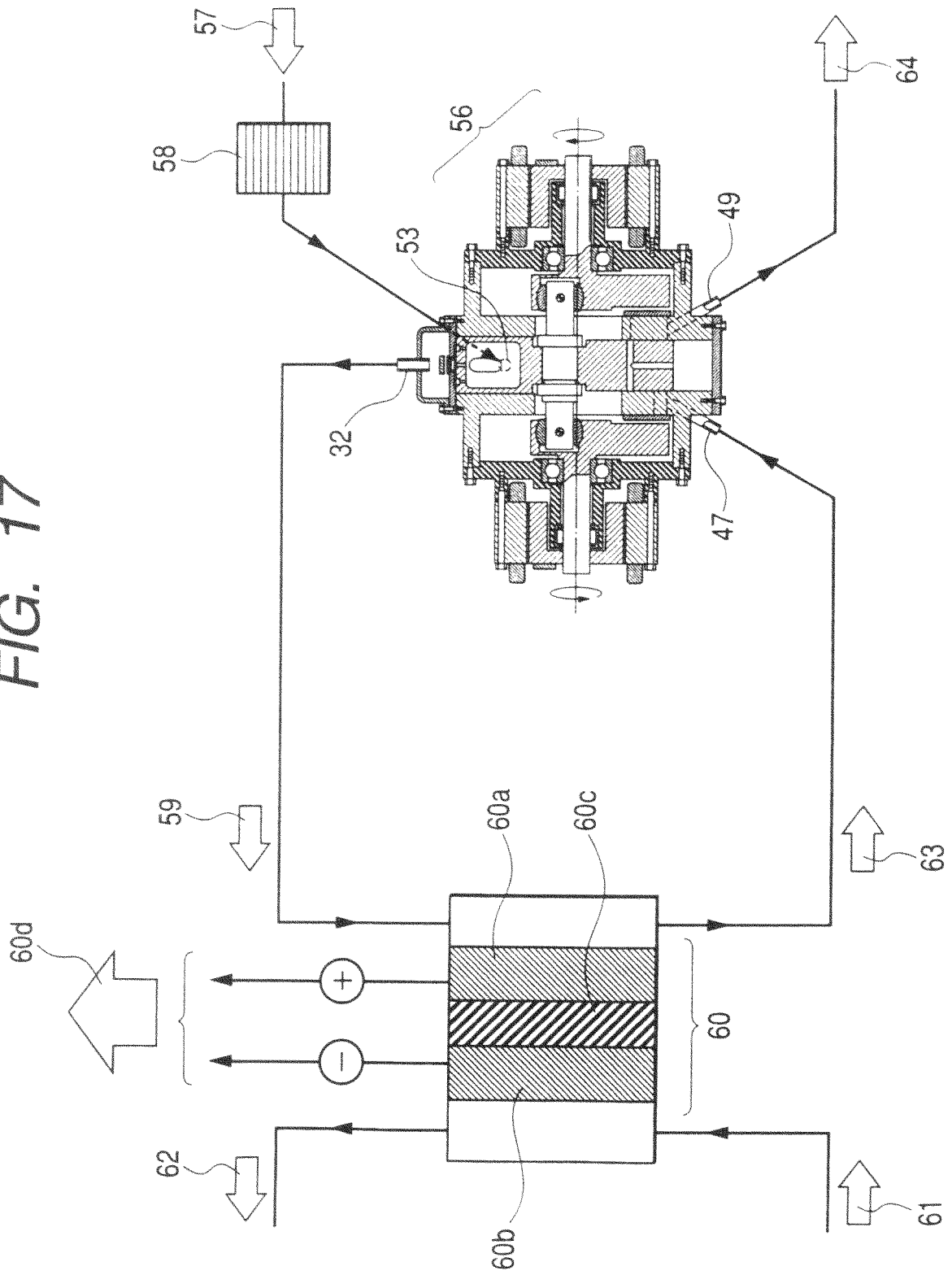
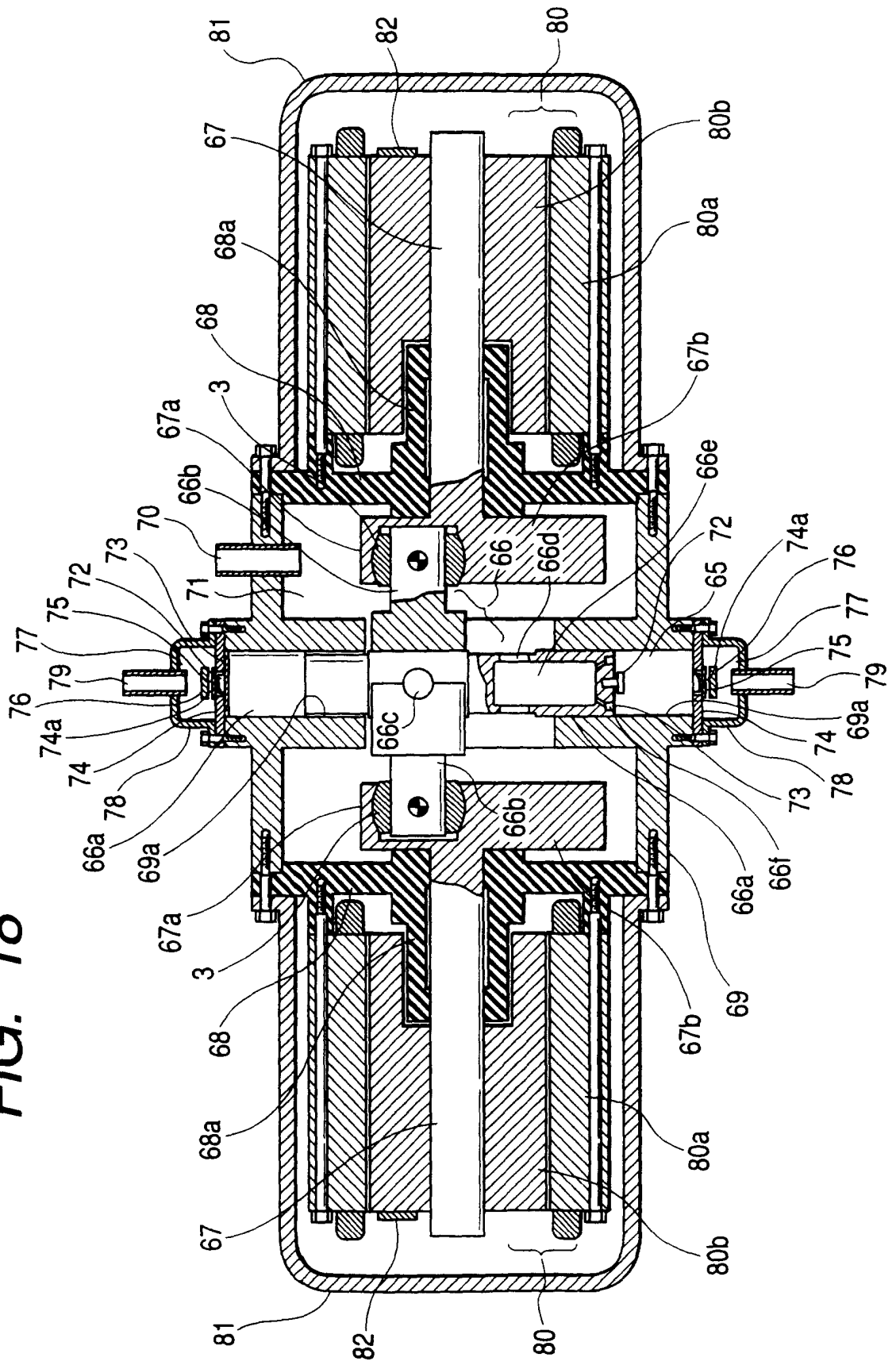


FIG. 18





OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① ES 2 245 539

② Nº de solicitud: 200300192

③ Fecha de presentación de la solicitud: 27.01.2003

④ Fecha de prioridad: 28.01.2002

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤ Int. Cl.7: F01C 9/00, 11/00, F04B 1/02, 7/04, 9/02, 27/00, 27/02, F25B 1/00, 1/02

### DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	JP 9072275 A (HITACHI LTD) 18.03.1997, [CD-ROM] Recuperado de: EPO PAJ & JP9072275 A (HITACHI LTD) 18-03-1997, todo el documento.	1-4,7-8, 10-11

#### Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

#### El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe

28.11.2005

Examinador

M<sup>a</sup> A. López Carretero

Página

1/1