

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 576 750**

51 Int. Cl.:

F04B 17/04 (2006.01)

H02K 33/02 (2006.01)

F04B 35/04 (2006.01)

H02K 41/02 (2006.01)

F04B 39/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.08.2010 E 10855661 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.04.2016 EP 2594792**

54 Título: **Compresor lineal**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.07.2016

73 Titular/es:

**LG ELECTRONICS INC. (100.0%)
20, Yeouido-dong, Yeongdeungpo-gu
Seoul 150-721, KR**

72 Inventor/es:

**SONG, KI WOOK;
CHOI, JONG YOON y
CHOI, CHEAL LAK**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 576 750 T3

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

DESCRIPCIÓN

Compresor lineal

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un compresor lineal el cual puede no sólo satisfacer los requerimientos tales como baja capacidad de compresión y un espacio de instalación pequeño sino también puede asegurar un elevada eficiencia, y un motor lineal aplicado al compresor lineal y, más en particular, a un compresor lineal el cual puede no sólo evitar la dispersión de fuerza magnética sino también emplear una constante de muelle magnética y un motor lineal aplicado al compresor lineal.

Antecedentes de la técnica

10 En general, un compresor alternativo está configurado de tal forma que un espacio de compresión, hacia/desde el cual es aspirado y descargado un gas de operación, está definido entre un pistón y un cilindro y que el pistón es movido en vaivén linealmente en el cilindro para comprimir refrigerante.

15 Recientemente, puesto que el compresor alternativo convencional incluye componentes tales como un cigüeñal, etc. para convertir una fuerza de rotación de un motor de accionamiento en una fuerza de movimiento lineal alternativo del pistón, ocurre un problema tal como una pérdida mecánica significativa debida a la conversión del movimiento. Se ha desarrollado activamente un compresor lineal para resolver este problema.

20 En este compresor lineal, en particular, un pistón está conectado directamente a un motor lineal que realiza un movimiento lineal alternativo, eliminando de este modo una pérdida mecánica causada por la conversión de movimiento, mejorando la eficiencia de compresión y simplificando la construcción. Además, puesto que la operación del compresor lineal puede ser controlada regulando la alimentación eléctrica al motor lineal, el compresor lineal genera menos ruido que los otros compresores, de forma que a menudo se aplica a electrodomésticos tales como neveras, etc. los cuales se usan en el interior.

25 La figura 1 es una vista en sección desde arriba que ilustra un ejemplo de un compresor lineal convencional y la figura 2 es una vista en sección lateral que ilustra parte de un ejemplo de un motor lineal aplicado al compresor lineal convencional.

30 Según se ilustra en la figura 1, el compresor lineal convencional está configurado de tal forma que un cuerpo de estructura compuesto por un bastidor 2, un cilindro 3, un pistón 4, una válvula de aspiración 5, un conjunto de válvula de descarga 6, una tapa de motor 7, un soporte 8, una tapa trasera 9, un conjunto silenciador 10, ocho muelles 20 y un motor lineal 30 está soportado elásticamente en un recipiente hermético 1. Por supuesto, una tubería de aspiración 1a a través de la cual es aspirado refrigerante y una tubería de descarga 1b a través de la cual es descargado el refrigerante comprimido, se proveen en el recipiente hermético 1.

35 Los muelles 20 están provistos para soportar elásticamente el pistón 4 en la dirección axial, en los que cuatro primeros muelles 21 están instalados entre la tapa de motor 7 y el soporte 8 y cuatro segundos muelles 22 están instalados entre el soporte 8 y la tapa trasera 9. Por lo tanto, cuando el pistón 4 se mueve en la dirección de comprimir refrigerante, los primeros muelles 21 se comprimen para soportar elásticamente el pistón 4, pero cuando el pistón 4 se mueve en la dirección de aspirar refrigerante, los segundos muelles 22 se comprimen para soportar elásticamente el pistón 4.

40 Según se ilustra en las figuras 1 y 2, el motor lineal 30 está configurado de tal forma que un entrehierro es mantenido entre un estator interno 31 y un estator externo 32 y que un imán permanente 33 está interpuesto entre ellos para ser capaz de realizar un movimiento lineal alternativo. El imán permanente 33 está conectado al pistón 4 mediante un miembro de conexión 34, accionando de este modo alternativamente el pistón 4. El estator interno 31 está conformado en una forma cilíndrica mediante apilamiento de chapas estampadas en la dirección circunferencial. Aquí, un extremo axial del estator interno 31 es llevado a hacer contacto con una superficie del bastidor 2 y el otro extremo axial del estator interno 31 está fijado a una superficie circunferencial externa del cilindro 3 mediante un anillo de fijación (no mostrado). El estator externo 32 está configurado de tal forma que una pluralidad de núcleos 32B y 32B' están acoplados a un cuerpo de bobina 32A a intervalos dados en la dirección circunferencial. El núcleo 32B y 32B' está compuesto por un par de bloques 32B y 32B' y está instalado para rodear la superficie circunferencial externa del cuerpo de bobina 32A en la dirección axial del cuerpo de bobina 32A. El núcleo 32B y 32B' está provisto de un par de polos 32a y 32b para rodear parte de la superficie circunferencial interna del cuerpo de bobina 32A. Por supuesto, el estator externo 32 está instalado manteniendo el entrehierro desde la superficie circunferencial externa del estator interno 31. El estator externo 32 es dispuesto para hacer contacto con el bastidor 2 y la tapa de motor 7 en la dirección axial y, entonces, es fijado cuando la tapa de motor 7 es sujeta mediante pernos al bastidor 2. El imán permanente 33 tiene polos N-S. El imán permanente 33 está provisto de tal forma que los polos (N-S) están situados sobre su cara opuesta al estator interno 31 y su cara opuesta al estator externo 32, respectivamente, y conectados al pistón 4 mediante el miembro de conexión 34. Por consiguiente, el imán permanente 33 realiza el movimiento lineal alternativo debido a una fuerza electromagnética mutua entre el estator interno 31, el estator externo 32 y el imán permanente 33, operando de este modo el pistón 4.

5 Por lo tanto, puesto que el miembro móvil compuesto por el pistón 4 y el imán permanente 33 está soportado mediante los muelles mecánicos 20 en ambos lados de la dirección del movimiento lineal con respecto al miembro fijo compuesto por el cilindro 3 y los estatores 31 y 32, si se calcula la frecuencia de resonancia M-K que está definida por la masa M del miembro móvil y la constante de muelle K de los muelles que soportan el miembro móvil y la frecuencia de la alimentación eléctrica aplicada al motor lineal 32 se establece para adecuarse a la frecuencia de resonancia M-K, se puede optimizar la eficiencia del compresor lineal.

La operación del compresor lineal convencional con la construcción anterior se describirá con detalle.

10 Cuando se suministra alimentación eléctrica al cuerpo de bobina 32A, los polos N/S se forman alternativamente en el estator interno 31 y el estator externo 32 y el imán permanente 33 interpuesto entre ellos realiza el movimiento lineal alternativo debido a la fuerza de atracción o repulsión de acuerdo con los cambios de polo del estator interno 31 y el estator externo 32. Aquí, si el centro del imán permanente 33 escapa de los extremos de los dos polos 32a y 32b del estator externo 32, la fuerza de atracción no alcanza al imán permanente 33 o la difusión externa del campo electromagnético se incrementa, de forma que el imán permanente 33 puede ser separado de entre el estator interno 31 y el estator externo 32 o el campo electromagnético difundido externamente puede magnetizar el recipiente hermético 1 o los otros componentes del recipiente hermético 1, lo cual conduce a una fiabilidad de operación baja. Con el fin de resolver el problema anterior, la carrera del pistón 4, es decir, la distancia de movimiento del imán permanente 33 está limitada estrictamente de tal forma que el centro del imán permanente 33 se mueve entre los extremos de los dos polos 32a y 32b del estator externo 32. Para este propósito, según se ilustra en la figura 1, se usan unos pocos muelles mecánicos 20 hechos de acero de resorte de alta rigidez para soportar elásticamente el miembro móvil.

15 Cuando el motor lineal 30 opera según se describe arriba, el pistón 4 y el conjunto silenciador 10 conectado al mismo realizan un movimiento lineal alternativo y, según varía la presión del espacio de compresión P, la válvula de aspiración 5 y el conjunto de válvula de descarga 6 realizan la operación. En esta operación, se aspira refrigerante hacia el espacio de compresión P por vía de la tubería de aspiración 1a del recipiente hermético 1, una porción de abertura de la tapa trasera 9, el conjunto silenciador 10 y una lumbrera de entrada del pistón 4, se comprime en el espacio de compresión P y es descargado hacia el exterior a través del conjunto de válvula de descarga 6, un tubo en forma de bucle (no mostrada) y la tubería de descarga 1b del recipiente hermético 1.

20 El compresor lineal nuevo se ha desarrollado para ser instalado fácilmente en un espacio pequeño así como para ser aplicado fácilmente a una capacidad baja. Sin embargo, el compresor lineal convencional y el motor lineal aplicado al mismo no son adecuados para una construcción simple de baja capacidad porque la longitud de la carrera del pistón 4 está limitada estrictamente a la distancia en la cual el centro del imán permanente 33 realiza el movimiento lineal alternativo entre los dos polos 32a y 32b del estator externo 32 debido a las razones mencionadas anteriormente y unos pocos muelles 20 se usan para este propósito.

Un compresor típico se conoce del documento de patente internacional WO 99/28685.

35 **Divulgación de la invención**

Un objeto de la presente invención es proporcionar un compresor lineal el cual pueda conseguir un peso bajo o tamaño pequeño integrando o eliminando componentes, cambiando la construcción de un motor lineal.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar un motor lineal el cual realiza la integración de componentes y un peso bajo o tamaño pequeño.

40 Otro objeto de la presente invención es proporcionar un compresor lineal que puede optimizar la eficiencia usando una constante de muelle magnética, cambiando la construcción de un motor lineal y un motor lineal aplicado al compresor lineal. Estos objetos se logran mediante un compresor de acuerdo con las reivindicaciones anexas.

45 De acuerdo con un aspecto de la presente invención para conseguir los objetos, se proporciona un compresor lineal que incluye: un miembro fijo que incluye un cilindro que tiene un espacio de compresión definido en él, un estator interno sobre el lado externo del cilindro y un estator externo que forma un polo en un entrehierro desde el estator interno; y un miembro móvil que incluye un pistón que realiza un movimiento lineal alternativo en el espacio de compresión del cilindro y que comprime un fluido de operación introducido en el espacio de compresión y un imán permanente que realiza un movimiento lineal alternativo con el pistón debido a una fuerza electromagnética mutua en el entrehierro entre el estator interno y el estator externo, en el que el imán permanente está dispuesto en un número plural a lo largo de la dirección de realización del movimiento lineal alternativo, y el polo N y el polo S de cada imán permanente están formados opuestos al estator interno y al estator externo.

Preferiblemente, la pluralidad de imanes permanentes dispuestos a lo largo de la dirección de realización del movimiento lineal alternativo pueden estar dispuestos de tal forma que polos diferentes vengán a hacer contacto unos con otros.

55 De otra manera, la pluralidad de imanes permanentes dispuestos a lo largo de la dirección de realización del movimiento lineal alternativo pueden estar dispuestos de tal forma que polos diferentes estén contiguos unos con

otros.

Además, el compresor lineal incluye muelles mecánicos que soportan elásticoamente el miembro móvil con respecto al miembro fijo en ambos lados de la dirección del movimiento lineal alternativo, en el que, cuando el centro del uno o más imanes permanentes se distancia del centro del polo del estator externo en la dirección de realización del movimiento lineal alternativo, una fuerza de recuperación electromagnética puede operar en la misma dirección que una fuerza de recuperación del muelle mecánico comprimido entre el estator interno y el estator externo y el uno o más imanes permanentes.

Aquí, una constante de muelle magnética $K_{\text{magnética}}$ compatible con una constante de muelle mecánica $K_{\text{mecánica}}$ puede obtenerse a partir de la fuerza de recuperación electromagnética máxima que opera en la misma dirección que la fuerza de recuperación del muelle mecánico comprimido entre el estator interno y el estator externo y el uno o más imanes permanentes.

Es este caso, una frecuencia de resonancia f_0 puede obtenerse a partir de la masa M del miembro móvil, la constante de muelle mecánica $K_{\text{mecánica}}$ obtenida mediante la fuerza de recuperación del muelle mecánico, una constante de muelle del gas K_{gas} definida por la presión del fluido de operación introducido en el espacio de compresión, y la constante de muelle magnética $K_{\text{magnética}}$.

En esta situación, preferiblemente, la constante de muelle magnética $K_{\text{magnética}}$ es proporcional a un valor característico α del motor calculado mediante una densidad de flujo magnético B y una longitud de espira l , y la carrera S del miembro móvil es inversamente proporcional al valor característico del motor α y proporcional a la constante de muelle magnética $K_{\text{magnética}}$ al mismo tiempo.

Adicionalmente, es preferible que el estator interno y el estator externo estuvieran provistos para hacer contacto entre sí en un lado y tener un polo en el otro lado.

Además, el estator interno está montado longitudinalmente sobre la superficie circunferencial externa del cilindro en la dirección del movimiento lineal alternativo, el estator externo está dispuesto sobre la superficie circunferencial externa del estator interno y provisto de una porción de conexión conectada a un extremo axial del estator interno y un polo que mantiene un entrehierro desde el otro extremo axial del estator interno y los imanes permanentes están dispuestos entre el estator interno y el polo del estator externo para ser capaz de realizar el movimiento lineal alternativo debido a una fuerza electromagnética mutua.

Adicionalmente, el compresor lineal puede incluir, además, un bastidor integrado con el cilindro, estando soportada la parte de conexión del estator interno y el estator externo sobre el bastidor en la dirección del movimiento lineal alternativo.

Además, el compresor lineal puede incluir, además, una tapa de motor que soporta el estator externo en la dirección axial y que sujeta con pernos el estator externo al bastidor, en el que el estator interno está preferiblemente fijado por el estator externo.

En este caso, los muelles mecánicos pueden ser un primer muelle y un segundo muelle que soportan el pistón en ambos lados de la dirección del movimiento lineal alternativo.

Aún más, el compresor lineal puede incluir, además, una tapa trasera provista manteniendo un intervalo desde el pistón en la dirección axial, en donde el primer muelle puede ser instalado entre una brida del pistón y la tapa trasera y el segundo muelle puede estar instalado entre el cilindro la brida del pistón.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un compresor lineal, que incluye: un miembro fijo que incluye un cilindro que tiene un espacio de compresión definido en él, un estator interno sobre el lado externo del cilindro y un estator externo que viene a hacer contacto con el estator interno en un lado y que forma un polo en un entrehierro en otro lado; un miembro móvil que incluye un pistón que realiza un movimiento lineal alternativo en el espacio de compresión del cilindro y que comprime un fluido de operación introducido en el espacio de compresión y una unidad de imán permanente que realiza un movimiento lineal alternativo con el pistón debido a una fuerza electromagnética mutua en el entrehierro entre el estator interno y el estator externo, estando una pluralidad de imanes permanentes dispuestos a lo largo de la dirección de realización del movimiento lineal alternativo, de tal forma que polos diferentes son traídos a hacer contacto unos con otros y que el polo N y el polo S de cada imán permanente están opuestos al estator interno y al estator externo; y muelles mecánicos que soportan elásticoamente el miembro móvil con respecto al miembro fijo en ambos lados de la dirección del movimiento lineal alternativo, en el que, cuando el centro del uno o más imanes permanentes se distancia del centro del polo del estator externo en la dirección de realización del movimiento lineal alternativo, una fuerza de recuperación electromagnética opera en la misma dirección que una fuerza de recuperación del muelle mecánico comprimido entre el estator interno y el estator externo y el uno o más imanes permanentes.

Aquí, una constante de muelle magnética $K_{\text{magnética}}$ compatible con una constante de muelle mecánica $K_{\text{mecánica}}$ puede obtenerse a partir de la fuerza de recuperación electromagnética máxima que opera en la misma dirección que la fuerza de recuperación del muelle mecánico comprimido entre el estator interno y el estator externo y el uno o

más imanes permanentes, la constante de muelle magnética $K_{\text{magnética}}$ puede ser proporcional a un valor característico del motor α calculado mediante una densidad de flujo magnético B y una longitud de espira l , y la carrera S del miembro móvil puede ser inversamente proporcional al valor característico del motor α y proporcional a la constante de muelle magnética $K_{\text{magnética}}$ al mismo tiempo.

5 El motor lineal con la construcción anterior de acuerdo con la presente invención está configurado del tal forma que los dos imanes permanentes conectados en la dirección del movimiento realizan un movimiento lineal alternativo entre el estator interno y un polo del estator externo, no sólo incrementando de este modo la constante de muelle magnética sino también reduciendo la distancia de movimiento de los imanes permanentes. En el compresor que emplea el motor lineal, cuando la frecuencia de resonancia se establece en consideración a la constante de muelle magnética $K_{\text{magnética}}$, la constante de muelle mecánica $K_{\text{mecánica}}$ puede ser establecida baja, de forma que sólo dos muelles son suficientes para soportar el pistón. Por lo tanto, puesto que los dos muelles soportan elásticamente el pistón directamente, el soporte puede ser eliminado o la forma de la tapa del motor puede ser simplificada, de forma que el compresor lineal tiene ventajas tales como una baja capacidad, peso bajo y tamaño pequeño.

10 Además, en el compresor lineal de acuerdo con la presente invención, cuando la construcción del motor lineal se cambia, la constante de muelle magnética $K_{\text{magnética}}$ así como la constante de muelle mecánica $K_{\text{mecánica}}$ y la constante de muelle del gas K_{gas} se toman en consideración en la constante de muelle total k . Puesto que la capacidad de refrigeración se decide mediante la constante de muelle magnética $K_{\text{magnética}}$ y el valor característico del motor α , la constante de muelle magnética $K_{\text{magnética}}$ puede compensar la influencia del valor característico del motor α , de tal forma que el compresor lineal tiene una ventaja de reducir la extensión de la carrera S la cual controla la capacidad de refrigeración.

15 Adicionalmente, en el compresor lineal de acuerdo con la presente invención, puesto que la fuerza electromagnética es producida sólo en un polo del estator, cuanto más se incrementa la carrera S más pronunciadamente se reducen valor característico del motor α y la constante de muelle magnética $K_{\text{magnética}}$. Si la cantidad de deslizamiento Δx del pistón se genera debido a la influencia de la constante de muelle del gas K_{gas} de acuerdo con una carga y así la carrera S se incrementa, la constante de muelle magnética $K_{\text{magnética}}$ se reduce y, de este modo, la constante de muelle total k se reduce. Como resultado, la cantidad de deslizamiento Δx del pistón se incrementa y, así, la carrera S total se incrementa, de forma que el compresor lineal tiene una ventaja de expandir fácilmente la capacidad de compresión de acuerdo con la carga.

Breve descripción de los dibujos

30 Los anteriores y otros objetos, particularidades y ventajas de la presente invención quedarán claros a partir de la descripción que sigue de una realización preferida dada en conjunto con los dibujos que acompañan, en los cuales:

La figura 1 es una vista en sección desde arriba que ilustra un ejemplo de un compresor lineal convencional;

La figura 2 es una vista en sección lateral que ilustra parte de un ejemplo de un motor lineal aplicado al compresor lineal convencional;

35 La figura 3 es una vista en sección desde arriba que ilustra un ejemplo de un compresor lineal de acuerdo con la presente invención;

La figura 4 es una vista en sección lateral que ilustra un ejemplo de un cuerpo de estructura del compresor lineal de acuerdo con la presente invención;

40 La figura 5 es una vista en sección lateral que ilustra parte de un ejemplo de un motor lineal aplicado al compresor lineal de acuerdo con la presente invención;

La figura 6 es una vista en perspectiva que ilustra un ejemplo de un estator interno y un estator externo aplicados al compresor lineal de acuerdo con la presente invención;

Las figuras 7 y 8 son vistas que ilustran un ejemplo de la operación del motor lineal aplicado al compresor lineal de acuerdo con la presente invención; y

45 La figura 9 es una gráfica que muestra la comparación de la posición original, cantidad de deslizamiento, punto muerto superior (TDC) y punto muerto inferior (BDC) del pistón entre el compresor lineal inventivo y el compresor lineal convencional.

Mejor modo de llevar a cabo la invención

50 En adelante en el presente documento, se describirán en detalle realizaciones preferidas de un compresor lineal de acuerdo con la presente invención con referencia a los dibujos que acompañan.

La figura 3 es una vista en sección desde arriba que ilustra un ejemplo del compresor lineal de acuerdo con la presente invención y la figura 4 es una vista en sección lateral que ilustra un ejemplo de un cuerpo de estructura del

compresor lineal de acuerdo con la presente invención.

Según se ilustra en las figuras 3 y 4, el compresor lineal de acuerdo con la presente invención está configurado de tal forma que un cuerpo de estructura compuesto por un bastidor 102, un cilindro 103, un pistón 104, una válvula de aspiración 105, un conjunto de válvula de descarga 106, una tapa de motor 107, una tapa trasera 108, un silenciador de aspiración 110, dos muelles 120 (121 y 122) y un motor lineal 130 está soportado elásticamente en un recipiente hermético 101 provisto de una tubería de aspiración 101a y una tubería de descarga 101b a través de las cuales el refrigerante es aspirado y descargado.

El bastidor 102 y el cilindro 103 son fabricados en un tipo integral y pueden estar hechos de un material magnético con las características del motor lineal 130 de acuerdo con la presente invención. Esto es, en el compresor lineal convencional, según se describió arriba, estaban presentes dos polos en el motor lineal. Puesto que el flujo magnético se dispersa continuamente a través del entrehierro definido en el polo del lado del cilindro, magnetizando el bastidor, uno más del bastidor, el cilindro y el pistón debía estar hecho inevitablemente de una sustancia no magnética, tal como Al. Sin embargo, en el motor lineal 130 de acuerdo con la presente invención, según se discute más tarde, un estator interno 131 y un estator externo 132 del motor lineal 130 vienen a hacer contacto uno con el otro sobre el bastidor 102 y el lado del cilindro 103, formando de este modo un bucle cerrado. Por consiguiente, no hay posibilidad de que el flujo magnético se disperse hacia el exterior y, de este modo, no hay necesidad de que el bastidor 102 o el cilindro 103 estén hechos de una sustancia no magnética. El bastidor 102 y el cilindro 103 pueden ser fundidos integralmente usando hierro colado, etc.

El cilindro 103 está conformado en forma cilíndrica con un espacio de compresión P dentro de él. Puesto que la longitud de la carrera del pistón 104 es corta si se compara con el compresor lineal convencional, el cilindro 103 es más corto en la dirección axial que el cilindro convencional y también más corto que la longitud axial de los estatores 131 y 132 del motor lineal 130, lo cual se describirá más abajo.

El pistón 104 incluye una porción de cabeza 104a provista en un extremo cerrado de la forma cilíndrica y provisto de una lumbrera de entrada 104h a través de la cual el refrigerante es aspirado en el espacio de compresión P y una porción de brida 104b formada en el otro extremo abierto de la forma cilíndrica para expandirse en la dirección radial. Alguna parte del pistón 104 puede estar hecha de un material no magnético para impedir la dispersión de fuerza magnética del motor lineal 130. Según se discute más tarde, la razón para esto es porque un polo está presente en el motor lineal 130 de acuerdo con la presente invención hacia la porción de brida 104b del pistón 104 y el flujo magnético dispersado a través de un entrehierro del polo magnetiza un miembro adyacente de sustancia magnética. Aquí, la porción de cabeza 104a del pistón 104 está insertada en el cilindro 103 y la porción de brida 104b del pistón 104 está conectada a una unidad de imán 133 del motor lineal 130 descrita más abajo y soportada elásticamente mediante dos muelles 120 (121 y 122) en la dirección axial al mismo tiempo.

Por supuesto, la válvula de aspiración 105 está montada en la porción de cabeza 104a del pistón 104 y el conjunto de válvula de descarga 106 está montado en un extremo del espacio de compresión P del cilindro 103, el cual es operado para ser abierto o cerrado de acuerdo con los cambios de presión del espacio de compresión P.

La tapa de motor 107 fija el motor lineal 130 descrito más abajo al bastidor 102. Un extremo axial del motor lineal 130 es soportado sobre el bastidor 102, el otro extremo axial del motor lineal 130 es cubierto con la tapa del motor 107 y, entonces, la tapa de motor 107 es sujeta con pernos al bastidor 102. Aquí, el estator externo 132 del motor lineal 130 está fijado realmente entre el bastidor 102 y la tapa de motor 107. Al tiempo que el estator externo 132 del motor lineal 130 es fijado, el estator interno 131 puede ser fijado a la vez. Un ejemplo de esta configuración se describirá en detalle más abajo.

La tapa trasera 108 está formada plegando una placa plana para ser capaz de acomodar la porción de brida 104b del pistón 104 y el silenciador de aspiración 110 y sujeta con pernos a la tapa de motor 107 de tal forma que su extremo frontal está situado en la dirección opuesta al motor lineal 130. Un capacete 108a adicional sobresale de la parte posterior de la tapa trasera 108 de forma que el muelle 122 puede ser asentado en él. Puede proveerse un tope adicional para prepararse para la vibración del cuerpo de estructura. No obstante, es preferible que el capacete 108a de la tapa trasera 108 estuviera conformado en forma circular o sus porciones de borde deberían estar redondeadas para servir como tope contra la colisión contra el recipiente hermético 101. Por supuesto, es preferible que se provea en el capacete 108a de la tapa trasera 108 una porción de abertura 108h a través de la cual pueda fluir refrigerante en el silenciador de aspiración 110 y esté situada en línea recta con la tubería de aspiración 101a del recipiente hermético 101.

El silenciador de aspiración 110 está fijado a la porción de brida 104b del pistón 104 y provisto de varios espacios insonorizados y tuberías insonorizadas para guiar el refrigerante a ser aspirado hasta la porción de cabeza 104a del pistón 104 y para atenuar los ruidos de apertura/cierre de la válvula de aspiración 105 al mismo tiempo. Por supuesto, todo o alguna parte del silenciador de aspiración 110 puede, también, estar hecho de un material no magnético para impedir dispersión de una fuerza magnética del motor lineal 130.

Los muelles 120 están compuestos por un primer muelle 121 soportado sobre la porción de extremo del cilindro 103 y la porción de brida 104b del pistón 104 y un segundo muelle 122 soportado sobre la porción de brida 104b del

pistón 104 y el capcete 108a de la tapa trasera 108. Mientras que el primer muelle 121 es comprimido cuando el pistón 104 se mueve en la dirección de comprimir el refrigerante, el segundo muelle 122 es comprimido cuando el pistón 104 se mueve en la dirección de aspirar de refrigerante. Los primer y segundo muelles 121 y 122 se comportan de maneras opuestas. En el motor lineal 130 que se describirá más abajo, a diferencia del motor lineal convencional, una constante de muelle magnética $K_{magnética}$ es significativa, de forma que una constante de muelle mecánica $K_{mecánica}$ puede ser establecida relativamente pequeña. Es posible, de este modo, hacer un diseño para reducir la constante de muelle total de los muelles, es decir, reducir el número total de los muelles, o reducir la constante de muelle del muelle individual, es decir, reducir el diámetro D, diámetro del alambre d y longitud l del muelle individual. Por consiguiente, pueden aplicarse sólo dos muelles 120 (121 y 122) y, además, puede eliminarse un soporte provisto para situar de manera efectiva muchos muelles en la técnica anterior, o puede eliminarse una porción de soporte de muelle provista en la tapa de motor, lo cual da lugar a un compresor de peso bajo y tamaño pequeño.

La figura 5 es una vista en sección lateral que ilustra parte de un ejemplo de motor lineal aplicado al compresor lineal de acuerdo con la presente invención y la figura 6 es una vista en perspectiva que ilustra un ejemplo del estator interno y del estator externo aplicados al compresor lineal de acuerdo con la presente invención.

Según se ilustra en las figuras 5 y 6, el ejemplo de motor lineal aplicado al compresor lineal de acuerdo con la presente invención está configurado de tal forma que unos extremos axiales del estator interno 131 y del estator externo 132 están conectados uno al otro y las otras porciones de los miembros mantienen un entrehierro unas con otras y que la unidad de imán 133 está dispuesta en el entrehierro entre el estator interno 131 y el estator externo 132 para ser capaz de realizar el movimiento lineal alternativo debido a la fuerza electromagnética mutua.

El estator interno 131 puede estar fabricado apilando chapas estampadas en la dirección circunferencial como en la técnica anterior. Se provee una porción de conexión 131a que se expande en la dirección radial sobre la superficie circunferencial externa de un extremo axial del estator interno 131, a través de la cual el estator interno 131 puede ser conectado al estator externo 132 y se provee una porción saliente 131b que se expande en la dirección axial sobre la superficie circunferencial externa del otro extremo axial del estator interno 131 para incrementar la fuerza electromagnética. Aquí, puesto que el estator 131 está conformado más largo que la longitud axial del cilindro 103 (véase la figura 4), es difícil que el estator interno 131 sea fijado a la superficie circunferencial externa del cilindro 103 como en la técnica anterior. Para resolver este problema, el estator interno 131 está fijado por el estator 132, lo cual se describirá en detalle más abajo.

El estator externo 132 incluye un cuerpo de bobina 132A formado arrollando espiras en la dirección circunferencial y una pluralidad de núcleos 132B dispuestos a intervalos dados en la dirección circunferencial del cuerpo de bobina 132A para rodear las porciones distintas que la superficie circunferencial interna del cuerpo de bobina 132A. El núcleo 132B está formado apilando chapas estampadas que tienen una sección lateral en forma de 'U' parcialmente en la dirección circunferencial. Aquí, el núcleo 132B tiene dos porciones de extremo situadas opuestas a la porción de conexión 131a y la porción saliente 131b del estator interno 131. Una porción de conexión 132a que sobresale en la dirección del estator interno 131 para solaparse con la porción de conexión 131a del estator interno 131 se provee en una porción de extremo del núcleo 132B y un polo 132b que define un entrehierro desde la superficie circunferencial externa y la porción saliente 131b del estator interno 131 se proveen en la otra porción de extremo del núcleo 132B. Además, la porción de conexión 132a del núcleo 132B es unida por encaje de forma o soldada a la porción de conexión 131a del estator interno 131, o se provee para presionar el estator interno 131 mediante una fuerza de sujeción que opera en la dirección axial. Independientemente de la manera de conexión, unas porciones de extremo del estator interno 131 y el estator externo 132 están conectadas una a la otra para formar un bucle cerrado, de forma que no hay posibilidad de que un flujo magnético se disperse a través de la parte de conexión entre los estatores 131 y 132. Es preferible que una porción saliente 132b' que se expande en ambas direcciones axiales para incrementar el área de la cara opuesta al estator interno 131 debería proveerse en el polo 132b del núcleo 132B para mejorar la fuerza electromagnética como la porción saliente 131b del estator interno 131.

Por supuesto, se proveían dos polos sobre el núcleo aplicado al estator externo convencional y el área de los polos opuesta al estator interno se expandía en la dirección axial para aumentar la fuerza electromagnética. Con el fin de acoplar el núcleo que tiene estos polos al cuerpo de bobina, se formaban dos bloques de núcleo mediante apilamiento de chapas estampadas que tenían secciones laterales en forma de 'L' y 'J', respectivamente, y entonces se acoplaban al cuerpo de bobina por medio de miembros y métodos de acoplamiento complicados. Sin embargo, el núcleo 132B aplicado al estator externo 132 de acuerdo con la presente invención tiene sólo un polo 132b de forma que un bloque de núcleo puede formarse apilando chapas estampadas que tienen sección lateral en forma de 'U' y acoplarse directamente al cuerpo de bobina 132A, simplificando así el proceso de fabricación.

La unidad de imán 133 está compuesta por primer y segundo imanes permanentes 133a y 133b que tienen polos N-S opuestos al estator interno 131 y al estator externo 132. Es preferible que los primer y segundo imanes permanentes 133a y 133b estuvieran dispuestos de tal manera que polos diferentes hicieran contacto o estuviesen contiguos uno con otro en la dirección axial, es decir, en la dirección del movimiento lineal alternativo. Esto es, puesto que unos extremos del estator interno 131 y del estator externo 132 están conectados entre sí en la dirección axial, la fuerza electromagnética se produce sólo entre el estator interno 131 y el polo 132b del estator externo 132,

y los polos se cambian sólo en un polo 132b del estator externo 132. Con el fin de que la unidad de imán 133 realice el movimiento lineal alternativo en esta situación, la propia unidad de imán 133 está configurada de tal forma que dos imanes permanentes 133a y 133b están conectados entre sí en la dirección axial preferiblemente con polos diferentes en contacto.

5 Por supuesto, para fabricar el motor lineal 130 con una constante de muelle magnética $K_{magnética}$ según se describe más abajo, la unidad de imán 133 interpuesta entre el estator interno 131 y el polo 132b del estator externo 132 puede estar construida de varias formas ajustando la disposición y el número de los imanes permanentes. Como ejemplo, para cada uno de los primer y segundo imanes permanentes 133a y 133b, se disponen ocho imanes permanentes a intervalos dados en la dirección circunferencial. Los ocho primeros imanes permanentes 133a y los
10 ocho segundos imanes permanentes 133b pueden proveerse de tal manera que polos diferentes sean traídos a hacer contacto en la dirección axial, o incluso si los ocho primeros imanes permanentes 133a y los ocho segundos imanes permanentes 133b están dispuestos en la dirección axial, los segundos imanes permanentes 133b pueden estar dispuestos entre los primeros imanes permanentes 133a de tal forma que polos diferentes están contiguos unos con otros. Adicionalmente, la unidad de imán 133 puede incluir, además, imanes permanentes dispuestos en la
15 dirección axial además del primer y segundo imanes permanentes 133a y 133b.

En adelante en este documento, se describirá el proceso de acoplamiento del motor lineal con la construcción anterior haciendo referencia a las figuras 4 a 6.

El estator interno 131 es encajado sobre la superficie circunferencial del cilindro 103. Un extremo axial del estator interno 131 es acoplado para estar en contacto con el bastidor 102 y, luego, el estator externo 132 es encajado
20 sobre la superficie circunferencial externa del estator interno 131. La porción de conexión 132a del estator externo 132 se solapa con la porción de conexión 131a del estator interno 131 y el polo 132b del estator externo 132 es acoplado manteniendo un entrehierro desde la superficie circunferencial externa del estator interno 131. La tapa de motor 107 es acoplada en la dirección axial, dispuesta para cubrir la superficie circunferencial externa de un extremo axial del estator externo 132, y luego es sujeta con pernos al bastidor 102. Por supuesto, el perno pasa a través
25 del espacio entre los núcleos 132B del estator externo 132 para acoplar el bastidor 102 y la tapa de motor 107. El estator externo 132 es fijado entre el bastidor 102 y la tapa de motor 107 y el estator interno 131 es fijado fácilmente de manera que la porción de conexión 132a del estator externo 132 presiona la porción de conexión 131a del estator interno 131 contra el bastidor 102 mediante la fuerza de sujeción que opera sobre el estator externo 132.

Como puede verse, el estator interno 131 y el estator externo 132 están conectados entre sí para formar un bucle cerrado. Incluso si el estator interno 131 y el estator externo 132 vienen a hacer contacto con el bastidor 102, no hay posibilidad para que la fuerza magnética se disperse al bastidor 102 y, de este modo, no hay necesidad de que el bastidor 102 y el cilindro 103 estén fabricados por medio de moldeo por inyección usando una sustancia no magnética como el Al. Éstos pueden ser formados fácilmente de manera integral por medio de fundición usando un material magnético, por ejemplo, hierro colado.

35 Las figuras 7 y 8 son vistas que ilustran un ejemplo de operación del motor lineal aplicado al compresor lineal de acuerdo con la presente invención.

Según se ilustra en las figuras 7 y 8, cuando se alimenta energía eléctrica al cuerpo de bobina 132A, el estator interno 131 y el polo 132b del estator externo 132 tienen polos N-S alternativamente. Por lo tanto, según se ilustra en la figura 7, cuando el polo 132b del estator externo 132 tiene el polo N, éste atrae al polo S de la unidad de imán 133 y repele el polo N de la unidad de imán 133 al mismo tiempo (de la misma manera, el estator interno 131 tiene un polo S, y por tanto atrae al polo N de la unidad de imán 133 y repele al polo S de la unidad de imán 133), empujando así al segundo imán permanente 133b en dirección a la derecha añadiéndose a la fuerza de recuperación del primer muelle 121. De este modo, la unidad de imán 133 se mueve en una dirección axial (a la derecha de la figura 7) hasta el punto (BDC) que el centro del primer imán permanente 133a no escapa desde el extremo de la porción saliente 132b' externa del estator externo 132. Como resultado, el segundo imán permanente 133b escapa desde el extremo de la porción saliente 132b' externa del estator externo 132 y, así, escapa completamente del entrehierro entre el estator interno 131 y el polo 132b del estator externo 132. Por el contrario, según se ilustra en la figura 8, cuando el polo 132b del estator externo 132 tiene el polo S, éste atrae al polo N de la unidad de imán 133 y repele al polo S de la unidad de imán 133 al mismo tiempo (de la misma manera, el estator interno 131 tiene un polo N, y por tanto atrae al polo S de la unidad de imán 133 y repele al polo N de la unidad de imán 133), empujando así al primer imán permanente 133a hacia la izquierda añadiéndose a la fuerza de recuperación del segundo muelle 122. Por consiguiente, de la misma manera, la unidad de imán 133 se mueve en la dirección opuesta (a la izquierda) hasta el punto (TDC) que el centro del segundo imán permanente 133b no escapa desde el extremo de la porción saliente 132b' interna del estator externo 132. Como resultado, el primer imán permanente 133a escapa desde el extremo de la porción saliente 132b' interna del estator externo 132 y, así, escapa completamente del entrehierro entre el estator interno 131 y el polo 132b del estator externo 132. Esto es, la distancia de movimiento de la unidad de imán 133, es decir, la carrera del pistón 104 puede considerarse como una distancia entre un punto en el que el centro del primer imán permanente 133a está situado en el extremo de la porción saliente 132b' del estator externo 132 hasta un punto en el que el centro del segundo imán permanente 133b está situado en el extremo de la porción saliente 132b' interna del estator externo 132.

No obstante, en el motor lineal de acuerdo con la presente invención según se describe arriba, mientras que la unidad de imán 133 provista de los imanes permanentes 133a y 133b realiza el movimiento lineal alternativo, otra fuerza de recuperación más opera sobre la unidad de imán 133 del motor lineal. Según se ilustra en las figuras 7 y 8, cuando un imán permanente de la unidad de imán 133 pasa entre la porción saliente 131b del estator interno 131 y el polo 132b del estator externo 132, aquél escapa desde el centro del polo 132b del estator externo 132 que tiene un polo diferente. Aquí, una fuerza de recuperación electromagnética opera de tal forma que el imán permanente vuelve hacia el centro del polo 132b del estator externo 132 usando la fuerza electromagnética. Esto es, mientras la fuerza de recuperación opera que hace al primer imán permanente 133a situado entre el estator interno 131 y el polo 132b del estator externo 132 en la figura 7, la fuerza de recuperación opera que hace al segundo imán permanente 133b situado entre el estator interno 131 y el polo 132b del estator externo 132 en la figura 8.

La fuerza de recuperación electromagnética opera en la misma dirección que la fuerza de recuperación de los muelles 120 (121 y 122) que soportan el miembro móvil compuesto por el pistón 104 y la unidad de imán 133 y, de este modo, se define como un muelle de imán en la presente invención, y una constante de muelle del muelle de imán obtenida se representa como una constante de muelle de imán $K_{magnética}$. Esta constante de muelle de imán $K_{magnética}$ se expresa en las mismas unidades que una constante de muelle mecánica $K_{mecánica}$ que soporta elásticamente el miembro móvil en ambos lados de la dirección del movimiento lineal recíproco y es compatible con ellos en todo momento. La fuerza de recuperación se hace máxima cuando el centro de un imán permanente de la unidad de imán 133 alcanza desde el centro del polo 132b del estator externo 132 que tiene un polo diferente hasta el extremo del polo 132b del estator externo 132 y, entonces, se reduce pronunciadamente. Esto es, mientras que la fuerza de recuperación (fuerza de recuperación electromagnética) del muelle magnético en la misma dirección que la fuerza de recuperación del segundo muelle 122 se hace máxima cuando el centro del primer imán permanente 133a está situado en el extremo de la porción saliente 132b' externa del estator externo 132 (como en la figura 7), la fuerza de recuperación (fuerza de recuperación electromagnética) del muelle magnético en la misma dirección que la fuerza de recuperación del primer muelle 121 se hace máxima cuando el centro del segundo imán permanente 133b está situado en el extremo de la porción saliente 132b' interna del estator externo 132 (como en la figura 8). La constante de muelle magnética puede obtenerse a partir de la fuerza de recuperación electromagnética (fuerza de recuperación electromagnética máxima) en las posiciones indicadas arriba.

Por lo tanto, en el compresor lineal que emplea el motor lineal de acuerdo con la presente invención, como se toma en consideración la constante de muelle magnética $K_{magnética}$, la constante de muelle mecánica $K_{mecánica}$ puede ser relativamente pequeña, de forma que es una ventaja que puede reducir la rigidez de los muelles (incluyendo el número, diámetro, longitud, diámetro del alambre, etc. de los muelles). Con más detalle, para el propósito de la operación más eficiente, el compresor lineal se diseña de tal forma que una frecuencia de la alimentación eléctrica f se adecua a una frecuencia de resonancia f_0 . Con las características del motor lineal de la presente invención, en el diseño del compresor lineal de la presente invención, es preferible hacer un diseño de resonancia en consideración de la constante de muelle magnética $K_{magnética}$ según se expresa en la fórmula siguiente:

Fórmula 1

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K_{mecánica} + K_{gas} + K_{magnética}}{M}}$$

Esto es, cuando se decide la frecuencia de la alimentación eléctrica f a ser suministrada al motor lineal, la masa M del miembro móvil que incluye el pistón y el imán permanente, la constante de muelle mecánica $K_{mecánica}$, definida por la fuerza de recuperación de los muelles mecánicos que soportan el pistón en ambos lados de la dirección axial, la constante de muelle del gas K_{gas} , definida por la presión del gas aspirado en el espacio de compresión, y la constante de muelle magnética $K_{magnética}$, definida por la fuerza de recuperación que opera cuando el centro del imán permanente escapa del centro del polo del estator según se describió arriba, pueden ser controladas de tal forma que la frecuencia de la alimentación eléctrica f se adecua al punto de resonancia. Aquí, mientras que la masa M del miembro móvil puede considerarse como una constante determinada para cada producto, la constante de muelle del gas K_{gas} es cambiada de acuerdo con la clase de refrigerante y la carga. Para el diseño de resonancia, es necesario hacer un especial esfuerzo de forma que el valor de muelle de gas pueda operar como una constante dentro del rango de operación. Para este propósito, la masa M del miembro móvil se incrementa para reducir la influencia del muelle de gas, o la rigidez del muelle mecánico se incrementa para reducir la influencia relativa del muelle de gas. Una pluralidad de muelles mecánicos debe ser conectada inevitablemente en paralelo para aumentar su rigidez, lo cual incrementa el volumen del compresor y requiere una estructura de soporte independiente tal como un soporte de pistón para soportar la pluralidad de muelles mecánicos en paralelo. Sin embargo, de acuerdo con la presente invención, puesto que el muelle magnético que proporciona fuerza de recuperación en la misma dirección que el muelle mecánico se toma en cuenta añadida al muelle mecánico, la rigidez del muelle mecánico o la constante de muelle mecánica puede ser relativamente reducida. Por lo tanto, el número n , diámetro D , diámetro de alambre d y longitud l de los muelles que soportan el pistón, el cual realiza el movimiento lineal alternativo, en ambas direcciones axiales pueden ser establecidos más pequeño y los componentes que soportan los muelles pueden ser

eliminados, lo cual conduce a un peso bajo y tamaño pequeño.

Además, el compresor lineal que emplea el motor lineal de acuerdo con la presente invención sirve para suprimir la influencia de la extensión de la carrera. Esto es, la constante de muelle magnética $K_{\text{magnética}} \propto \alpha$ es proporcional al valor característico α del motor ($K_{\text{magnética}} \propto \alpha$). La influencia de extensión de carrera producida el valor característico α del motor, que depende de cada modelo de compresor, puede ser reducida usando esta relación. Con más detalle, primero, la capacidad de enfriamiento es proporcional a la carrera S (capacidad de enfriamiento $\propto S$), y el valor característico del motor lineal expresado como α es un valor que puede ser calculado mediante una densidad de flujo magnético B y una longitud de espira l en una fuerza contraelectromotriz. La densidad de flujo magnético B y la longitud de espira l pueden ser diferentes de acuerdo con modelos de motores lineales y, así, cada modelo tiene un valor característico α del motor único. Mientras tanto, mientras que el valor característico α del motor es proporcional al muelle magnético ($K_{\text{magnética}} \propto \alpha$), la carrera S es inversamente proporcional al valor característico α del motor ($S \propto 1/\alpha$) y proporcional al muelle magnético ($S \propto K_{\text{magnética}}$).

Esto es, en un compresor lineal que emplea un motor lineal que tiene un valor característico α del motor grande, incluso si la carrera S se reduce debido al valor característico α del motor relativamente grande, el valor característico α del motor relativamente grande da lugar a una constante de muelle magnética relativamente grande, lo cual conduce a una carrera S relativamente grande. Por lo tanto, la reducción de la carrera S causada por la magnitud relativamente grande del valor característico α del motor es compensada por el incremento de la carrera S causado por el incremento de la constante de muelle magnética, minimizando así la influencia de la extensión de carrera producida el valor característico del motor que depende de los modelos de los motores lineales y la influencia de extensión de la capacidad de enfriamiento resultante.

De otra manera, en un compresor lineal que emplea un motor lineal que tiene un valor característico α del motor pequeño, incluso si la carrera S se incrementa debido al valor característico α del motor relativamente pequeño, el valor característico α del motor relativamente pequeño da lugar a una constante de muelle magnética relativamente pequeña, lo cual también conduce a una carrera S relativamente pequeña. Por consiguiente, el incremento de la carrera S causado por la magnitud relativamente pequeña del valor característico α del motor es compensado por la reducción de la carrera S causada por la reducción de la constante de muelle magnética, minimizando así la influencia de la extensión de carrera producida el valor característico α del motor relativamente pequeño que depende de los modelos de los motores lineales y la influencia de extensión de la capacidad de enfriamiento resultante.

Además, en el motor lineal de la presente invención, en comparación con la técnica anterior, la rigidez de los muelles mecánicos se reduce, de forma que la influencia del muelle de gas de operación puede incrementarse relativamente de acuerdo con una carga. Al mismo tiempo, la capacidad puede expandirse fácilmente de acuerdo con la carga. Con más detalle, mientras que la fuerza electromagnética es producida en dos polos del estator en el motor lineal convencional, ésta es producida en un sólo polo del estator en el motor lineal inventivo. Si se compara con el motor lineal convencional, en el motor lineal inventivo, cuanto más se incrementa la carrera S más pronunciadamente se reduce la densidad de flujo magnético B. Por tanto, el valor característico α del motor influenciado por la densidad de flujo magnético B, también se reduce. Esto es, en el compresor lineal que emplea el motor lineal de acuerdo con la presente invención, cuanto más se incrementa la carrera S más sensiblemente se reduce el valor característico α del motor. En un motor lineal, el valor característico α del motor y la constante de muelle magnética $K_{\text{magnética}}$ son proporcionales como se describió arriba. Esto es, en la técnica anterior mostrada a la izquierda de la figura 9, cuando se introduce refrigerante en el espacio de compresión, la posición original x_0 del pistón 104 es deslizamiento por el muelle de gas en la dirección BDC en una cantidad de deslizamiento Δx dada. El pistón 104 realiza el movimiento lineal alternativo en la carrera S entre el TDC y el BDC basándose en su posición original de deslizamiento x_0' . Puesto que no está influenciada por el muelle magnético, la carrera S está definida sólo por el muelle mecánico y el muelle de gas. Por el contrario, en la presente invención mostrada a la derecha en la figura 9, como se mencionó arriba, la constante de muelle mecánica puede ser establecida relativamente pequeña debido a la influencia del muelle magnético. Cuando se introduce en el espacio de compresión la misma presión de refrigerante que en la técnica anterior mostrada a la izquierda de la figura 9, la magnitud de una cantidad de deslizamiento $\Delta x_0'$ desde la posición original x_0 del pistón 104 se incrementa en la dirección BDC. Cuanto más se incrementa la carrera S más se reduce el valor característico α del motor. La constante de muelle magnética $K_{\text{magnética}}$ proporcional al valor característico α del motor también se reduce. La constante de muelle total K se reduce, de forma que el pistón 104 puede realizar el movimiento lineal alternativo en una carrera S1 más larga que en la técnica anterior basándose en su posición original de deslizamiento x_0'' . Como resultado, la capacidad de compresión puede ser expandida más fácilmente.

La presente invención se ha descrito con detalle en conexión con las realizaciones de ejemplo y los dibujos que acompañan. No obstante, el alcance de la presente invención no está limitado a ellas sino que está definido por las reivindicaciones anexas.

REIVINDICACIONES

1. Un compresor lineal que comprende:

5 un miembro fijo que incluye un cilindro (103) que tiene un espacio de compresión definido en él, un estator interno (131) instalado sobre el lado externo del cilindro y un estator externo (132) instalado manteniendo un entrehierro desde el estator interno; y

un miembro móvil que incluye un pistón (104) que realiza un movimiento lineal alternativo en el espacio de compresión del cilindro (103) y que comprime un fluido de operación introducido en el espacio de compresión y un imán permanente (133, 133a, 133b) que realiza un movimiento lineal alternativo con el pistón (104) debido a una fuerza electromagnética mutua en el entrehierro entre el estator interno (131) y el estator externo (132),

10 en el que el imán permanente (133, 133a, 133b) está dispuesto en un número plural a lo largo de la dirección de realización del movimiento lineal alternativo, y el polo N y el polo S de cada imán permanente (133, 133a, 133b) están formados opuestos al estator interno (131) y al estator externo (132),

caracterizado por que

15 el estator externo (132) está provisto de una porción de conexión (132a) conectada a un extremo axial del estator interno (131) y un polo (132b) que mantienen un entrehierro desde el otro extremo axial del estator interno (131), y

al menos uno del número plural de imanes permanentes (133, 133a, 133b) está dispuesto para escapar completamente del entrehierro entre el estator interno (131) y el polo (132b) del estator externo (132), durante una operación del compresor lineal.

20 2. El compresor lineal de la reivindicación 1, en el que la pluralidad de imanes permanentes (133, 133a, 133b) dispuestos a lo largo de la dirección de realización del movimiento lineal alternativo están dispuestas de tal forma que polos diferentes vienen a hacer contacto unos con otros.

3. El compresor lineal de la reivindicación 1 o 2, en el que la pluralidad de imanes permanentes (133, 133a, 133b) dispuestos a lo largo de la dirección de realización del movimiento lineal alternativo están dispuestas de tal forma que polos diferentes están contiguos unos con otros.

25 4. El compresor lineal de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende muelles mecánicos (121, 122) que soportan elásticamente el miembro móvil con respecto al miembro fijo en ambos lados de la dirección de movimiento lineal alternativo,

30 en el que, según se distancia el centro del uno o más imanes permanentes (133, 133a, 133b) del centro del polo (132b) del estator externo (132) en la dirección de realización del movimiento lineal alternativo, una fuerza de recuperación opera en la misma dirección que una fuerza de recuperación del muelle mecánico comprimido (121, 122) entre el estator interno (131) y el estator externo (132) y el uno o más imanes permanentes (133, 133a, 133b).

35 5. El compresor lineal de la reivindicación 4, en el que una constante de muelle magnética $K_{\text{magnética}}$ compatible con una constante de muelle mecánica $K_{\text{mecánica}}$ se obtiene a partir de la fuerza de recuperación electromagnética máxima que opera en la misma dirección que la fuerza de recuperación del muelle mecánico (121, 122) comprimido entre el estator interno (131) y el estator externo (132) y el uno o más imanes permanentes (133, 133a, 133b).

6. El compresor lineal de la reivindicación 5, en el que una frecuencia de resonancia f_0 se obtiene a partir de la masa M del miembro móvil, la constante de muelle mecánica $K_{\text{mecánica}}$ obtenida mediante la fuerza de recuperación del muelle mecánico, una constante de muelle del gas K_{gas} definida por la presión del fluido de operación introducido en el espacio de compresión, y la constante de muelle magnética $K_{\text{magnética}}$.

40 7. El compresor lineal de cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, en el que la constante de muelle magnética $K_{\text{magnética}}$ es proporcional a un valor característico α del motor calculado por una densidad de flujo magnético B y un longitud de espira l y la carrera S del miembro móvil es inversamente proporcional al valor característico α del motor y proporcional a la constante de muelle magnética $K_{\text{magnética}}$ al mismo tiempo.

45 8. El compresor lineal de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el estator interno está montado longitudinalmente sobre la superficie circunferencial externa del cilindro en la dirección del movimiento lineal alternativo, y los imanes permanentes están dispuestos entre el estator interno (131) y el polo (132b) del estator externo (132) para ser capaces de realizar el movimiento lineal alternativo debido a una fuerza electromagnética mutua.

50 9. El compresor lineal de la reivindicación 8, que comprende, además, un bastidor (102) integrado con el cilindro (103), estando soportadas la parte de conexión del estator interno y del estator externo sobre el bastidor en la dirección del movimiento lineal alternativo.

10. El compresor lineal de la reivindicación 9, que comprende, además, un tapa de motor (107) que soporta el

estator externo (132) en la dirección axial y que sujeta mediante pernos el estator externo (132) al bastidor (102), en el que el estator interno (131) está fijado por el estator externo (132).

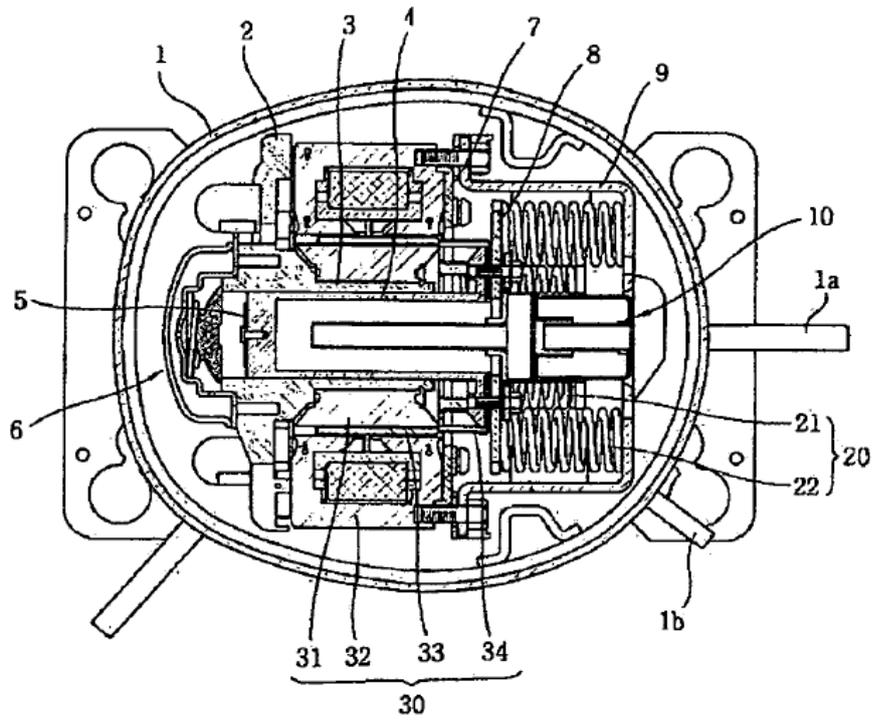
5 11. El compresor lineal de cualquiera de las reivindicaciones 4 a 10, en el que los muelles mecánicos (121, 122) son un primer muelle (121) y un segundo muelle (122) que soportan el pistón (104) en ambos lados de la dirección del movimiento lineal alternativo.

12. El compresor lineal de la reivindicación 11, que comprende, además, un tapa trasera (108) provista manteniendo un intervalo desde el pistón (104) en la dirección axial,

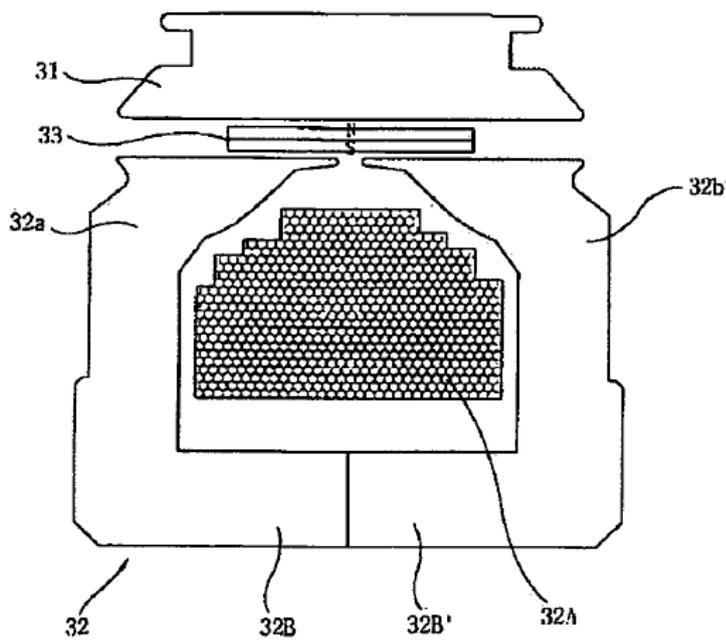
en el que el primer muelle (121) está instalado entre una brida del pistón (104) y la tapa trasera (108), y el segundo muelle (122) está instalado entre el cilindro (103) y la brida del pistón (104).

10

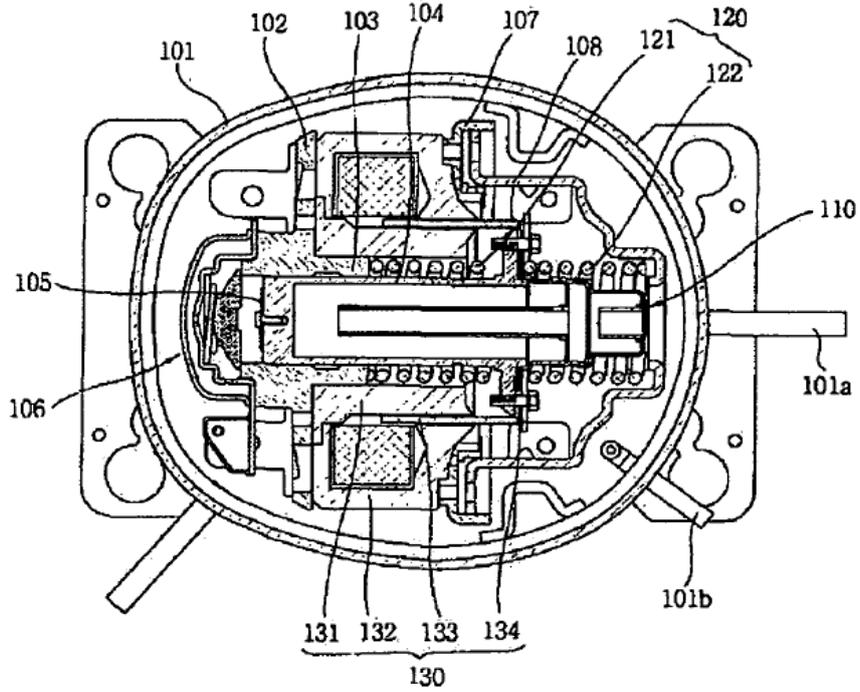
[Fig. 1]



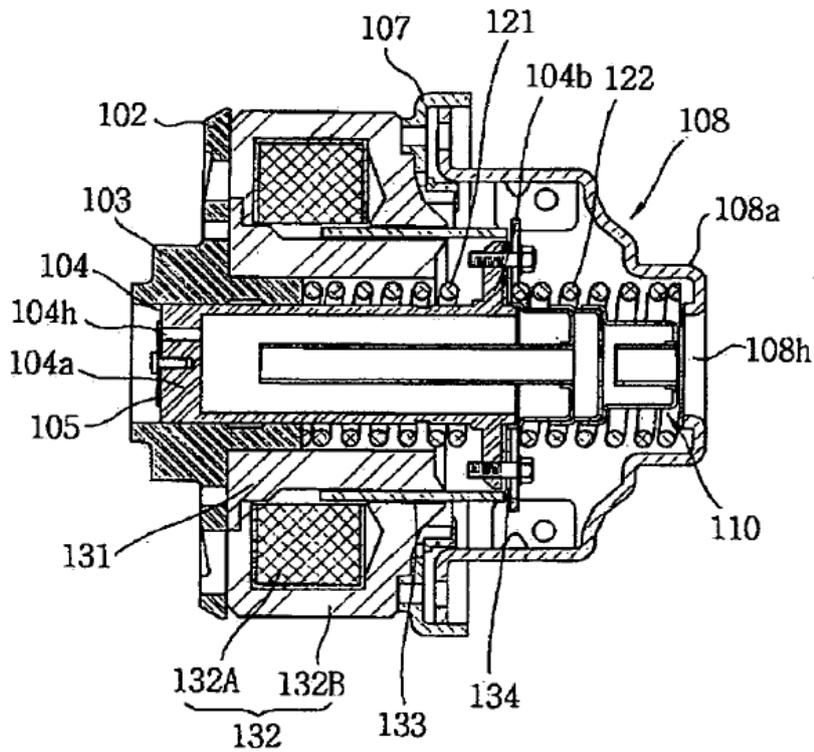
[Fig. 2]



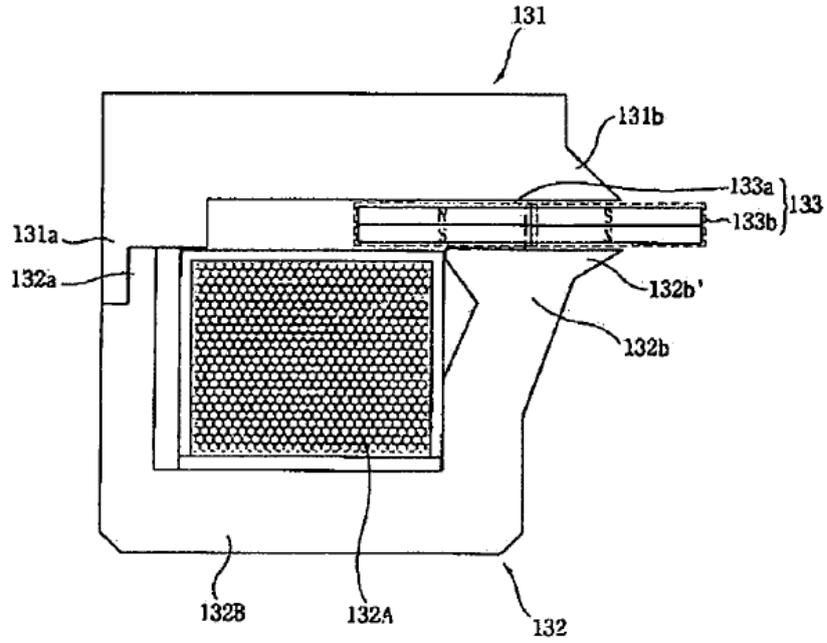
[Fig. 3]



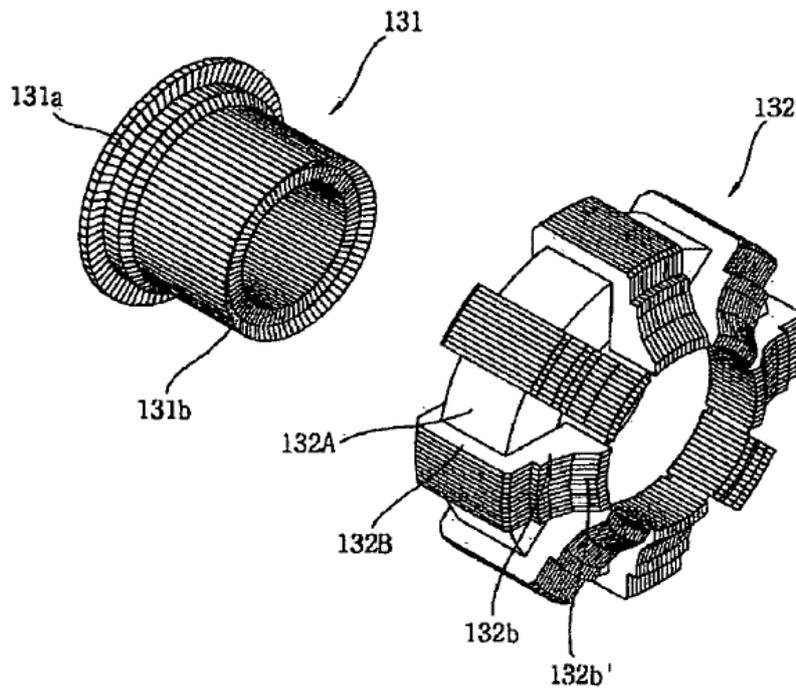
[Fig. 4]



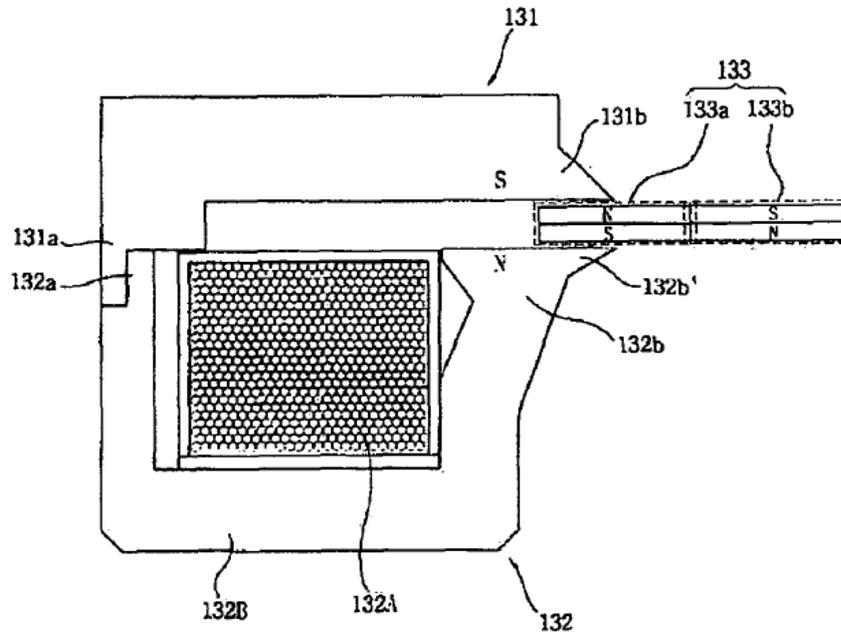
[Fig. 5]



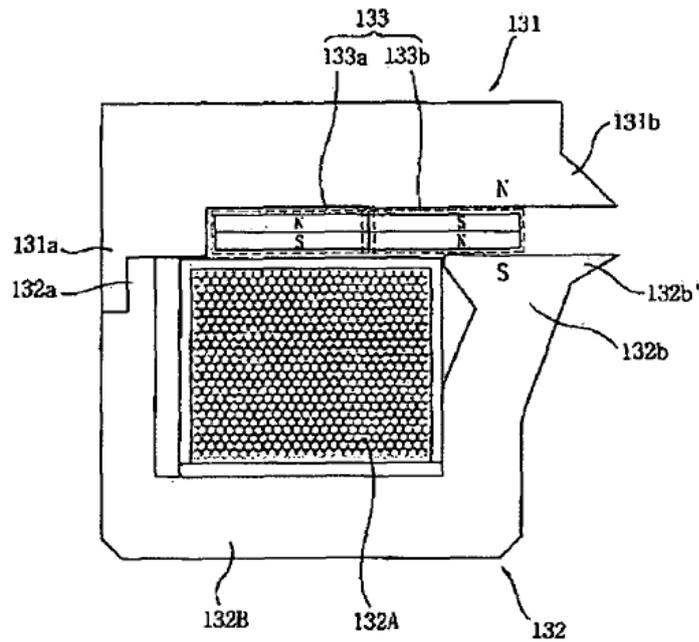
[Fig. 6]



[Fig. 7]



[Fig. 8]



[Fig. 9]

