(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 611 792**

(51) Int. Cl.:

F04B 35/04 (2006.01)
H02K 33/16 (2006.01)
H02K 7/14 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.06.2014** **E 14171511 (0)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.11.2016** **EP 2818715**

(54) Título: **Compresor lineal**

(30) Prioridad:

28.06.2013 KR 20130075512

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
10.05.2017

(73) Titular/es:

LG ELECTRONICS INC. (100.0%)
128, Yeoui-daero, Yeongdeungpo-gu
Seoul 150-721, KR

(72) Inventor/es:

JEONG, SANGSUB

(74) Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 611 792 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

ANTECEDENTES

La presente descripción se refiere a un compresor lineal.

En general, los compresores pueden ser mecanismos que reciben energía desde dispositivos de generación de energía, tales como motores eléctricos o turbinas, para comprimir aire, refrigerantes u otros gases de trabajo, aumentando de esta manera una presión del gas de trabajo. Los compresores están siendo usados ampliamente en aparatos electrodomésticos o maquinarias industriales, tales como refrigeradores y acondicionadores de aire.

Los compresores pueden clasificarse en gran medida en compresores de pistón, en los que se define un espacio de compresión para aspirar o descargar un gas de trabajo entre un pistón y un cilindro para comprimir un refrigerante mientras el pistón oscila linealmente dentro del cilindro, compresores rotativos en los que se define un espacio de compresión para aspirar o descargar un gas de trabajo entre un rodillo que se hace girar de manera excéntrica y un cilindro para comprimir un refrigerante mientras el rodillo se hace girar de manera excéntrica a lo largo de una pared interior del cilindro, y compresores de espiral, en los que se define un espacio de compresión para la aspiración o la descarga entre una espiral orbitante y una espiral fija para comprimir un refrigerante mientras la espiral orbitante se hace girar a lo largo de la espiral fija.

En los últimos años, entre los compresores de pistón, se están desarrollando activamente compresores lineales que tienen una estructura simple en la que el pistón está conectado directamente a un motor de accionamiento, que oscila linealmente, para mejorar la eficiencia de compresión sin pérdidas mecánicas debidas a conmutaciones durante el movimiento.

En general, dicho un compresor lineal está configurado para aspirar y comprimir un refrigerante, mientras un pistón se hace oscilar linealmente dentro de un cilindro por un motor lineal en una carcasa sellada, descargando de esta manera el refrigerante comprimido.

El motor lineal tiene una estructura en la que hay dispuesto un imán permanente entre un estator interior y un estator exterior. Aquí, el imán permanente puede hacerse oscilar linealmente por una fuerza electromagnética mutua entre el imán permanente y el estator interior (o exterior). Además, debido a que el imán permanente es operado en un estado en el que el imán permanente está conectado al pistón, el refrigerante puede ser aspirado y comprimido mientras el pistón se hace oscilar linealmente dentro del cilindro y, a continuación, es descargado.

El compresor lineal según la técnica relacionada se describe en la publicación de patente coreana Nº 10-2010-0010421, propuesto por el presente solicitante.

El compresor lineal según la técnica relacionada incluye un motor lineal, que está provisto de un estator 240 exterior que tiene un bloque 242 de núcleo y un cuerpo 241 rodeado por la bobina, un estator 220 interior y un imán 260 permanente. Un pistón 140 tiene un extremo conectado al imán 260 permanente.

Aquí, el imán 260 permanente está compuesto por un imán que tiene una única polaridad, y puede incluir un imán de tierras raras.

Cuando el imán 260 permanente oscila linealmente por la fuerza electromagnética mutua entre el estator 220 interior y el estator 240 exterior, el pistón 140 oscila linealmente en un cilindro 130 junto con el imán 260 permanente.

Según la técnica relacionada, el imán permanente está provisto de un único imán y, de esta manera, interactúa con un polo positivo del bloque de núcleo del estator exterior. Una cantidad de flujo magnético generado desde el único imán es insuficiente y, por lo tanto, la dimensión (longitud o espesor) del imán permanente debería ampliarse con el fin de compensar el flujo magnético insuficiente.

Además, debido a que el imán permanente está compuesto por un costoso imán de tierras raras, la mayor dimensión del imán permanente conduce a un fuerte aumento en el coste de fabricación del compresor lineal.

SUMARIO

Las realizaciones proporcionan un compresor lineal provisto de un motor lineal capaz de generar una fuerza (un empuje) suficiente.

En una realización, un compresor lineal incluye: un cilindro que forma un espacio de compresión para un refrigerante;

un pistón que se mueve con un movimiento oscilante en una dirección axial dentro del cilindro; y un motor lineal que suministra una energía al pistón, en el que el motor lineal incluye: un estator exterior que incluye un primer polo magnético del estator, un segundo polo magnético del estator, y una abertura definida entre el primer polo magnético del estator y el segundo polo magnético del estator; un estator interior dispuesto separado del estator exterior; y un imán permanente dispuesto de manera móvil en un entrehierro entre el estator exterior y el estator interior, y que tiene tres polos, en el que los tres polos incluyen dos polos magnéticos de ambos extremos, y un polo magnético central dispuesto entre los polos magnéticos de ambos extremos, en el que el polo magnético central tiene una longitud mayor que los polos magnéticos de ambos extremos.

Una longitud del polo magnético central puede ser dos veces o menos la longitud de uno cualquiera de los polos magnéticos de ambos extremos.

Una longitud del polo magnético central puede ser igual o menor que la suma de las longitudes de los polos magnéticos de ambos extremos.

Una longitud en la dirección axial de la abertura puede ser igual o mayor que una altura en la dirección radial del entrehierro.

El pistón puede ser móvil en una carrera entre un punto muerto superior (PMS) y un punto muerto inferior (PMI), y una longitud del primer polo magnético del estator o el segundo polo magnético del estator puede ser igual a o menor que la carrera.

Una longitud de uno cualquiera de los polos magnéticos de ambos extremos puede ser el 90% o más de una longitud del primer polo magnético del estator o del segundo polo magnético del estator.

Los polos magnéticos de ambos extremos pueden incluir: un primer polo acoplado al polo magnético central en una primera interfaz; y un segundo polo acoplado al polo magnético central en una segunda interfaz.

La primera interfaz puede oscilar en una dirección axial entre ambos extremos del primer polo magnético del estator, basado en el centro o el primer polo magnético del estator, y la segunda interfaz puede oscilar en una dirección axial entre los dos extremos del segundo polo magnético del estator, basado en el centro del segundo polo magnético del estator.

El primer polo puede incluir un extremo en una posición frente a la primera interfaz, y el extremo del primer polo puede estar posicionado fuera del estator exterior cuando el pistón está posicionado en el PMI.

El extremo del primer polo puede ser posicionado en un extremo de o fuera del primer polo magnético del estator cuando el pistón está posicionado en el PMS.

Los polos magnéticos de ambos extremos pueden incluir un primer polo acoplado a un lado del polo magnético central, y al menos una parte del primer polo puede estar posicionada en un entrehierro entre el primer polo magnético del estator y el estator interior.

Los polos magnéticos de ambos extremos pueden incluir un segundo polo acoplado al otro lado del polo magnético central, y al menos una parte del segundo polo puede estar posicionada en un entrehierro entre el segundo polo magnético del estator y el estator interior.

La abertura puede estar definida entre una punta del primer polo magnético del estator y una punta del segundo polo magnético del estator, en un lado de un espacio de alojamiento para alojar una bobina.

El imán permanente puede estar realizado en un material de ferrita.

El pistón y el cilindro pueden estar realizados en aluminio o aleación de aluminio.

Los detalles de una o más realizaciones se exponen en los dibujos adjuntos y en la descripción siguiente. Otras características serán evidentes a partir de la descripción y los dibujos, y a partir de las reivindicaciones.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La Figura 1 es una vista en sección transversal que ilustra una configuración interna de un compresor lineal según una realización.

La Figura 2 es una vista ampliada que ilustra una parte "A" de la Figura 1.

Las Figuras 3 y 4 son vistas en sección transversal que ilustran un movimiento oscilante de un imán permanente

en una dirección axial según la operación de un motor lineal.
Las Figuras 5 y 6 son vistas en sección transversal que ilustran esquemáticamente la configuración de un motor lineal.
La Figura 7A ilustra un flujo magnético en un motor lineal que tiene una distancia de punta de polo magnético de T1, y la Figura 7B ilustra un flujo magnético en un motor lineal que tiene una distancia de punta de polo magnético de T2.
La Figura 7C ilustra la magnitud de un flujo magnético de fuga en el motor lineal en las Figuras 7A y 7B.
La Figura 8 es una vista en sección transversal de un motor lineal que ilustra una posición de un imán permanente cuando un pistón está posicionado en un punto muerto superior (PMS), según una realización.
La Figura 9 es una vista en sección transversal de un motor lineal que ilustra una posición de un imán permanente cuando un pistón está posicionado en un punto muerto inferior (PMI), según una realización.
La Figura 10 es un gráfico que muestra la magnitud de un empuje generado según las longitudes de los polos magnéticos en ambos extremos, en un imán permanente según una realización.
La Figura 11 es un gráfico que muestra la magnitud de una fuerza de reluctancia según las longitudes de los polos magnéticos en ambos extremos, en un imán permanente según una realización.
La Figura 12 es un gráfico que muestra la magnitud de un empuje generado según la longitud de un polo magnético central, en un imán permanente según una realización.
La Figura 13 es un gráfico que muestra las variaciones en una fuerza de reluctancia según la longitud de un polo magnético central, en un imán permanente según una realización.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES

A continuación, las realizaciones específicas se describirán con referencia a los dibujos adjuntos. Sin embargo, el alcance de la presente descripción no se limita a las realizaciones en la presente memoria y, de esta manera, una persona con conocimientos en la materia, que comprende el alcance de la presente descripción, podría sugerir fácilmente otras realizaciones dentro del mismo alcance de la misma.

La Figura 1 es una vista en sección transversal que ilustra una configuración interna de un compresor lineal según una realización.

Con referencia a la Figura 1, el compresor 10 lineal según una realización incluye un cilindro 120 dispuesto en una carcasa 110, un pistón 130 que oscila linealmente dentro del cilindro 120, y un conjunto 200 de motor que es un motor lineal que ejerce una fuerza de accionamiento sobre el pistón 130. La carcasa 110 puede estar configurada por la combinación de una carcasa superior y una carcasa inferior.

La carcasa 110 incluye una entrada a través de la cual fluye a su interior un refrigerante, y una salida a través de la cual se descarga el refrigerante comprimido dentro del cilindro 120. El refrigerante aspirado a través de la entrada 101 fluye al interior del pistón 130 a través de un silenciador 140 de aspiración. Mientras el refrigerante está pasando a través del silenciador 140 de aspiración, puede reducirse el ruido.

El pistón 130 puede estar realizado en un material no magnético, tal como un material basado en aluminio (aluminio o aleación de aluminio). Debido a que el pistón 130 está realizado en un material basado en aluminio, el flujo magnético generado en el conjunto 200 de motor es suministrado al pistón 130, previniendo de esta manera que el flujo magnético sea filtrado a la parte exterior del pistón 130. El pistón 130 puede formarse mediante forjado.

El cilindro 120 puede estar realizado en un material no magnético, tal como un material basado en aluminio (aluminio o aleación de aluminio). El cilindro 120 y el pistón 130 pueden tener la misma relación de composición de material, es decir, tipo y relación de composición.

Debido a que el cilindro 120 está realizado en un material basado en aluminio, el flujo magnético generado en el conjunto 200 de motor es suministrado al cilindro 120, previniendo de esta manera que el flujo magnético escape a la parte exterior del cilindro 120. El cilindro 120 puede estar formado mediante procesamiento de barra extruida.

El pistón 130 y el cilindro 120 están realizados en el mismo material (aluminio) y, de esta manera, tienen el mismo coeficiente de expansión térmica. Durante el funcionamiento del compresor 10 lineal, se crea un entorno de alta temperatura (100ºC) en la carcasa 100. En este momento, el pistón 130 y el cilindro 120 tienen el mismo coeficiente de expansión térmica y, de esta manera, pueden tener la misma cantidad de deformación térmica.

Finalmente, debido a que el pistón 130 y el cilindro 120 se deforman térmicamente en diferentes cantidades o direcciones, es posible prevenir una interferencia con el cilindro 120 durante el movimiento del pistón 130.

Un espacio P de compresión para la compresión del refrigerante por parte del pistón 130 está definido en el cilindro 120. Un orificio 131a de aspiración a través del cual se introduce el refrigerante en el espacio P de compresión está

definido en el pistón 130, y una válvula 132 de aspiración que abre el orificio 131a de aspiración de manera selectiva está dispuesta en un lado del orificio 131a de aspiración.

Un conjunto 170, 172 y 174 de válvulas de descarga para descargar el refrigerante comprimido en el espacio P de compresión están dispuestos en un lado del espacio P de compresión. Es decir, se entiende que el espacio P de compresión se forma entre un extremo del pistón 130 y el conjunto 170, 172 y 174 de válvulas de descarga.

El conjunto 170, 172 y 174 de válvulas de descarga incluye una cubierta 172 de descarga en la que hay definido un espacio de descarga del refrigerante; una válvula 170 de descarga que está abierta e introduce el refrigerante al interior del espacio de descarga cuando la presión del espacio P de compresión no es menor que una presión de descarga; y un muelle 174 de válvula está dispuesto entre la válvula 170 de descarga y la cubierta 172 de descarga para ejercer una fuerza elástica en una dirección axial.

Aquí, puede entenderse que la expresión "dirección axial", usada aquí, es una dirección en la que el pistón oscila linealmente, es decir, una dirección horizontal en la Figura 1. Por el contrario, puede entenderse que la expresión "dirección radial" es una dirección perpendicular a la dirección de oscilación del pistón 130, es decir, una dirección vertical en la Figura 1.

La válvula 132 de aspiración puede estar dispuesta en un lado del espacio P de compresión, y la válvula 170 de descarga puede estar dispuesta en el otro lado del espacio P de compresión, es decir, en un lado opuesto de la válvula 132 de aspiración.

Mientras el pistón 130 oscila linealmente dentro del cilindro 120, la válvula 132 de aspiración se abre para permitir que el refrigerante sea introducido al interior del espacio P de compresión cuando la presión del espacio P de compresión es menor que la presión de descarga y no es mayor que una presión de aspiración. Por el contrario, cuando la presión del espacio P de compresión no es menor que la presión de aspiración, el refrigerante del espacio P de compresión es comprimido en un estado en el que la válvula 132 de aspiración está cerrada.

Si la presión del espacio P de compresión es la presión de descarga o mayor, el muelle 174 de válvula se deforma para abrir la válvula 170 de descarga y el refrigerante es descargado desde el espacio P de compresión al interior del espacio de descarga de la cubierta 172 de descarga.

El refrigerante del espacio de descarga fluye al interior de un tubo 178 de bucle a través del silenciador 176 de descarga. El silenciador 176 de descarga puede reducir el ruido de flujo del refrigerante comprimido, y el tubo 178 de bucle guía el refrigerante comprimido a una parte 105 de descarga. El tubo 178 de bucle está acoplado al silenciador 176 de descarga y se extiende de manera curvada para acoplarse a la parte 105 de descarga.

El compresor 10 lineal incluye además un bastidor 110. El bastidor 110, que es un miembro de fijación del cilindro 200, puede estar formado integralmente con el cilindro 200 o puede estar acoplado al cilindro 120 por medio de un miembro de fijación separado. La cubierta 172 de descarga y el silenciador 176 de descarga pueden acoplarse al bastidor 110.

El conjunto 200 de motor incluye un estator 210 exterior fijado al bastidor 110 y dispuesto de manera que rodea el cilindro 120, un estator 220 interior dispuesto separado de la parte interior del estator 210 exterior, y un imán 230 permanente dispuesto en un espacio entre el estator 210 exterior y el estator 220 interior.

El imán 230 permanente puede oscilar linealmente debido a una fuerza electromagnética mutua entre el estator 210 exterior y el estator 220 interior. El imán 230 permanente puede estar compuesto por un único imán que tiene un polo, o puede estar formado por una combinación de múltiples imanes que tiene tres polos.

El imán 230 permanente puede ser acoplado al pistón 130 por medio de un miembro 138 de conexión. El miembro 138 de conexión puede extenderse al imán permanente desde un extremo del pistón 130. A medida que el imán 230 oscila linealmente, el pistón 130 puede oscilar linealmente en una dirección axial junto con el imán 230 permanente.

El estator 210 exterior incluye un cuerpo 213 y 215 rodeado por una bobina y un estator 211.

El cuerpo 213 y 215 rodeado por una bobina incluye una bobina 213 y una bobina 215 enrollada en una dirección circunferencial de la bobina 213. La bobina 215 puede tener una sección poligonal, por ejemplo, una sección hexagonal.

El núcleo 211 del estator se proporciona de manera que una pluralidad de laminaciones estén apiladas en una dirección circunferencial, y puede estar dispuesto para rodear el cuerpo 213 y 215 rodeado por una bobina.

Una cubierta 240 de estado está dispuesta en un lado del estator 210 exterior. Un extremo del estator 210 exterior puede estar soportado por el bastidor 110, y el otro extremo del mismo puede estar soportado por la cubierta 240 de estator.

El estator 220 interior está fijado a la circunferencia exterior del cilindro 120. El estator 220 interior está configurado de manera que una pluralidad de laminaciones estén apiladas en un lado exterior del cilindro 120 en una dirección circunferencial.

El compresor 10 lineal incluye además un soporte 135 que soporta el pistón 130, y una cubierta 115 posterior que se extiende hacia la entrada 101 desde el pistón 130. La cubierta 115 posterior puede estar dispuesta para cubrir al menos una parte del silenciador 140 de aspiración.

El compresor 10 lineal incluye una pluralidad de muelles 151 y 155 en el que la frecuencia natural de cada uno de ellos se ajusta de manera para permitir que el pistón 130 realice un movimiento resonante.

La pluralidad de muelles 151 y 155 incluye un primer muelle 151 soportado entre el soporte 135 y la cubierta 240 de estator, y un segundo muelle 155 soportado entre el soporte 135 y la cubierta 115 posterior.

El primer muelle 151 puede ser proporcionado, en varias unidades, en ambos lados del cilindro 120 o del pistón 130, y el segundo muelle 155 puede ser proporcionado, en varias unidades, en la parte frontal del cilindro 120 o del pistón 130.

Aquí, puede entenderse que el término "frontal", tal como se usa en la presente memoria, significa una dirección orientada hacia la entrada 101 desde el pistón 130. Es decir, puede entenderse que "posterior" significa una dirección orientada hacia el conjunto 170, 172 y 174 de válvulas de descarga desde la entrada 101. Este término puede usarse también de manera similar en la descripción siguiente.

Una cantidad predeterminada de aceite puede ser almacenada en una superficie inferior interior de la carcasa 100. Un dispositivo 160 de suministro de aceite para bombear un aceite puede estar provisto en una parte inferior de la carcasa 100. El dispositivo 160 de suministro de aceite es operado mediante la vibración generada según el movimiento oscilante lineal del pistón 130 para bombear, de esta manera, el aceite hacia arriba.

El compresor 10 lineal incluye además un tubo 165 de suministro de aceite que guía el flujo del aceite desde el dispositivo 160 de suministro de aceite. El tubo 165 de suministro de aceite puede extenderse desde el dispositivo 160 de suministro de aceite a un espacio entre el cilindro 120 y el pistón 130.

El aceite bombeado desde el dispositivo 160 de suministro de aceite es suministrado al espacio entre el cilindro 120 y el pistón 130 a través del tubo 165 de suministro de aceite, y lleva a cabo las operaciones de refrigeración y de lubricación.

La Figura 2 es una vista ampliada que ilustra una parte "A" de la Figura 1, y las Figuras 3 y 4 son vistas en sección transversal que ilustran un movimiento oscilante del imán permanente en una dirección axial según el funcionamiento del motor lineal.

Con referencia a las Figuras 2 a 4, el estator 210 exterior según una realización incluye un núcleo 211 de estator en el que una pluralidad de laminaciones están apiladas en una dirección circunferencial. El núcleo 211 del estator está configurado de manera que el primer núcleo 211a y el segundo núcleo 211b están acopladas a una parte 211c de acoplamiento.

Un espacio de alojamiento, en el que están dispuestas la bobina 213 y la bobina, está definido en el núcleo 211 del estator, y una abertura 219 está provista en un lado del espacio de alojamiento. Es decir, el primer núcleo 211a y el segundo núcleo 211b pueden estar acoplados de manera que el núcleo 211 del estator tenga la abertura 219 en una parte central del mismo para tener de esta manera una forma de C.

El primer núcleo 211a incluye un primer polo 217 magnético del estator que actúa con el imán 230 permanente. El segundo núcleo 211b incluye un segundo polo 218 magnético del estator que actúa con el imán 230 permanente. El primer polo 217 magnético del estator y el segundo polo 218 magnético del estator pueden ser partes de los núcleos 211a y 211b primero y segundo, respectivamente.

Puede entenderse que la abertura 219 puede ser un espacio entre el primer polo 217 magnético del estator y el segundo polo 218 magnético.

El imán 230 permanente puede estar compuesto de un material de ferrita que es relativamente barato.

El imán 230 permanente incluye múltiples polos 231, 232 y 233 cuyas polaridades están dispuestas de manera alterna. Los múltiples polos 231, 232 y 233 incluyen un primer polo 231, un segundo polo 232 y un tercer polo 233, que están acoplados entre sí.

Cuando se aplica una corriente al conjunto 200 de motor, una corriente fluye a través de la bobina 215, se forma un flujo magnético alrededor de la bobina 215 debido a la corriente que fluye a través de la bobina 215; y el flujo magnético fluye a lo largo del estator 210 exterior y el estator 220 interior mientras forma un circuito cerrado.

Aquí, el primer polo 217 magnético del estator puede formar uno de entre un polo N y un polo S, y el segundo polo 218 magnético del estator puede formar el otro de entre un polo N y un polo S (véase la flecha A de línea continua en la Figura 5).

Los imanes 231, 232 y 233 permanentes oscilan linealmente en una dirección axial entre el estator 210 exterior y el estator 220 interior por medio de una fuerza de interacción del flujo magnético que fluye a través del estator 210 exterior y el estator 220 interior y el flujo magnético formado por los imanes 231, 232 y 233 permanentes.

El pistón 130 puede moverse dentro del cilindro 120 por los movimientos de los imanes 231, 232 y 233 permanentes.

Cuando la corriente que fluye a través de la bobina 215 cambia su dirección, cambia la dirección del flujo magnético que pasa a través del estator 210 exterior y el estator 220 interior. Es decir, en el ejemplo descrito anteriormente, se intercambian las polaridades de los estatores 217 y 218 primero y segundo. Por lo tanto, las direcciones de movimiento de los imanes 231, 232 y 233 permanentes se invierten y, por lo tanto, se cambia también la dirección de movimiento del pistón 130. De esta manera, mientras la dirección del flujo magnético se cambia repetidamente, el pistón 130 puede oscilar linealmente.

La Figura 3 ilustra un modo en el que el primer muelle 151 se alarga cuando los imanes 231, 232 y 233 permanentes se mueven en una dirección, y la Figura 4 ilustra un modo en el que el segundo muelle 151 se comprime cuando los imanes 231, 232 y 233 permanentes se mueven en la otra dirección.

Los imanes 231, 232 y 233 permanentes y el pistón 130 pueden oscilar linealmente mediante la repetición de los modos de las Figuras 3 y 4. Por ejemplo, cuando los imanes permanentes están en una posición de la Figura 3, el pistón 130 está posicionado en un punto muerto inferior (PMI); y cuando los imanes permanentes están en una posición de la Figura 4, el pistón 130 está posicionado en un punto muerto superior (PMS).

Aquí, el PMI significa una posición cuando el pistón 130 está en la posición más baja dentro del cilindro 120, es decir, una posición cuando el pistón 130 está dispuesto más alejado del espacio P de compresión.

Aquí, el PMS significa una posición cuando el pistón 130 está en la posición más alta dentro del cilindro 120, es decir, una posición cuando el pistón 130 está dispuesto más cerca del espacio P de compresión.

A continuación, una estructura del conjunto 200 de motor se describirá más completamente con referencia a los dibujos.

Las Figuras 5 y 6 son vistas en sección transversal que ilustran esquemáticamente la configuración de un motor lineal.

Con referencia a la Figura 5, según una realización, el primer polo 217 magnético del estator y el segundo polo 218 magnético del estator del segundo núcleo 211b están dispuestos separados uno del otro en base a la abertura 219.

Más detalladamente, una primera 217a punta está provista en un extremo del primer polo 217 magnético del estator y una segunda punta 218a está provista en el segundo polo 218 magnético del estator. Puede entenderse que la abertura 219 se forma separando la primera punta 217a y la segunda punta 218a. La longitud en la dirección axial de la abertura 219 se define como "T", que puede entenderse como una distancia entre las puntas 217a y 218a primera y segunda.

Se entiende que un hueco entre el estator 210 exterior y el estator 220 interior puede ser un entrehierro.

Específicamente, el entrehierro es una parte en la que se encuentran el flujo magnético generado en el estator 210 exterior y el flujo magnético del imán 230 permanente y, de esta manera, puede formarse un empuje para el imán 230 permanente por la interacción de los flujos magnéticos. La altura del entrehierro se define como "G".

Debido a que el imán 230 permanente debería oscilar en el entrehierro, el espesor MT del imán 230 permanente puede hacerse menor que la altura G del entrehierro.

Tal como se ha descrito en la Figura 5, cuando se aplica una corriente a la bobina 215 para formar el flujo magnético en sentido horario, una parte del flujo magnético pasa a través del primer polo 217 magnético del estator a través del segundo polo 218 magnético del estator, el imán 230 permanente y el estator 220 interior. Aquí, la parte del flujo magnético puede denominarse "flujo magnético de entrehierro", y el flujo magnético de entrehierro es útil para generar un empuje para el imán 230 permanente.

La otra parte del flujo magnético puede ser formada para pasar a través del primer polo 217 magnético del estator desde el segundo polo 218 magnético del estator. La otra parte del flujo magnético no es útil para un empuje que actúa sobre el imán 230 permanente y, de esta manera, puede denominarse "flujo magnético de fuga" (flecha de puntos).

Se proporciona una relación entre la altura G del entrehierro y la longitud T en la axial dirección de la abertura 219.

Tal como se ha descrito anteriormente, el flujo magnético puede incluir el flujo magnético de entrehierro y el flujo magnético de fuga. Cuando uno de entre el flujo magnético de entrehierro y el flujo magnético de fuga se hace más grande, el otro flujo magnético puede hacerse relativamente más pequeño.

Una relación entre el flujo magnético de entrehierro y el flujo magnético de fuga puede variar con una relación entre la altura G del entrehierro y la longitud T en la axial dirección de la abertura 219.

Más detalladamente, debido a que el espacio entre el estator 210 exterior y el estator 220 interior se hace mayor a medida que la altura G del entrehierro se hace mayor, la magnitud del flujo magnético que fluye al interior del estator 220 interior desde el estator 210 exterior se reduce. Es decir, la magnitud del flujo magnético de entrehierro se reduce.

Debido a que el espacio entre el estator 210 exterior y el estator 220 interior se hace más pequeño a medida que la longitud T en la axial dirección de la abertura 219 se hace más pequeña, aumenta la magnitud del flujo magnético que fluye desde uno de entre los estatores 219 y 210 interior y exterior al interior del otro estator. Es decir, aumenta la magnitud del flujo magnético de entrehierro.

Por lo tanto, para reducir el flujo magnético de fuga y aumentar el flujo magnético de entrehierro relativamente, la longitud T en la axial dirección de la abertura 219 puede ser igual o mayor que la altura G del entrehierro. Es decir, puede establecerse $T \geq G$. Los efectos relacionados pueden ser confirmados en las Figuras 7A a 7C.

La Figura 7A ilustra un flujo magnético en un motor lineal que tiene una distancia de punta de polo magnético de T1, la Figura 7B ilustra un flujo magnético en un motor lineal que tiene una distancia de punta de polo magnético de T2, y la Figura 7C ilustra la magnitud de un flujo magnético de fuga en el motor lineal en las Figuras 7A y 7B.

La Figura 7A ilustra un flujo del flujo magnético generado en el conjunto 200 de motor cuando la longitud en la dirección axial de la abertura 219 es T1, y la Figura 7B ilustra un flujo del flujo magnético generado en el conjunto 200 de motor cuando la longitud en la dirección axial de la abertura 219 es T2.

T2 es mayor que T1 y, por ejemplo, T1 puede ser de 3 mm y T2 puede ser de 9 mm.

Los entrehierros en las Figuras 7A y 7B tienen la misma altura G.

En las Figuras 7A y 7B, cuando un punto en el que una primera línea en una dirección radial, que penetra a través del centro de la abertura 219, se encuentra con el estator 220 interior, se define como un punto cero (O), un punto de intersección con una segunda línea que conecta los polos 217 y 218 magnéticos del estator, primero y segundo, puede definirse como P1 (primer punto). Una distancia entre el punto cero (O) y el punto P1 puede corresponder a la altura del entrehierro.

Además, cuando un punto sobre la bobina 213 en el que la primera línea se cruza con la parte 211c de acoplamiento se define como un punto P2 (un segundo punto), la Figura 7C ilustra un flujo magnético que se escapa desde el conjunto 200 de motor.

Más detalladamente, tal como se ilustra en la Figura 7A, en la altura G del entrehierro, si la abertura 219 tiene una longitud axial relativamente pequeña, un flujo magnético de fuga del flujo magnético generado en el estator 210 exterior, por ejemplo, un flujo magnético de fuga de un polo positivo (+) puede aumentar de manera significativa desde el punto cero (O) al punto P1 para formar un flujo magnético de fuga máximo en el punto P1. Aquí, el flujo magnético de fuga puede disminuir gradualmente desde el punto P1 al punto P2.

Además, el flujo magnético de fuga del polo positivo (+) puede ser conmutado en dirección a un polo negativo (-) para aumentar de manera significativa. Lejos del punto P2, la magnitud del flujo magnético de fuga puede tener un valor aproximadamente constante (un flujo magnético constante). Aquí, los términos "polo positivo (+) y polo negativo (-)" hacen referencia a direcciones de flujo magnético de fuga opuestos entre sí. Además, el flujo magnético constante puede entenderse como el flujo magnético máximo del polo negativo (-).

Por otra parte, tal como se ilustra en la Figura 7B, en la altura G del entrehierro, si la abertura 219 tiene una longitud axial relativamente grande, un flujo magnético de fuga del flujo magnético generado en el estator 210 exterior, por ejemplo, un flujo magnético de fuga de un polo positivo (+) puede aumentar suavemente desde el punto cero (O) al punto P1 para formar un flujo magnético de fuga máximo en el punto P1. El flujo magnético máximo en la Figura 7B puede tener un valor relativamente menor que el de la Figura 7A.

Aquí, el flujo magnético de fuga puede disminuir gradualmente desde el punto P1 al punto P2.

El flujo magnético de fuga del polo positivo (+) puede ser conmutado en dirección al polo negativo (-) para aumentar de manera significativa. Lejos del punto P2, la magnitud del flujo magnético de fuga puede tener un valor aproximadamente constante (un flujo magnético constante). Sin embargo, el flujo magnético constante en la Figura 7B puede tener un valor relativamente mayor que el de la Figura 7A.

Tal como se ilustra en la Figura 7C, con respecto a la altura G del entrehierro predeterminado, cuanto más aumenta la longitud T de la abertura, mayor es el flujo magnético de fuga máximo, es decir, los flujos magnéticos máximos de los polos positivo (+) y negativo (-) disminuyen. De esta manera, puede proporcionarse una mayor cantidad de empuje al imán 230 permanente para mejorar la eficiencia de la operación del conjunto 200 de motor.

La Figura 8 es una vista en sección transversal de un motor lineal que ilustra una posición de un imán permanente cuando un pistón está posicionado en el PMS, según una realización, y la Figura 9 es una vista en sección transversal de un motor lineal que ilustra una posición de un imán permanente cuando un pistón está posicionado en el PMI, según una realización.

Con referencia a las Figuras 5, 6, 8 y 9, el imán permanente según una realización incluye una pluralidad de polos 231, 232, y 233, que están dispuestos de manera alterna en la polaridad. La pluralidad de polos 231, 232 y 233 incluyen un primer polo 231, un segundo polo 232 acoplado al primer polo 231, y un tercer polo 233 acoplado al segundo polo 232.

El segundo polo 232 puede denominarse "polo magnético central", y los polos 231 y 233 primero y tercero pueden denominarse "polos magnéticos de ambos extremos" ya que el segundo polo 232 está dispuesto entre los polos 231 y 233 primero y tercero.

El polo magnético central puede tener una longitud mayor que la de cada uno de los polos magnéticos de ambos extremos. Una longitud del polo 232 magnético central puede ser definida como una longitud "MC", una longitud del primer polo 231 puede ser definida como una longitud "MF", y una longitud del tercer polo 233 puede ser definida como una longitud " MR". Las longitudes MF y MR pueden tener el mismo valor. Por otro lado, las longitudes MF y MR pueden tener valores diferentes uno del otro con el fin de aumentar el empuje según un diseño del compresor.

Una primera superficie 235 de interfaz puede estar dispuesta entre el primer polo 231 y el segundo polo 232, y una segunda superficie 236 de interfaz puede estar dispuesta entre el segundo polo 232 y el tercer polo 233.

La primera superficie 235 de interfaz puede oscilar dentro de un intervalo que no está fuera del primer polo 217 magnético del estator con respecto a un centro del primer polo 217 magnético del estator, y la segunda superficie 236 de interfaz puede oscilar dentro de un intervalo que no está fuera del segundo polo 218 magnético del estator con respecto a un centro del segundo polo 218 magnético del estator.

Es decir, la primera superficie 235 de interfaz puede oscilar en una dirección axial entre ambos extremos del primer polo 217 magnético del estator con respecto al centro del primer polo 217 magnético del estator. Además, la segunda superficie 236 de interfaz puede oscilar en la dirección axial entre ambos extremos del segundo polo 218 magnético del estator con respecto al centro del segundo polo 218 magnético del estator.

Aquí, puede producirse una fuerza (empuje) de tracción y de empuje entre las polaridades (un polo N o un polo S) del primer polo 217 magnético del estator y las polaridades de los polos 231 y 232 primero y segundo. Además, debido a que se produce la fuerza de tracción y de empuje entre las polaridades (un polo N o un polo S) del segundo polo 217 magnético del estator y las polaridades de los polos 231 y 232 segundo y tercero, el imán permanente puede oscilar.

Los polos 231 y 233 primero y segundo tienen la misma polaridad. El segundo polo 232 dispuesto entre los polos 231 y 233 primero y tercero puede tener una polaridad opuesta a la de cada uno de los polos 231 y 233 primero y segundo. Por ejemplo, si cada uno de los polos 231 y 233 primero y tercero es el polo N, el segundo polo 232 puede ser el polo S. Si cada uno de los polos 231 y 233 primero y tercero es el polo S, el segundo polo 232 puede ser el polo N.

Idealmente, puede proporcionarse una estructura en la que están dispuestos dos polos que actúan uno sobre el otro con respecto al primer polo 217 magnético del estator, y están dispuestos otros dos polos que actúan uno sobre el otro con respecto al segundo polo 218 magnético del estator para generar una mayor cantidad de empuje sobre el imán 230 permanente. Aquí, los dos polos que actúan uno sobre el otro pueden tener la misma longitud y, además, los otros dos polos pueden tener la misma longitud.

Sin embargo, cuando se considera el espacio interior limitado del compresor 10, el imán permanente que tiene cuatro polos puede estar limitado en la disposición. Es decir, si están dispuestos los cuatro polos, el imán permanente puede aumentar en longitud y, de esta manera, el motor lineal puede aumentar en longitud.

De esta manera, el imán 230 permanente según una realización puede tener dos polos que están posicionados en la parte central para servir como un polos y tres polos que están dispuestos de manera alterna.

De esta manera, el polo dispuesta en la parte central, es decir, el polo magnético central, puede tener una longitud mayor que la de cada uno de los polos magnéticos de ambos extremos. De esta manera, en comparación con el caso en el que están dispuestos los cuatro polos, puede conseguirse una estructura compacta. Además, la longitud de los polos magnéticos de ambos extremos puede reducirse a la mitad o menos. Es decir, puede definirse la siguiente expresión relacional.

$$\mathbf{MF\ o\ MR \leq MC \leq 2 * MF\ o\ 2 * MR}$$

Además, el polo magnético central puede tener una longitud MC menor que la suma de la longitud MF del primer polo 231 y la longitud MR del segundo polo 232.

En resumen, cuanto más aumenta la longitud del polo magnético central, más aumenta la fuerza de acción mutua con el primer polo 217 magnético del estator o el segundo polo 218 magnético del estator. De esta manera, el empuje puede aumentar.

Sin embargo, cuando se considera todo el tamaño del motor lineal, es decir, teniendo en cuenta la miniaturización o compactación, si se satisface la expresión relacional anterior, pueden conseguirse los dos efectos, es decir, el aumento del empuje y la compactación del compresor.

La longitud P del primer polo 217 magnético del estator o el segundo polo 218 magnético del estator en la dirección axial puede ser determinada en base a la carrera S del pistón 130 operativo cuando se aplica la carga máxima al compresor 10. La carrera S del pistón 130 puede entenderse como una distancia entre el PMS y el PMI.

Cuando el pistón 130 está posicionado en el PMI, un extremo (un extremo izquierdo en la Figura 8) del primer polo 231 puede estar dispuesto fuera del primer núcleo 211a. Aquí, el extremo del primer polo 231 puede definirse como un extremo orientado hacia la primera superficie 235 de interfaz que define un extremo del primer polo 231, es decir, el otro extremo del primer polo 231.

Además, el exterior del primer núcleo 211a puede entenderse como un área definida como el exterior de la línea virtual en la dirección del radio, que pasa a través de un extremo exterior del primero 211s central. Además, en los términos de la presente memoria descriptiva, "exterior o dirección hacia el exterior" pueden representar una dirección alejada del centro de la abertura 219, e " interior o dirección hacia el interior" puede representar una dirección que está más cerca del centro de la abertura 219.

Además, cuando el pistón 130 está posicionado en el PMS, el final del primer polo 231 puede estar dispuesto dentro del primer núcleo 211a. Es decir, el extremo del primer polo 231 puede estar dispuesto dentro de una región, en la que existe el primer núcleo 211a, con respecto a la dirección axial.

Sin embargo, el extremo del primer polo 231 puede no moverse al interior del primer polo 217 magnético del estator. Es decir, el extremo del primer polo 231 puede estar dispuesto en una posición correspondiente a un extremo del primer polo 217 magnético del estator o dispuesto en el exterior del primer polo 217 magnético del estator. Aquí, el interior del primer polo 217 magnético del estator puede entenderse como un espacio entre las líneas virtuales en la dirección radial, que pasan a través de ambos extremos del primer polo 217 magnético del estator.

El primer polo 217 magnético del estator puede tener la misma longitud axial que el segundo polo 218 magnético del estator.

Más detalladamente, la longitud P axial del polo 217 o 218 magnético del estator, primero o segundo, puede ser determinada añadiendo un error de control o un error mecánico a la carrera S del pistón 130. Por ejemplo, si la carrera S es de aproximadamente 16 mm, la longitud P puede ser establecida a aproximadamente 18 mm.

Si la longitud P es menor que la carrera S, la superficie 235 o 236 de interfaz, primera o segunda, puede moverse hacia fuera desde el polo 217 o 218 magnético del estator, primero o segundo. De esta manera, puede reducirse la fuerza de tracción o de empuje entre los polos 217 y 218 magnéticos y el imán 230 permanente. De esta manera, la longitud P puede ser determinada a un valor mayor que la carrera S.

Se define una expresión relacional entre la longitud P y la longitud del polo 231 o 233 primero o segundo.

Cuando cada una de las superficies 235 y 236 de interfaz, primera y segunda, oscila con respecto al centro de cada uno de los polos 217 y 218 magnéticos primero y segundo del estator, si ambos extremos de ambos polos 231 y 233 magnéticos de extremo se mueven en ambos extremos de los polos 217 y 218 magnéticos primero y segundo del estator, puede reducirse el empuje aplicado al imán permanente.

Es decir, si al menos una parte de ambos polos 231 y 233 magnéticos de extremo no está dispuesta fuera de ambos extremos de los polos 217 y 218 magnéticos primero y segundo de estator, la fuerza que actúa mutua y continuamente entre los flujos magnéticos del estator 210 exterior y el imán 230 permanente puede debilitarse.

De esta manera, cuando se considera el empuje para generar el movimiento oscilante del imán 230 permanente, la longitud MF del primer polo 231 y la longitud MR del tercer polo 233 pueden ser mayores que la longitud P de cada uno de los polos 217 y 218 magnéticos primero y segundo del estator.

Sin embargo, la longitud MF del primer polo 231 y la longitud MR del tercer polo 233 pueden ser factores que tienen una influencia sobre toda la longitud del imán 230 permanente. De esta manera, las longitudes MF y MR pueden ser usadas como un factor de limitación para realizar la miniaturización del compresor 10 lineal.

De esta manera, la realización actual puede proponer la siguiente expresión relacional.

$MF \text{ o } MR \geq 0{,}9 * P$

Según la expresión relacional descrita anteriormente, si la longitud MF del primer polo 231 y la longitud MR del tercer polo 233 están dentro de un intervalo similar a la longitud P de cada uno de los polos 217 y 218 magnéticos primero y segundo del estator, el empuje puede reducirse, y el compresor 10 lineal puede ser compacto.

La Figura 10 es un gráfico que muestra la magnitud de un empuje generado según las longitudes de los polos magnéticos en ambos extremos, en el imán permanente según una realización, y la Figura 11 es un gráfico que muestra la magnitud de una fuerza de reluctancia según las longitudes de los polos magnéticos en ambos extremos, en un imán permanente según una realización.

Con referencia a la Figura 10, se ilustra un cambio en el empuje a la misma corriente de entrada según la longitud de cada uno de ambos polos 231 y 233 magnéticos de extremo según una realización.

Un eje horizontal en la Figura 10 ilustra una posición del imán 230 permanente. Un punto cero (O) del eje horizontal puede ser definido como un estado en el que cada una de las superficies 235 y 236 de interfaz primera y segunda está dispuesta en el centro de cada uno de los polos 217 y 218 magnéticos primero y segundo del estator. Este estado puede entenderse como un estado en el que el imán permanente está dispuesto en el punto cero.

Además, una posición negativa (-) puede definirse como un caso en el que el imán 230 permanente se mueve desde el punto cero en una dirección, y una posición positiva (+) puede definirse como un caso en el que el imán 230 permanente se mueve desde el punto cero en la otra dirección. En un eje horizontal, cuanto más aumenta un valor crítico de posición, una distancia desde el punto cero puede ser gradualmente mayor.

Con referencia a la Figura 10, cuando el imán 230 permanente está dispuesto en el punto cero, el empuje puede generarse con un valor máximo. Además, cuanto mayor es la longitud de cada uno de ambos polos 231 y 233 magnéticos de extremo, más puede aumentar el empuje máximo.

Por ejemplo, bajo la misma condición en la que el polo 232 magnético central tiene una longitud de aproximadamente

24 mm, si cada uno de ambos polos 231 y 233 magnéticos de extremo tiene una longitud de aproximadamente 19 mm, el empuje máximo puede ser F1 N. Además, si cada uno de ambos polos 231 y 233 magnéticos de extremo tiene una longitud de aproximadamente 17 mm, el empuje máximo puede ser de F2 N. Aquí, los empujes máximos pueden definirse de la siguiente manera: F1 > F2 > F3

Además, cuanto más aumenta la longitud de cada uno de ambos polos 231 y 233 magnéticos de extremo, la magnitud del empuje puede aumentar de manera significativa en conjunto. Es decir, cuanto más aumenta la longitud de cada uno de ambos polos 231 y 233 magnéticos de extremo, aumenta la magnitud del empuje aplicado al imán 230 permanentes aumenta, puede mejorarse la eficiencia del funcionamiento del compresor.

La Figura 11 ilustra un cambio en el valor de pico de una fuerza debido a la reluctancia magnética del imán 230 permanente, es decir, una fuerza de reluctancia según la longitud de cada uno de ambos polos 231 y 233 magnéticos de extremo según una realización.

La reluctancia magnética o fuerza de reluctancia del imán 230 permanente puede entenderse como la resistencia eléctrica con respecto a una fuerza de acción mutua entre el flujo magnético generado en el estator 210 exterior y el flujo magnético del imán 230 permanente.

La fuerza de reluctancia puede aumentar a un valor de pico según la posición (posición (+) o posición negativa (-)) del imán permanente o variar en una dirección en la que el valor de pico disminuye.

Más detalladamente, cuando el imán 230 permanente está dispuesto en la posición positiva (+), la fuerza de reluctancia puede ser formada en una dirección positiva (+) y tiene un valor de pico en una posición predeterminada. Por otra parte, cuando el imán 230 permanente está dispuesto en la posición negativa (-), la fuerza de reluctancia puede ser formada en una dirección negativa (-) y tiene un valor de pico en una posición predeterminada. Aquí, las direcciones positiva (+) y negativa (-) de la fuerza de reluctancia pueden hacer referencia a fuerzas que actúan en direcciones opuestas entre sí.

Cuanto más aumenta el valor de pico, más puede aumentar la fuerza aplicada a los muelles 151 y 155. De esta manera, puede ser difícil controlar el motor 200 lineal.

Con referencia a la Figura 11, cuanto más aumenta la longitud de cada uno de ambos polos 231 y 233 magnéticos de extremo, más puede reducirse el valor de pico positivo (+) y negativo (-) de la fuerza de reluctancia. De esta manera, el motor 200 lineal puede ser controlado fácilmente.

Por ejemplo, bajo la misma condición en la que el polo 232 central magnético tiene una longitud de aproximadamente 24 mm, si cada uno de ambos polos 231 y 233 magnéticos de extremo tiene una longitud de aproximadamente 19 mm, un valor de pico de la fuerza de reluctancia puede ser de 15 N. Además, si cada uno de ambos polos 231 y 233 magnéticos de extremo tiene una longitud de aproximadamente 18 mm, un valor de pico de la fuerza de reluctancia puede ser de 20 N. Además, si cada uno de ambos polos 231 y 233 magnéticos de extremo tiene una longitud de aproximadamente 17 mm, un valor de pico de la fuerza de reluctancia puede ser de 27 N.

La Figura 12 es un gráfico que muestra la magnitud del empuje generado según la longitud del polo magnético central, en el imán permanente según una realización, y la Figura 13 es un gráfico que muestra las variaciones en una fuerza de reluctancia según la longitud de un polo magnético central, en el imán permanente según una realización.

Con referencia a las Figuras 12 y 13, cuanto más aumenta la longitud de cada uno de ambos polos magnéticos de extremo, más puede aumentarse el empuje, y puede reducirse el valor de pico de la fuerza de reluctancia.

Tal como se ha descrito con referencia a las Figuras 10 y 11, a medida que aumenta el empuje, puede mejorarse la eficiencia del funcionamiento del motor lineal. Además, a medida que el valor de pico de la fuerza de reluctancia disminuye, puede mejorarse la fiabilidad de control del motor lineal.

Con referencia a la Figura 10, se observa que el empuje aumenta a medida que la longitud MC del polo magnético central aumenta bajo la condición en la que ambos polos magnéticos de extremo tienen la misma longitud. Por ejemplo, bajo la condición en la que las longitudes MF y MR son de aproximadamente 18 mm, se observa que el empuje (el empuje máximo: 85 v/m/s) cuando la longitud MC es de aproximadamente 26 mm puede ser mayor que el (empuje máximo: 83 V/m/s) cuando la longitud MC es de aproximadamente 24 mm.

Con referencia a la Figura 11, se observa que el valor de pico de la fuerza de reluctancia disminuye a medida que la longitud MC del polo magnético central aumenta bajo la condición en la que ambos polos magnéticos de extremo tienen la misma longitud. Por ejemplo, bajo la condición en la que las longitudes MF y MR son de aproximadamente 18

mm, se observa que el valor de pico (de aproximadamente 13 N) de la fuerza de reluctancia cuando la longitud MC es de aproximadamente 26 mm puede ser menor (aproximadamente 20 N) que el de la fuerza de reluctancia cuando la longitud MC es de aproximadamente 24 mm.

Según las realizaciones, debido a que el imán permanente está compuesto por un imán que tiene tres polaridades, puede aumentarse una cantidad de un flujo magnético generado. Además, el flujo magnético aumentado del imán permanente interactúa con un flujo magnético generado desde el estator exterior, aumentando de esta manera un empuje ejercido sobre el pistón.

Además, debido a que la longitud de la abertura entre los polos magnéticos dispuestos en el estator exterior puede mantenerse igual a o mayor que el entrehierro entre el estator exterior y el estator interior, es posible reducir un flujo magnético de fuga y aumentar la magnitud del flujo magnético que se genera desde el estator exterior y orientado hacia el estator interior.

Por consiguiente, el flujo magnético de entrehierro y el flujo magnético del imán permanente interactúan entre sí, generando de esta manera un mayor empuje.

Además, en el imán permanente que tiene tres polos, la longitud de los polos magnéticos de ambos extremos es una proporción predeterminada de la longitud del polo magnético del estator exterior, haciendo posible de esta manera aumentar un empuje generado en comparación con una corriente aplicada al motor lineal y también reducir una fuerza de reluctancia (o de par).

Además, en el imán permanente que tiene tres polos, la longitud del polo magnético central es mayor que las longitudes de los polos magnéticos de ambos extremos, y es dos veces o menos mayor que la longitud de los polos magnéticos de ambos extremos. Esto permite también que un empuje generado sea mayor y que una fuerza de reluctancia (o de par) sea menor.

Además, el pistón y el cilindro están realizados en un material no magnético, tal como aluminio o una aleación de aluminio y, de esta manera, pueden prevenirse fugas de flujo magnético al exterior a través del pistón o el cilindro.

Además, el imán permanente está realizado en un material de ferrita de bajo costo, reduciendo de esta manera el coste de fabricación para el conjunto de motor.

Aunque las realizaciones se han descrito con referencia a un número de realizaciones ilustrativas de la misma, debería entenderse que las personas con conocimientos en la materia pueden idear muchas otras modificaciones y realizaciones que están incluidas dentro del alcance de la presente invención, tal como se define por las reivindicaciones adjuntas. Además de las variaciones y las modificaciones en las partes componentes y/o las disposiciones, los usos alternativos serán también evidentes para las personas con conocimientos en la materia.

REIVINDICACIONES

1. Un compresor lineal, que comprende:

un cilindro (120) que tiene un espacio de compresión para un refrigerante definido en el mismo;
un pistón (130) configurado para un movimiento oscilante en una dirección axial dentro del cilindro; y
un motor (200) lineal para suministrar una energía al pistón,

en el que el motor (200) lineal comprende:

un estator (210) exterior que comprende un primer polo (217) magnético del estator, un segundo polo (218) magnético del estator y una abertura (219) definida entre el primer polo magnético del estator y el segundo polo magnético del estator;
un estator (220) interior dispuesto separado del estator exterior; y
un imán (230) permanente, **caracterizado por que** el imán permanente tiene tres polos (231, 232, 233), dispuestos de manera móvil en un entrehierro entre el estator exterior y el estator interior,
en el que los tres polos incluyen
dos polos (231, 233) magnéticos de ambos extremos; y
un polo (232) magnético central dispuesto entre los dos polos magnéticos de ambos extremos, en el que el polo magnético central tiene una longitud mayor que cualquiera de los dos polos magnéticos de ambos extremos.

2. Compresor lineal según la reivindicación 1, en el que la longitud del polo (232) magnético central es dos veces o menos que la de uno cualquiera de los polos (231, 233) magnéticos de ambos extremos.

3. Compresor lineal según la reivindicación 1 o 2, en el que la longitud del polo (232) magnético central es igual o menor que la suma de las longitudes de los dos polos (231, 233) magnéticos de ambos extremos.

4. Compresor lineal según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que una longitud en la dirección axial de la abertura (219) es igual o mayor que una altura en la dirección radial del entrehierro.

5. Compresor lineal según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el pistón (130) es móvil a lo largo de una carrera entre un punto muerto superior (PMS) y un punto muerto inferior (PMI), y
una longitud del primer polo (217) magnético del estator o del segundo polo (218) magnético del estator es mayor que la carrera.

6. Compresor lineal según la reivindicación 5, en el que una longitud de uno cualquiera de los polos (231, 233) magnéticos de ambos extremos es del 90% o más de la longitud del primer polo (217) magnético del estator o del segundo polo (218) magnético del estator.

7. Compresor lineal según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los polos (231, 233) magnéticos de ambos extremos comprenden:

un primer polo (231) acoplado al polo (232) magnético central en una primera interfaz (235); y
un segundo polo (233) acoplado al polo (232) magnético central en una segunda interfaz (236).

8. Compresor lineal según la reivindicación 7, en el que
la primera interfaz (235) está dispuesta para oscilar en una dirección axial dentro de ambos extremos del primer polo (217) magnético del estator, con el centro de oscilación en el centro del primer polo (217) magnético del estator, y
la segunda interfaz (236) está dispuesta para oscilar en una dirección axial dentro de ambos extremos del segundo polo (218) magnético del estator, con el centro de oscilación en el centro del segundo polo (218) magnético del estator.

9. Compresor lineal según la reivindicación 7 o 8, en el que el primer polo (231) comprende un extremo axialmente opuesto a la primera interfaz (235), y
el extremo del primer polo (231) está dispuesto, en una dirección axial, para ser posicionado hacia fuera que el estator (210) exterior cuando el pistón (130) está posicionado en su punto muerto inferior.

10. Compresor lineal según la reivindicación 9, en el que el extremo del primer polo (231) está dispuesto, en una dirección axial, para ser posicionado de manera correspondiente con o más exterior que el terminal axial del primer polo (217) magnético del estator cuando el pistón (130) está posicionado en su punto muerto superior.

11. Compresor lineal según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que los polos (231, 233) magnéticos de ambos extremos comprenden un primer polo (231) acoplado a un lado del polo (232) magnético central, y al menos una parte del primer polo (231) está posicionada en un entrehierro entre el primer polo (217) magnético del estator y el estator (220) interior.

12. Compresor lineal según la reivindicación 11, en el que los dos polos (231, 233) magnéticos de ambos extremos comprenden además un segundo polo (233) acoplado al otro lado del polo (232) magnético central, y al menos una parte del segundo polo (233) está posicionada en un entrehierro entre el segundo polo (218) magnético del estator y el estator (220) interior.

13. Compresor lineal según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la abertura (219) está definida entre una punta (217a) del primer polo (217) magnético del estator y una punta (218a) del segundo polo (218) magnético del estator, en un lado de un espacio de alojamiento para alojar una bobina.

14. Compresor lineal según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el imán (230) permanente está realizado en un material de ferrita.

15. Compresor lineal según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el pistón (130) y el cilindro (120) están realizados en aluminio o aleación de aluminio.

Fig. 1

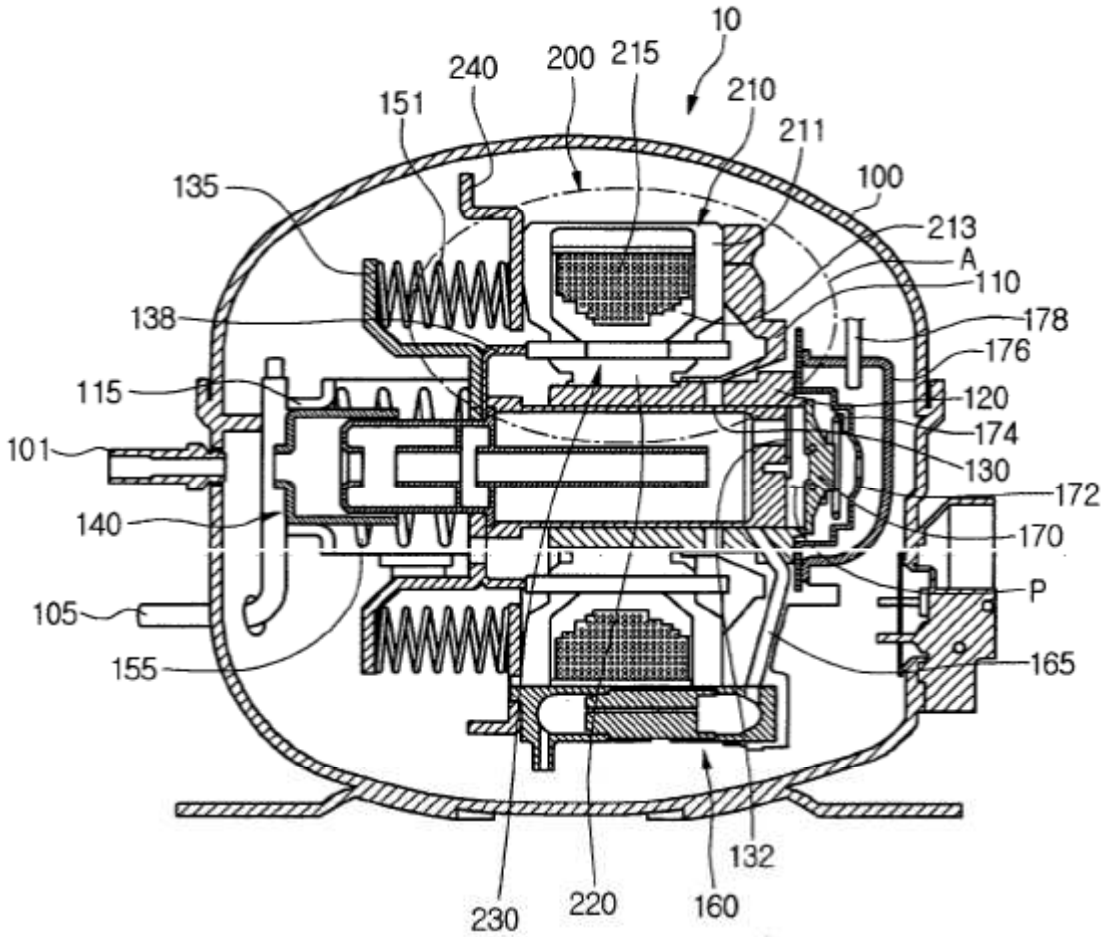

10
240
200
215
210
151
211
135
100
213
A
110
138
178
176
115
120
174
101
130
172
140
170
P
105
165
155
132
230
220
160

Fig. 2

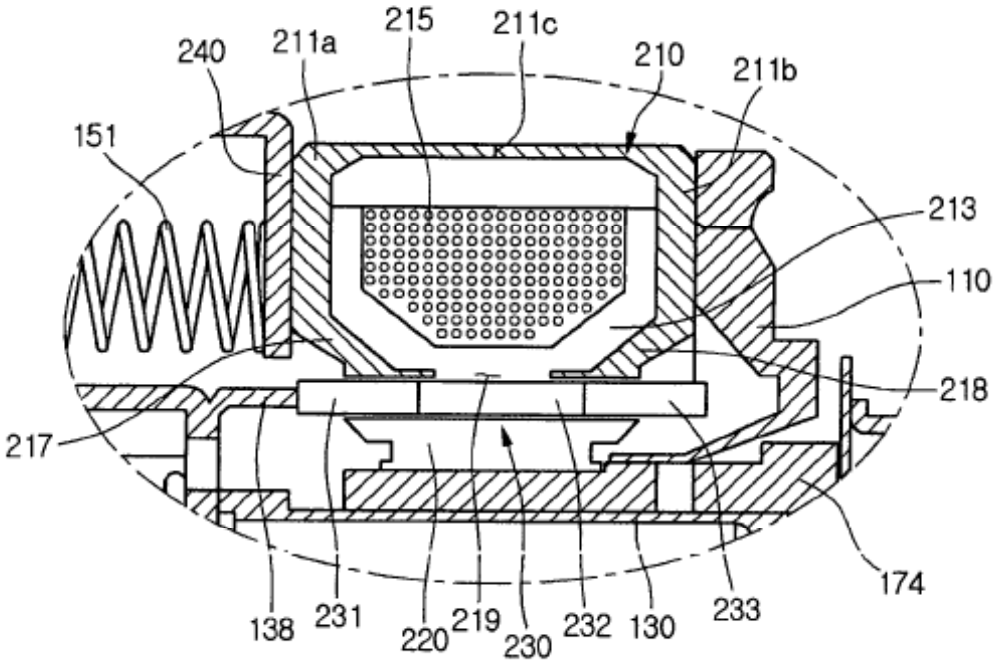

240
211a
215
211c
210
211b
151
213
110
218
217
174
138
231
220
219
230
232
130
233

Fig. 3

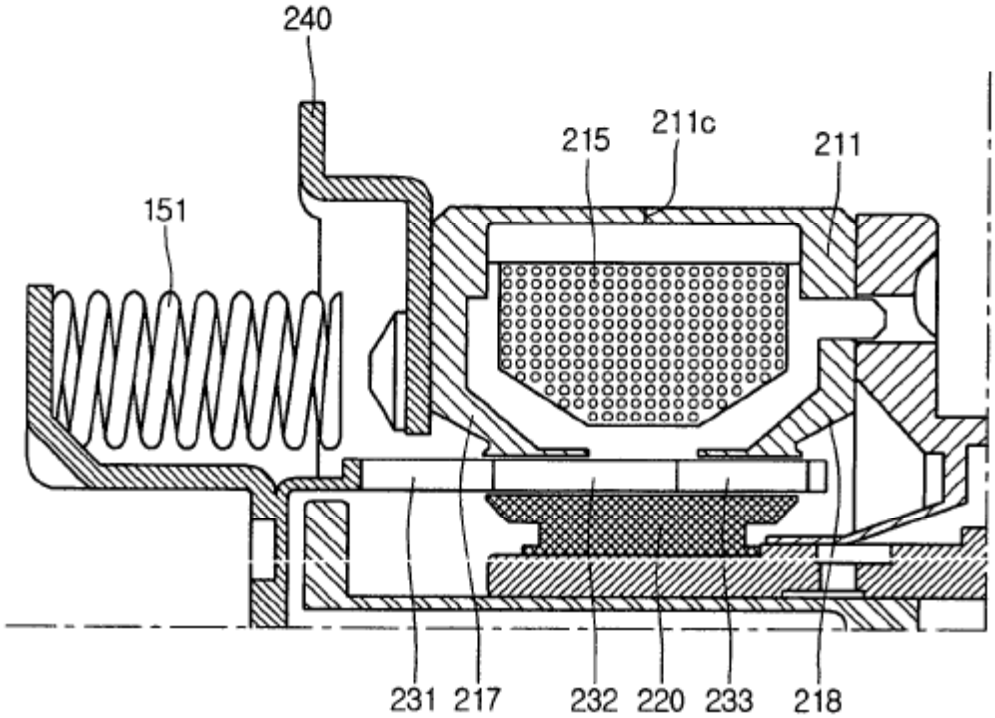


Fig. 4

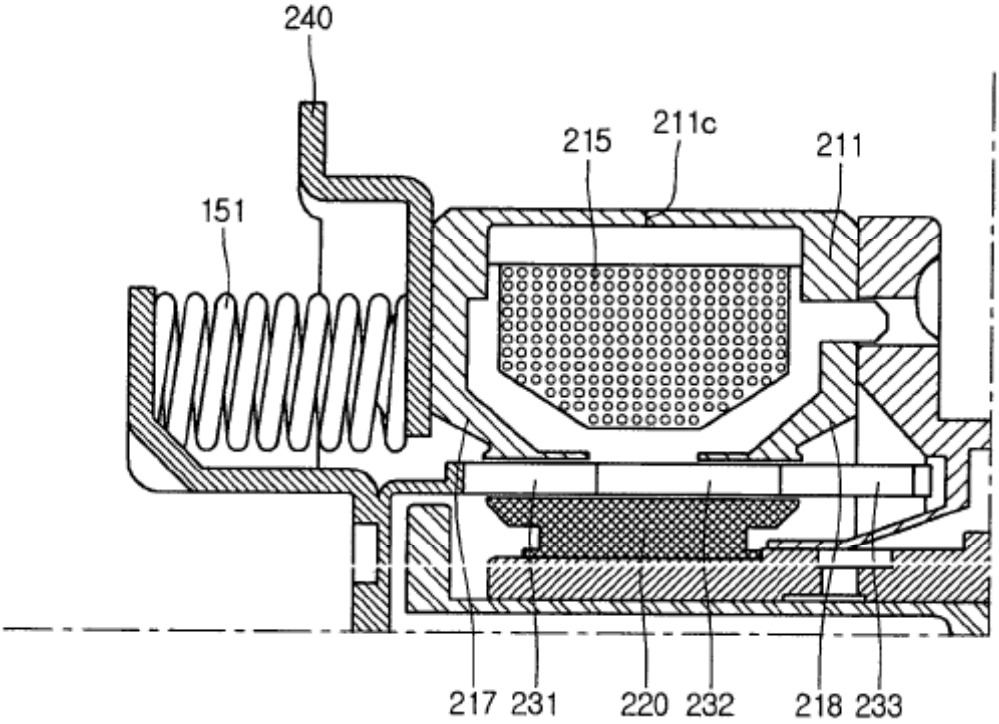


Fig. 5

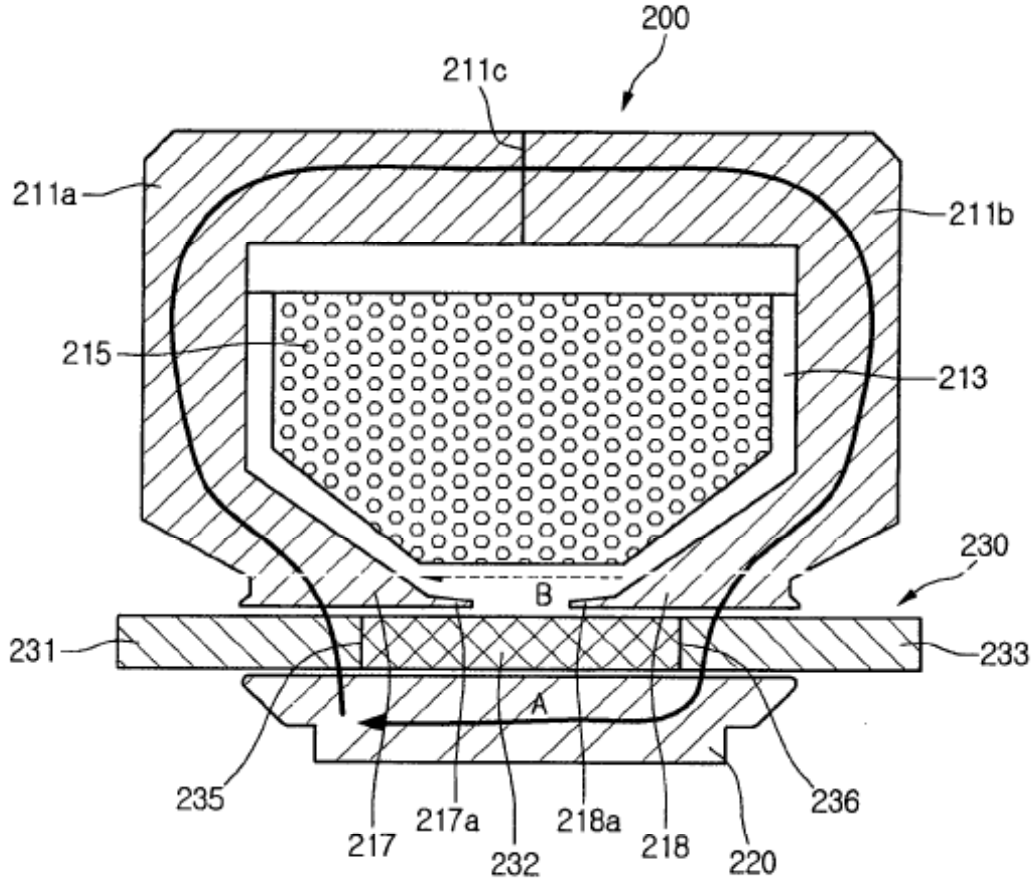

200
211c
211a
211b
215
213
230
B
231
233
A
235
217
217a
232
218a
218
220
236

Fig. 6

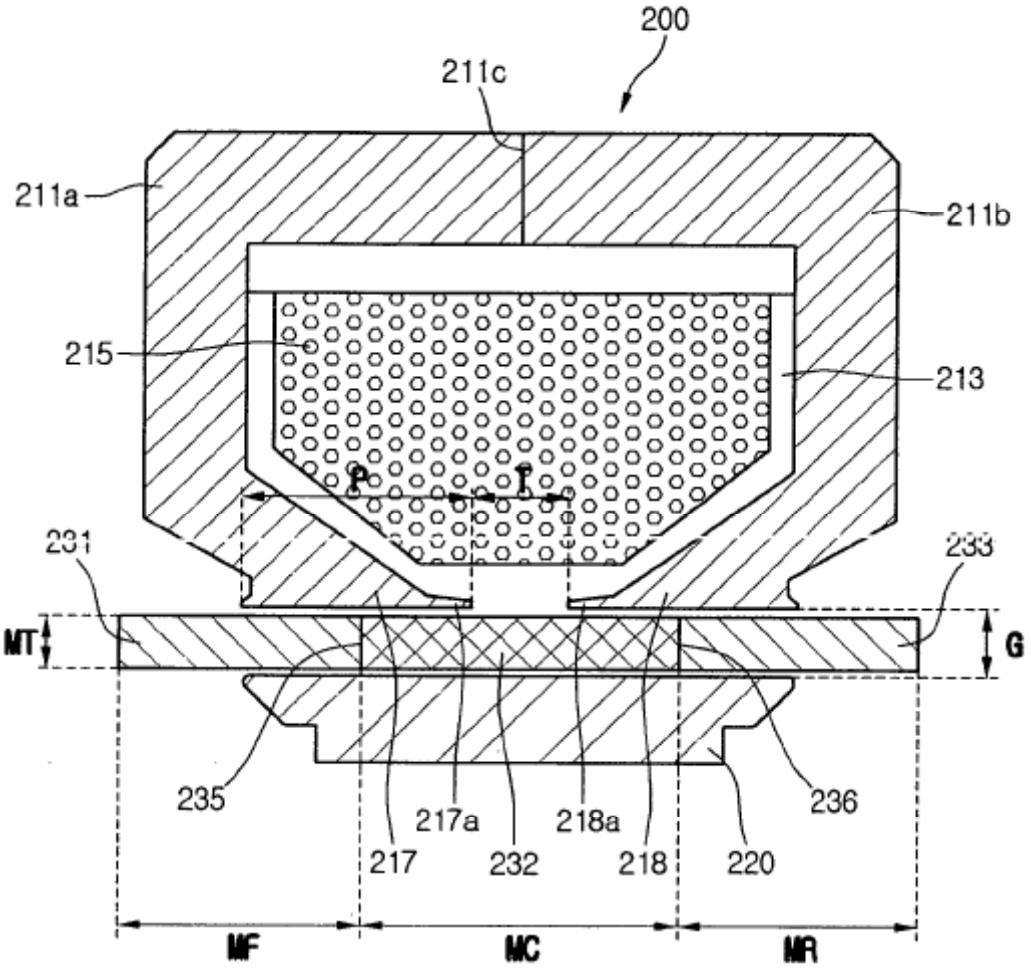

200
211c
211a
211b
215
213
P
I
231
233
MT
G
235
217a
218a
236
217
232
218
220
MF
MC
MR

Fig. 7a

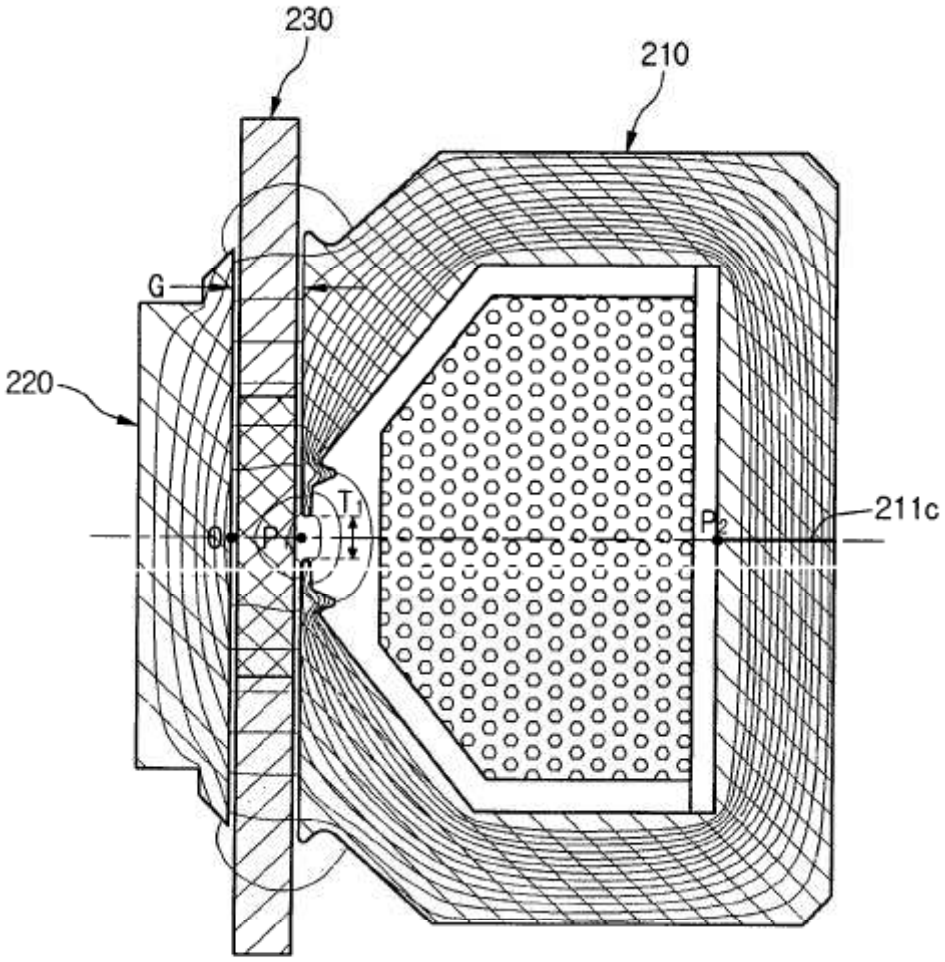


Fig. 7b

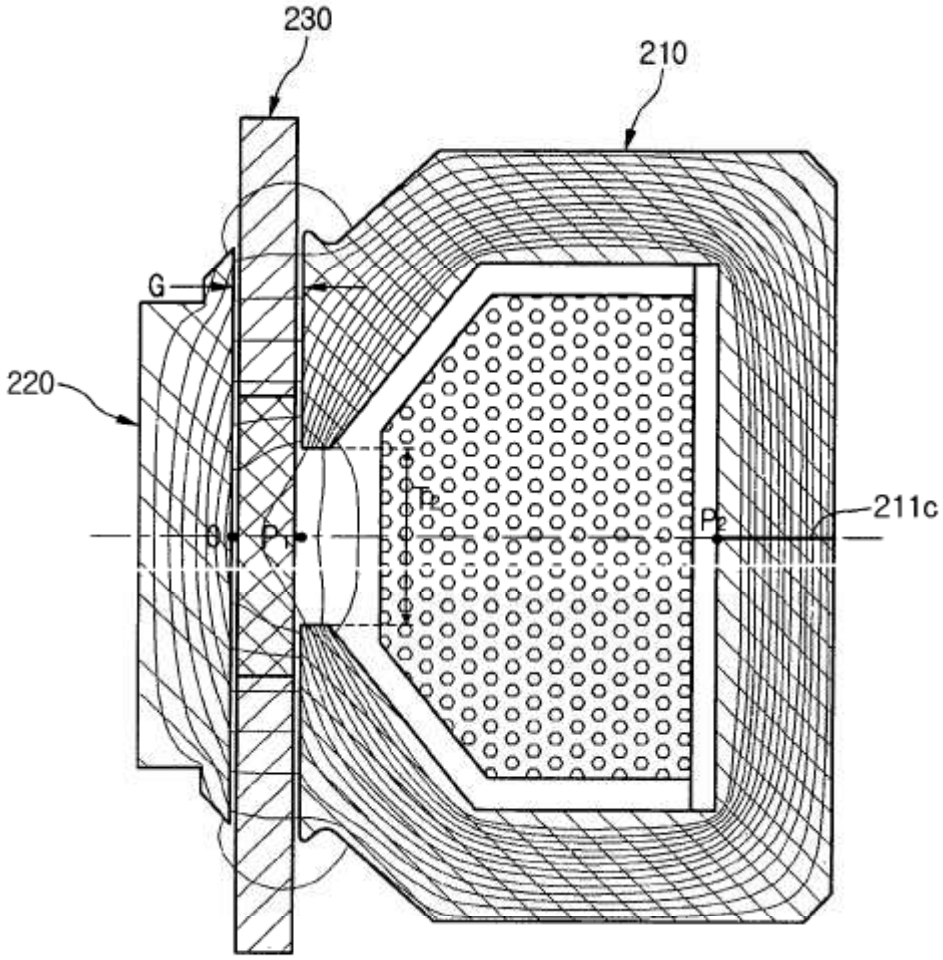


Fig. 7c

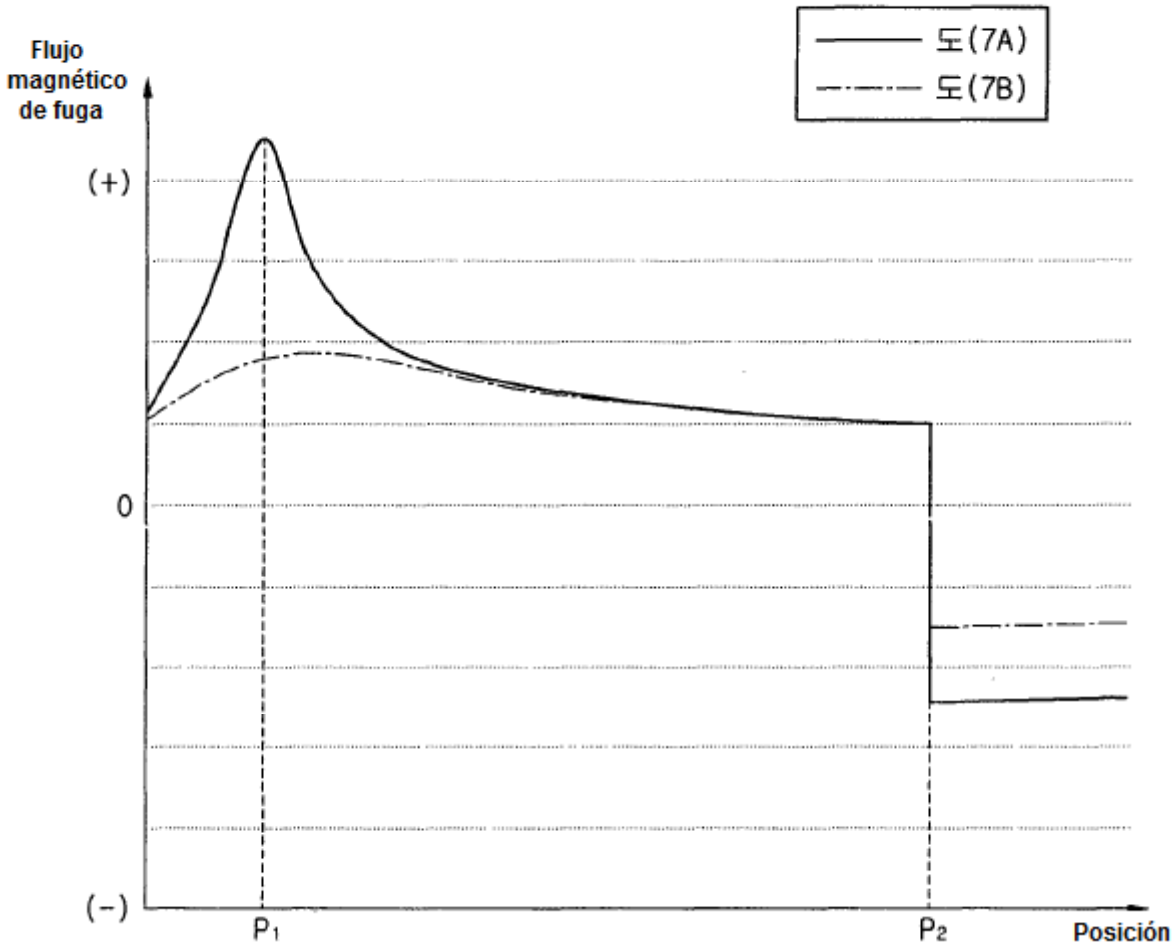


Fig. 8

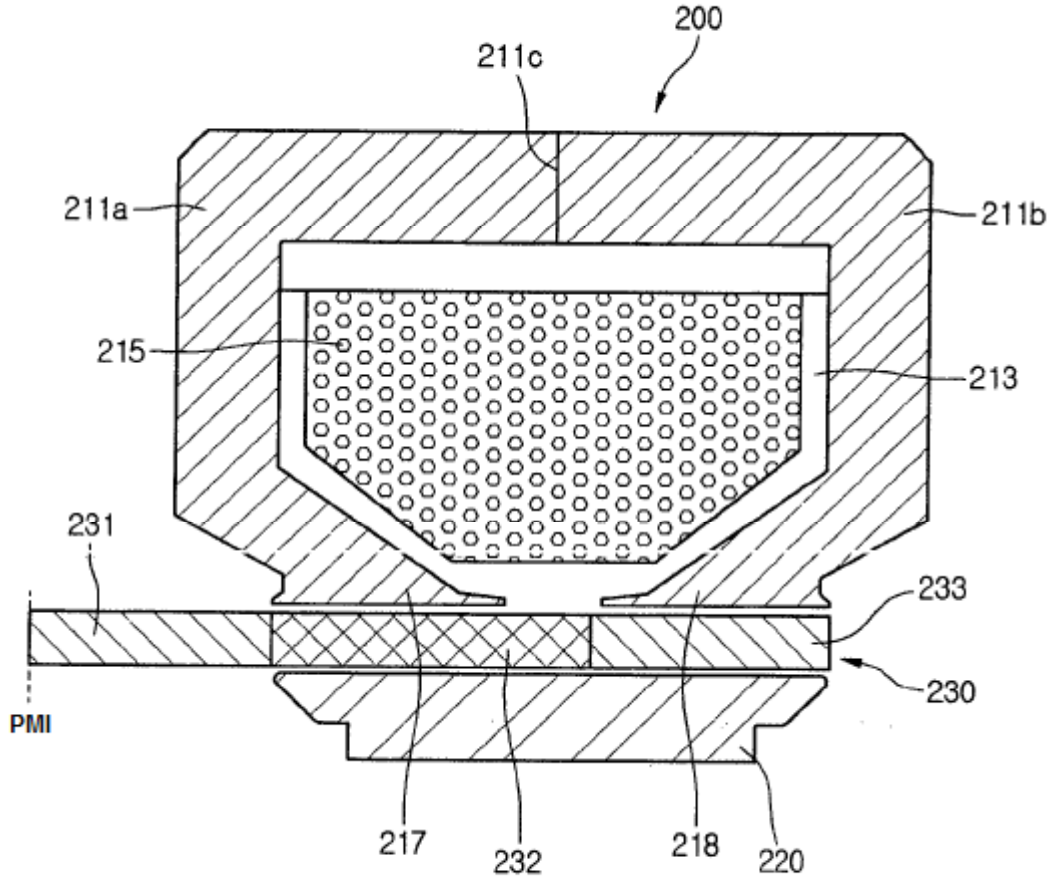


Fig. 9

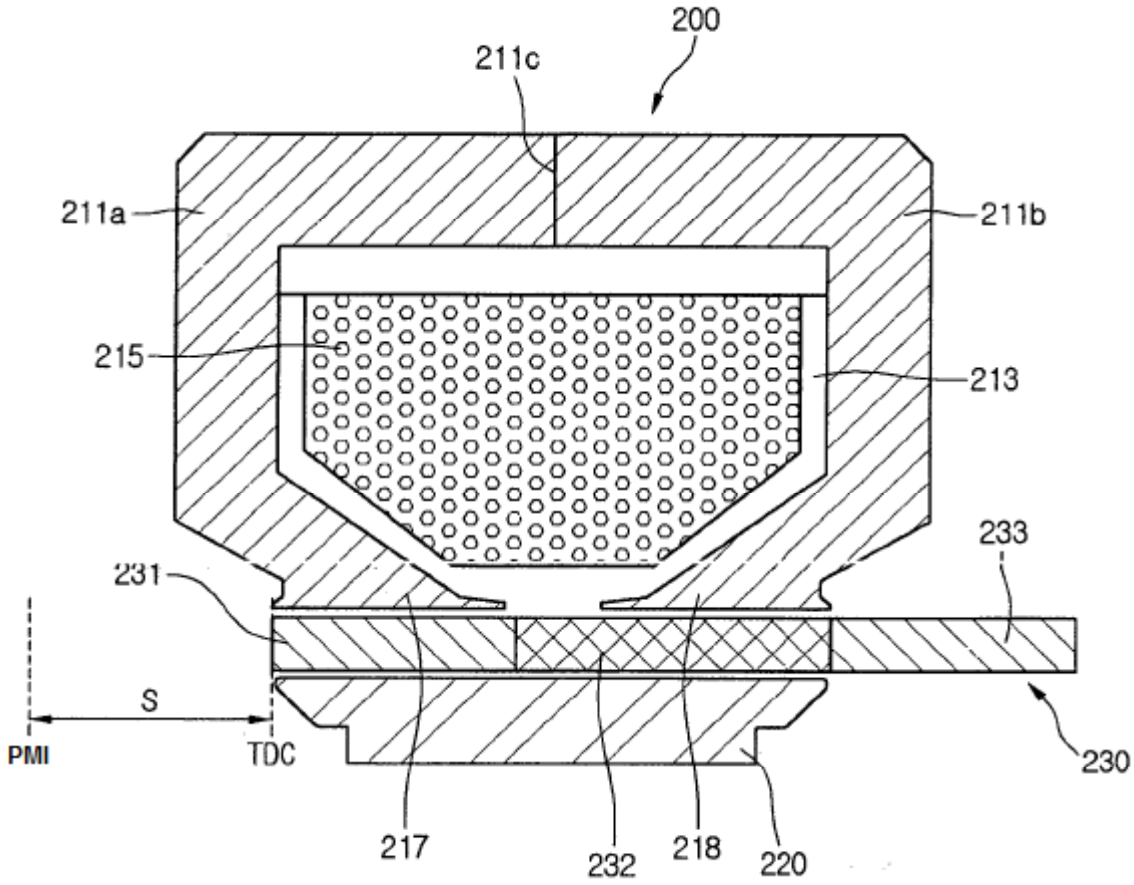


Fig. 10

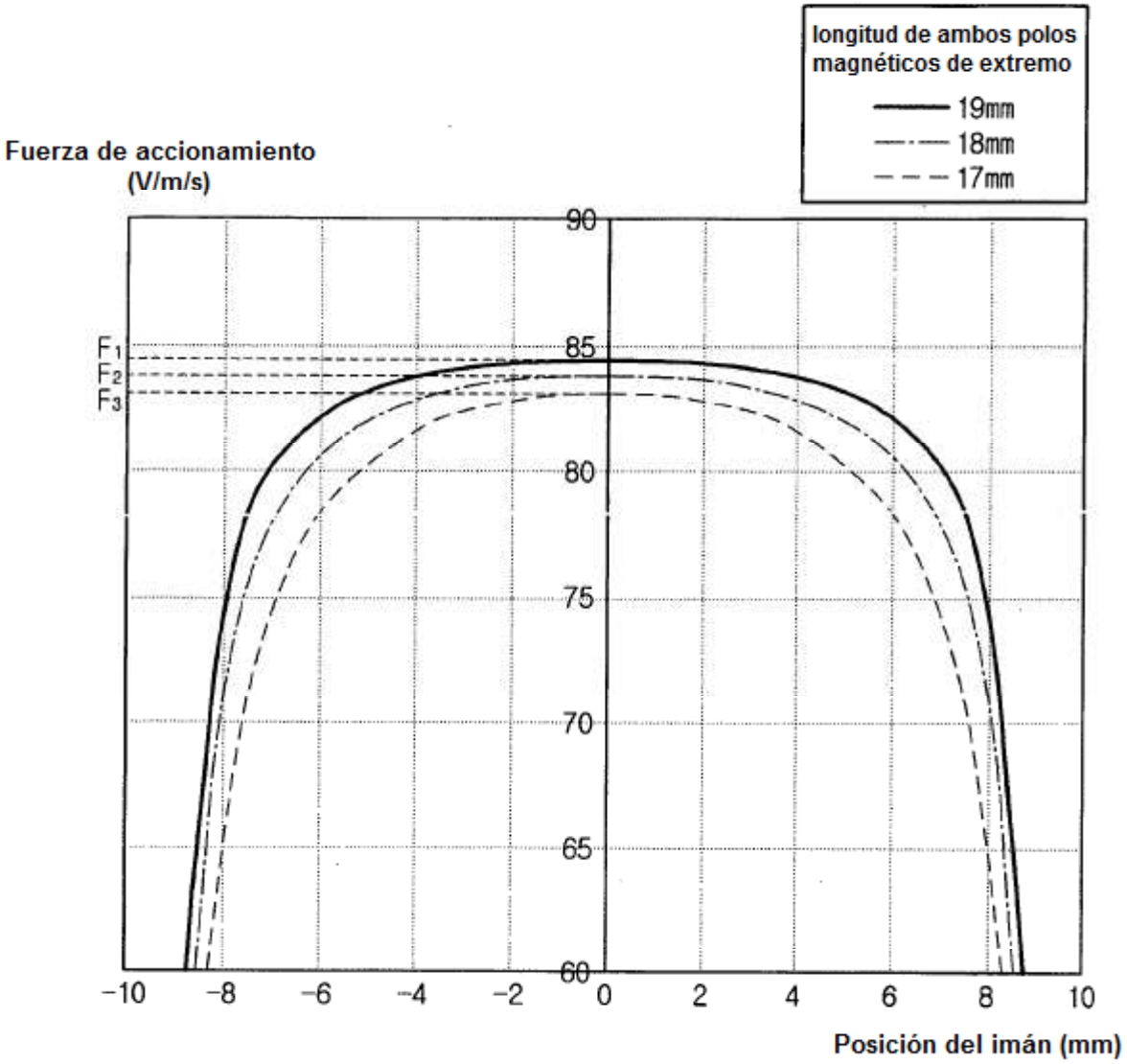

longitud de ambos polos magnéticos de extremo
19mm
18mm
17mm
Fuerza de accionamiento (V/m/s)
F1
F2
F3
90
85
80
75
70
65
60
−10
−8
−6
−4
−2
0
2
4
6
8
10
Posición del imán (mm)

Fig. 11

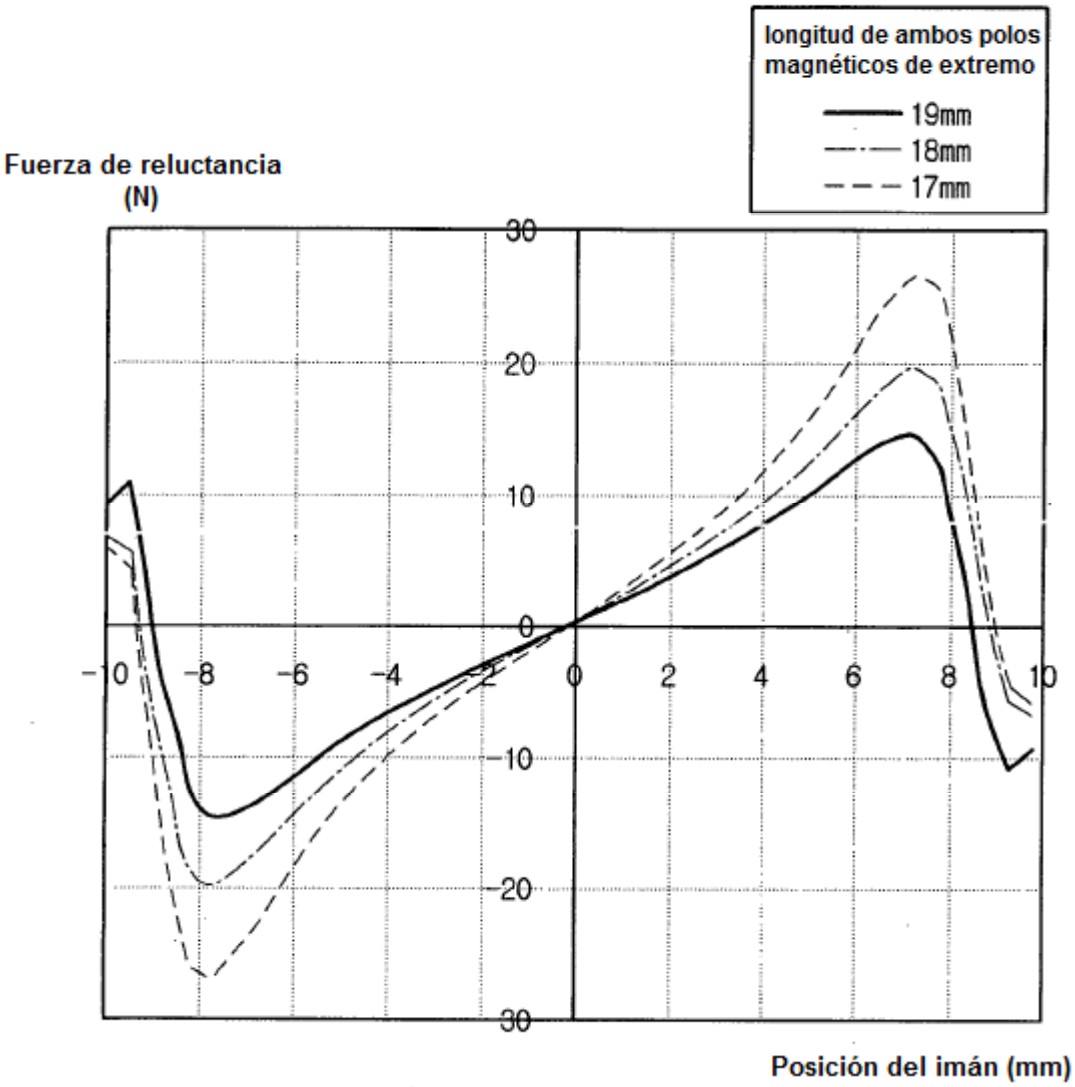

longitud de ambos polos magnéticos de extremo
19mm
18mm
17mm
Fuerza de reluctancia (N)
30
20
10
0
-10
-20
-30
-10
-8
-6
-4
-2
0
2
4
6
8
10
Posición del imán (mm)

Fig. 12

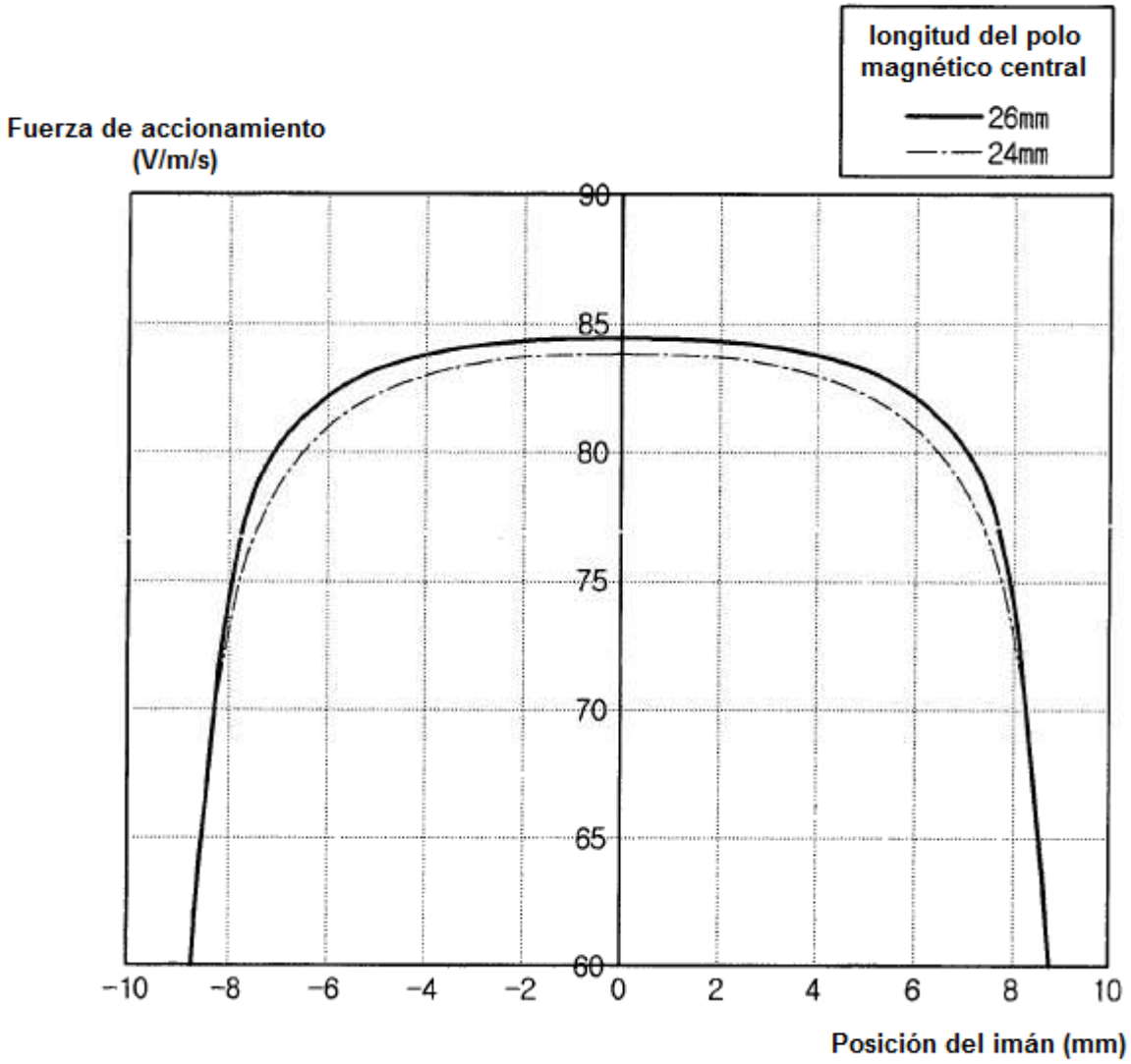
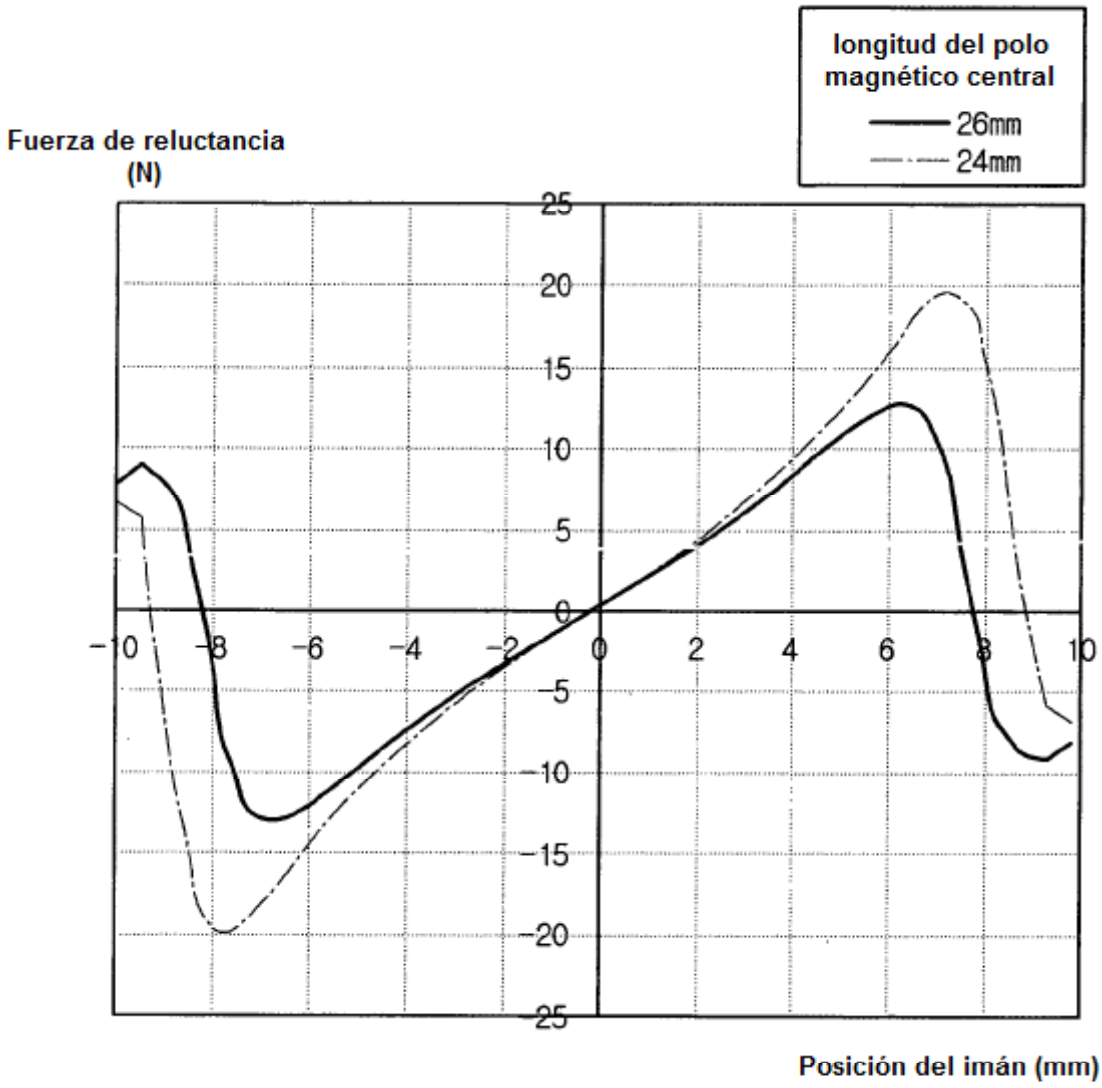

longitud del polo magnético central
26mm
24mm
Fuerza de accionamiento (V/m/s)
90
85
80
75
70
65
60
−10
−8
−6
−4
−2
0
2
4
6
8
10
Posición del imán (mm)

Fig. 13


longitud del polo magnético central
26mm
24mm
Fuerza de reluctancia (N)
25
20
15
10
5
0
-5
-10
-15
-20
-25
-10
-8
-6
-4
-2
0
2
4
6
8
10
Posición del imán (mm)