

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 788 656**

51 Int. Cl.:

**H02K 7/06** (2006.01)  
**H02K 5/10** (2006.01)  
**H02K 5/12** (2006.01)  
**H02K 5/173** (2006.01)  
**H02K 11/225** (2006.01)  
**B61F 5/24** (2006.01)  
**G01D 5/20** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.07.2014 PCT/JP2014/003703**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **22.01.2015 WO15008471**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.07.2014 E 14825671 (2)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.03.2020 EP 3024123**

54 Título: **Actuador lineal y dispositivo de control de oscilación para un vehículo ferroviario**

30 Prioridad:

**16.07.2013 JP 2013147737**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**22.10.2020**

73 Titular/es:

**MOOG JAPAN LTD. (50.0%)**  
**1-8-37, Nishi-shindo Hiratsuka-shi**  
**Kanagawa 254-0019, JP y**  
**NIPPON STEEL CORPORATION (50.0%)**

72 Inventor/es:

**TAMAI, MASAFUMI y**  
**GOTO, OSAMU**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 788 656 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**

Actuador lineal y dispositivo de control de oscilación para un vehículo ferroviario

5 CAMPO TÉCNICO

La presente invención se refiere a un actuador lineal, y en particular se refiere a un actuador lineal que está montado en un vehículo tal como un vehículo ferroviario y utiliza un motor hueco, que amortigua la vibración y la oscilación del vehículo por una fuerza electromagnética, y un controlador de oscilación para un vehículo ferroviario, que tiene el actuador lineal.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Con el fin de suprimir la vibración y la oscilación que se producen durante el desplazamiento de un vehículo, tal como un vehículo ferroviario, se utiliza un actuador lineal. La supresión de la vibración y de la oscilación en una dirección lateral con respecto a la dirección de desplazamiento de un vehículo desempeña un papel importante para proporcionar a los pasajeros un viaje cómodo y mantener condiciones de viaje seguras. En los últimos años, el estudio para suprimir la oscilación y la vibración debido a la influencia de las características aerodinámicas en el momento de viajar a alta velocidad por control activo para mantener estable la actitud del vehículo ha sido especialmente avanzado. Además, en general, un actuador lineal que se utiliza para prevenir la oscilación de un vehículo ferroviario se utiliza bajo una condición en donde el mantenimiento, tal como el intercambio frecuente, no se puede realizar fácilmente. Sin embargo, es necesario mantener la función del actuador lineal de manera estable incluso cuando el actuador lineal se utiliza en condiciones severas de temperatura en las que la variación de temperatura del entorno de instalación y operación es grande (por ejemplo, -20°C a 60°C). Además, un actuador lineal para suprimir la vibración y la oscilación generada durante el desplazamiento de un vehículo ferroviario, necesita instalarse en un espacio limitado entre la plataforma bogie y la carrocería del vehículo ferroviario y, por lo tanto, es necesario que el tamaño del actuador lineal se reduzca para mantener el desplazamiento requerido.

El documento JP 2012/019661 A describe un actuador lineal. El actuador lineal incluye: un cuerpo principal de una estructura hueca que tiene una parte de extremo abierto y una parte de extremo cerrado; un cilindro que está fijado al lado de la parte de extremo cerrado en el cuerpo principal y tiene un extremo abierto en el lado de la parte de extremo abierto; una varilla de movimiento lineal que tiene un extremo extendido desde la parte de extremo abierto del cuerpo principal, y un anillo de desgaste provisto en la sección periférica exterior del otro extremo del mismo, y que está alojado en el cilindro para poder deslizarse en la dirección axial; y un eje hueco que está soportado rotativamente en el cuerpo principal. El actuador lineal se describe de tal manera que el eje hueco tiene un imán permanente en una parte de su superficie periférica exterior, de modo que una sección de devanado provista en una parte de la superficie interna del cuerpo principal, y el imán permanente configuran un motor hueco, de modo que una sección de tuerca fijada coaxialmente al eje hueco, y una sección de husillo de la superficie periférica exterior de la varilla de movimiento lineal se acoplen entre sí para formar un mecanismo de conversión de rotación/movimiento lineal, y de modo que una sección de cierre de aceite de rotación se proporciona con el fin de proporcionar un sellado entre el eje hueco y el cuerpo principal en ambos lados de la dirección axial de la sección de la tuerca. Por lo tanto, se describe un actuador lineal compacto en donde la fuerza de retroceso es pequeña y, en donde apenas se produce adherencia debido a los polvos de abrasión, o similares.

El documento JP 2008/505289 A describe un actuador lineal electromecánico configurado de manera que una tuerca se aloje de forma giratoria en un bastidor, y un motor hueco está configurado por un imán permanente fijado a la periferia exterior de la tuerca, y una bobina fijada a la periferia interior del bastidor, de modo que se forma un roscado en la tuerca, y un husillo de bolas del sistema de transferencia inversa está configurado por el husillo, la tuerca y una pluralidad de bolas que están dispuestas entre el husillo y la tuerca para circular a lo largo de una ranura de bola cooperativa que forma la trayectoria de las bolas, y de tal manera que una varilla fijada al husillo es impulsada en la dirección axial por la rotación del motor hueco.

El documento US 2012/176006 A1 describe una máquina eléctrica que incluye un estátor y un rotor, el estátor que incluye un eje y un conjunto de laminación acoplado al eje y está configurado para rotar con relación al estátor. El conjunto de laminación del rotor incluye, además, una pluralidad de laminaciones que definen la periferia exterior que tiene una superficie exterior y una superficie interior. La solicitud de patente internacional WO 2005/096472 A1 se refiere a un actuador eléctrico que comprende una carcasa que encapsula un miembro giratorio, una o varias disposiciones para generar un campo magnético debido a una corriente eléctrica, un eje desplazable que tiene al menos parcialmente ranuras exteriores, en donde el miembro giratorio tiene una parte con ranuras internas correspondientes a las ranuras del eje. El dispositivo comprende, además, al menos un elemento magnético dispuesto en una superficie externa del miembro giratorio que es prácticamente perpendicular a la dirección de extensión de dichas ranuras.

SUMARIO DE LA INVENCION

Problema técnico

En el actuador lineal del documento JP 2012/019661 A, la sección de conversión de rotación/movimiento lineal está fijada al cuerpo principal, en donde la varilla está enganchada internamente con la sección de conversión de rotación/movimiento lineal para desplazarse linealmente hacia adelante y hacia atrás con respecto a la sección de conversión de rotación/movimiento lineal (cuerpo principal). Las roscas de los husillos correspondientes a la longitud de la carrera se proporcionan en la superficie exterior de la sección de la varilla acoplada con la sección de conversión de rotación/movimiento lineal.

Por lo tanto, para mantener la estanqueidad del aire en el actuador, se requiere que el actuador esté configurado de manera tal que la estanqueidad del aire se mantenga en partes que están ubicadas, respectivamente, en los lados delantero y posterior del mecanismo de rotación/movimiento lineal, y que están separados entre sí por una distancia más larga que la longitud del desplazamiento. Por lo tanto, existe una limitación en la reducción de la longitud total del aparato.

Además, en el actuador lineal, de conformidad con el documento JP 2008/505289 A, puesto que el husillo de bola del sistema de transferencia inversa, como un mecanismo de conversión de rotación/movimiento lineal, está fijado a la varilla que se desplaza linealmente, las roscas de los husillos correspondientes a la longitud de la carrera se forman en la superficie periférica interior de la sección de tuerca, y no se forma rosca de husillo en la periferia exterior de la sección de la varilla. Por lo tanto, se puede formar una sección de sellado de la sección de varilla en la parte de extremo de la sección de tuerca y, por lo tanto, se puede reducir la longitud total. Sin embargo, en la sección final opuesta al lado de expansión y contracción de la varilla, se forma un mecanismo para detectar el ángulo de rotación de la sección de tuerca y, por lo tanto, se restringe la reducción de la longitud del aparato.

La presente invención proporciona un actuador lineal que no requiere un aparato externo, tal como un generador de presión, además del cuerpo principal del actuador lineal y tampoco requiere la instalación de tuberías para fluido presurizado que sirva como accionamiento fuente requerido en un controlador que utiliza fluido presurizado, y que por lo tanto puede reducirse reduciendo la longitud total y el diámetro exterior del mismo. Un objeto de la presente invención es proporcionar un actuador lineal que tenga la función de actuar aplicando la fuerza de accionamiento o la fuerza de amortiguación deseadas, y que, cuando la función como actuador no sea necesaria, pueda accionarse fácilmente sin aplicar una gran carga (fuerza de retroceso) a la fuerza externa, y también está hecho para funcionar de manera estable con baja fuerza de retroceso, incluso bajo una condición de uso severa donde es difícil realizar el mantenimiento, tal como la sustitución frecuente, y donde el cambio de temperatura en la instalación y uso del entorno es grande (-20°C a 60°C) y para mantener la funcionalidad del actuador lineal incluso en condiciones de uso severo en donde el intervalo de mantenimiento sea largo.

Solución al problema

El actuador lineal de la presente invención tiene las siguientes características.

El actuador lineal incluye: un rotor hueco que tiene un imán permanente fijado a una parte de la superficie periférica externa del mismo, y una ranura en espiral formada en la superficie periférica interna del mismo, y tiene una estructura hueca que tiene una parte de extremo abierto y una parte de extremo cerrada;

un cuerpo principal que tiene una estructura hueca que tiene una parte de extremo abierto y una parte de extremo cerrada, y en el cual el rotor hueco está soportado y alojado de manera que pueda girar alrededor del eje de rotación del rotor hueco, y que tenga un devanado del estátor en una posición frente al imán permanente del rotor hueco;

una sección de conversión de rotación/movimiento lineal que está dispuesta en la estructura hueca del rotor hueco y está acoplada con la ranura espiral para desplazarse linealmente en la dirección axial del rotor hueco por la rotación de este rotor hueco;

una varilla de movimiento lineal que tiene una parte de extremo fijada a la sección de conversión de rotación/movimiento lineal, y la otra parte de extremo extendida desde la parte de extremo abierto del cuerpo principal, y tiene, en la periferia exterior del mismo, una sección de deslizamiento hecha para deslizarse en la dirección axial a través de un retén de aceite de movimiento lineal dispuesto en la parte de extremo abierto del cuerpo principal, de modo que el retén de aceite de movimiento lineal y la sección de deslizamiento cooperen entre sí para formar un espacio sellado en el interior del cuerpo principal; y

un dispositivo de resolución de tipo segmental que está configurado mediante un rotor del dispositivo de resolución fijado al lado externo radial de la superficie periférica externa del rotor hueco y al lado de la parte de extremo abierto de la superficie extrema de la parte de extremo cerrado del rotor hueco, y un estátor del dispositivo de resolución está fijado al cuerpo principal en una parte del margen angular alrededor del eje de rotación del rotor hueco y en el lado externo radial del rotor del dispositivo de resolución,

el actuador lineal está configurado de tal manera que: el imán permanente y el devanado del estátor configuran un motor hueco;

5 el cuerpo principal incluye primeros medios de soporte giratorio que, en el lado de la parte de extremo abierto de la parte formada con el motor hueco, soporta el rotor hueco con el fin de permitir que el rotor hueco gire alrededor del eje de rotación del rotor hueco con respecto al cuerpo principal, y el segundo medio de soporte giratorio que, en la parte de extremo cerrado del cuerpo principal, soporta la parte de extremo cerrado del rotor hueco para permitir que el rotor hueco gire alrededor del eje de rotación del rotor hueco; y

la totalidad del rotor hueco está alojada en el espacio sellado;

10 caracterizado por cuanto que

la varilla de movimiento lineal incluye una estructura hueca que tiene una abertura en una parte de extremo posterior tal como el lado de la parte de extremo cerrado del rotor hueco, en donde

15 el espacio sellado, formado por carcasas, y mediante el retén de aceite de movimiento lineal y la sección de deslizamiento de la varilla de movimiento lineal, que se instalan en la abertura de una sección frontal de la carcasa, se divide en dos zonas por un retén laberíntico sin contacto,

20 en donde las dos zonas incluyen: una zona en donde se instala la sección de conversión de rotación/movimiento lineal, y en donde se generan con mayor frecuencia polvos de abrasión, y una zona en donde se instalan el imán permanente y el devanado del estátor, y en donde el gas inerte o el aire se utiliza como gas en la zona sellada.

25 Un controlador de oscilación para un vehículo ferroviario según la presente invención incluye el actuador lineal instalado entre la plataforma bogie y la carrocería del vehículo ferroviario, y un controlador que controla activamente el accionamiento del actuador lineal para suprimir la oscilación de la carrocería del vehículo.

Efectos ventajosos de la invención

30 El actuador lineal de la presente invención, que está configurado de tal manera que no se requiere un aparato externo además del cuerpo principal, y que no es necesario instalar tuberías de fluido a presión desde una fuente de accionamiento requerida en el caso de un controlador que utiliza fluido presurizado y, por lo tanto, la longitud total y el diámetro exterior pueden reducirse, proporcionando una función tal como un actuador que aplica la fuerza de accionamiento o la fuerza de amortiguación deseadas. Además, el actuador lineal está configurado, cuando no se requiere la función de actuador, para poder ser impulsado fácilmente sin aplicar una gran carga (fuerza de retroceso) a la fuerza externa. Además, el actuador lineal realiza funciones estables independientemente de los entornos de uso, tal como la temperatura.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

40 La Figura 1 es una vista en planta de un actuador lineal de la presente invención cuando el actuador lineal tiene una carrera mínima.

La Figura 2 es una vista lateral del actuador lineal de la presente invención cuando el actuador lineal tiene una carrera mínima.

45 La Figura 3 es una vista en sección tomada a lo largo de la línea III-III de la Figura 2 cuando el actuador lineal de la presente invención tiene una carrera mínima.

50 La Figura 4 es una vista en sección del actuador lineal de la presente invención cuando el actuador lineal tiene una carrera máxima.

La Figura 5 es una vista esquemática de un dispositivo de resolución de tipo segmental del actuador lineal de la presente invención.

55 La Figura 6 es una vista que muestra una configuración esquemática de un controlador de oscilación para un vehículo ferroviario, al que se aplica el actuador lineal de la presente invención.

#### DESCRIPCIÓN DE FORMAS DE REALIZACIÓN

60 A continuación, se describirá un actuador lineal según la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos.

Forma de realización 1

65 La Figura 1 es una vista en planta de un actuador lineal de la presente forma de realización cuando el actuador lineal tiene una carrera mínima. La Figura 2 es una vista lateral del actuador lineal de la presente forma de realización cuando el actuador lineal tiene una carrera mínima. En el actuador lineal de la presente forma de realización, se proporcionan rodamientos esféricos 1a y 1b para conectar la carrocería de un vehículo y una plataforma bogie

ferroviaria en ambos extremos de la dirección de conducción. Una varilla de movimiento lineal 2 se extiende/aloja con respecto a un rotor hueco (sección de tuerca) 10 que se describirá a continuación, y que está alojado en las carcavas 20, 21 y 22, y por lo tanto se cambia el intervalo entre los rodamientos esféricos 1a y 1b es. Una parte de las carcavas (20, 21, 22), que aloja partes principales del actuador de la presente forma de realización, incluye una caja de terminales 18 que tiene un perfil que sobresale hacia el lado (en la dirección perpendicular a la dirección axial del rotor hueco). Un cable de alimentación de energía y un cable de control se utilizan en el actuador lineal desde un soporte de cable 18a.

La Figura 3 es una vista en sección tomada a lo largo de la línea III-III en la Figura 2 cuando el actuador lineal de la presente forma de realización tiene una carrera mínima. La Figura 4 es una vista en sección del actuador lineal de la presente forma de realización cuando el actuador lineal tiene una carrera máxima.

El actuador lineal de la presente invención incluye las carcavas (cuerpos principales) 20, 21 y 22 que se alojan en las partes principales en un estado hermético, y el rotor hueco (sección de tuerca) 10 que está alojado de forma giratoria en las carcavas 20, 21 y 22. Además, el actuador lineal de la presente invención incluye: una sección de conversión de movimiento lineal/rotación 7 que está dispuesta en la sección hueca del rotor hueco 10, y que está acoplada con una ranura en espiral formada en la superficie periférica interior del rotor hueco 10, para que se desplace linealmente en la dirección axial en el rotor hueco mediante la rotación del rotor hueco 10; y la varilla de movimiento lineal 2 que está conectada a la sección de conversión de rotación/movimiento lineal 7, y que está extendida/alojada, de manera hermética, con respecto a las carcavas de conformidad con el movimiento lineal de la sección de conversión de rotación/movimiento lineal 7. Además, el actuador lineal de la presente invención incluye el primer rodamiento esférico 1a y el segundo rodamiento esférico 1b que se proporcionan, respectivamente, en una parte de extremo del lado de extensión de la varilla de movimiento lineal 2 y en la sección posterior de la carcava 22. Cuando el actuador lineal se utiliza como un actuador para evitar la oscilación de un vehículo ferroviario, el actuador lineal está conectado a la carrocería del vehículo y a la plataforma bogie del vehículo ferroviario a través de los rodamientos esféricos 1a y 1b.

A continuación, para hacer la descripción más sencilla, el lado en donde la varilla de movimiento lineal 2 se extiende desde el rotor hueco, es decir, el lado del primer rodamiento esférico en la Figura 3 se describe como el lado frontal y el lado del segundo rodamiento esférico 1b en la Figura 3 se describe como el lado posterior.

El rotor hueco 10 tiene una parte de extremo abierto en el lado frontal del mismo y una parte de extremo cerrado en el lado posterior del mismo, y está alojado y fijado en la carcava por un rodamiento angular 9 (primer medio de rodamiento giratorio) para girar alrededor del eje giratorio del rotor hueco con respecto a la carcava. El rodamiento angular 9 está fijado al rotor hueco 10 por una tuerca de fijación del rodamiento 8a, y está fijado a la sección central de la carcava 21 por una tuerca de fijación del rodamiento 8b. La fuerza aplicada en la dirección axial del actuador lineal (fuerza recibida por los primero y segundo rodamientos esféricos 1a y 1b) es recibida por el primer rodamiento esférico 1a, la varilla de movimiento lineal 2, la sección de conversión de rotación/movimiento lineal 7, el rotor hueco 10, el rodamiento angular 9, la sección central 21 de la carcava, la sección posterior 22 de la carcava y el segundo rodamiento esférico 1b.

Se instala un imán permanente 12 en una parte de la superficie periférica exterior del rotor hueco 10 y en el lado posterior de la posición en donde se fija el rodamiento angular 9. Un devanado del estátor 11, que está separado por un espacio predeterminado desde el imán permanente del rotor 12, se instala en una posición orientada hacia el imán permanente 12 en la superficie periférica interior de la sección central de la carcava 21. Un motor hueco está configurado por el devanado del estátor 11 y el imán permanente 12.

La sección de conversión de rotación/movimiento lineal 7 se acopla con una sección de ranura formada en la superficie periférica interna del rotor hueco 10, y por lo tanto está configurado un mecanismo, en donde la sección de conversión de rotación/movimiento lineal 7 se desplaza linealmente por rotación del rotor hueco 10 en la dirección axial en el rotor hueco 10. Un mecanismo conocido, que convierte la rotación en movimiento lineal, puede aplicarse como la sección de conversión de rotación/movimiento lineal 7. Por ejemplo, la sección de conversión de rotación/movimiento lineal 7 puede configurarse mediante un husillo de rodillos planetarios, o puede ser una estructura de husillos de bolas en donde las bolas se hacen circular entre una sección de ranura formada en la superficie periférica interior del rotor hueco 10, y una sección de ranura formada en la superficie periférica exterior de la sección de conversión de rotación/movimiento lineal 7.

El lado frontal de la varilla de movimiento lineal 2 se extiende hacia el exterior de la carcava desde la parte de extremo abierto de la sección frontal de la carcava 20. La parte de extremo frontal, que es un extremo de la varilla de movimiento lineal 2, está conectada al rodamiento esférico 1a, y la parte de extremo posterior, que es el otro extremo de la varilla de movimiento lineal 2, está fijada a la sección de conversión de rotación/movimiento lineal 7. La varilla de movimiento lineal 2 incluye una sección de deslizamiento 6 que coopera con un el retén de aceite de movimiento lineal 3 de la sección frontal de la carcava 20 y por lo tanto se desliza en la dirección axial de manera hermética. El interior de la estructura hueca formada por las carcavas 20, 21 y 22 está sellado por el retén de aceite de movimiento lineal 3 instalado en la abertura de la sección frontal 20 de la carcava y la sección de deslizamiento 6 de la varilla de movimiento lineal 2. La varilla de movimiento lineal 2 está soportada por un rodamiento de movimiento lineal 4 de la sección frontal de la carcava 20 para que pueda desplazarse linealmente en la dirección axial. Una tapa extrema del rotor 17 está

fijada en el lado del extremo posterior del rotor hueco 10, y de este modo, el lado del extremo posterior está sellado para configurar una parte de extremo cerrado. El lado posterior de la tapa extrema del rotor está soportado por un rodamiento 16 (segundo medio de soporte giratorio) fijado a una zona rebajada de recepción del rodamiento 22a que se forma (empotra) en la superficie interna (pared interna) de la sección posterior de la carcasa 22 que configura la parte de extremo de la carcasa. De este modo, la parte de extremo posterior, que es la parte de extremo cerrado del rotor hueco 10, se soporta de forma giratoria alrededor del eje de rotación del rotor hueco 10 con respecto a la parte de extremo cerrado de la carcasa 22. Con esta configuración, por el retén de aceite de movimiento lineal 3 instalado en la abertura de la sección frontal de la carcasa 20, y la sección de deslizamiento 6 de la varilla de movimiento lineal 2, el rotor hueco 10 en su conjunto está configurado para alojarse en una estructura hueca (espacio sellado) formado por las carcasas 20, 21 y 22. El retén de aceite de movimiento lineal 3 es solamente el mecanismo de retén deslizante con respecto a la operación (movimiento lineal de la varilla de movimiento lineal 2 y rotación del rotor hueco 10) del actuador lineal. El rotor hueco 10 está conectado mecánicamente, solamente por el mecanismo de rodamiento, a las partes no giratorias, tales como las carcasas 20, 21, 22 y la varilla de movimiento lineal 2. Es decir, el rotor hueco 10 no está provisto del mecanismo de sellado deslizante entre sí mismo y las partes no giratorias (la carcasa, la varilla de movimiento lineal) que no giran con la rotación del rotor hueco 10. Con esta configuración, cuando se apaga la potencia del actuador lineal, el actuador lineal puede ser impulsado al estado en que una carga (fuerza de retroceso) aplicada a la fuerza externa se reduce tanto como sea posible.

En el actuador lineal de la presente forma de realización, el ángulo de rotación del rotor hueco 10 es detectado por un dispositivo de resolución de tipo segmental 13 y 14. La Figura 5 muestra un ejemplo del dispositivo de resolución de tipo segmental 13 y 14. La sección del rotor del dispositivo de resolución 14 de un dispositivo de resolución VR de tipo segmental (dispositivo de resolución de tipo de reluctancia variable de tipo segmental) se fija sobre la totalidad de la circunferencia en el lado de la parte de extremo abierto de la superficie extrema de la parte de extremo cerrado del rotor hueco 10, y en el lado radialmente exterior de la superficie periférica exterior del rotor hueco 10. En la presente forma de realización, la sección del rotor del dispositivo de resolución 14 está fijada e instalada en la tapa extrema del rotor 17 fijada al lado de la parte de extremo posterior del rotor hueco 10. Además, tal como se muestra en la Figura 5, la sección del estátor del dispositivo de resolución 13 del dispositivo de resolución de tipo segmental está dispuesta solamente en una parte del margen del ángulo de rotación alrededor del eje del rotor hueco 10. Concretamente, tal como se muestra en la Figura 3 y en la Figura 4, una sección de devanado 13a es proporcionada en la posición correspondiente a cada uno de los sensores 13 y dispuestos en la caja de terminales en donde se disponen la fuente de alimentación de energía y el cable de señal. De este modo, el ángulo de rotación del rotor hueco se detecta y se envía a un controlador (no ilustrado) para ser utilizado para el control del accionamiento del motor.

Los medios de detección del ángulo de rotación en el actuador lineal de la presente invención no están dispuestos de manera que se extiendan al lado de la parte posterior de la dirección axial del rotor hueco, y por lo tanto es posible realizar una reducción en la dirección axial. También en la dirección radial, la sección del estátor del dispositivo de resolución 13 no está dispuesta alrededor de toda la periferia, sino que está dispuesta solamente en una posición correspondiente a una parte predeterminada del ángulo de rotación, y por lo tanto también es posible realizar una reducción en la dirección radial en el mismo tiempo con reducción de tamaño en la dirección axial. Además, la sección del estátor del dispositivo de resolución 13 dispuesta solamente en el margen de ángulo de rotación predeterminado está configurada para estar dispuesta en el interior de la caja de terminales 18 formada para proyectarse a la parte lateral de la carcasa del actuador lineal. Esto elimina la necesidad de que el actuador lineal se extienda en la dirección radial del mismo para la disposición de la sección del estátor del dispositivo de resolución 13 y, por lo tanto, es posible realizar una reducción en la dirección radial del eje de rotación del aparato. Se supone que el actuador lineal de la presente invención se utiliza para un controlador de oscilación para un vehículo ferroviario y tiene como objetivo controlar la fuerza de rotación. Por lo tanto, el actuador lineal no tiene como objetivo proporcionar un posicionamiento preciso y, por lo tanto, no requiere una detección precisa del ángulo de rotación. Por esta razón, tal como se describe en la presente invención, los medios de detección del ángulo de rotación no necesitan tener una configuración que tenga una sección del estátor del dispositivo de resolución que sea un terminal de detección para la totalidad de la circunferencia del ángulo de rotación, y por lo tanto la sección de detección dispuesta solamente en una parte de los ángulos de rotación, tal como se describe en la presente invención, puede alcanzar el propósito tal como el medio de detección de rotación. El deterioro de la eficiencia debido a un error de un ángulo detectado es  $\cos$  (error del ángulo eléctrico). Por lo tanto, a modo de ejemplo, incluso cuando el error detectado es de 10 grados en ángulo eléctrico, el deterioro de la eficiencia es de aproximadamente 1.5% y, por lo tanto, la influencia del error del ángulo detectado es insignificante en el controlador de oscilación para el vehículo ferroviario, que no es utilizable para el control de posición, pero se utiliza para el control de la fuerza.

En la presente forma de realización, el dispositivo de resolución de tipo segmental VR se ejemplifica como el medio de detección del ángulo de rotación, pero la presente invención no se limita a ello. A modo de ejemplo, incluso cuando un sensor de corriente parásita de Foucault configura un medio de detección de ángulo de rotación similar, se puede obtener el efecto de la presente invención. En el caso en donde se utiliza el sensor de corriente parásita, en lugar del dispositivo de resolución VR de tipo segmental, el efecto de la presente invención se puede obtener utilizando un sensor de ángulo de rotación configurado de tal manera que una estructura de conductores que genere un cambio de inductancia debido a un corriente parásita periódica basada en el ángulo de rotación en la dirección circunferencial, y el sensor de corriente parásita fijado al cuerpo principal en una parte del margen angular alrededor del eje de rotación del rotor hueco 10 en el lado externo de la dirección radial del rotor del dispositivo de resolución 14, estén dispuestos

en el lado de la parte de extremo abierto de la superficie extrema de la parte de extremo cerrado del rotor hueco 10, y en el lado radialmente exterior de la superficie periférica exterior del rotor hueco 10. Es decir, es posible realizar una reducción de tamaño en la dirección radial y en la dirección axial del actuador lineal.

5 Como el imán permanente 12 y el devanado del estátor 11 están fuertemente magnetizados, es necesario que los polvos de abrasión se generen por secciones deslizantes (el retén de aceite de movimiento lineal 3 y la sección de deslizamiento 6) en la zona sellada 5, secciones de rodamiento (rodamiento angular 9, sección de conversión de rotación/movimiento lineal 7, rodamiento 16), y similares, adhiriéndose al imán permanente 12 y al devanado del estátor 11. Por esta razón, para evitar que los polvos de abrasión generados, tales como polvos de hierro, se encuentran dispersos en la zona sellada 5, cada una de las secciones de rodamiento (rodamiento angular 9, sección de conversión de rotación/movimiento lineal 7, rodamiento 16) deben estar lubricadas con grasa de baja viscosidad. Además, se proporciona un retén laberíntico sin contacto 15 en una parte entre la sección central de la carcasa 21 y los rotores huecos 10, cuya parte está ubicada entre el rodamiento angular 9 y el imán permanente 12 y el devanado del estátor 11 (parte en la cual el motor hueco se forma), y utilizándose la grasa de baja viscosidad en esta parte. La estructura hueca (espacio sellado), formada por las carcasas 20, 21 y 22, y por el retén de aceite de movimiento lineal 3 y la sección de deslizamiento 6 de la varilla de movimiento lineal 2, que se instalan en la abertura de la sección frontal de la carcasa 20, está dividida en dos zonas por el retén laberíntico sin contacto 15. De este modo, el imán permanente 12 y el devanado del estátor 11 (motor hueco) están dispuestos en una zona dividida, mientras que el retén de aceite de movimiento lineal 3, la sección de deslizamiento 6, la sección de conversión de rotación/movimiento lineal 7, y el rodamiento angular 9 están dispuestos en la otra zona dividida. Además, la parte de extremo posterior del rotor hueco 10 está sellada por la tapa extrema del rotor. De este modo, la zona sellada 5 se divide en la zona en donde está instalada la sección de conversión de rotación/movimiento lineal 7, y en donde se pueden generar, con mayor frecuencia, multitud de polvos de abrasión, y la zona en donde se encuentran el imán permanente 12 y el devanado del estátor 11 instalados. Por lo tanto, es posible reducir el riesgo de que el imán permanente 12 y el devanado del estátor 11 entren en contacto con los polvos de abrasión, tales como los polvos de hierro.

Con esta configuración, incluso en condiciones de uso severo en las que el intervalo de mantenimiento es largo, la función del actuador lineal puede mantenerse sin reducirse.

30 El funcionamiento y la función del actuador lineal de la presente forma de realización se describirán con referencia a la vista en sección del actuador lineal en la carrera mínima mostrada en la Figura 3, y con referencia a la vista en sección del actuador lineal en la carrera máxima que se muestra en la Figura 4.

En el estado de la carrera mínima mostrada en la Figura 3, cuando el motor hueco es accionado en una rotación predeterminada por un controlador (no ilustrado), de modo que el imán permanente 12 gira con respecto al devanado del estátor 11, el rotor hueco 10 gira, y la sección de conversión de rotación/movimiento lineal 7 acoplada con la sección de ranura de la superficie periférica interna del rotor hueco 10 se desplaza linealmente hacia adelante en la dirección axial. De este modo, la varilla de movimiento lineal 2 fijada a la sección de conversión de rotación/movimiento lineal 7 se desplaza linealmente hacia adelante en la dirección axial. En este caso, el primer rodamiento esférico se fija a la parte de extremo del lado frontal de la varilla de movimiento lineal 2, y el segundo rodamiento esférico 1b fijado a la sección posterior de la carcasa 22 se conectan, respectivamente, a estructuras, a modo de ejemplo, un cuerpo principal y una plataforma bogie de un vehículo ferroviario, que debe ser controlado por el actuador lineal. Por lo tanto, la rotación libre relativa entre la varilla de movimiento lineal 2 y la sección posterior 22 de la carcasa está restringida, y el rotor hueco 10 gira en el estado en donde la rotación libre con respecto a la carcasa de la sección de conversión de rotación/movimiento lineal 7 está restringida. De este modo, la varilla de movimiento lineal 2 se desplaza linealmente en la dirección axial por la rotación relativa entre la sección de conversión de rotación/movimiento lineal 7 y el rotor hueco 10. Cuando el actuador lineal de la presente invención se utiliza en un controlador de oscilación de un vehículo ferroviario, se requiere un control activo de las características aerodinámicas durante el viaje a alta velocidad. Por ejemplo, se requiere el control activo para suprimir un rodamiento instantáneo de un vehículo, que se produce en un momento al introducirse en un túnel a alta velocidad o al rodar el último vagón de un conjunto de trenes debido a la influencia del vórtice de Karman en desplazamientos a alta velocidad o similar, aunque no ocurre en desplazamientos a baja velocidad. Hay un caso en donde el control activo para suprimir este tipo de oscilación no se requiere bajo una condición, como desplazarse a una velocidad predeterminada, que no sean condiciones predeterminadas. Por lo tanto, se requiere que el actuador lineal se accione sin aplicar carga (fuerza de retroceso) a la fuerza externa tanto como sea posible en el estado en que se desconecta la fuente de alimentación de energía del actuador lineal. A este respecto, el retén laberíntico sin contacto 15 está instalado en el lado exterior de la dirección radial del eje giratorio con respecto al rotor hueco 10, de modo que la longitud periférica de la parte sellada aumenta. Sin embargo, la grasa de baja viscosidad tales como retenes sin contacto se utilizan en la parte sellada y, por lo tanto, el actuador lineal puede accionarse con una pequeña carga contra la fuerza externa.

60 En el actuador lineal de la presente invención, el conjunto del rotor hueco 10 está alojado en el espacio sellado, y no se proporciona un mecanismo de sellado deslizante para la rotación del rotor hueco 10, sino solamente el retén de aceite de movimiento lineal 3 para movimiento lineal de la varilla de movimiento lineal 2 que se proporciona como un mecanismo de retén deslizante para accionar el actuador lineal. Esta configuración también proporciona el efecto de que el actuador lineal se acciona sin aplicar una carga (fuerza de retroceso) a la fuerza externa tanto como sea posible en el estado en que se desconecta la fuente de alimentación de energía del actuador lineal.

En el actuador lineal de la presente invención, la zona sellada 5 está formada en el interior de la carcasa configurada por la sección frontal de la carcasa 20, la sección central de la carcasa 21, la sección posterior de la carcasa 22 y la estructura de sellado formada por la sección de deslizamiento 6 de la varilla de movimiento lineal 2 y el retén de aceite de movimiento lineal 3. De este modo, el actuador lineal evita que el aire exterior fluya hacia o desde la zona sellada 5 por la fluctuación de presión en la zona sellada 5 debido al desplazamiento de carrera de la varilla de movimiento lineal 2 (es decir, el actuador lineal de la presente invención no está provisto de una función de ventilación de aire). Por esta razón, el actuador lineal de la presente invención proporciona el efecto de que, incluso cuando el actuador lineal se utiliza en condiciones de baja temperatura, tales como -20 grados, disminuye la función de deslizamiento debido a fenómenos tales como la congelación de la humedad en el aire que entra en el actuador, dicho efecto no se produce y se mantiene el buen estado de deslizamiento. Además, puesto que el cuerpo principal del actuador lineal de la presente invención está sellado al aire exterior, la humedad, el polvo y similares, se puede evitar que el aire entre en el cuerpo principal y, por lo tanto, la función estable del actuador lineal es mantenible.

Debe observarse que se puede utilizar aire o gas inerte tal como nitrógeno en la zona sellada 5 como gas.

La zona sellada 5 es un espacio sellado en donde el producto del volumen ocupado por el gas y la presión del gas es constante. Por lo tanto, cuando el volumen ocupado por el gas en la zona sellada 5 cambia de V1 a V2, y cuando la presión cambia de P1 a P2, la presión P2 después del cambio de volumen se expresa mediante la siguiente expresión.

Expresión 1

$$P2 = P1 \times \frac{V1}{V2} = P1 \times \frac{V1}{V1 + \Delta V}$$

En donde,  $\Delta V$  representa la cantidad de cambio ( $V2 - V1$ ) de  $V1$  a  $V2$  del volumen ocupado por el gas. Puesto que el actuador lineal de la presente invención está configurado de forma compacta, el volumen de la carcasa es pequeño, y la diferencia (relación) entre  $V1$  y  $V2$  se vuelve fácilmente mayor. Como resultado, la fluctuación de presión en la zona sellada 5 tiende a ser mayor debido al movimiento hacia adelante/atrás de la varilla de movimiento lineal. Sin embargo, cuando la fluctuación de la presión en la zona sellada 5 es mayor, y cuando el actuador lineal necesita ser accionado con una pequeña fuerza de retroceso contra la fuerza externa sin realizar un control activo, el actuador lineal no puede ser accionado libremente. Por esta razón, en la varilla de movimiento lineal 2 del actuador lineal de la presente invención, se forma una parte hueca 2a, que tiene una abertura en la parte de extremo posterior tal como el lado de la parte de extremo cerrado del rotor hueco, para extenderse en la dirección del eje axial. En esta configuración,  $\Delta V$  como la cantidad de cambio de  $V1$  del volumen que ocupa el gas a  $V2$ , cuyo cambio es causado por el movimiento frontal/posterior de la varilla de movimiento lineal, es el mismo que el volumen representado por el producto del área de la sección transversal de la varilla de movimiento lineal 2 con la longitud máxima de carrera. Sin embargo, puesto que  $V1$  se hace mayor por el volumen de la parte hueca 2a, se puede suprimir la influencia de  $\Delta V$  en  $P2$ .

Expresión 2

$$P2 = P1 \times \frac{V1}{V2} = P1 \times \frac{V1}{V1 + \Delta V} = P1 \times \frac{1}{1 + \frac{\Delta V}{V1}}$$

De este modo, la propiedad de sellado de la zona sellada 5 se puede mantener, y es posible suprimir que el actuador lineal no pueda ser accionado.

Se prefiere que se proporcione una cubierta, tal como un fuelle, (no ilustrado) entre la sección frontal de la carcasa 21 y el primer rodamiento esférico para evitar que los polvos abrasivos, y similares, se adhieran a la superficie exterior de la sección de deslizamiento 6. De este modo, cuando la varilla de movimiento lineal 2 sobresale de la sección frontal de la carcasa 21, que es la parte de extremo distal del cuerpo principal por el cambio de carrera, es posible evitar que la sección de deslizamiento 6 de la varilla de movimiento lineal 2 esté expuesta al medio ambiente circundante y, por lo tanto, a la humedad, el polvo y similares que se adhieren a la superficie exterior de la sección de deslizamiento 6.

Tal como se describió con anterioridad, con la configuración de la presente forma de realización, no se requiere un aparato externo, tal como un generador de presión, además del cuerpo principal del actuador lineal. Además, no es necesario instalar tuberías de fluido a presión de una fuente de accionamiento que se requiere en el caso de un controlador que utiliza fluido a presión, y por lo tanto es posible proporcionar un actuador lineal compacto en la longitud total y el diámetro exterior. Además, la configuración de la presente forma de realización proporciona una función, tal como un actuador lineal, para aplicar la fuerza de accionamiento o la fuerza de amortiguación deseadas, y también proporciona un actuador lineal capaz de accionarse fácilmente sin aplicar una gran carga (fuerza de retroceso) a la fuerza externa en el tiempo cuando no se requiere la función del actuador lineal. Además, la configuración de la

presente forma de realización proporciona un actuador lineal que funciona de manera estable con una fuerza de retroceso baja bajo una condición de uso severa donde es difícil realizar el mantenimiento, tal como la sustitución frecuente, y donde los cambios de temperatura en el entorno de instalación y uso son elevados (-20°C a 60°C).

5 Forma de realización 2

10 La Figura 6 muestra una vista esquemática de un controlador de oscilación para un vehículo ferroviario, al cual se aplica el actuador lineal de conformidad con la forma de realización 1 de la presente invención. El controlador de oscilación para los vehículos ferroviarios de la presente forma de realización incluye el actuador de la forma de realización 1 de la presente invención, que está instalado entre una plataforma bogie 35 y una carrocería del vehículo ferroviario 30, y un controlador 32 que realiza un control activo para conducir un actuador lineal 33 para suprimir la oscilación de la carrocería del vehículo 30.

15 La vibración se transmite desde las ruedas a la plataforma bogie 35 a través de los resortes primarios 36, y la vibración de la plataforma bogie 35 se transmite a la carrocería del vehículo 30 a través de los resortes secundarios 34. Un acelerómetro 31 mide la aceleración de la carrocería del vehículo 30, y el controlador 32 controla activamente el actuador lineal 33 de conformidad con la aceleración medida, para suprimir la oscilación (vibración) de la carrocería del vehículo 30. El controlador puede aplicar varios métodos de control conocidos al control activo.

20 En el vehículo ferroviario, es importante suprimir la vibración (oscilación) en la dirección horizontal perpendicular a la dirección de desplazamiento de un vehículo, para mejorar la comodidad de conducción de los pasajeros del vehículo ferroviario y estabilizar la postura de los vehículos durante el desplazamiento cuando se utiliza un actuador lineal para suprimir la oscilación de un vehículo ferroviario, es más eficiente que el actuador lineal esté dispuesto en la dirección horizontal perpendicular a la dirección de desplazamiento del vehículo. Desde el punto de vista de alojar el actuador lineal dentro del ancho restringido del vehículo ferroviario, el actuador lineal compacto de la presente invención tiene una gran ventaja. Especialmente en las condiciones a las que se aplican ampliamente las normas de calibre estrecho, es ventajoso aplicar el actuador lineal compacto de la presente invención al controlador de oscilación de la carrocería del vehículo en un vehículo ferroviario. Incluso cuando un controlador de oscilación de la carrocería de un vehículo en un vehículo ferroviario se utiliza en condiciones severas donde es difícil realizar el mantenimiento, tal como la sustitución frecuente, y donde los cambios de temperatura en el entorno de instalación y uso son elevados, es posible realizar el controlador de oscilación para los vehículos ferroviarios en donde los efectos de operación del actuador lineal de la presente invención se presentan completamente. Es decir, no se requiere un aparato externo, tal como un generador de presión, además del cuerpo principal del actuador lineal, y tampoco es necesario instalar tuberías de fluido a presión de una fuente de accionamiento requerida para un controlador que utiliza fluido a presión. De este modo, es posible realizar un controlador de oscilación para un vehículo ferroviario, que está provisto de un actuador lineal compacto en donde se reducen la longitud total y el diámetro exterior. Además, la presente invención proporciona un actuador lineal que aplica la fuerza de accionamiento o la fuerza de amortiguación deseadas, y también que puede accionarse fácilmente sin aplicar una gran carga (fuerza de retroceso) a la fuerza externa en el momento en que no se requiere la función del actuador lineal más lejos.

40 La presente invención proporciona un controlador de oscilación para un vehículo ferroviario, que está provisto de un actuador lineal que funciona de manera estable con una fuerza de retroceso baja incluso bajo una condición de uso severa donde es difícil realizar el mantenimiento, tal como la sustitución frecuente, y donde los cambios de temperatura en el entorno de la instalación y uso son elevados (-20°C a 60°C).

45 Lista de referencias numéricas

1a: Primer rodamiento esférico

50 1b: Segundo rodamiento esférico

2: Varilla de movimiento lineal

55 2a: Parte hueca

3: Retén de aceite de movimiento lineal

4: Rodamiento de movimiento lineal

60 5: Zona sellada

6: Sección de deslizamiento

65 7: Sección de conversión de rotación/movimiento lineal

8a, 8b: Tuerca de fijación del rodamiento

	9: Rodamiento angular
5	10: Rotor hueco (tuerca)
	11: Motor hueco (devanado del estátor)
	12: Motor hueco (imán permanente)
10	13: Sección del estátor del depósito de resolución
	13a: Sección de devanado
15	14: Sección del rotor del dispositivo de resolución
	15: Retén laberíntico sin contacto
	16: Rodamiento
20	17: Tapa extrema del rotor
	18: Portacables
25	20: Sección frontal de la carcasa
	21: Sección central de la carcasa
	22: Sección posterior de la carcasa
30	22a: Zona rebajada de recepción del rodamiento
	30: Carrocería del vehículo
35	31: Acelerómetro
	32: Controlador
	33: Actuador lineal
40	34: Resorte secundario
	35: Plataforma bogie
45	36: Resorte primario
50	

**REIVINDICACIONES**

1. Un actuador lineal (33) que comprende:

5 un rotor hueco (10) que tiene un imán permanente (12) fijado a una parte de su superficie periférica externa, y una ranura en espiral formada en su superficie periférica interna, y tiene una estructura hueca que tiene una parte de extremo abierto y una parte de extremo cerrado;

10 un cuerpo principal (20, 21, 22, 23) en donde el rotor hueco (10) está soportado y alojado para poder girar alrededor del eje de rotación del rotor hueco (10), y que tiene un devanado del estátor (11) en una posición frente al imán permanente (12) del rotor hueco (10);

15 una sección de conversión de rotación/movimiento lineal (7) que está dispuesta en el rotor hueco (10) y está acoplada con la ranura en espiral para desplazarse linealmente en la dirección axial del rotor hueco (10) mediante la rotación del rotor hueco (10);

20 una varilla de movimiento lineal (2) que tiene una de sus partes externas fijada a la sección de conversión de rotación/movimiento lineal (7), y su otra parte extrema extendida desde la parte de extremo abierto del cuerpo principal (20, 21, 22, 23), y que tiene, en su periferia exterior, una sección de deslizamiento (6) cuyo objeto es el deslizamiento en la dirección axial a través de un retén de aceite de movimiento lineal (3) dispuesto en la parte de extremo abierto del cuerpo principal (20, 21, 22, 23), de modo que el retén de aceite de movimiento lineal (3) y la sección de deslizamiento (6) cooperen entre sí para formar un espacio sellado (5) en el cuerpo principal (20, 21, 22, 23); y

25 un dispositivo de resolución de tipo segmental (13, 13a, 14) que detecta la posición de rotación del rotor hueco (10) y está configurado por un rotor del dispositivo de resolución (14) fijado en el lado externo radial de la superficie periférica externa del rotor hueco (10) y en el lado de la parte de extremo abierto de la superficie extrema de la parte de extremo cerrado del rotor hueco (10), y un estátor del dispositivo de resolución (13) fijado al cuerpo principal en una parte del margen angular alrededor del eje de rotación del rotor hueco (10) y en el lado exterior radial del rotor del dispositivo de resolución,

30 en donde: el imán permanente (12) y el devanado del estátor (11) forman un motor hueco;

35 el cuerpo principal (20, 21, 22, 23) incluye un primer medio de soporte giratorio (9) que, en el lado de la parte de extremo abierto de la parte formada con el motor hueco, soporta el rotor hueco (10) para permitir el rotor hueco (10) girar alrededor del eje de rotación del rotor hueco (10) con respecto al cuerpo principal (20, 21, 22, 23), y el segundo medio de soporte giratorio (16) que soporta la parte de extremo cerrado del rotor hueco (10) para permitir que la parte de extremo cerrado gire alrededor del eje de rotación del rotor hueco (10);

40 la totalidad del rotor hueco (10) está alojada en el espacio sellado (5);

45 caracterizado porque la varilla de movimiento lineal (2) incluye una estructura hueca (2a) que tiene una abertura en una parte de extremo posterior tal como el lado de la parte de extremo cerrado del rotor hueco (10), en donde el espacio sellado (5), formado por carcasas (20, 21, 22), y mediante el retén de aceite de movimiento lineal (3) y la sección de deslizamiento (6) de la varilla de movimiento lineal (2), que están instaladas en la abertura de una sección frontal de la carcasa (20), está dividido en dos zonas por un retén laberíntico sin contacto (15), en donde las dos zonas incluyen: una zona en donde está instalada la sección de conversión de rotación/movimiento lineal (7), y en donde se generan con mayor frecuencia polvos de abrasión; y una zona en donde están instalados el imán permanente (12) y el devanado del estátor (11), y en donde se utiliza gas inerte o aire como gas en la zona sellada.

50 2. El actuador lineal (33) según la reivindicación 1, en donde no se proporciona ningún mecanismo de sellado deslizante entre el rotor hueco (10) y el cuerpo principal (20, 21, 22, 23), y entre el rotor hueco (10) y la varilla de movimiento lineal (2).

55 3. El actuador lineal (33) según la reivindicación 1 o reivindicación 2, que comprende solamente el retén de aceite de movimiento lineal (3), como mecanismo de retén deslizante, para el movimiento lineal de la varilla de movimiento lineal (2) y para la rotación del rotor hueco (10).

60 4. El actuador lineal (33) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde la sección de conversión de rotación/movimiento lineal (7) está configurada por un husillo de rodillos planetarios.

5. El actuador lineal (33) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde la sección de conversión de rotación/movimiento lineal (7) está configurada por un husillo de bolas.

65 6. El actuador lineal (33) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde el cuerpo principal (20, 21, 22, 23) incluye una caja de terminales que sobresale en la dirección perpendicular a la dirección axial, y el estátor del dispositivo de resolución (13) está configurado en la caja de terminales.

7. El actuador lineal (33) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde el dispositivo de resolución de tipo segmental (13, 13a, 14) está configurado por un dispositivo de resolución VR de tipo segmental.
- 5 8. El actuador lineal (33) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, que comprende, en lugar del dispositivo de resolución de tipo segmental, un sensor de rotación configurado por una estructura de conductores que está dispuesta en el lado externo radial de la superficie periférica exterior del rotor hueco (10) y en el lado de la parte de extremo abierto de la superficie extrema de la parte de extremo cerrado del rotor hueco (10), para causar un cambio de inductancia debido a la corriente parásita periódica de Foucault basada en el ángulo de rotación en la dirección
- 10 circunferencial, y un sensor de corriente parásita fijado al cuerpo principal en una parte del margen angular alrededor del eje de rotación del rotor hueco (10) en el lado radialmente exterior del rotor del dispositivo de resolución (14).
9. El actuador lineal (33) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en donde el segundo medio de soporte de rotación (16) es un rodamiento fijado a un hueco de recepción de rodamiento de la pared interna de la parte de
- 15 extremo cerrado del cuerpo principal (20, 21, 22, 23).
10. El actuador lineal (33) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en donde el motor hueco está dispuesto en una zona dividida, y el primer medio de soporte de rotación (1a) está dispuesto en la otra zona dividida.
- 20 11. Un controlador de oscilación para un vehículo ferroviario que comprende: el actuador lineal (33) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, estando el actuador lineal (33) instalado entre una plataforma bogie (35) y una carrocería del vehículo (30) del vehículo ferroviario; y un controlador para controlar activamente el accionamiento del actuador lineal (33) para suprimir la oscilación de la carrocería del vehículo (30).

25

FIG. 1

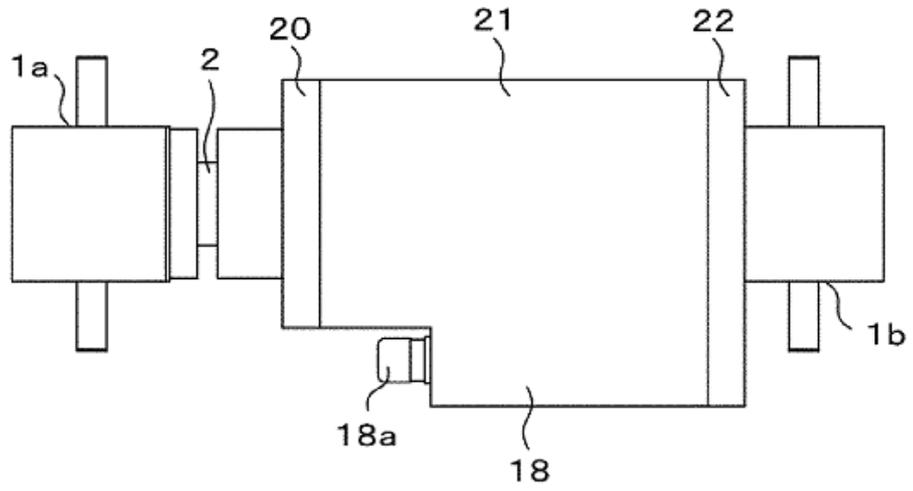


FIG. 2

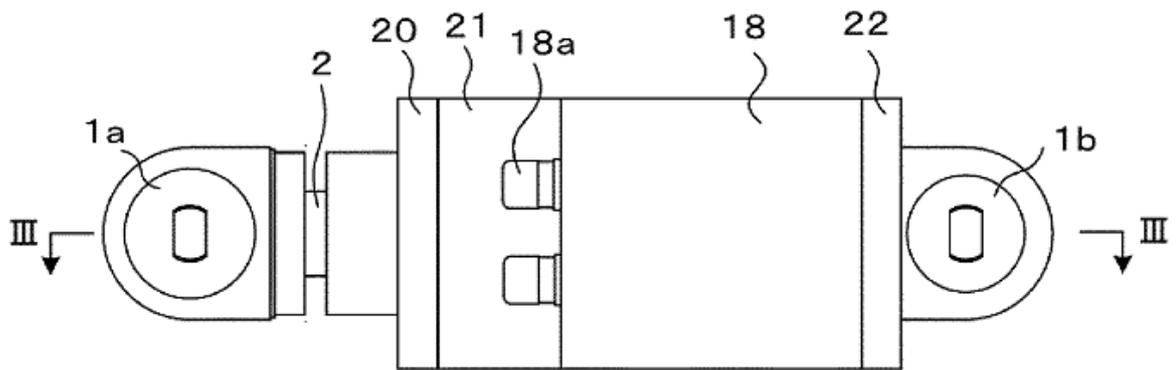


FIG. 3

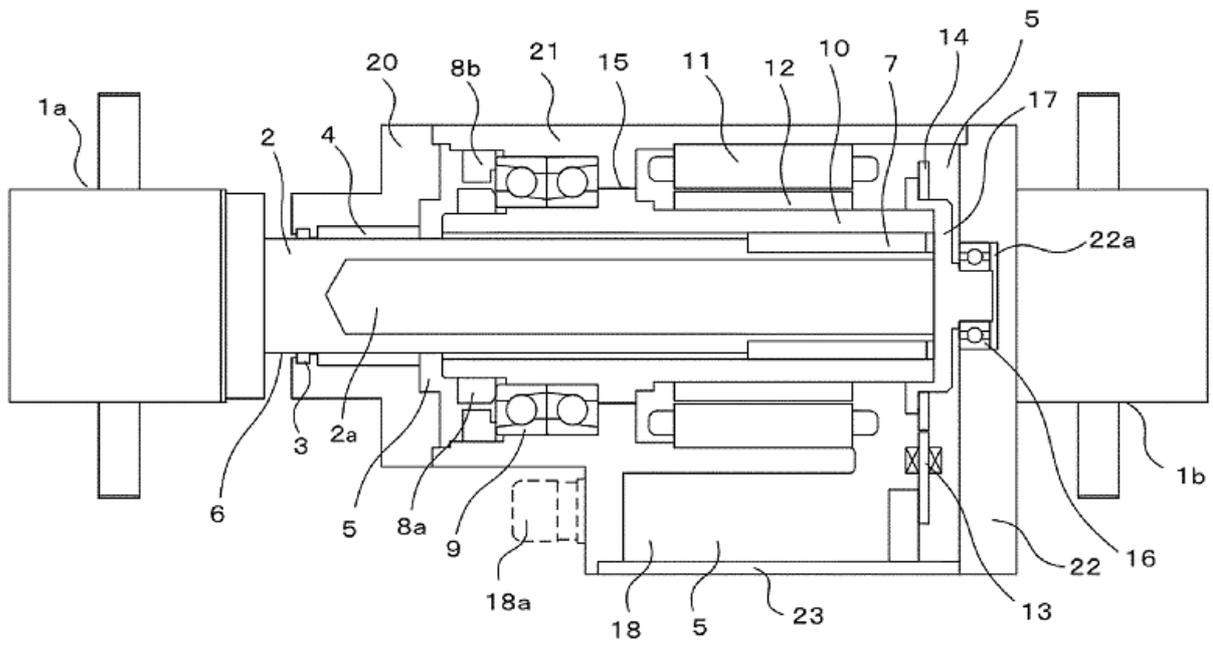


FIG. 4

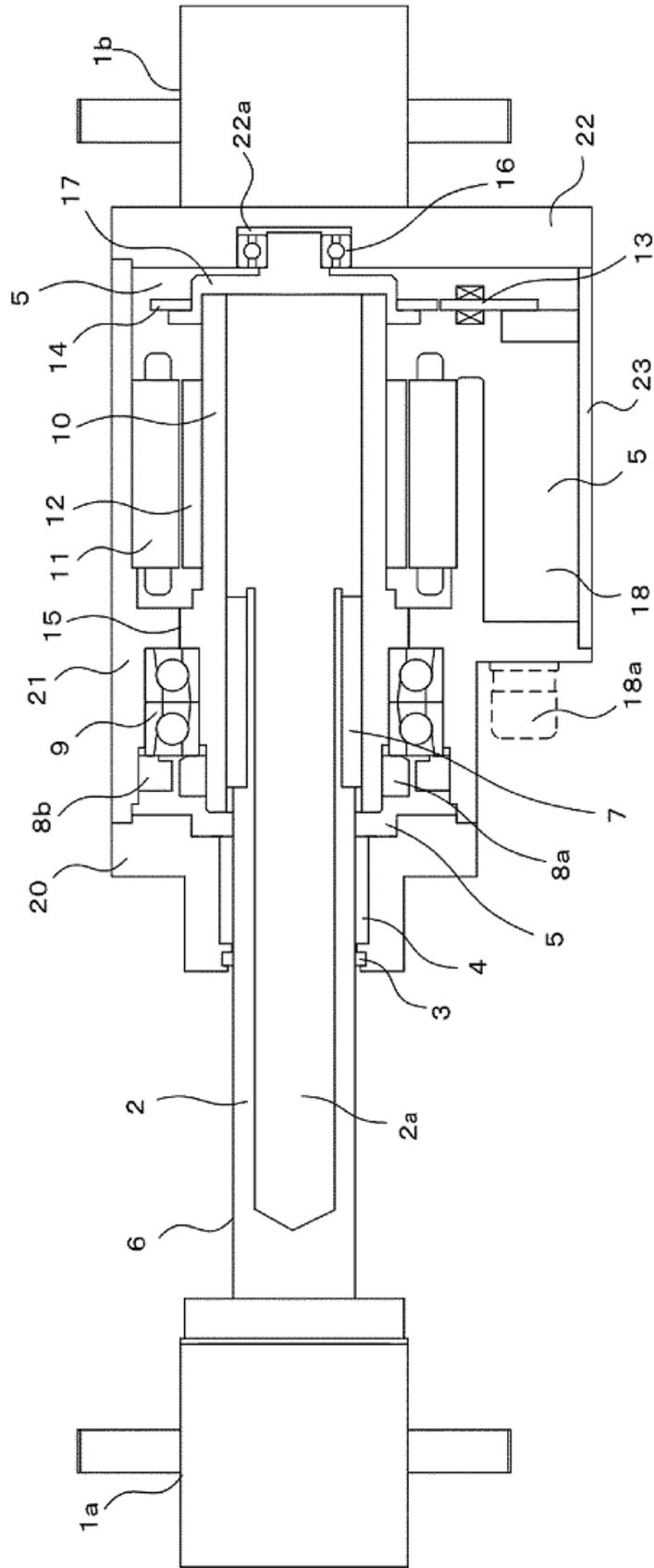


FIG. 5

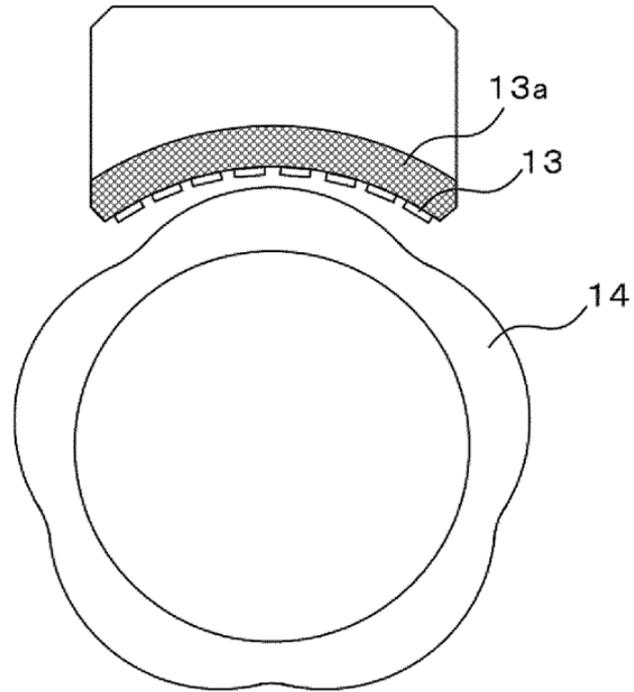


FIG. 6

