

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 667 201**

51 Int. Cl.:

F03G 3/08 (2006.01)

F03G 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.07.2014 PCT/NL2014/050430**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.01.2015 WO15002532**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.07.2014 E 14739258 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.01.2018 EP 3017191**

54 Título: **Dispositivo acumulador de energía de inercia**

30 Prioridad:

04.07.2013 NL 2011095

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

10.05.2018

73 Titular/es:

**S4 ENERGY B.V. (100.0%)
6, Westplein
3016 BM Rotterdam, NL**

72 Inventor/es:

TEERLINK, PETER

74 Agente/Representante:

MANRESA VAL, Manuel

ES 2 667 201 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

Dispositivo acumulador de energía de inercia.

5 La presente invención se refiere a un dispositivo acumulador de energía de inercia que permite, por ejemplo, absorber las fluctuaciones en la producción y/o consumo de energía asociado a una unidad destinada a producir energía, tal como un motor eléctrico o turbina eólica. Se puede utilizar asimismo un dispositivo de este tipo para recuperar y, a continuación, restaurar o utilizar de algún otro modo una fuerza retardadora y/o ralentizadora. Se puede utilizar asimismo el dispositivo según la presente invención para estabilizar una velocidad de rotación.

10 Se conocen diversos tipos de sistemas de almacenamiento de energía. Un tipo se basa en volantes, es decir, en por lo menos una masa puesta en rotación mediante la entrada de energía, que continuará girando, por inercia, una vez haya cesado la entrada de energía. La masa giratoria se encuentra conectada a un motor, que constituye un medio de entrada de energía durante los periodos de almacenamiento de energía, o un generador durante los periodos de recuperación de energía. Cuanto más pesado sea el volante y más apto sea para girar rápidamente con la menor fricción posible, mayor será la cantidad de energía que se pueda almacenar. Por lo tanto, resulta de vital importancia el montaje de los cojinetes del volante.

En algunos tipos de volante, los cojinetes se encuentran parcialmente sueltos sin el peso del volante mediante la aplicación de una fuerza electromagnética.

15 El documento US n.º 2009/322080 A1 da a conocer un dispositivo destinado a acumular energía de inercia según el preámbulo de la reivindicación 1, en particular una instalación destinada a aprovechar la energía de las olas, que comprende una estructura flotante que comprende por lo menos un dispositivo giroscópico con un volante que puede girar mediante la acción de un motor y un generador configurados de tal modo que cuando el dispositivo giroscópico se encuentra en uso, dicho volante se ve sometido a un par de cabeceo provocado por el movimiento de las ondas que alimenta al generador, en el que la instalación comprende asimismo: unos medios destinados a controlar el motor; unos medios destinados a controlar el generador; un dispositivo flotante destinado a capturar datos en las ondas; unos medios destinados a transmitir los datos capturados por el dispositivo flotante de captura de datos y a recibir dichos datos en la estructura flotante; una unidad de control que calcula por lo menos un parámetro aplicable por los medios destinados a controlar el motor y por lo menos un parámetro aplicable por los medios destinados a controlar el generador.

20 Otro tipo de volante se describe en la solicitud PCT/NL2009/000248. Este dispositivo de acumulación de energía inercial basado en un volante comprende un bastidor y por lo menos un volante montado de tal modo que pueda girar con respecto al bastidor alrededor de un eje de rotación, así como unos medios destinados a dejar expuesta por lo menos una cara del volante a una presión de gas que, en comparación con la presión aplicada a una cara sustancialmente opuesta del volante, genera una fuerza de presión diferencial ascendente que compensa por lo menos parcialmente el peso del volante, por ejemplo mediante los denominados medios de ralentización del flujo de gas (a los que en la presente solicitud se hará referencia asimismo como sello) que rodean la cara del volante que está expuesta a la presión del gas.

25 Se afirma que en este dispositivo no se sueltan únicamente los cojinetes del volante por lo menos parcialmente del peso del volante, lo que aumenta su vida útil, sino que el coste por kWh también se reduce considerablemente. Dichos medios de ralentización del flujo de gas permiten crear un descenso en la altura piezométrica del espacio de fuga. Dichos medios se realizan normalmente entre el volante y una superficie integral con el bastidor. En una forma de realización dichos medios de ralentización del flujo comprenden un sello laberíntico. En un sello de este tipo, la vía de circulación de gas comprende una serie de características superficiales especiales de superficie, que generan caídas en la altura piezométrica ("caída de carga"). Por ejemplo, la sección transversal destinada al paso del gas se comprime y expande alternativamente.

30 En la práctica, la estabilidad y la seguridad de este dispositivo dejan algo que desear. En general, la vulnerabilidad del sello es elevada. En caso de emergencia, por ejemplo, un fallo, defecto, accidente y similares, es muy probable que se produzca, desperfectos graves a las características especiales del sello, a menudo hechas a medida, debido al contacto (fricción) entre el rotor y el sello. Se pueden producir desperfectos en el propio rotor.

Se ha observado asimismo que, en su utilización, existe el riesgo de rotación no equilibrada y/o vibraciones incontroladas del rotor, por ejemplo, en la dirección del eje de rotación, que en ciertos casos puede suponer un efecto de autoatenuación. Las vibraciones incontroladas provocan que el dispositivo presente una eficiencia energética inferior y pueda dañar el rotor y otros elementos del dispositivo, tales como el sello y el alojamiento. Esto es poco recomendable.

35 En general, la presente invención está dirigida a mejorar el funcionamiento seguro de dicho dispositivo. Más particularmente, la presente invención tiene como objetivo reducir el riesgo de vibraciones incontroladas del rotor, con mayor exactitud en la dirección de su eje de rotación.

Para ello, el dispositivo según la presente invención comprende asimismo unos medios de estabilización destinados a contrarrestar las vibraciones del rotor.

5 El dispositivo según la presente invención comprende un rotor (volante) montado en una cámara que es definida por el alojamiento. El alojamiento, que presenta unas paredes, tales como una pared inferior, una pared vertical (cilíndrica) y una pared superior, se encuentra generalmente sellado herméticamente con respecto al entorno. El interior del alojamiento define una cámara de rotor, en la que, mediante una estructura de soporte, tal como uno o más cojinetes, como un cojinete de pivote (cojinete de empuje), se monta el rotor tal como un volante. El rotor puede girar alrededor de un eje de rotación, preferentemente un eje de rotación vertical. El eje de rotación del rotor se puede extender desde ambas caras del extremo del rotor hacia unos cojinetes aptos que se disponen en la parte superior e inferior del alojamiento. Alternativamente, el rotor se soporta únicamente mediante cojinetes inferiores. Se puede acoplar el rotor a unos medios destinados a introducir energía, tales como un motor eléctrico o una turbina eólica durante los tiempos de almacenamiento, y a un generador durante los períodos de descarga a fin de suministrar energía a uno o más aparatos. El rotor, que presenta un peso relativamente elevado, tiene un perímetro exterior definido por una primera cara del extremo y una segunda cara del extremo opuesta, y una pared lateral que conecta las dos caras de los extremos. Existe un espacio de separación entre el perímetro exterior del rotor y el perímetro interior del alojamiento. Se dispone un sello permeable al gas (es decir, que permite la circulación de gas) como medio para limitar la circulación de gas en el espacio de separación. Dicho sello divide la cámara del rotor en una primera sección de la cámara del rotor y una segunda sección de la cámara del rotor. La primera cara del extremo del rotor se encuentra en la primera sección por lo menos parcialmente, mientras que la segunda cara del extremo opuesta se encuentra en la segunda sección. El dispositivo comprende asimismo unos medios destinados a exponer por lo menos la primera cara del extremo del rotor en la primera sección a una presión de gas que, en comparación con la presión ejercida sobre la segunda cara del extremo sustancialmente opuesta de la segunda sección genera una fuerza de presión diferencial que compensa por lo menos parcialmente el peso del rotor. Dicha diferencia de presión se genera principalmente mediante el sello. En líneas generales, el gas se soplará - o se aspirará en funcionamiento subatmosférico - aproximadamente desde una o más posiciones del alojamiento, por ejemplo, la parte inferior del mismo centradas alrededor del eje de rotación vertical, en el caso de un rotor que presente un eje de rotación vertical, mientras que un sello concéntrico se dispone concéntricamente con el eje de rotación vertical. De este modo, para reducir la carga sobre la estructura de soporte tal como unos cojinetes se aplica una presión diferencial de gas sobre el rotor, lo que provoca la levitación del mismo. Para reducir al máximo el flujo de gas desde la primera sección hasta la segunda sección de la cámara, la distancia entre el sello y el rotor y, por lo tanto, la altura de levitación se mantiene pequeña, normalmente en aproximadamente decenas de micrómetros, pero suficientemente libre de fricción de la estructura de soporte. Durante el funcionamiento, el rotor gira libremente desde el alojamiento y la altura de levitación se mantiene constante controlando el flujo de gas.

Las altas velocidades de rotación y/o las variaciones del flujo de gas pueden provocar que el rotor vibre en la dirección de su eje de rotación. Principalmente, un aumento del espacio de separación en el sello en unas condiciones de flujo de gas constante se contrarrestaría más o menos automáticamente, puesto que la presión diferencial del gas se reduciría y, por lo tanto, disminuiría la altura de la levitación. Sin embargo, cualquier inestabilidad en la rotación podría ser mayor y más importante que la potencia de control del flujo de gas y/o el efecto autorregulador del diseño. Por lo tanto, el dispositivo según la presente invención comprende asimismo unos medios de estabilización destinados a contrarrestar dichas vibraciones. Los medios de estabilización eliminan las vibraciones en la dirección del eje de rotación, con lo que se mejora la eficiencia del almacenamiento de energía por parte del rotor y se reduce el riesgo de desperfectos y/o fallos.

En una forma de realización preferida, se controlan activamente los medios de estabilización. Los medios de estabilización controlados activamente responden a una observación o determinación de que se producen dichas vibraciones y compensan las vibraciones, por lo menos parcialmente. Una vez se han determinado las vibraciones, opcionalmente por encima de un cierto valor umbral en amplitud, frecuencia y/o duración, los medios de estabilización se activan y aplican una neutralización al rotor, por ejemplo, unas vibraciones con unas características que se oponen a las vibraciones del rotor determinadas. Ventajosamente, las vibraciones se determinan con unos medios de medición de la distancia, tales como unos medios láser, para determinar la distancia entre una parte fija del alojamiento y por lo menos una parte opuesta del rotor, preferentemente de un modo continuo. Dichos medios de medición se conectan operativamente con unos medios de control destinados a accionar los medios de estabilización basándose en señales que representan las vibraciones del rotor determinadas por los medios de medición de la distancia. Ventajosamente, para ello se utiliza un aparato de medición de la distancia, que habitualmente se encuentra presente para controlar el ancho del espacio de separación, preferentemente en el sello, y qué aparato controla el flujo de gas. Sin embargo, uno o más dispositivos separados que permiten la determinación de las vibraciones en otros lugares resultan igualmente aptos.

35 Los medios de estabilización actúan preferentemente en el eje del rotor. En una forma de realización particular el rotor presenta un eje de rotación vertical. A continuación, se aplica presión diferencial levitante entre la cara del

extremo inferior en la sección inferior de la cámara del rotor y la cara del extremo superior del rotor en la sección superior.

Un ejemplo preferido de medios de estabilización es un accionador de bobina de voz, gracias a su respuesta rápida y a su simplicidad. Un accionador de bobina de voz en su forma simple comprende una bobina tubular de alambre dispuesta dentro de un campo magnético permanente orientado radialmente, a través del que circula la corriente de la bobina. La fuerza generada de este modo provoca un movimiento relativo entre el conjunto del electroimán y la bobina. Normalmente uno de entre el conjunto del electroimán y la bobina presentará una posición fija. Más preferentemente, los medios de estabilización comprenden por lo menos un accionador lineal de bobina de voz que provoca una fuerza dirigida axialmente sobre el eje del rotor. A continuación, el accionador lineal de la bobina de voz se dispone más preferentemente sobre la parte superior del eje de rotación.

En vista de las consideraciones de eficiencia energética, el flujo de gas hacia el espacio de separación es preferentemente pequeño, pero suficiente para la levitación del objeto. Esto requiere una caída de presión suficiente sobre el sello entre las secciones primera y segunda. Se ha demostrado que resulta satisfactorio un ancho de espacio de separación muy pequeño en el sello, de aproximadamente entre decenas de micrómetros y cientos de micrómetros, por ejemplo, inferior a 100 micrómetros, tal como 50 micrómetros.

Ventajosamente se dispone el sello en una pieza móvil que permite realizar dicho pequeño espacio de separación. A continuación, los medios de ajuste permiten una disposición precisa de la pieza móvil y, por lo tanto, del sello en la escala micrométrica. La levitación real del rotor durante el funcionamiento se controla principalmente ajustando el flujo de gas a las fluctuaciones del flujo. Un ajuste adicional de la pieza móvil mediante los medios de ajuste puede contribuir a estabilizar la posición del rotor con respecto al alojamiento. Este último es una adaptación lenta en comparación con el control del flujo.

El sello del espacio de separación entre las paredes interiores del alojamiento y la(s) cara(s) del rotor permite un flujo restringido de gas desde la sección inferior de la cámara hasta la sección superior de esta. Ventajosamente, el sello soportado preferentemente por la pieza móvil es un sello laberíntico que comprende - tal como se puede observar en la dirección del flujo del gas suministrado o aspirado - diversos resaltes y/o ranuras que crean caídas en la altura piezométrica, en la cara del sello opuesto al rotor. Normalmente, la sección transversal destinada al paso del gas en el espacio de separación se reduce y se expande de un modo alternante. La cara que coopera del rotor es sustancialmente plana.

En otra forma de realización preferida el sello es concéntrico con el eje vertical del rotor. Preferentemente el sello se dispone a una distancia radial comprendida entre el 30% y el 70% del radio de una cámara cilíndrica predominantemente determinada por un equilibrio entre la zona disponible para la levitación y el volumen de la cámara del rotor.

Los medios de ajuste preferidos destinados a ajustar la posición del sello soportado por una parte móvil son unos medios destinados a ajustar la posición en altura de una parte móvil verticalmente de la parte inferior del alojamiento con respecto a la posición en altura de la estructura de soporte. Los medios de ajuste preferidos se seleccionan de entre el grupo que comprende conjuntos de pistón y cilindro, motores, husillos, accionadores lineales, electroimanes. Los conjuntos neumáticos de pistón y cilindro son los más preferidos. Ventajosamente, el cierre hermético comprende por lo menos un resalte anular y/o una entalladura anular en su cara opuesta al rotor. Dicha entalladura se conecta ventajosamente a unos medios destinados a descargar gas, tales como una bomba de aspiración, mediante los conductos correspondientes, provocando de este modo una caída de presión suficiente sobre el sello. Preferentemente, la pieza móvil comprende un cuerpo provisto de un canal de circulación de gas que presenta un primer extremo en comunicación fluida con dicha entalladura y que presenta un segundo extremo en comunicación fluida con unos medios destinados a aspirar gas desde la entalladura.

En otra forma de realización preferida de la misma, el sello comprende una pluralidad de entalladuras anulares, preferentemente dispuestos concéntricamente alrededor del eje vertical del rotor, donde por lo menos dos entalladuras se encuentran conectadas a unos medios de aspiración destinados a aspirar gas desde las entalladuras correspondientes. De este modo, se puede controlar individualmente la aspiración en dichas entalladuras, lo que permite la reducción gradual de la presión del gas desde la primera sección a la segunda sección sobre el sello. Por ejemplo, el sello puede comprender tres entalladuras, presentando cada una de las mismas sus propios puntos de aspiración y cada una conectada a su propia bomba o elemento similar. El primero reduce la presión del gas de aproximadamente 500-100 mbar a 200-50 mbar, el segundo aún más hasta 100-10 mbar y el tercero hasta 1-0,005 mbar. Se prefiere la reducción gradual de la presión del gas sobre el sello teniendo en cuenta las pérdidas de energía por fricción y el consumo de energía por parte de las bombas. De este modo, preferentemente, el sello comprende una pluralidad de entalladuras anulares, de las que por lo menos dos entalladuras se encuentran en comunicación fluida con los primeros extremos de canales de circulación de gas correspondientes del cuerpo de la pieza móvil que soporta el sello, y en las que los segundos extremos de las mismas se encuentran en comunicación fluida con unos medios de aspiración destinados a aspirar gas desde dichas entalladuras. Preferentemente, los medios de aspiración se diseñan de tal modo que la presión sobre el sello se reduzca radialmente hacia el exterior gradualmente.

El o cada uno de los medios de aspiración puede(n) comprender por lo menos una bomba, cuyo lado de aspiración se conecta con una entalladura y el lado de descarga se conecta con los medios de exposición. De este modo se realiza un circuito sustancialmente cerrado para la circulación del gas.

5 En una forma de realización ventajosa, los medios de exposición se diseñan de tal modo que la presión absoluta de gas en la primera sección ejercida sobre la cara del extremo inferior del rotor es inferior a la presión atmosférica, por ejemplo, en el intervalo de 100 a 500 mbar. Preferentemente la sección segunda o superior se mantiene a una presión inferior a 10 mbar, más preferentemente inferior a 5 mbar y aún más preferentemente inferior a 2 mbar, por ejemplo, 1 mbar. De este modo, la fricción del rotor en una sección superior casi al vacío es pequeña.

10 Opcionalmente, el dispositivo según la presente invención comprende asimismo unos medios auxiliares destinados a reducir la presión en la segunda sección superior además de los otros medios descritos anteriormente. Dichos medios, tales como una bomba, se accionan durante el la puesta en funcionamiento y se crea un vacío en la sección segunda y "tira" efectivamente del rotor hasta un nivel más elevado. Una vez el rotor se encuentra en posición de funcionamiento, se puede detener la acción de dichos medios auxiliares.

Ventajosamente, la anchura del espacio de separación, en particular en el sello, se controla de un modo continuo. Tal como se ha comentado, el control de la anchura del espacio de separación durante el funcionamiento se realiza predominantemente ajustando el flujo de gas para la levitación. En caso de emergencia, por ejemplo, indicada por un cambio de la anchura del espacio de separación más allá de un nivel o rango predeterminado, los medios de control se diseñan para activar los medios de ajuste destinados a retraer el sello soportado por la pieza móvil dentro de la sección del alojamiento correspondiente.

15 En una forma de realización preferida adicional el dispositivo según la presente invención comprende asimismo unos medios destinados a determinar el desplazamiento del rotor con respecto a la estructura de soporte, más preferentemente unos medios destinados a determinar el desplazamiento vertical del rotor que presenta un eje de rotación vertical con respecto a un cojinete de soporte (de pivote).

El dispositivo puede comprender un intercambiador de calor entre el lado de la aspiración del gas y el lado de suministro del gas para enfriar el gas. Durante su utilización, el gas se calienta debido a la compresión y/o fricción entre el gas y el rotor. A fin de evitar daños térmicos al dispositivo, el intercambiador térmico enfría el gas cuando no está en contacto con el rotor.

20 Preferentemente, el gas aspirado y/o suministrado está constituido predominantemente por aire, hidrógeno o helio, debido a sus bajos coeficientes de fricción y a sus bajas viscosidades. Generalmente se prefiere el helio debido a su estabilidad y su bajo coeficiente de fricción.

El rotor puede ser un rotor cónico hueco, en el que se concentra la masa en las paredes y caras exteriores. Esto se puede aplicar en particular a las aplicaciones industriales. En una forma de realización preferida, por ejemplo, para aplicaciones domésticas relativamente pequeñas, el objeto es sólido, por ejemplo, realizado de hormigón armado o metal. Si es necesario, el objeto se puede reforzar con elementos de refuerzo tales como radios cruzados.

25 Un uso particular de un dispositivo acumulador de energía de inercia según la presente invención tiene como objetivo absorber fluctuaciones en la producción y/o consumo de energía que se relacionan con una unidad para producir energía, en particular energía eléctrica, utilizando particularmente una turbina eólica.

Normalmente dicho dispositivo acumulador de energía de inercia según la presente invención se conecta a una fuente motriz, tal como una turbina eólica, un motor accionado mediante energía solar o un motor eléctrico para cargar el rotor. La descarga se realiza normalmente mediante un generador destinado a convertir la velocidad de rotación del rotor en electricidad.

30 Los diversos aspectos de la presente invención se ilustran adicionalmente mediante el dibujo adjunto, en el que:

La figura 1 es una presentación global esquemática de una forma de realización del dispositivo según la presente invención;

La figura 2 es una presentación esquemática de una forma de realización de la pieza inferior móvil de un dispositivo según la presente invención;

La figura 3 es una presentación esquemática de una forma de realización de la reducción de la presión en un sello de un dispositivo según la presente invención;

35 La figura 4 es una presentación esquemática de una forma de realización de unos medios de estabilización según la presente invención.

En la siguiente descripción detallada de las diversas formas de realización representadas en las figuras 1 a 3 las piezas similares se indican con las mismas referencias numéricas.

5 Un dispositivo de acumulación de energía de inercia 10 según la presente invención comprende alojamiento sustancialmente cilíndrico 12 que presenta una pared superior 14, por ejemplo, una placa de cubierta circular desmontable, una pared vertical cilíndrica 16 y un fondo 18. El interior del alojamiento 12 define una cámara de rotor 19. El alojamiento 12 puede estar contenido en un depósito de tipo bandeja 20. La pared superior 14 se extiende hasta la pared vertical 22 del depósito 20. Entre las paredes verticales 14 y 22, respectivamente, en esta forma de realización se encuentra una zona de absorción de impactos 24 - representada esquemáticamente por 3 placas anulares 26 - destinada a limitar los desperfectos en caso de fallo. Un rotor en forma de disco 28 que presenta un diámetro relativamente grande en comparación con su espesor se monta en la cámara de rotor 19, de tal modo que el rotor puede girar alrededor de su eje de rotación vertical 30. En esta forma de realización el eje 30 se soporta en una estructura de soporte, en este caso unos cojinetes de pivote aptos 31 en el fondo. El rotor 28 presenta una cara del extremo superior 32, una cara del extremo inferior 34 y una pared vertical cilíndrica 36 entre las caras de los extremos 32 y 34. El rotor puede ser grande. En el caso de un rotor que no se agrande, el peso se encontrará presente preferentemente en la periferia exterior del rotor. Entre el alojamiento 12 y el rotor 28 existe un pequeño espacio de separación 38 (en aras de la claridad, la figura no se ha realizado a escala), excepto en la posición del eje vertical 30. En la pared cilíndrica 16 del alojamiento 12 opuesta a la pared cilíndrica 36 del rotor 28, así como en la proximidad de la periferia del rotor en la pared superior 14 y en la pared inferior 18, respectivamente, se disponen unos bloques amortiguadores 40. En el caso de una rotación desequilibrada, el rotor 28 colisiona con dichos bloques 40, frenando de este modo el giro del rotor y limitando los desperfectos. La referencia numérica 42 indica unas entradas de gas, a través de las que, mediante una bomba (no representada en la figura 1), el gas se sopla o se aspira desde la cara del extremo inferior 34, proporcionando de este modo una fuerza ascendente. En esta forma de realización, el fondo 18 comprende una pieza en forma de anillo anular 44, que se puede mover en dirección vertical. La cara superior de la pieza 44 presenta un sello 46, tal como se representa más detalladamente en las figuras 2 y 3. Se disponen los cilindros neumáticos de pistón 48 como medios para desplazar verticalmente la pieza inferior 44. Una conexión (electromagnética) 50 conecta el eje 30 con un dispositivo 52 para introducir energía en caso de almacenamiento de energía o con un generador en caso de descarga.

20 La figura 2 es un detalle de una forma de realización de un dispositivo según la presente invención que representa en sección transversal la pieza inferior móvil 44 con respecto a la cara extrema inferior sustancialmente plana 34 del rotor 28 y el fondo 18 del alojamiento 12. La pieza móvil del fondo 44 comprende un cuerpo anular 60, cuya cara superior presenta un sello laberíntico 46 que comprende diversas entalladuras o ranuras concéntricas 64. En la parte inferior dichas entalladuras 64 presentan unas salidas 65, preferentemente unas salidas en forma de ranura que continúan en canales en forma de campana 66 en el cuerpo 60, que en los otros extremos 67 se conecta a unas bombas 68 (véase la figura 3). Para evitar la fuga de gas desde la primera sección 70 de la cámara de rotor que presenta, por ejemplo, una presión aproximadamente de 300 mbar con respecto a la segunda sección 72, en la que la presión es muy baja, se dispone un sello flexible impermeable a los gases 74 entre la pieza inferior 18a y la pieza 44. En la forma de realización representada, el sello 74, por ejemplo, una chapa fina anular, realizada por ejemplo de plástico u hoja metálica se sujeta entre el cuerpo 60 y un soporte 76 en el vástago de pistón 78 del conjunto de cilindro de pistón 48 en la circunferencia exterior y, de un modo similar, entre la pieza del fondo 18a y un anillo de fijación inferior 80, por ejemplo, utilizando tornillos (no representados). De este modo, el gas introducido para elevar el rotor 28 circula desde la primera sección 70 a través del sello 46 en la dirección de la segunda sección 72 que presenta una presión de, por ejemplo, 1 mbar, al mismo tiempo que se aspira el gas desde las entalladuras 64. De este modo se reduce la presión gradualmente, lo que resulta favorable en lo que se refiere a la economía y la seguridad.

30 La figura 3 representa un ejemplo característico. Durante el funcionamiento, durante tanto la carga como la descarga del dispositivo, cuando se vacía la sección superior 72 del gas mediante la bomba de aspiración 90, se mantiene una diferencia de presión apta a través de la bomba 92 mediante las entradas 42 que obligan a subir al rotor giratorio 28 hasta que se equilibran la fuerza de elevación y el peso del rotor. En la forma de realización de la figura 3, se reduce la presión desde la primera sección 70 hasta una presión de, por ejemplo, 110 mbar mediante la bomba 68a en la primera entalladura 64a, mediante las bombas 68a y 68b a 30 mbar en la entalladura 64b y aún más abajo hasta una presión de 1 mbar en la segunda sección 72 utilizando las bombas 68a, 68b y 90. Normalmente, el caudal del gas es bajo en la entalladura 64b y elevado en 64a.

35 Volviendo a la figura 1, la distancia del rotor desde el sello 46 se determina en uno o más dispositivos de medición de la distancia 110, cuya salida se procesa en el controlador 112, que regula los conjuntos de cilindro de pistón 48 para establecer el espacio de separación entre el sello 46 y el fondo del rotor 34 al iniciarse el funcionamiento. El control principal de la anchura del espacio de separación durante el funcionamiento se realiza regulando el flujo de gas. Si los datos del/de los dispositivo(s) de medición de la distancia 110 como ejemplos de medios de monitorización procesados por los medios de control 112 indican una desviación inaceptable con respecto a los valores predeterminados, los medios de control 112 activarán los medios de ajuste 48 para retraer la pieza móvil de soporte del sello 44 y/o los medios de exposición 42. Asimismo, en el caso de fugas o

variaciones en el flujo de gas, el sistema de la presente invención contribuye a mantener un rendimiento estable y seguro.

5 La referencia numérica 114 indica unos medios destinados a determinar el desplazamiento vertical del eje 30. El funcionamiento del dispositivo es el siguiente. En su posición de reposo, se retraen los medios de ajuste en altura 48 que soportan la pieza del fondo 44 y el sello 46 y el rotor 28 se soporta mediante su estructura de soporte 31 y/o los bloques amortiguadores 40. A continuación, se accionan los medios de ajuste en altura 48 y el obturador 46 entra en contacto con la cara del extremo inferior 34 del rotor 28. A continuación se hacen funcionar las diversas bombas 90, 92 para hacer levitar el rotor 28 creando una fuerza de presión diferencial ascendente. El rotor 28 se soporta entonces mediante un amortiguador de gas. A continuación, continúa aumentando la posición en altura del sello 46 con un flujo de gas constante, que eleva con ello aún más el rotor 28 hasta que el eje del mismo 30 ya no se soporta sobre la estructura de soporte 31, por ejemplo, monitorizada utilizando los medios 114 y, de este modo, se reduce la carga sobre el cojinete 31.

10 La figura 4 representa una forma de realización de unos medios de estabilización 100 destinados a contrarrestar las vibraciones no controladas. Dichos medios de estabilización 100 comprenden un accionador de bobina de voz, que comprende un cilindro ferromagnético 102 que presenta unos imanes permanentes (no representados) incrustados en diámetro interior del mismo que establece un campo magnético orientado radialmente. Una bobina tubular de alambre - representada por la referencia numérica 104 y transportada por el soporte de bobina 106 - se dispone dentro del cilindro 102 separada de los imanes mediante un espacio de separación de aire. Un núcleo interior 108 de material ferromagnético dispuesto a lo largo de la línea central del cable bobinado 104 y conectado al cilindro 102 completa el circuito magnético. El cilindro 102 se encuentra posicionado en la parte superior del eje del rotor 30. Tras la detección de las vibraciones del rotor 28, los medios 100 se activan y se controlan para contrarrestar las vibraciones según se determine.

15

20

25

30

35

REIVINDICACIONES

- 5
1. Dispositivo (10) destinado a acumular energía de inercia, que comprende un alojamiento (12) que define una cámara de rotor (19), presentando un rotor (28) una primera cara del extremo (34) y una segunda cara del extremo sustancialmente opuesta (32), montándose el rotor (28) en la cámara del rotor (19), de tal modo que se pueda desplazar con respecto al alojamiento (12) y de tal modo que pueda girar con respecto al alojamiento (12) alrededor de un eje de rotación (30) dejando libre el espacio de separación (38) entre el perímetro exterior del rotor y el perímetro interior de la cámara del rotor, caracterizado porque se dispone un sello (46) en dicho espacio de separación (38) que separa una primera sección (70) de la cámara del rotor (19) y una segunda sección (72) de la cámara del rotor (19) y en el que unos medios de exposición (42; 92) destinados a exponer por lo menos la primera cara (34) del rotor (28) en la primera sección (70) a una cierta presión de gas, que, en comparación con la presión ejercida sobre la segunda cara sustancialmente opuesta (32) en la segunda sección (72), genera una fuerza de presión diferencial que compensa por lo menos parcialmente el peso del rotor (28), comprendiendo además el dispositivo unos medios de estabilización (100) destinados a contrarrestar las vibraciones del rotor.
- 10
2. Dispositivo según la reivindicación 1, en el que los medios de estabilización (100) se encuentran activamente controlados.
3. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el rotor (28) presenta un eje de rotación vertical (30), y en el que los medios de estabilización (100) actúan sobre el eje vertical (30).
4. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los medios de estabilización (100) comprenden por lo menos un accionador de una bobina de voz.
- 15
5. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los medios de estabilización (100) comprenden por lo menos un accionador lineal de una bobina de voz.
6. Dispositivo según la reivindicación 5, en el que el accionador lineal de la bobina de voz se dispone sobre la parte superior del eje de rotación vertical (30) del rotor (28).
7. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además unos medios (114) destinados a determinar el desplazamiento, en particular el desplazamiento vertical, del rotor (28) con respecto a un elemento de soporte del dispositivo.

20

25

30

35

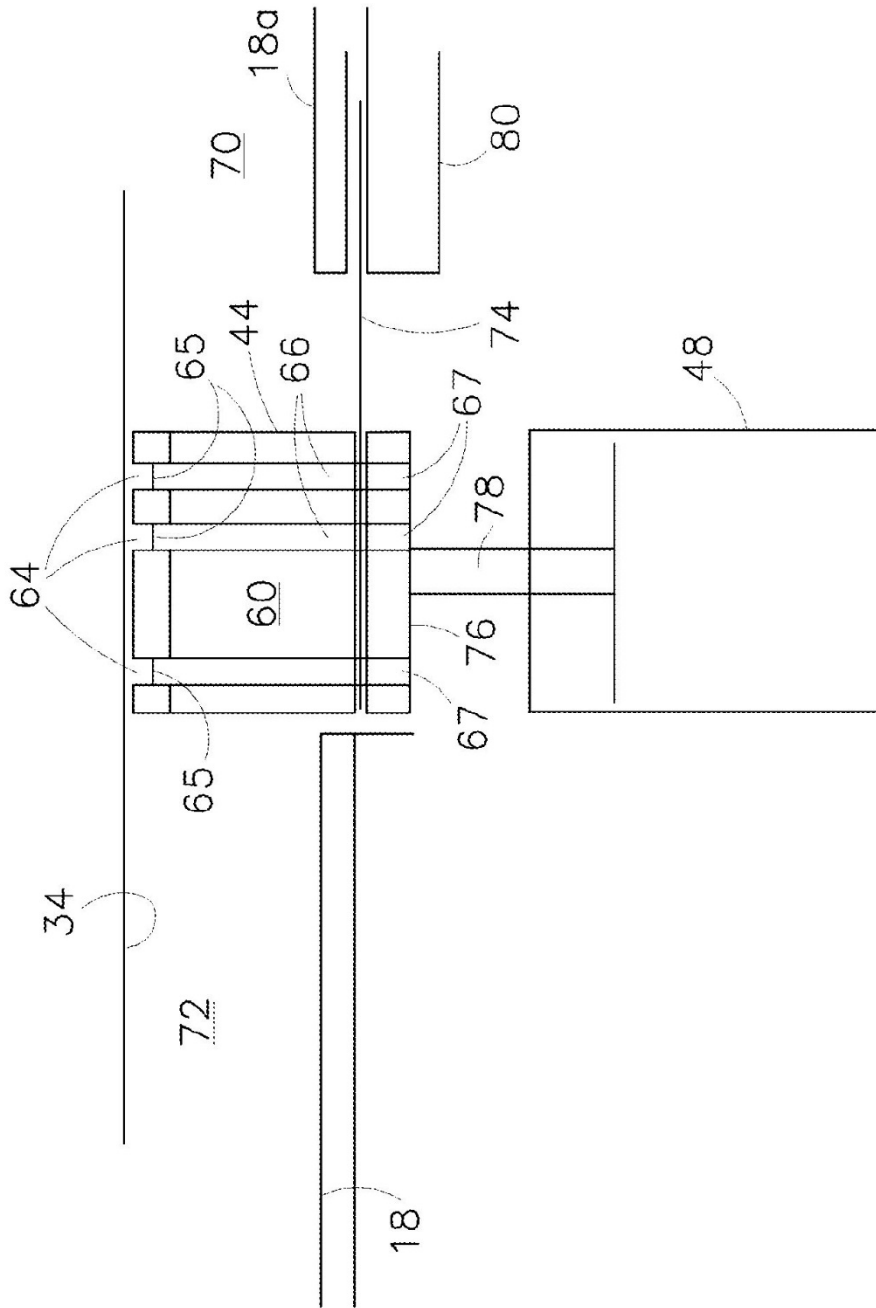


Fig 2

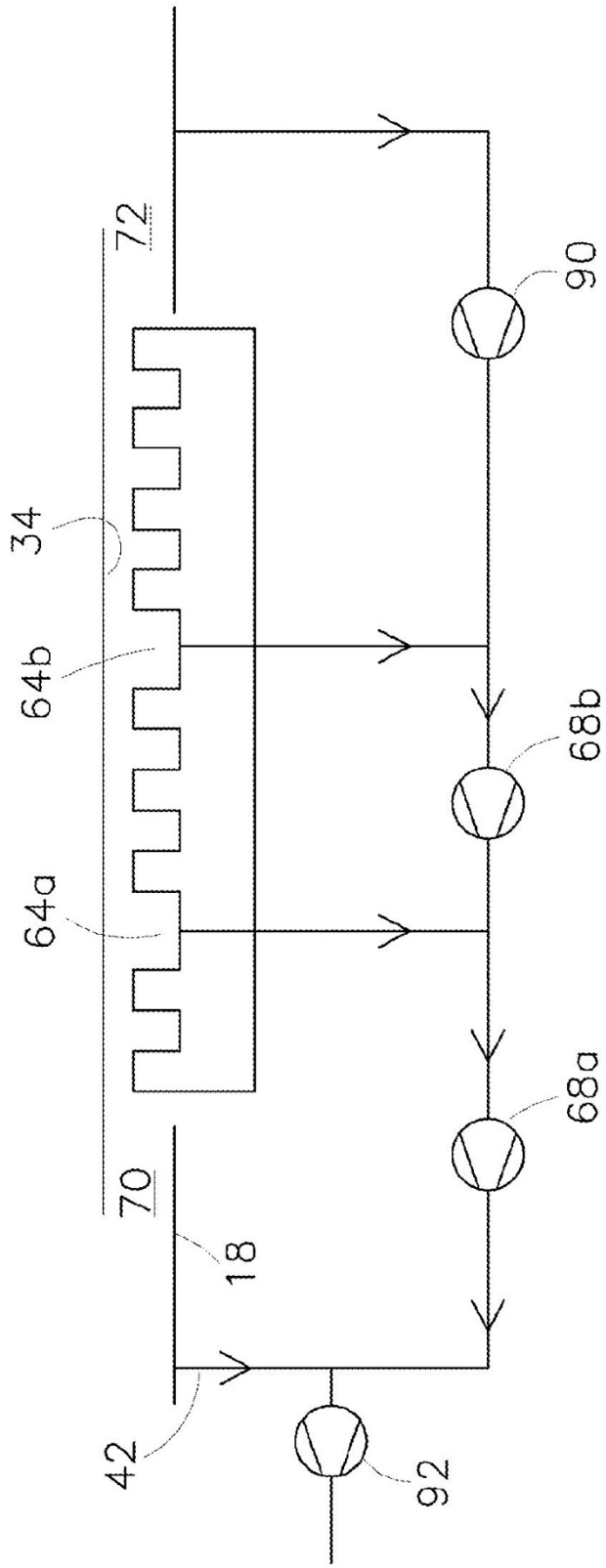


Fig 3

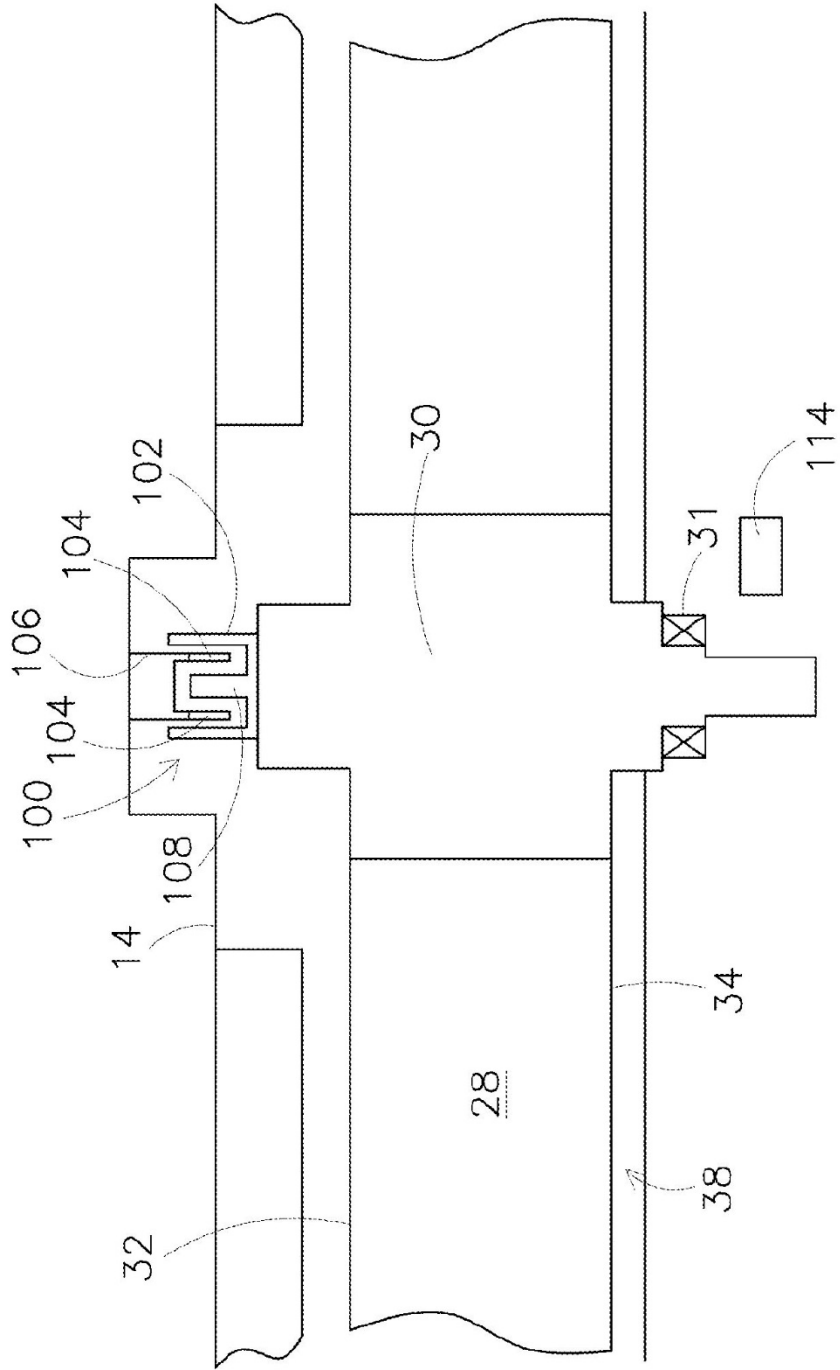


Fig 4