

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 848 351**

51 Int. Cl.:

B03C 1/033 (2006.01)

B03C 1/28 (2006.01)

B03C 1/30 (2006.01)

G01N 33/28 (2006.01)

G01N 15/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.11.2015** **PCT/DK2015/050350**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.05.2016** **WO16078665**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.11.2015** **E 15800713 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.01.2021** **EP 3221694**

54 Título: **Un sensor de contaminantes para detectar contaminantes magnetizables en flujo de lubricante**

30 Prioridad:

21.11.2014 DK 201470729

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
06.08.2021

73 Titular/es:

VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.0%)
Hedeager 42
8200 Aarhus N, DK

72 Inventor/es:

NIELSEN, THOMAS KORSGAARD y
PEDERSEN, JAN HOVE

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 848 351 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

Un sensor de contaminantes para detectar contaminantes magnetizables en flujo de lubricante

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un sensor de contaminantes para detectar contaminantes magnetizables en un flujo de lubricante. El sensor de contaminantes de la invención permite que los contaminantes sean detectados de una manera fácil y sencilla. La invención se refiere además a un sistema de lubricación que tiene el sensor de contaminantes dispuesto en el mismo, y un aerogenerador que comprende tal sistema de lubricación.

Antecedentes de la invención

10 En sistemas de lubricación, donde se hace circular un lubricante con el fin de proporcionar lubricación, por ejemplo, para una parte móvil, no es deseable que los contaminantes, por ejemplo, en forma de residuos, estén presentes en el lubricante, dado que esto puede conducir potencialmente a dañar la parte móvil. Más importante, los contaminantes, por ejemplo, pueden originarse en la parte móvil que se lubrica, y como consecuencia de los movimientos de la parte móvil y, en este caso, la presencia de contaminantes en el lubricante es una indicación de que una parte móvil ya ha sufrido algún daño, por ejemplo, en forma de desconchado de estructura blanca o de fractura de diente. En el caso de que la parte móvil esté hecha de un material magnetizable, tal como hierro, níquel, cobalto o aleaciones que contengan hierro, níquel o cobalto, los contaminantes también serán magnetizables. Como alternativa, el material magnetizable puede ser un metal de tierras raras.

15 De este modo, es deseable ser capaces de detectar la presencia de contaminantes, tales como contaminantes magnetizables, en un lubricante, para detectar si la parte móvil que se lubrica ha sufrido algún daño, y con el fin de evitar que la parte móvil se dañe aún más. Esto se ha obtenido previamente por medio de sensores magnéticos.

20 El documento US 4495799 describe un dispositivo para determinar el nivel de contaminantes en un sistema hidráulico usando diferencias de presión cuando los contaminantes obstruyen un espacio libre estrecho en el flujo.

25 El documento US 2013/0332045 A1 describe un sistema y un método para detectar un esquirlado en un motor por medio de un sensor de residuos de aceite. Un procesador se puede configurar para aumentar un contador cuando el sensor de residuos de aceite detecta una partícula por encima de un tamaño predeterminado, y para aumentar el contador cuando una masa de una pluralidad de partículas por debajo del tamaño predeterminado excede un umbral de masa predeterminado. El procesador puede analizar datos del sensor para determinar cuándo ha ocurrido un cambio en un campo electromagnético, indicando un artículo de residuo.

30 El documento WO 2007/088015 A1 describe un aparato, en particular un contador de partículas inductivo, para detectar partículas en un flujo de fluido y un sistema de refrigeración y/o lubricación asociado. El aparato tiene al menos una bobina de campo para generar un campo magnético, que cubre al menos secciones del flujo de fluido, y una bobina de sensor que se puede conectar a un dispositivo de evaluación que se puede usar para detectar la presencia de una partícula en el flujo de fluido a partir de la señal inducida en la bobina de sensor.

35 Los sistemas y métodos descritos en los documentos US 2013/0332045 A1 y WO 2007/088015 A1 se basan en planteamientos relativamente complicados para detectar la presencia de contaminantes en un flujo de lubricante.

Descripción de la invención

Es un objeto de las realizaciones de la invención proporcionar un sensor de contaminantes que sea capaz de detectar la presencia de contaminantes magnetizables en un flujo de lubricante de una manera fácil y rentable.

40 Otro objeto de las realizaciones de la invención es proporcionar un sensor de contaminantes que permita que los contaminantes se recojan y eliminen del lubricante, por ejemplo, para una inspección adicional.

Según un primer aspecto, la invención proporciona un sensor de contaminantes para detectar contaminantes magnetizables presentes en un flujo de lubricante, el sensor de contaminantes que comprende:

- un alojamiento de sensor,
- un imán permanente dispuesto de manera móvil dentro del alojamiento de sensor,
- 45 - un miembro resiliente acoplado operativamente al imán permanente,
- un elemento sensor dispuesto para detectar un desplazamiento del imán permanente dentro del alojamiento de sensor,
- un indicador dispuesto para generar una señal de alerta cuando un desplazamiento y/o una tasa de cambio de desplazamiento del imán permanente dentro del alojamiento de sensor excede un valor umbral predefinido,

en donde el imán permanente está dispuesto para moverse dentro del alojamiento de sensor en respuesta a contaminantes magnetizables acumulados en una superficie externa del alojamiento de sensor.

Según el primer aspecto, la invención se refiere a un sensor de contaminantes para detectar contaminantes magnetizables presentes en un flujo de lubricante. En el presente contexto, el término 'contaminantes' se debería interpretar que significa material, por ejemplo, en forma de partículas, que no se supone que estén presentes en el lubricante, y que potencialmente pueden originarse a partir de las partes que se lubrican por medio del lubricante. En el presente contexto, el término 'contaminantes magnetizables' se debería interpretar que significa contaminantes que están hechos de un material que se puede magnetizar, es decir, que se puede atraer por medio de una fuerza magnética. El material de los contaminantes magnetizables, por ejemplo, podría ser un material ferroso, tal como hierro o una aleación que contenga hierro, u otro tipo de material magnetizable, tal como níquel o una aleación que contenga níquel, o cobalto o una aleación que contenga cobalto. Como otra alternativa, el material magnetizable puede ser o comprender un metal de tierras raras. En cualquier caso, los contaminantes magnetizables se atraerán hacia un imán dispuesto en las inmediaciones de los contaminantes magnetizables.

El sensor de contaminantes comprende un alojamiento de sensor. En el presente contexto, el término 'alojamiento de sensor' se debería interpretar que significa una estructura sustancialmente cerrada que define una parte interior que está delimitada del exterior del sensor por medio de una o más partes de pared.

El sensor de contaminantes comprende además un imán permanente dispuesto de manera móvil dentro del alojamiento de sensor. Esto se debería interpretar que significa que el imán permanente no está fijado al alojamiento de sensor, sino que se permite que se mueva con relación al alojamiento de sensor, incluso si tales movimientos pueden ser muy pequeños. Esto se describirá con más detalle a continuación. De este modo, el imán permanente se puede desplazar con relación al alojamiento de sensor.

Además, el sensor de contaminantes comprende un miembro resiliente acoplado operativamente al imán permanente. En el presente contexto, el término 'miembro resiliente' se debería interpretar que significa un miembro o una parte que se puede comprimir, estirar, doblar o deformar temporalmente en respuesta a una fuerza que se ejerce sobre el miembro, y que es capaz de restaurar una forma y tamaño originales cuando la fuerza ya no se ejerce más sobre el miembro.

Dado que el miembro resiliente está acoplado operativamente al imán permanente, los movimientos del imán dentro del alojamiento de sensor pueden dar como resultado una fuerza que se ejerce sobre el miembro resiliente y, por lo tanto, puede dar como resultado que el miembro resiliente se comprima, estire, doble o deforme.

El sensor de contaminantes comprende además un elemento sensor dispuesto para detectar un desplazamiento del imán permanente dentro del alojamiento de sensor. El elemento sensor puede estar dispuesto para detectar el desplazamiento directamente. Alternativamente, el elemento sensor puede estar dispuesto para detectar otro parámetro que cambie como resultado del desplazamiento. Se debería observar que el desplazamiento del imán permanente dentro del alojamiento de sensor puede ser muy pequeño, pero el desplazamiento muy pequeño puede dar como resultado un cambio detectable en un parámetro medido, tal como una tensión, una deformación, una presión o una fuerza introducida en un elemento dispuesto adyacente al imán permanente. Esto se describirá con más detalle a continuación.

El imán permanente está dispuesto para moverse dentro del alojamiento de sensor en respuesta a contaminantes magnetizables que se acumulan en una superficie externa del alojamiento de sensor. Dado que los contaminantes son magnetizables, se atraen hacia el imán permanente del sensor de contaminantes. Los contaminantes magnetizables no serán capaces de alcanzar el imán permanente, dado que el imán permanente está dispuesto dentro del alojamiento de sensor y los contaminantes magnetizables están presentes en el flujo de lubricante, es decir, fuera del alojamiento de sensor.

En el presente contexto, el término 'superficie externa del alojamiento de sensor' se debería interpretar que cubre una superficie de una parte de pared del alojamiento de sensor, así como una superficie de una parte separada dispuesta fuera del alojamiento de sensor. Además, la superficie externa puede no ser necesariamente una superficie sólida, sino que también podría ser una estructura de rejilla o similar. En cualquier caso, los contaminantes acumulados en la superficie externa no podrán alcanzar el imán permanente, como se ha descrito anteriormente.

No obstante, debido a la atracción magnética entre el imán permanente y los contaminantes magnetizables, los contaminantes magnetizables se acumularán en una superficie externa del alojamiento de sensor y se retendrán allí por medio de la fuerza magnética proporcionada por el imán permanente. Además, la atracción magnética hará que el imán permanente se mueva dentro del alojamiento de sensor, en una dirección hacia la región donde se acumulan los contaminantes magnetizables. La cantidad de material acumulado determina cuánto se mueve el imán permanente, es decir, el desplazamiento del imán permanente refleja la cantidad de material acumulado. Además, la cantidad de contaminantes magnetizables que se han acumulado durante un período de tiempo dado será normalmente representativa del nivel de contaminantes magnetizables presentes en el flujo de lubricante. Por consiguiente, el desplazamiento del imán permanente proporciona una medida adecuada del nivel de contaminantes magnetizables que están presentes en el flujo de lubricante.

El sensor de contaminantes comprende además un indicador dispuesto para generar una señal de alerta cuando un desplazamiento y/o una tasa de cambio de desplazamiento del imán permanente dentro del alojamiento de sensor exceden un valor umbral predefinido.

5 Cuando el desplazamiento del imán permanente dentro del alojamiento de sensor alcanza un valor umbral predefinido, esto indica que se ha acumulado una cantidad predefinida de contaminantes magnetizables en la superficie externa del alojamiento de sensor. Si el valor umbral predefinido se alcanza antes de que haya transcurrido un período de tiempo especificado, esto puede ser una indicación de que el nivel de contaminantes magnetizables presentes en el flujo de lubricante es demasiado alto, y que se puede requerir una inspección del sistema de lubricación con el fin de evitar un daño adicional en las partes que se lubrican por medio del sistema de lubricación. Por lo tanto, el indicador puede generar una alerta en este caso. Como alternativa a la detección de la cantidad de contaminantes acumulados durante un período de tiempo específico, la cantidad de contaminantes acumulados durante la producción de una cantidad específica de potencia o energía, o con relación a cualquier otro parámetro adecuado.

15 Cuando la tasa de cambio de desplazamiento del imán permanente excede un valor umbral predefinido, esto es una indicación de que los contaminantes magnetizables se acumulan en la superficie externa del alojamiento de sensor más rápido que una tasa aceptable. Esto puede indicar que el nivel de contaminantes magnetizables presentes en el flujo de lubricante ha aumentado repentinamente. Esto puede ser, por ejemplo, una indicación de que una parte móvil del sistema que se lubrica se ha dañado y que, por lo tanto, se puede requerir una inspección del sistema. En este caso, es una ventaja que se genere una señal de alerta en respuesta al aumento en la tasa de cambio del desplazamiento del imán permanente, en lugar de esperar a que se alcance un desplazamiento predefinido, debido a que el posible daño a la parte móvil se puede detectar y corregir, por ello, antes, y se pueden evitar por ello daños graves.

25 De este modo, por medio del sensor de contaminantes de la invención se puede detectar la presencia de contaminantes magnetizables en un flujo de lubricante de una manera fácil y fiable. Además, el sensor de contaminantes se puede proporcionar de una manera rentable, dado que no depende de tecnología o componentes complicados o sensibles.

30 El miembro resiliente puede ser o comprender un elemento de resorte y/o un fuelle. El elemento de resorte puede ser, por ejemplo, un resorte comprimible, un resorte de torsión, un resorte de disco o un resorte de láminas. El fuelle puede tener un medio incompresible, tal como un líquido, dispuesto dentro del mismo, o el fuelle puede estar dispuesto en un recipiente, por ejemplo, en forma de alojamiento de sensor, que contiene un medio incompresible. Esto se describirá con más detalle a continuación.

Alternativa o adicionalmente, el miembro resiliente puede ser o comprender una parte deformable o flexible, tal como una parte hecha de un material de caucho, y/o una parte en la que se introduce deformación o tensión en respuesta a una fuerza que se ejerce sobre el mismo.

35 El elemento sensor puede ser o comprender un sensor de distancia dispuesto para medir una distancia entre el sensor de distancia y el imán permanente o un miembro unido al imán permanente. Suponiendo que el sensor de distancia está dispuesto en una posición fija con relación al alojamiento de sensor, un desplazamiento del imán permanente con relación al alojamiento de sensor también dará como resultado un desplazamiento del imán permanente con relación al sensor de distancia. Por lo tanto, un cambio en la distancia entre el imán permanente, o un miembro unido al imán permanente, y el sensor de distancia corresponde al desplazamiento del imán permanente. De este modo, según esta realización el desplazamiento del imán permanente se mide directamente.

40 Cuando el imán permanente se mueve como resultado de que los contaminantes magnetizables se acumulan en la superficie externa del alojamiento de sensor, el imán permanente se puede mover en una dirección hacia el sensor de distancia o en una dirección lejos del sensor de distancia. En el caso de que el imán permanente se mueva en una dirección hacia el sensor de distancia, el desplazamiento del imán permanente puede alcanzar el valor umbral predefinido cuando la distancia entre el imán permanente, o un miembro unido al imán permanente, y el sensor de distancia disminuye por debajo de un límite inferior especificado.

45 De manera similar, en el caso de que el imán permanente se mueva en una dirección lejos del sensor de distancia, el desplazamiento del imán permanente puede alcanzar el valor umbral predefinido cuando la distancia entre el imán permanente, o un miembro unido al imán permanente, y el sensor de distancia aumenta por encima de un límite superior especificado.

El miembro resiliente puede ser o comprender un fuelle unido al imán permanente, y el elemento sensor puede ser o comprender un sensor de presión dispuesto para medir una presión dentro y/o fuera del fuelle.

55 Dado que el fuelle está unido al imán permanente, los movimientos del imán permanente darán como resultado que se ejerza una fuerza sobre el fuelle, que intentará comprimir o estirar el fuelle. En el caso de que el fuelle tenga un medio incompresible, tal como un líquido, dispuesto dentro del fuelle, no será posible comprimir o estirar el fuelle. En su lugar, la fuerza ejercida sobre el fuelle, por el imán permanente, da como resultado un cambio en la presión dentro del fuelle. Por consiguiente, la presión dentro del fuelle proporciona una medida de la fuerza ejercida sobre el

fuelle por el movimiento del imán permanente. Se debería observar que, según esta realización, el desplazamiento real del imán permanente será muy pequeño, y que los movimientos del imán permanente, debido a los contaminantes magnetizables acumulados, se transforman en una fuerza que se ejerce sobre el fuelle, y por ello un cambio en la presión dentro del fuelle.

- 5 Según una realización alternativa, el fuelle puede tener un medio comprimible, tal como un gas dispuesto dentro del fuelle, pero el fuelle se puede disponer en un medio incompresible, tal como un líquido. En este caso, la presión del líquido cambiará en respuesta al fuelle que se comprime o estira y, por ello, la presión fuera del fuelle, es decir, la presión del líquido, será una medida adecuada de la fuerza ejercida sobre el fuelle por medio del imán permanente en movimiento. Por consiguiente, la presión fuera del fuelle, en este caso, proporciona una medida adecuada para el desplazamiento del imán permanente.

10 El elemento sensor puede ser o comprender un sensor de fuerza dispuesto para medir una fuerza ejercida por el imán permanente. Según esta realización, el elemento sensor puede, por ejemplo, ser de un tipo que esté adaptado para medir la deformación o la tensión introducida en un elemento o en una parte como resultado de la fuerza ejercida por el imán permanente cuando se mueve debido a la atracción magnética entre el imán permanente y los contaminantes acumulados en la superficie externa del alojamiento de sensor. Por ejemplo, el elemento sensor puede comprender un indicador de deformación o un elemento piezorresistivo.

15 El imán permanente se puede mover contra una fuerza proporcionada por el miembro resiliente en respuesta a los contaminantes magnetizables acumulados en la superficie externa del alojamiento de sensor. Según esta realización, el miembro resiliente está dispuesto para desviar el imán permanente en una dirección lejos de la región del alojamiento de sensor donde se acumulan los contaminantes. Esto asegura que el imán permanente se mueva gradualmente hacia esta región del alojamiento de sensor, a medida que se acumulan los contaminantes.

20 El elemento sensor puede estar dispuesto, al menos parcialmente, dentro del alojamiento de sensor. Por ello, el elemento sensor está protegido contra el lubricante en el que está dispuesto el sensor de contaminantes.

25 Según un segundo aspecto, la invención proporciona un sistema de lubricación para lubricar un componente de aerogenerador, el sistema de lubricación que tiene un sensor de contaminantes según el primer aspecto de la invención, montado de manera desmontable en el mismo.

30 Según este aspecto, el sensor de contaminantes se usa para detectar la presencia de contaminantes en el lubricante usado para lubricar un componente de aerogenerador. Por ello, se puede evitar un daño adicional al componente de aerogenerador, como se ha descrito anteriormente. Dado que el sensor de contaminantes está montado de manera desmontable en el sistema de lubricación, el sensor de contaminantes se puede retirar del sistema de lubricación, por ejemplo, para su inspección, reparación, mantenimiento o sustitución.

35 El componente de aerogenerador puede ser o formar parte de un tren motriz. Por ejemplo, el componente de aerogenerador podría ser un gran engranaje de transmisión de un aerogenerador. Como alternativa, el componente de aerogenerador puede ser o formar parte de un sistema de guiñada, un sistema de inclinación o un sistema de cojinetes de un aerogenerador.

40 El sensor de contaminantes puede estar dispuesto para retener los contaminantes acumulados en una superficie externa del alojamiento de sensor, los contaminantes acumulados por ello que se pueden retirar del sistema de lubricación junto con el sensor de contaminantes desmontable. Según esta realización, los contaminantes que se acumulan en la superficie externa del alojamiento de sensor durante el uso del sensor de contaminantes permanecen unidos a la superficie externa del alojamiento de sensor. Cuando el sensor de contaminantes se retira del sistema de lubricación, por ejemplo, en respuesta a una señal de alerta generada por el indicador, o como parte de una inspección de servicio regular, los contaminantes acumulados se retiran del sistema de lubricación junto con el sensor de contaminantes. Esto permite que los contaminantes acumulados sean inspeccionados y/o analizados, por ejemplo, para determinar el origen de los contaminantes.

45 Según un tercer aspecto, la invención proporciona un aerogenerador que comprende un sistema de lubricación según el segundo aspecto de la invención.

50 Se debería observar que una persona experta reconocerá fácilmente que cualquier característica descrita en combinación con el primer aspecto de la invención también se podría combinar con el segundo o tercer aspectos de la invención, que cualquier característica descrita en combinación con el segundo aspecto de la invención también se podría combinar con el primer y tercer aspectos de la invención, y que cualquier característica descrita en combinación con el tercer aspecto de la invención también se podría combinar con el primer y segundo aspectos de la invención. Las observaciones expuestas anteriormente son, por lo tanto, igualmente aplicables aquí.

Breve descripción de los dibujos

La invención se describirá ahora con más detalle con referencia a los dibujos que se acompañan en los que

las Figs. 1a-1c son vistas en sección transversal de un sensor de contaminantes según una primera realización de la invención,

las Figs. 2a-2c son vistas en sección transversal de un sensor de contaminantes según una segunda realización de la invención,

5 las Figs. 3-9 son vistas en sección transversal de un sensor de contaminantes según diversas realizaciones de la invención,

la Fig. 10 es una vista esquemática de un sistema de lubricación según una realización de la invención, y

las Figs. 11 a 15 ilustran sensores de contaminantes según una realización de la invención dispuestos en diversas posiciones en un sistema de lubricación.

10 Descripción detallada de los dibujos

Las Figs. 1a-1c son vistas en sección transversal de un sensor de contaminantes 1 según una primera realización de la invención. En la Fig. 1a, el sensor de contaminantes 1 no está activado, en la Fig. 1b el sensor de contaminantes 1 está parcialmente activado y en la Fig. 1c el sensor de contaminantes 1 está completamente activado.

15 El sensor de contaminantes comprende un alojamiento de sensor 2 que tiene un imán permanente 3 dispuesto de manera móvil en el mismo. Un miembro resiliente, en forma de un disco flexible 4 (o un resorte de láminas) está acoplado al imán permanente 3 y a un miembro de distancia 5. El miembro de distancia 5 se acopla por ello al imán permanente 3, a través del disco flexible 4, y la posición del miembro de distancia 5 dentro del alojamiento de sensor 2 está determinada por lo tanto por la posición del imán permanente 3.

20 Un elemento sensor, en forma de sensor de distancia 6, está dispuesto parcialmente dentro del alojamiento de sensor 2, y está dispuesto para detectar la distancia entre una parte final del sensor de distancia 6 y el miembro de distancia 5. Dado que esta distancia está definida por la posición del miembro de distancia 5 dentro del alojamiento de sensor 2, la distancia es una medida para un desplazamiento del imán permanente 3.

25 El sensor de contaminantes 1 se puede disponer en un flujo de lubricante de tal manera que la parte del alojamiento de sensor 2, que está dispuesta opuesta a la posición del sensor de distancia 6, esté dispuesta en contacto con el lubricante. Por ello, los contaminantes magnetizables presentes en el flujo de lubricante se atraerán hacia el sensor de contaminantes 1 y se acumularán en una superficie externa del alojamiento de sensor 2, debido al campo magnético generado por el imán permanente 3. Además, los contaminantes magnetizables que se atraen hacia el sensor de contaminantes 1 de esta manera permanecerán unidos al alojamiento de sensor 2, debido al campo magnético. Esto se describirá además a continuación.

30 En la Fig. 1a no se han atraído contaminantes hacia el sensor de contaminantes 1 y, por lo tanto, no se han acumulado contaminantes en la superficie externa del alojamiento de sensor 2. Como consecuencia, el imán permanente 3 está dispuesto tan cerca del sensor de distancia 6 como sea posible, y el disco flexible 4 está en un estado relajado.

35 En la Fig. 1b se han acumulado algunos contaminantes 7 en la superficie externa del alojamiento de sensor 2. Esto ha causado que el imán permanente 3 sea atraído por los contaminantes acumulados 7, moviendo por ello el imán permanente 3 hacia los contaminantes acumulados 7, contra una fuerza de desviación proporcionada por el disco flexible 4. Por consiguiente, el miembro de distancia 5 se ha movido lejos del sensor de distancia 6, es decir, ha aumentado la distancia medida por el sensor de distancia 6.

40 En la Fig. 1c se ha acumulado una mayor cantidad de contaminantes 7 en la superficie externa del alojamiento de sensor 2. Esto ha causado que el imán permanente 3 se mueva más cerca de los contaminantes 7 acumulados. Por ello el miembro de distancia 5 se ha movido más lejos del sensor de distancia 6, es decir, ha aumentado aún más la distancia medida por el sensor de distancia 6. Esto ha causado que la distancia medida por el sensor de distancia 6 aumente por encima de un valor umbral predefinido, indicando que la cantidad de contaminantes 7 acumulados está por encima de un valor umbral dado. Si se acumula una cierta cantidad de contaminantes 7 dentro de una cierta cantidad de tiempo, esto es una indicación de que una alta concentración de contaminantes magnetizables 7 está presente en el flujo de lubricante. Esto puede ser debido a daños o desgaste en las partes móviles que se lubrican por medio del sistema de lubricación y, por lo tanto, un indicador genera una alerta en este caso, por ejemplo, con el fin de informar a un operador de que se requiere una inspección del sistema de lubricación.

50 Cuando el imán permanente 3 se mueve como se ha descrito anteriormente, se mueve contra la fuerza de desviación proporcionada por el disco flexible 4. Esto asegura que el imán permanente 3 se mueva gradualmente y que el desplazamiento del imán permanente 3 proporcione una medida adecuada para la cantidad de contaminantes magnetizables 7 que se han acumulado en la superficie externa del alojamiento de sensor 2.

Las Figs. 2a-2c son vistas en sección transversal de un sensor de contaminantes 1 según una segunda realización de la invención. En la Fig. 2a, el sensor de contaminantes 1 no está activado, en la Fig. 2b el sensor de

contaminantes 1 está parcialmente activado y en la Fig. 2c el sensor de contaminantes 1 está completamente activado.

El sensor de contaminantes 1 de las Figs. 2a-2c es muy similar al sensor de contaminantes 1 de las Figs. 1a-1c y, por lo tanto, no se describirá en detalle aquí.

5 En comparación con la realización ilustrada en las Figs. 1a-1c, en el sensor de contaminantes 1 de las Figs. 2a-2c, el disco flexible se ha sustituido por un resorte comprimible 8, y el miembro de distancia 5 tiene una forma diferente. Por consiguiente, el imán permanente 3 se mueve contra una fuerza de desviación proporcionada por el resorte comprimible 8, pero de otro modo, el sensor de contaminantes 1 de las Figs. 2a-2c opera esencialmente como se ha descrito anteriormente con referencia a las Figs. 1a-1c.

10 La Fig. 3 es una vista en sección transversal de un sensor de contaminantes 1 según una tercera realización de la invención. El sensor de contaminantes 1 se muestra en un estado completamente activado. El sensor de contaminantes 1 de la Fig. 3 es muy similar al sensor de contaminantes 1 de las Figs. 1a-1c y, por lo tanto, no se describirá en detalle aquí.

15 En el sensor de contaminantes 1 de la Fig. 3, el elemento de distancia 5 tiene la forma de un disco montado en una varilla, que está unida al disco flexible 4. Esto permite que el sensor de distancia 6 se disponga muy lejos relativamente del imán permanente 3, mientras que la distancia que se mide por el sensor de distancia 1, es decir, la distancia al disco del elemento de distancia 5, es relativamente pequeña.

20 La Fig. 4 es una vista en sección transversal de un sensor de contaminantes 1 según una cuarta realización de la invención. El sensor de contaminantes 1 se muestra en un estado completamente activado. El sensor de contaminantes 1 de la Fig. 4 es muy similar al sensor de contaminantes 1 de la Fig. 3 y, por lo tanto, no se describirá en detalle aquí.

25 En el sensor de contaminantes 1 de la Fig. 4, el disco flexible 4 está acoplado al imán permanente 3 a través de un miembro de extensión 9. El miembro de extensión 9 podría ser, por ejemplo, un alambre de acero. Esto permite que el imán permanente 3 esté dispuesto incluso más lejos del sensor de distancia 6, al tiempo que tiene el disco flexible 4 dispuesto cerca del imán permanente 3. No obstante, todavía se puede considerar que el disco flexible 4 está dispuesto muy lejos del imán permanente 3.

30 La Fig. 5 es una vista en sección transversal de un sensor de contaminantes 1 según una quinta realización de la invención. De manera similar a las realizaciones descritas anteriormente, el sensor de contaminantes 1 comprende un alojamiento de sensor 2 que tiene un imán permanente 3 dispuesto de manera móvil en el mismo. La parte del sensor de contaminantes 1 donde se coloca el imán permanente 3 se puede disponer en contacto con un flujo de lubricante, y los contaminantes magnetizables se pueden acumular en una superficie externa del alojamiento de sensor 2, debido al campo magnético proporcionado por el imán permanente 3, esencialmente como se ha descrito anteriormente.

35 El imán permanente 3 está acoplado a un miembro resiliente, en forma de fuelle 10. Un elemento sensor, en forma de sensor de presión 11, está dispuesto parcialmente dentro del alojamiento de sensor 2, de tal manera que mide la presión P1 dentro del fuelle 10.

40 Cuando el imán permanente 3 se mueve hacia los contaminantes acumulados en la superficie externa del alojamiento de sensor 2, como se ha descrito anteriormente, la presión dentro del fuelle 10 disminuye. Este cambio de presión se detecta por el sensor de presión 11 y proporciona una medida adecuada para el desplazamiento del imán permanente 3, debido a los contaminantes acumulados en la superficie externa del alojamiento de sensor 2. Por consiguiente, la presión medida proporciona una medida adecuada para la cantidad de contaminantes que se ha acumulado en la superficie externa del alojamiento de sensor 2. De este modo, cuando la presión medida disminuye por debajo de un valor umbral predefinido, un indicador genera una señal de alerta.

45 Según esta realización, el desplazamiento real del imán permanente 3 puede ser muy pequeño, en particular si se dispone un líquido dentro del fuelle 10. No obstante, los cambios de presión dentro del fuelle 10, debidos al pequeño desplazamiento del imán permanente 3, pueden ser detectables.

La Fig. 6 es una vista en sección transversal de un sensor de contaminantes 1 según una sexta realización de la invención. El sensor de contaminantes 1 de la Fig. 6 es muy similar al sensor de contaminantes 1 de la Fig. 5 y, por lo tanto, no se describirá en detalle aquí.

50 En el sensor de contaminantes 1 de la Fig. 6, el sensor de presión 11 está dispuesto para medir una presión P2, que prevalece dentro de una parte cerrada del alojamiento de sensor 2, pero fuera del fuelle 10. El fuelle 10 también está dispuesto dentro de la parte cerrada del alojamiento de sensor 2.

Cuando el imán permanente 3 se desplaza como se ha descrito anteriormente, y la presión P1 dentro del fuelle 10 disminuye por ello, la presión P2, que prevalece en la parte cerrada del alojamiento de sensor aumenta. De este

modo, según esta realización, un indicador genera una señal de alerta cuando la presión medida, P2, aumenta por encima de un valor umbral predefinido.

La Fig. 7 es una vista en sección transversal de un sensor de contaminantes 1 según una séptima realización de la invención. El sensor de contaminantes 1 de la Fig. 7 es muy similar al sensor de contaminantes 1 de la Fig. 5 y, por lo tanto, no se describirá en detalle aquí.

En el sensor de contaminantes 1 de la Fig. 7, el sensor de presión 11 está dispuesto para medir la presión, P1, dentro del fuelle 10, así como la presión, P2, que prevalece en la parte cerrada del alojamiento de sensor 2. En consecuencia, se puede obtener una presión diferencial a través de la pared del fuelle 10 por medio del sensor de presión 11. Esto proporciona una medida más precisa para el desplazamiento del imán permanente 3, debido a que cualquier efecto causado por cambios en la presión ambiente o la temperatura ambiente solamente influirá en las presiones absolutas P1 y P2, pero no en la presión diferencial a través de la pared del fuelle 10.

La Fig. 8 es una vista en sección transversal de un sensor de contaminantes 1 según una octava realización de la invención. De manera similar a las realizaciones descritas anteriormente, el sensor de contaminantes 1 de la Fig. 8 comprende un alojamiento de sensor 2 que tiene un imán permanente 3 dispuesto de manera móvil en el mismo. El imán permanente 3 está acoplado a un miembro resiliente, en forma de una almohadilla deformable 12. Cuando el imán permanente 3 se mueve, debido a que se atrae hacia los contaminantes acumulados en la superficie exterior del alojamiento de sensor, la almohadilla deformable 12 se exprime por el imán permanente 3 y, por ello, la almohadilla deformable 12 se somete a una deformación en forma de compresión. El grado de deformación de la almohadilla deformable 12 depende del desplazamiento del imán permanente 3 y, por ello, de la cantidad de contaminantes que se han acumulado en la superficie externa del alojamiento de sensor 2.

La almohadilla deformable 12 está dotada con medios sensores (no visibles), por ejemplo, en forma de un indicador de deformación o de un elemento piezorresistivo insertado o montado en la almohadilla deformable 12, que mide la cantidad de deformación de la almohadilla deformable 12. Esto da como resultado una señal eléctrica, que se suministra a una caja electrónica 13. Cuando la señal eléctrica recibida en la caja electrónica 13 alcanza un nivel que indica que se ha acumulado una cierta cantidad de contaminantes en la superficie externa del alojamiento de sensor 2, un indicador genera una alerta.

La Fig. 9 es una vista en sección transversal de un sensor de contaminantes 1 según una novena realización de la invención. El sensor de contaminantes 1 de la Fig. 9 es muy similar al sensor de contaminantes 1 de la Fig. 8 y, por lo tanto, no se describirá en detalle aquí.

En el sensor de contaminantes 1 de la Fig. 9, la almohadilla deformable 12 está acoplada al imán permanente 3 en un extremo que se orienta lejos de la parte del alojamiento de sensor 2 donde se acumulan los contaminantes. De este modo, cuando se mueve el imán permanente 3, a medida que los contaminantes se acumulan en la superficie externa del alojamiento de sensor 2, la almohadilla deformable 12 se estira, es decir, se somete a una deformación en forma de estiramiento. El grado de deformación se detecta, esencialmente como se ha descrito anteriormente con referencia a la Fig. 8.

La Fig. 10 es una vista esquemática de un sistema de lubricación 14 según una realización de la invención. El sistema de lubricación 14 está dispuesto para proporcionar lubricación a un número de partes móviles de un aerogenerador.

El sistema de lubricación 14 comprende un tanque de lubricante 15, una bomba 16, un número de filtros 17, un intercambiador de calor 18 y un distribuidor 19. El lubricante se bombea desde el tanque de lubricante 15, por medio de la bomba 16, a través de los filtros 17 y del intercambiador de calor 18 al distribuidor 19. En el distribuidor 19 el lubricante disponible se distribuye entre un sistema de cojinete principal 20, un sistema de engranajes 21 y un generador 22. El sistema de cojinete principal 20, el sistema de engranajes 21 y el generador 22 están lubricados por medio del lubricante, y el lubricante se devuelve posteriormente al tanque de lubricante 15.

El sistema de lubricación 14 está dotado con uno o más sensores de contaminantes, según una realización de la invención, montados en una o más de las posiciones 23. De este modo, se puede detectar la presencia de contaminantes magnetizables en el lubricante que fluye en el sistema de lubricación 14 de la manera descrita anteriormente.

Las Figs. 11-15 ilustran sensores de contaminantes 1 según una realización de la invención, dispuestos en diversas posiciones en un sistema de lubricación. El sistema de lubricación podría ser, por ejemplo, el sistema de lubricación 14 de la Fig. 10.

La Fig. 11 ilustra tres posibles posiciones de los sensores de contaminantes 1 cerca de una salida 24 de un consumidor de lubricante. El consumidor de lubricante, por ejemplo, podría ser un sistema de cojinete principal, un sistema de engranajes o un generador de un aerogenerador, como se ilustra en la Fig. 10.

En un aerogenerador, el tren motriz, y por ello también el sistema de cojinete principal, el sistema de engranajes y el generador, están ligeramente inclinados con relación a una dirección horizontal. Por ello, una salida 24 de uno de

estos consumidores de lubricante también se inclina ligeramente con relación a una dirección horizontal, como se ilustra en la Fig. 11. Por lo tanto, la fuerza de la gravedad causará que el lubricante que sale del consumidor de lubricante a través de la salida 24 se mueva a lo largo de la dirección ilustrada por las flechas 25.

5 Con el fin de asegurar que los sensores de contaminantes 1 se pongan en contacto con el flujo de lubricante, y que los contaminantes magnetizables presentes en el flujo de lubricante sean llevados a una posición en las inmediaciones de uno de los sensores de contaminantes 1, los sensores de contaminantes 1 están dispuestos en posiciones donde se atrapa el lubricante, o donde el lubricante se conduce de manera natural por medio de la fuerza de la gravedad.

10 La Fig. 12 ilustra otra parte de un sistema de lubricación, en forma de una tubería de lubricante 26 con un diámetro relativamente grande. Debido al diámetro grande de la tubería de lubricante 26, el lubricante fluye de manera relativamente lenta a través de la tubería de lubricante 26. Además, la tubería de lubricante 26 está ligeramente inclinada con relación a una dirección horizontal y, por lo tanto, el lubricante se mueve a lo largo de la dirección indicada por la flecha 27, debido a la fuerza de la gravedad.

15 Dos sensores de contaminantes 1a, 1b están montados en una parte inferior de la tubería de lubricante 26. Por ello se asegura que el lubricante se conduzca pasados los sensores de contaminantes 1.

Uno de los sensores de contaminantes 1a tiene un alojamiento de sensor que está dispuesto sustancialmente en alineación con una pared externa de la tubería de lubricante 26. Esto proporciona un buen contacto entre el sensor de contaminantes 1a y el lubricante que fluye en la tubería de lubricante 26.

20 El otro sensor de contaminantes 1b tiene un alojamiento de sensor que está dispuesto a una pequeña distancia de la pared externa de la tubería de lubricante 26. Por ello, se forma una pequeña cavidad entre el alojamiento de sensor y el interior de la tubería de lubricante 26, la cavidad que está en contacto abierto con el interior de la tubería de lubricante 26. Esto tiene la consecuencia de que algo del lubricante que fluye en la tubería de lubricante 26 se atrapa en la cavidad. Por ello se asegura que los contaminantes magnetizables presentes en el lubricante que se atrapa en la cavidad se acumulen realmente por el sensor de contaminantes 1b.

25 Los sensores de contaminantes 1a, 1b están montados, cada uno, en un soporte 28. Esto permite que los sensores de contaminantes 1a, 1b sean retirados del sistema de lubricación, junto con cualquier contaminante acumulado, por ejemplo, con el fin de inspeccionar los sensores de contaminantes 1a, 1b. Se muestra un tercer soporte 28, que no tiene un sensor de contaminantes montado en el mismo.

30 La Fig. 13 ilustra otra parte más de un sistema de lubricación, en forma de una tubería de lubricante 29 sustancialmente vertical. El lubricante fluye a través de la tubería de lubricante 29 a lo largo de la dirección indicada por las flechas 30, es decir, en una dirección hacia arriba, contra la fuerza de la gravedad.

35 Una válvula de retención 31 está dispuesta en la tubería de lubricante 29, con el fin de evitar que el lubricante fluya en una dirección opuesta a la indicada por las flechas 30. El lubricante que pasa la válvula de retención 31 se fuerza hacia las paredes de la tubería de lubricante 29, como se indica por las flechas 32. Un sensor de contaminantes 1 está montado en la tubería de lubricante 29 en una posición inmediatamente aguas abajo con respecto a la válvula de retención 31, es decir, en una posición donde el lubricante se fuerza hacia las paredes de la tubería de lubricante y, por ello, hacia el sensor de contaminantes 1. Por ello se asegura que el sensor de contaminantes 1 se pone en contacto con el lubricante que fluye en la tubería de lubricante 29.

40 La Fig. 14 ilustra otra parte más de un sistema de lubricación, también en forma de una tubería de lubricante 33 sustancialmente vertical, que tiene un diámetro relativamente pequeño. El lubricante que fluye a través de la tubería de lubricante 33 fluye sustancialmente a lo largo de la dirección indicada por la flecha 34, es decir, en una dirección sustancialmente hacia arriba. Un sensor de contaminantes 1 está montado en la tubería de lubricante 33.

45 Dado que el diámetro de la tubería de lubricante 33 es relativamente pequeño, el lubricante fluye a través de la tubería de lubricante 33 a una velocidad relativamente alta. Por lo tanto, hay un riesgo de que el lubricante, junto con cualquier contaminante contenido en el mismo, simplemente pase por el sensor de contaminantes 1, y que los contaminantes no se acumulen por ello por el sensor de contaminantes 1. Con el fin de asegurar que el sensor de contaminantes 1 se ponga en contacto con el lubricante, se dispone un desviador 35 dentro de la tubería de lubricante 33, con el fin de dirigir el lubricante hacia el sensor de contaminantes 1, y posiblemente ralentizar el flujo de lubricante.

50 La Fig. 15 ilustra otra parte más de un sistema de lubricación, en forma de una tubería de lubricante 36 sustancialmente horizontal, que tiene un diámetro relativamente pequeño. El lubricante que fluye a través de la tubería de lubricante 36 fluye sustancialmente a lo largo de la dirección indicada por la flecha 37, es decir, sustancialmente de izquierda a derecha en la Figura. Un sensor de contaminantes 1 está montado en una parte inferior de la tubería de lubricante 36. Por ello, la fuerza de la gravedad conducirá el lubricante que fluye en la tubería de lubricante 36 hacia el sensor de contaminantes 1.

- 5 No obstante, dado que el diámetro de la tubería de lubricante 36 es relativamente pequeño, el lubricante fluye a través de la tubería de lubricante 36 a una velocidad relativamente alta y, por lo tanto, hay un riesgo de que los contaminantes presentes en el lubricante no se acumulen por el sensor de contaminantes 1, como se ha descrito anteriormente, con referencia a la Fig. 14. Por lo tanto, se dispone un desviador 35 dentro de la tubería de lubricante 36, con el fin de dirigir el lubricante hacia el sensor de contaminantes 1 y, posiblemente, ralentizar el flujo de lubricante.

REIVINDICACIONES

1. Un sensor de contaminantes (1) para detectar contaminantes magnetizables (7) presentes en un flujo de lubricante, el sensor de contaminantes (1) que comprende:
 - un alojamiento de sensor (2),
 - 5 - un imán permanente (3) dispuesto de manera móvil dentro del alojamiento de sensor (2),
 - un miembro resiliente (4, 8, 10, 12) acoplado operativamente al imán permanente (3),
 - un elemento sensor (6, 11, 13) dispuesto para detectar un desplazamiento del imán permanente (3) dentro del alojamiento de sensor (2),
 - 10 - un indicador dispuesto para generar una señal de alerta cuando un desplazamiento y/o una tasa de cambio de desplazamiento del imán permanente (3) dentro del alojamiento de sensor (2) excede un valor umbral predefinido,caracterizado por que
el imán permanente (3) está dispuesto para moverse dentro del alojamiento de sensor (2) en respuesta a los contaminantes magnetizables (7) acumulados en una superficie externa del alojamiento de sensor (2).
- 15 2. Un sensor de contaminantes (1) según la reivindicación 1, en donde el miembro resiliente es o comprende un elemento de resorte (4, 8) y/o un fuelle (10).
3. Un sensor de contaminantes (1) según la reivindicación 1 o 2, en donde el elemento sensor es o comprende un sensor de distancia (6) dispuesto para medir una distancia entre el sensor de distancia (6) y el imán permanente (3) o un miembro (5) unido al imán permanente (3).
- 20 4. Un sensor de contaminantes (1) según la reivindicación 1 o 2, en donde el miembro resiliente es o comprende un fuelle (10) unido al imán permanente (3), y en donde el elemento sensor es o comprende un sensor de presión (11) dispuesto para medir una presión dentro y/o fuera del fuelle (10).
5. Un sensor de contaminantes (1) según la reivindicación 1 o 2, en donde el elemento sensor es o comprende un sensor de fuerza (13) dispuesto para medir una fuerza ejercida por el imán permanente (3).
- 25 6. Un sensor de contaminantes (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el imán permanente (3) se puede mover contra una fuerza proporcionada por el miembro resiliente (4, 8, 12) en respuesta a los contaminantes magnetizables (7) acumulados en la superficie externa del alojamiento de sensor (2).
7. Un sensor de contaminantes (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el elemento sensor (6, 11, 13) está dispuesto, al menos parcialmente, dentro del alojamiento de sensor (2).
- 30 8. Un sistema de lubricación (14) para lubricar un componente de aerogenerador (20, 21, 22), el sistema de lubricación (14) que tiene un sensor de contaminantes (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores montado de manera desmontable en el mismo.
9. Un sistema de lubricación (14) según la reivindicación 8, en donde el componente de aerogenerador (20, 21, 22) es o forma parte de un tren motriz.
- 35 10. Un sistema de lubricación (14) según la reivindicación 8 o 9, en donde el sensor de contaminantes (1) está dispuesto para retener los contaminantes (7) acumulados en una superficie externa del alojamiento de sensor (2), los contaminantes (7) acumulados que son retirables por ello del sistema de lubricación (14) junto con el sensor de contaminantes (1) desmontable.
11. Un aerogenerador que comprende un sistema de lubricación (14) según cualquiera de las reivindicaciones 8-10.

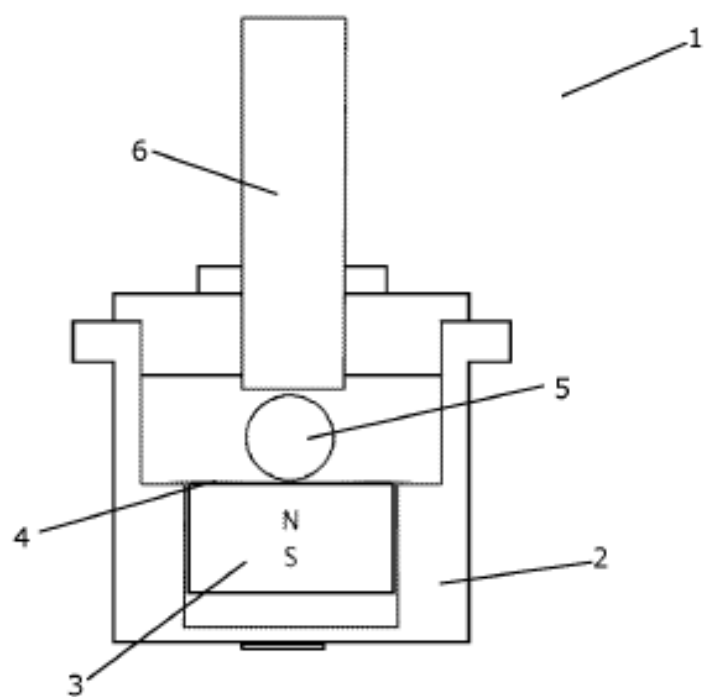


Fig. 1a

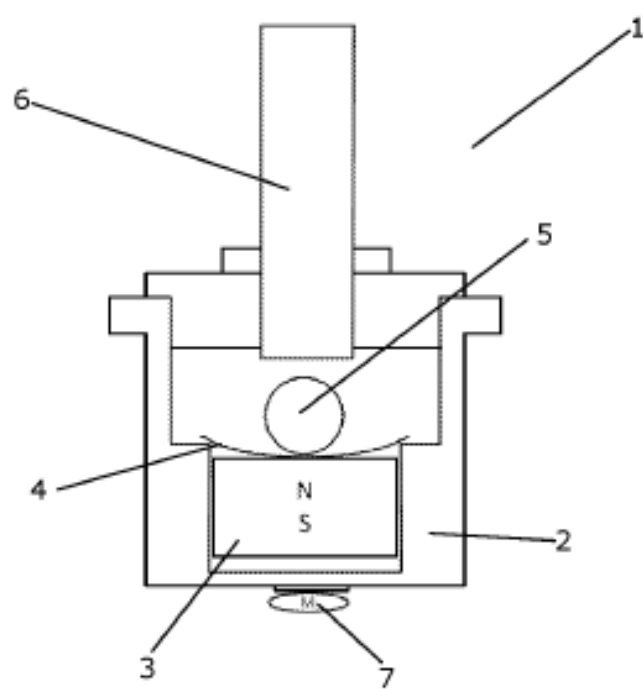


Fig. 1b

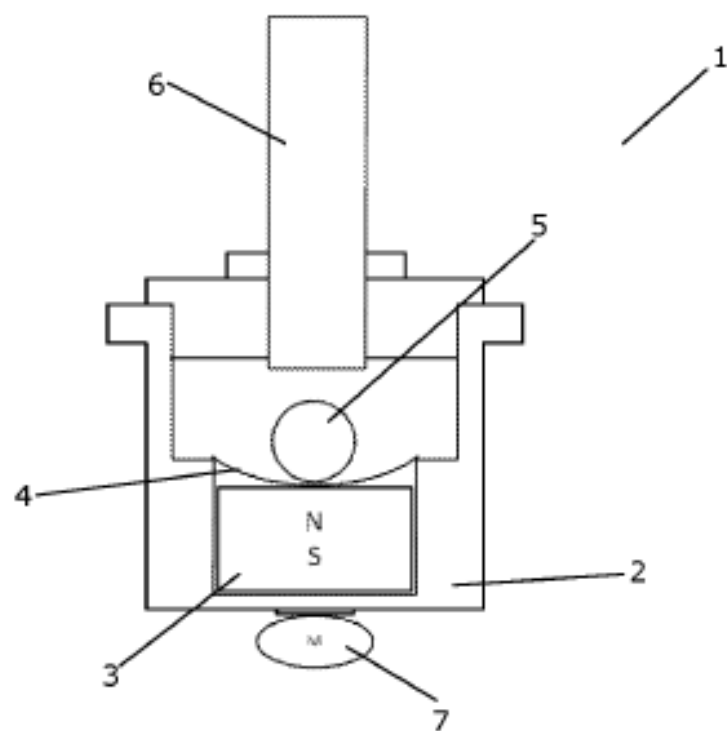


Fig. 1c

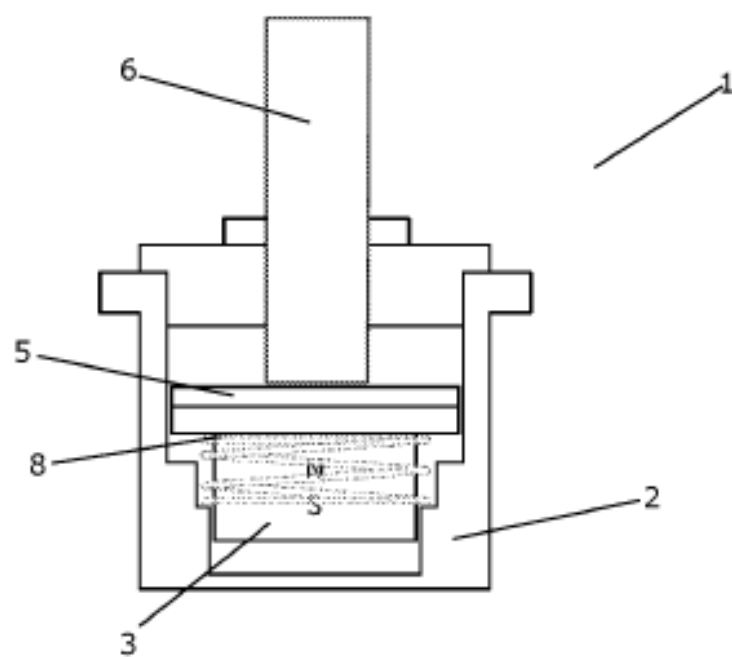


Fig. 2a

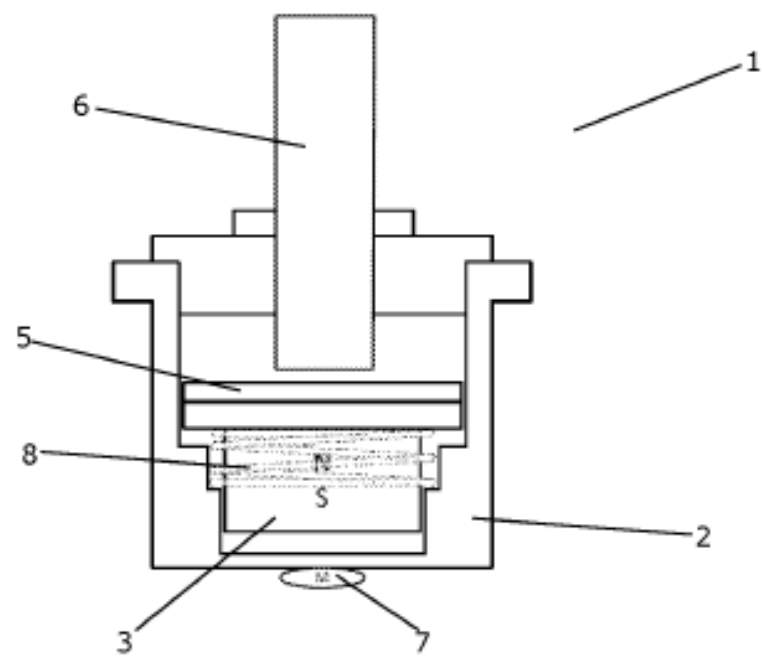


Fig. 2b

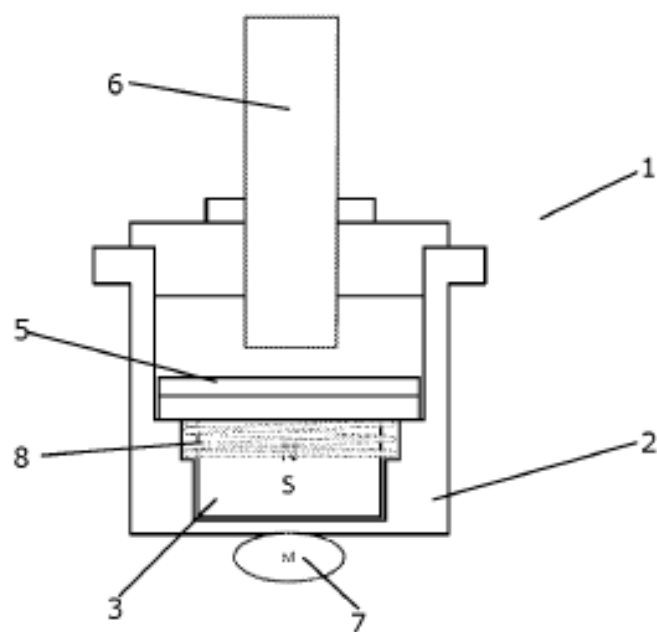


Fig. 2c

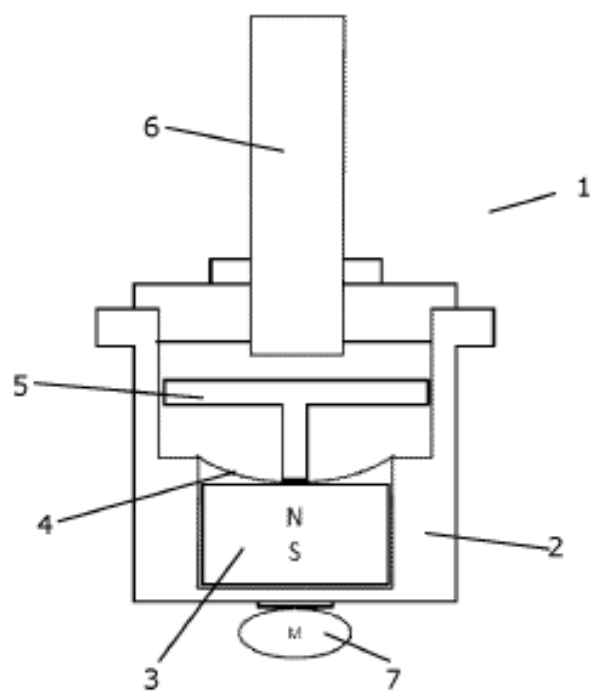


Fig. 3

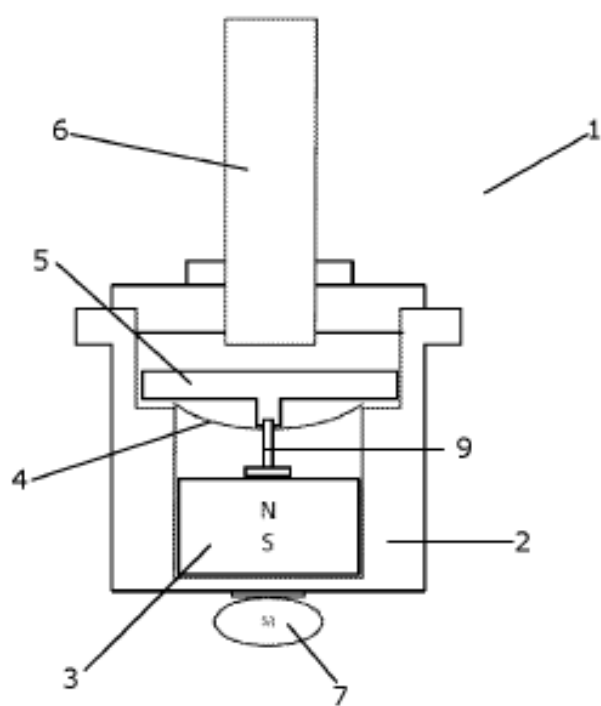


Fig. 4

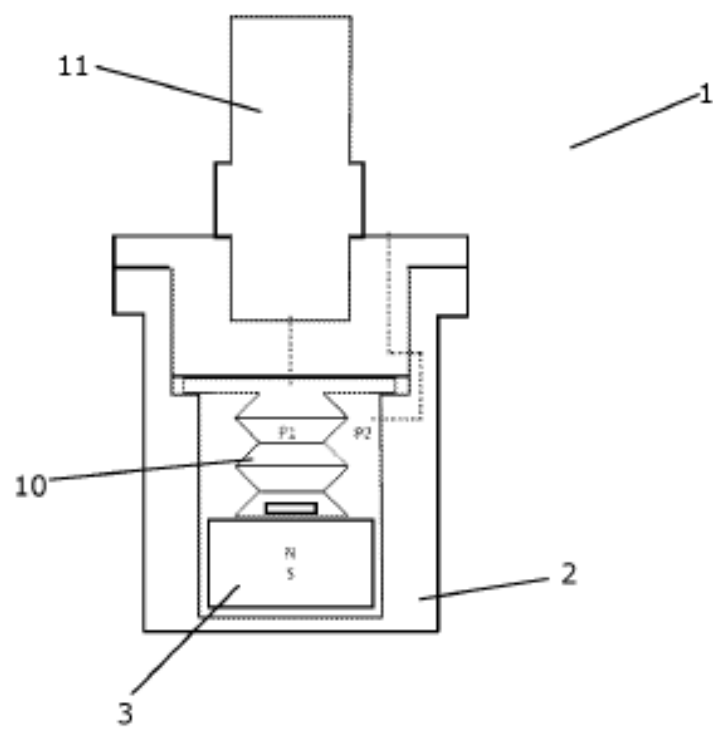


Fig. 5

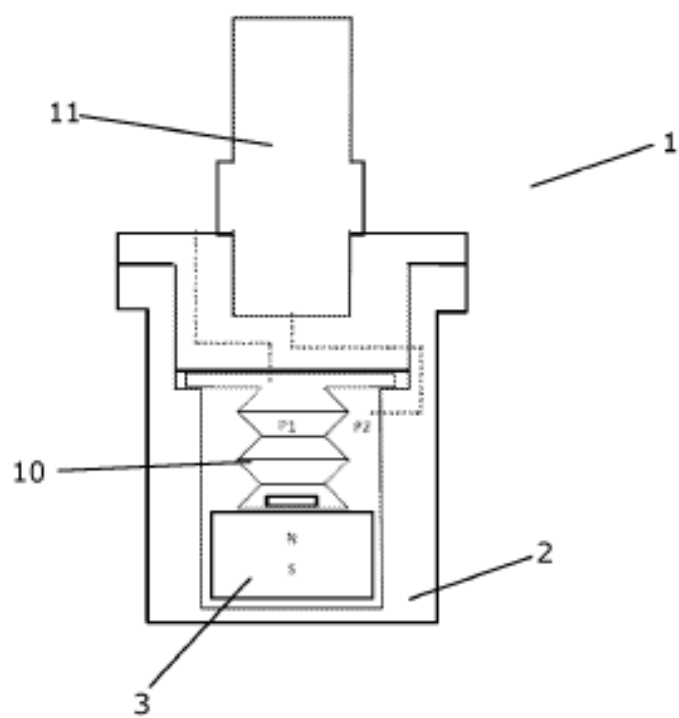


Fig. 6

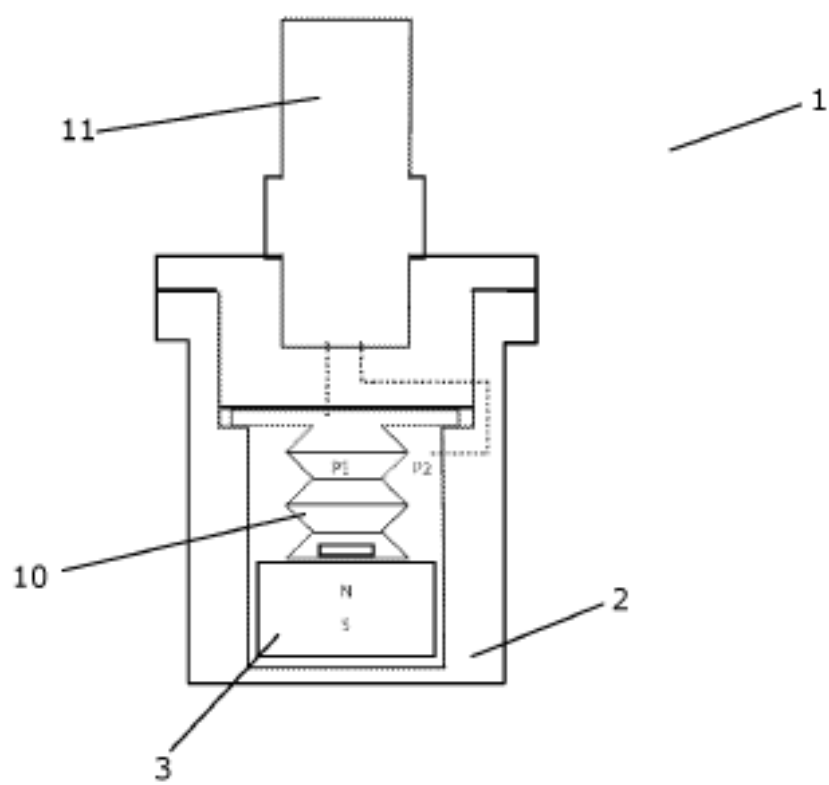


Fig. 7

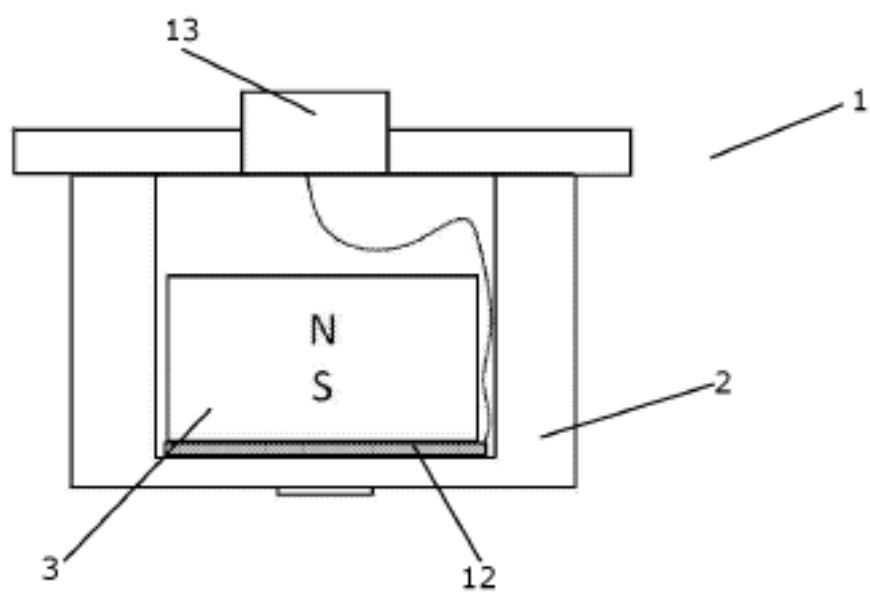


Fig. 8

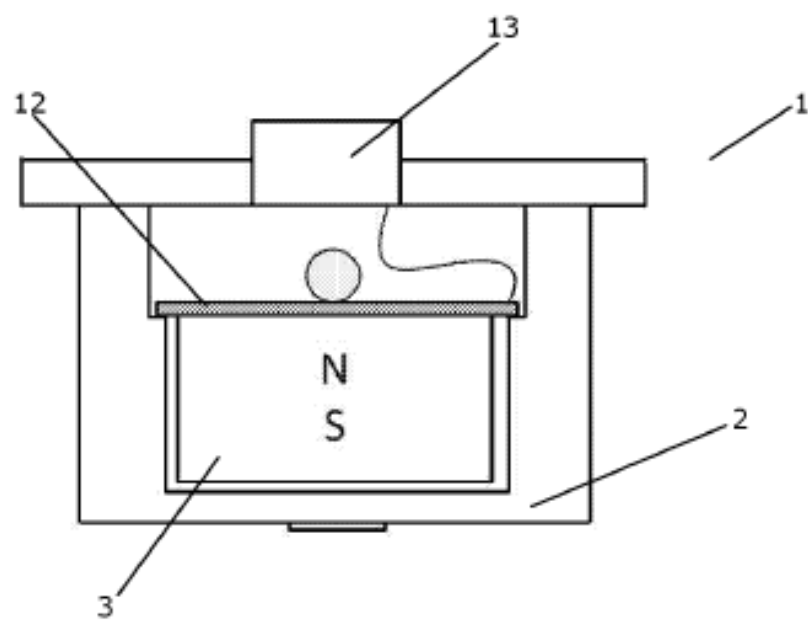


Fig. 9

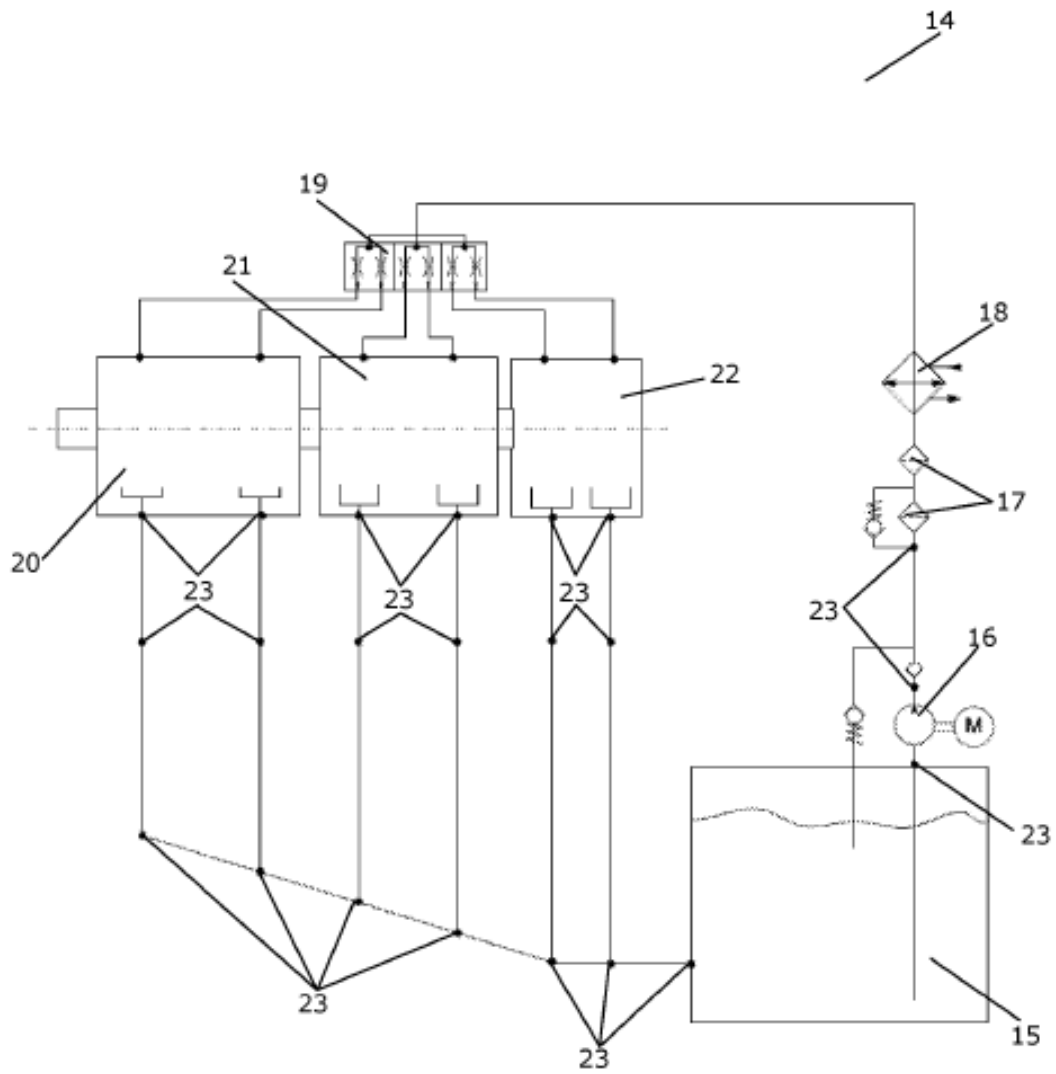


Fig. 10

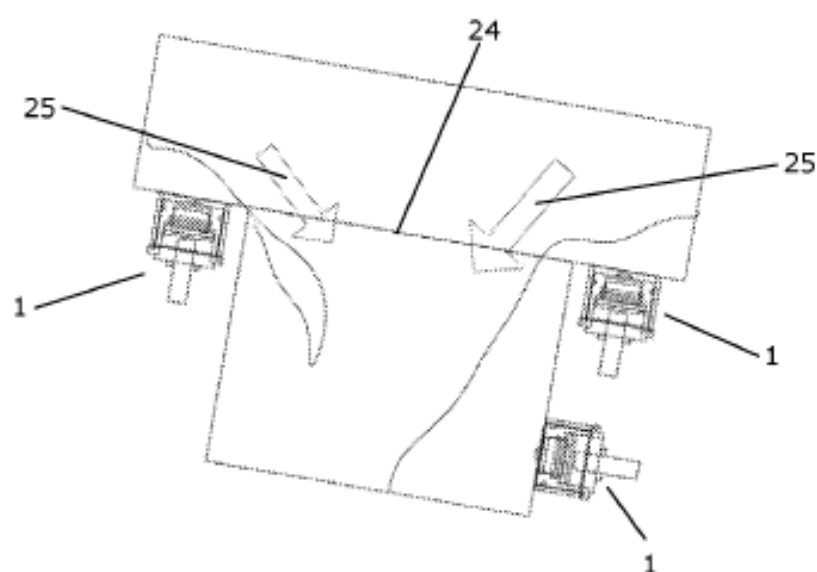


Fig. 11

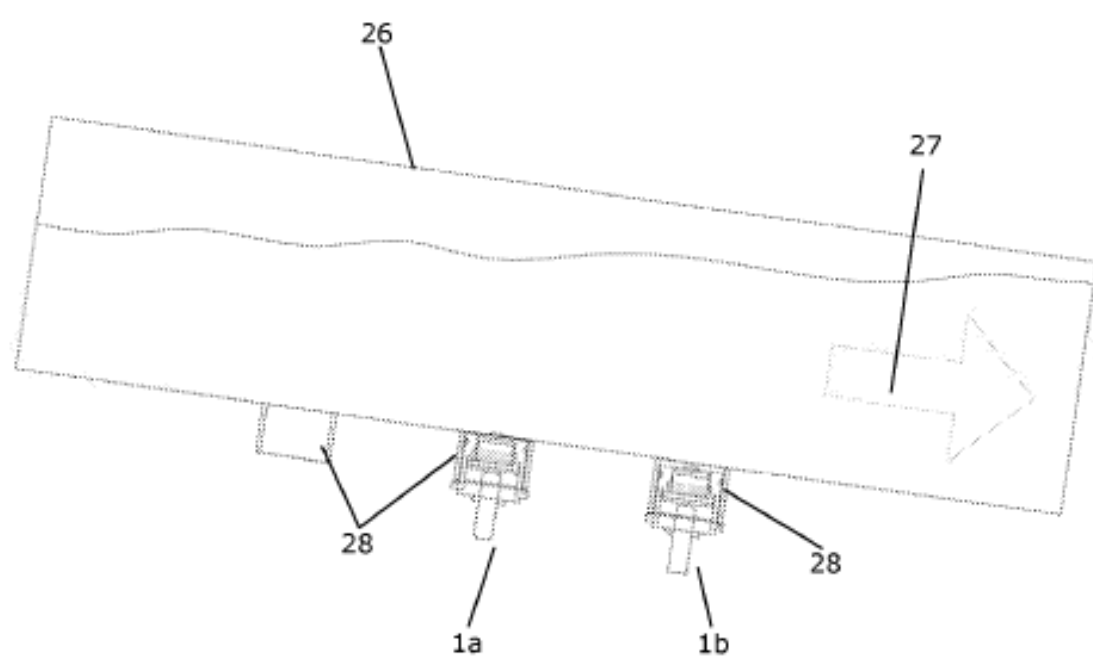


Fig. 12

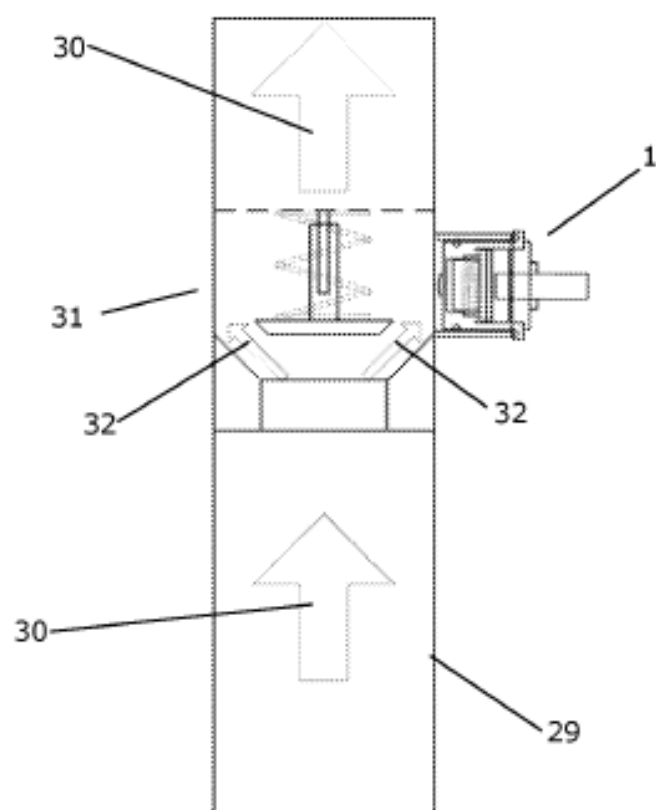


Fig. 13

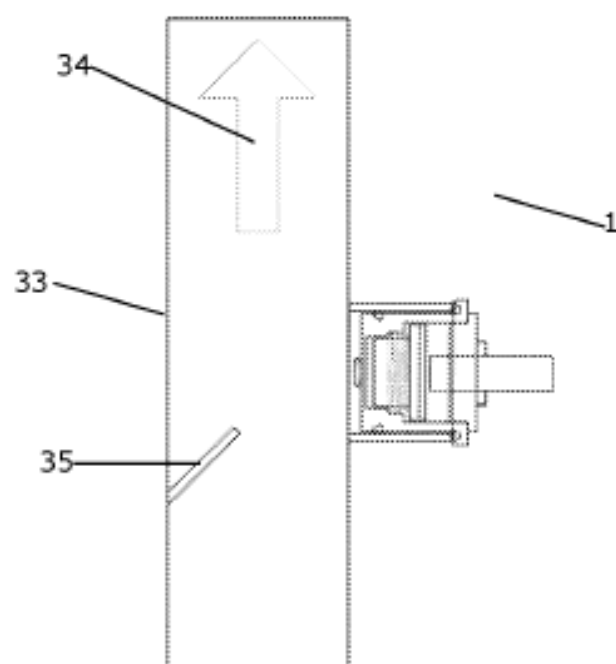


Fig. 14

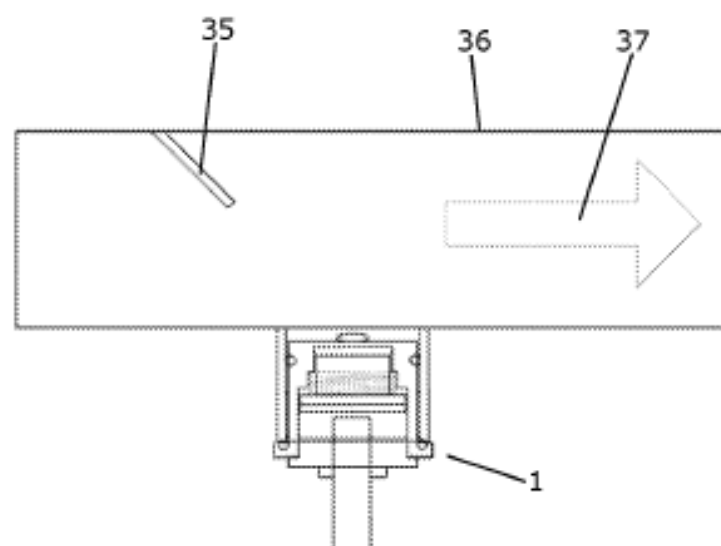


Fig. 15