

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 949 863**

51 Int. Cl.:

B63B 39/04 (2006.01)

G01C 19/24 (2006.01)

G01C 19/30 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.10.2020** **PCT/NO2020/050257**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.04.2021** **WO21080437**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.10.2020** **E 20800351 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.06.2023** **EP 3927614**

54 Título: **Estabilizador giroscópico**

30 Prioridad:

21.10.2019 NO 20191256

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

03.10.2023

73 Titular/es:

SLEIPNER MOTOR AS (100.0%)
Arne Svendsensgt. 6-8
1612 Fredrikstad, NO

72 Inventor/es:

HAUGOM, FRODE;
HUSEKLEPP, KJETIL y
SKAUEN, RONNY

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 949 863 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

Estabilizador giroscópico

Campo técnico

- 5 La presente invención se refiere a la tecnología para estabilizar embarcaciones y barcos. Más concretamente, la invención se refiere a un estabilizador giroscópico con cojinete magnético que puede utilizarse para contrarrestar el movimiento de balanceo.

Antecedentes

- 10 Los estabilizadores giroscópicos de la técnica anterior para embarcaciones funcionan de acuerdo con el principio bien establecido de estabilizar el movimiento de balanceo de la barco o embarcación haciendo uso del par de torsión que contrarresta un estabilizador giroscópico con un volante, o rotor, girando en una estructura de cardán.

- 15 Cuando el estabilizador giroscópico está dispuesto en la barco o embarcación, se orienta con un eje de giro del volante ortogonal, un eje de cardán y un eje de balanceo de la embarcación, donde el eje de balanceo de la embarcación está en la dirección longitudinal de la embarcación. El momento angular del volante giratorio es una cantidad física conservada, y cuando el barco se balancea, el volante precederá para mantener el momento angular. La precesión creará un par estabilizador que contrarresta el par de balanceo en el casco, de modo que el estabilizador giroscópico tenderá a enderezar el barco.

- 20 Durante la precesión, es decir, cuando el giroscopo precede para contrarrestar el balanceo, el ángulo del volante variará con respecto al casco, lo que dará como resultado componentes de torsión en las direcciones de cabeceo y/o guiñada. Sin embargo, la embarcación es en general resistente a la rotación tanto de guiñada como de cabeceo, pero la eficiencia de estabilización del balanceo se reduce con un mayor ángulo del volante.

- 25 Un ejemplo de un estabilizador de balanceo giroscópico de este tipo se presenta en los documentos US20050076726A1 y US2005274210 A1. El estabilizador incluye un volante o un rotor, un motor de accionamiento del volante configurado para hacer girar el volante alrededor de un eje de giro, una estructura de cardán configurada para permitir la precesión del volante alrededor de un eje de cardán y un dispositivo para aplicar un par de torsión al volante alrededor del eje de cardán. El volante y la estructura cardán están configurados de manera que, cuando se instalan en el barco, el estabilizador amortigua el movimiento de balanceo del barco. Un motor eléctrico conectado a un eje giratorio acelera el rotor hasta la velocidad de rotación deseada. El volante puede montarse en una cámara de vacío para reducir la resistencia del aire. La primera referencia indica que el rotor puede girar a una velocidad de 10000 rpm o superior.

- 30 Sin embargo, como se reconoce en el documento WO2007095403 A2, el pesado volante que funciona a alta velocidad de rotación está soportado por cojinetes que están sujetos a altas cargas axiales y radiales. Como resultado, estos cojinetes producen una cantidad sustancial de calor generado por la fricción, que debe disiparse para evitar una acumulación de calor peligrosa.

- 35 El documento CN 102381452A muestra un estabilizador giroscópico para un barco en el que se utiliza un engranaje mecánico cuando el rotor gira a alta velocidad para reducir el tamaño del estabilizador.

- 40 El documento EP3098157A1 divulga un dispositivo giroscópico estabilizador de balanceo para un vehículo marino, que comprende una base (1) que se comunica con una disposición que comprende un rotor (2) que gira sobre un eje (6), un motor (3) para girar el rotor sobre el eje, un contenedor (8) oscilante que gira alrededor de un eje (7) oscilante y que tiene el rotor en comunicación con el mismo, un primer elemento (4) de soporte y un segundo elemento (5) de soporte opuestos al primer elemento de soporte para soportar de forma oscilante el contenedor oscilante.

- Como resultado, la alta velocidad de rotación está relacionada con una alta abrasión de los cojinetes y una vida útil reducida. Por lo tanto, es difícil aumentar más la velocidad de rotación, y los giroscopios deben hacerse grandes para mantener baja la velocidad de rotación y al mismo tiempo lograr una precesión giroscópica suficientemente grande.

- 45 El documento US3888553 divulga un dispositivo magnético de levitación, en el que un rotor está soportado magnéticamente.

- El documento US3845995A divulga un dispositivo magnético rotacional que comprende un estator y un rotor. Una pluralidad de imanes permanentes está montada en el rotor, dispuestos alrededor de la circunferencia del rotor y alternando en polaridad a lo largo de la dirección circunferencial. Una pluralidad de devanados está dispuesta en el estator dentro del campo magnético producido por los imanes permanentes.

- 50 El documento US3787100A divulga un giroscopio que incluye un elemento giratorio que está soportado por un par de cojinetes magnéticos. Cada cojinete tiene dos detectores para proporcionar señales representativas de la posición relativa del miembro con respecto a un eje común de los dos cojinetes a lo largo de una primera y segunda direcciones perpendiculares al eje y entre sí.

El documento DE3310110A1 divulga un generador de par de torsión para generar un movimiento de inclinación de un rotor. El rotor tiene una cierta velocidad de rotación y es accionado, por ejemplo, por medio de un motor adicional. En el rotor están dispuestos imanes 3, 4 permanentes que generan un campo magnético en pares de polos individuales y dirigidos radialmente en un espacio de aire.

- 5 Sin embargo, estos tipos de soluciones con cojinetes magnéticos no están bien adaptados para manejar un gran par de torsión como resultado de los movimientos de balanceo en un barco y para proporcionar un par de torsión dirigido en dirección opuesta para estabilizar el barco.

Breve compendio

- 10 Un objetivo de la presente invención es superar los problemas de la técnica anterior y divulgar un giroestabilizador mejorado y un sistema giroestabilizador.

Para lograr el efecto estabilizador deseado con un giroestabilizador más compacto, el volante debe tener preferiblemente una gran parte de su masa ubicada a lo largo de su circunferencia o llanta. Si se puede aumentar la velocidad de rotación, se pueden reducir el peso y el tamaño del volante, pero con la tecnología actual esto es difícil debido, p. ej. la carga y el desgaste de los cojinetes.

- 15 La invención que soluciona los problemas antes mencionados es un estabilizador giroscópico según las reivindicaciones independientes.

Los siguientes efectos técnicos pueden obtenerse mediante el estabilizador giroscópico según realizaciones de la invención;

- 20 El estabilizador giroscópico puede hacerse más compacto que los estabilizadores de la técnica anterior, ya que la velocidad de rotación del rotor puede aumentar sin aumentar la abrasión y reducir la vida útil de los cojinetes de bolas.

Dado que el estabilizador giroscópico puede girar con una velocidad de rotación más alta, el diámetro del rotor puede reducirse y se requiere menos par de torsión para comenzar a girar el rotor.

El estabilizador giroscópico puede tener una mayor fiabilidad y eficiencia energética que los estabilizadores giroscópicos de la técnica anterior.

- 25 En consecuencia, puede haber un costo de operación reducido.

El estabilizador giroscópico no contiene aceite y, por lo tanto, es más limpio y respetuoso con el medio ambiente que los estabilizadores giroscópicos con cárter de aceite.

El estabilizador giroscópico puede soportar altas cargas transitorias, que son comunes en los sistemas estabilizadores.

Debido a su diseño, puede sellarse fácilmente para operar en un espacio vacío o lleno de gas.

- 30 **Breve descripción de los dibujos**

La Fig. 1 ilustra en una vista en perspectiva una realización de un estabilizador 1 giroscópico según la invención.

La Fig. 2 ilustra en una vista en sección la misma realización del estabilizador 1 giroscópico que en la Fig. 1, donde el plano de corte corresponde al plano constituido por los ejes de giro y cardán s, g.

La Fig. 3a ilustra el conjunto 21 de estator y el conjunto 31 de rotor de la Fig. 2 con más detalle en una vista en sección.

- 35 La Fig. 3b ilustra esquemáticamente las líneas de campo magnético resultantes de la configuración de los conjuntos 21, 31 de estator y rotor.

Las Figs. 4a y 4b ilustran una vista en sección de un casco H de un barco donde el estabilizador giroscópico de la Fig. 1 está dispuesto con el bastidor 6 que descansa sobre un soporte B o larguero en el centro del casco.

La Fig. 5a ilustra en una vista en sección una realización del estabilizador giroscópico.

- 40 La Fig. 5b ilustra el conjunto 21 de estator y el conjunto 31 de rotor de la Fig. 5a con más detalle en una vista en sección.

Realizaciones de la invención

- 45 En la siguiente descripción, se exponen diversos ejemplos y realizaciones de la invención para proporcionar al experto en la técnica una comprensión más completa de la invención. Los detalles específicos descritos en el contexto de las diversas realizaciones y con referencia a los dibujos adjuntos no pretenden interpretarse como limitaciones. Más bien, el alcance de la invención se define en las reivindicaciones adjuntas.

- Según la invención tal como se define en las reivindicaciones, se proporciona un estabilizador 1 giroscópico que comprende un rotor 3 dispuesto para girar alrededor de un eje s de giro y un estator 2, en el que el rotor 3 y el estator 2 comprenden conjuntos 31, 21 de rotor y estator, respectivamente. El conjunto 31 de rotor está dispuesto radialmente fuera del conjunto 21 de estator con respecto al eje s de giro como se ilustra, p. ej. en la Fig. 2, y los conjuntos 31, 21 de rotor y/o estator comprenden elementos generadores de campo magnético 31a, 21a, p. imanes, en los que los conjuntos 31, 21 de rotor y/o estator comprenden imanes 31a, 21a de rotor y/o estator respectivamente, en los que los imanes 31a, 21a de rotor y/o estator tienen un eje magnético en la dirección del eje de giro, y los imanes 31a, 21a del conjunto rotor y/o estator están apilados con direcciones de campo magnético alternas en la dirección del eje s de giro.
- El eje magnético es la línea que une los dos polos de un imán.
- En una tercera realización dependiente, que puede combinarse con la primera o la segunda realización dependiente, los conjuntos 31, 21 de rotor y/o estator comprenden elementos 31b, 21b intermedios de rotor y/o estator, dispuestos entre los imanes 31a, 21a de rotor y/o estator respectivamente.
- Tanto los conjuntos 31, 21 de rotor como de estator pueden comprender imanes, en donde los imanes en el conjunto 21 de estator están alineados verticalmente con los imanes en el conjunto 31 de rotor y hacen interfaz con direcciones de campo magnético opuestas.
- Tanto los conjuntos 31, 21 de rotor como de estator pueden comprender elementos 31b, 21b intermedios, los elementos 31b intermedios de rotor están alineados verticalmente con los y se interconectan con elementos 21b intermedios de estator correspondientes.
- Los elementos 31b intermedios del rotor pueden disponerse más cerca del conjunto 21 del estator que los imanes 31a del rotor.
- Los elementos 21b intermedios del estator pueden disponerse más cerca del conjunto 31 del rotor que los imanes 11a del estator.
- Cualquiera de los elementos 31b, 21b intermedios de rotor y/o estator puede estar hechos de material ferromagnético.
- El conjunto 31 de estator y/o rotor puede tener forma de anillo.
- Los conjuntos 21, 31 de estator y rotor definidos anteriormente pueden en una realización interconectarse entre sí y configurarse para proporcionar líneas de campo magnético radial en capas con direcciones alternas en una dirección perpendicular a la dirección radial.
- El conjunto 31 de rotor puede comprender una estructura en capas de elementos 31a generadores de campo magnético de rotores separados por elementos 31b intermedios de rotor en la dirección perpendicular a la dirección radial.
- Los elementos 31a posteriores generadores de campo magnético de rotor pueden tener direcciones de campo magnético alternas perpendiculares a la dirección radial.
- El conjunto 21 de estator puede comprender una estructura en capas de elementos 21a generadores de campo magnético de estator separados por elementos 21b intermedios de estator en la dirección perpendicular a la dirección radial, en donde los elementos 21a posteriores generadores de campo magnético de estator tienen direcciones de campo magnético alternas perpendiculares a la dirección radial, y los elementos 21a generadores de campo magnético del estator y los elementos 21a generadores de campo magnético del rotor, ambos tienen campos magnéticos perpendiculares a la dirección radial, pero en direcciones opuestas.
- Los elementos 31a generadores de campo magnético del rotor pueden ser imanes permanentes.
- Los elementos 31b intermedios del rotor pueden estar hechos de acero.
- Se han realizado simulaciones que muestran que el efecto técnico del soporte magnético se puede lograr con imanes solo en el conjunto del rotor, solo en el conjunto del estator o en ambos conjuntos. El efecto es considerablemente mayor cuando hay imanes en ambos conjuntos.
- El estabilizador 1 giroscópico puede comprender un eje 36, 136 de rotor y un bastidor 34, 134 de rotor, en donde el bastidor 34, 134 de rotor se interconecta y fija rotativamente el conjunto 31 de rotor al eje 36, 136 de rotor.
- El eje 36, 136 del rotor puede estar soportado por un cojinete 35, 135 giratorio fijado en el centro del elemento 2 del estator que interconecta el eje 36, 136 del rotor y el elemento 2 del estator, y permite que el elemento 3 del rotor gire sobre el eje s de giro. El 35, 135 giratorio puede dividirse en una parte superior e inferior para estabilizar cada extremo del eje 36, 136 del rotor, como se ilustra en la Fig. 2 y la Fig. 5a.
- El bastidor 134 del rotor puede ser simétrico en una sección con respecto al eje 36, 136 del rotor.

El bastidor 134 del rotor puede ser simétrico en una sección con respecto a un plano perpendicular al eje 36, 136 del rotor.

El bastidor 34 del rotor puede comprender un anillo 341 tubular dispuesto fuera del conjunto 31 del rotor y un elemento 342 radial, en donde el elemento 342 radial está conectado al anillo 341 tubular y al cojinete 35 giratorio.

- 5 El elemento 342 radial puede estar conectado al anillo 341 tubular en línea con el eje g del cardán.

Los conjuntos 21, 31 de estator y rotor pueden dividirse en partes superior e inferior dispuestas simétricamente en lados opuestos del eje g del cardán.

El bastidor 34 del rotor puede estar hecho, al menos parcialmente, de un material no magnético o de un material con una permeabilidad relativa baja, como p.ej. latón.

- 10 El elemento 342 radial puede tener forma de disco.

El rotor 3 puede comprender un elemento 32 de soporte tubular dispuesto radialmente fuera del conjunto 31 de rotor, en donde el elemento 32 de soporte tubular está configurado para soportar el conjunto 31 de rotor en la dirección radial.

El elemento 32 de soporte tubular puede estar hecho de un material compuesto como p. ej. fibra de carbono.

- 15 El estabilizador 1 giroscópico puede comprender un elemento 343 de acoplamiento flexible entre el eje 36 del rotor y el bastidor 34 del rotor, configurado para permitir que el conjunto 31 magnético del rotor pivote con respecto al eje 36 del rotor y el conjunto 21 del estator.

El elemento 343 de acoplamiento flexible puede configurarse para permitir que el conjunto 31 magnético del rotor pivote con respecto al eje 36 del rotor y el conjunto 21 del estator con un ángulo de al menos 0,2 grados.

- 20 El elemento 343 de acoplamiento flexible puede ser un acoplamiento de mordaza flexible donde un extremo está conectado al eje 36 del rotor y el otro al bastidor 34 del rotor.

El estabilizador 1 giroscópico puede comprender un bastidor 134 de rotor de una pieza, en donde el bastidor 134 de rotor comprende una parte 136 de eje de rotor, una parte 132 de soporte radial y una parte de disco 142 que interconecta la parte 136 de eje de rotor y la parte 132 de soporte radial.

- 25 La parte 136 de eje del rotor puede estar soportada por un cojinete 135 giratorio fijado en el centro del elemento 2 del estator que interconecta el eje 136 del rotor y el elemento 2 del estator, y permite que el elemento 3 del rotor gire sobre el eje s de giro. El cojinete 135 giratorio puede dividirse en una parte superior y otra inferior para estabilizar cada extremo del eje 136 del rotor, como se ilustra en la Fig. 5a. El cojinete 136 soporta el eje del rotor y la parte del rotor en la dirección radial.

- 30 El bastidor 134 de rotor de una pieza se puede estar hecho con un material de alta resistencia, como p. ej. acero. El moldeado o la forja son ejemplos de técnicas de fabricación que podrían utilizarse.

Dentro del elemento 2 de estator hay un conjunto 21 de estator y un conjunto 31 de rotor, donde el conjunto 31 de rotor está dispuesto radialmente fuera del conjunto 21 de estator.

- 35 La parte 132 de soporte radial puede extenderse desde la periferia de la parte 142 de disco en una dirección perpendicular a la parte de disco para formar un cilindro.

el conjunto 31 de rotor puede disponerse fijado a las paredes interiores del cilindro.

El rotor 3 puede comprender un anillo 137 espaciador dispuesto entre el conjunto 31 de rotor y el cilindro. El anillo espaciador puede estar hecho de un material no magnético o con una permeabilidad relativa baja, p.ej. acero inoxidable 304 para reducir el flujo magnético en la parte 132 de soporte radial del rotor 3.

- 40 El estabilizador 1 giroscópico puede comprender un bastidor 6 configurado para fijarse a un barco, en donde el elemento 2 del estator está configurado para pivotar alrededor de un eje g de cardán con respecto al bastidor 6, en donde el eje g de cardán es perpendicular al eje g de giro.

- 45 El estabilizador 1 giroscópico puede comprender pivotes 60a, 60b de cardan primero y segundo que interconectan de manera pivotante el elemento 2 del estator y el bastidor 6, en donde los pivotes 60a, 60b de cardan primero y segundo, en un plano perpendicular al eje s de giro, están dispuestos fuera del elemento 3 del rotor y el elemento 2 del estator.

El bastidor 6 puede comprender cojinetes 61a, 61b de cardán configurados para soportar ejes 62a, 62b de cardán que se extienden radialmente hacia afuera desde un radio exterior del elemento 2 de estator, en donde los ejes 62a, 62b de cardán están fijados al elemento 2 de estator.

El estabilizador 1 giroscópico puede comprender un motor de giro 5, 105 de giro configurado para hacer girar el elemento 3 de rotor en relación con el elemento 2 de estator. El motor de giro 5, 105 de giro comprende un miembro 50, 150 de estator de motor fijado rotacionalmente al elemento 2 de estator y un rotor 51, 151 de motor miembro fijado rotacionalmente al elemento 3 de rotor. El motor de giro 5, 105 de giro puede comprender una carcasa 52 de motor, 152 de motor que encierra el motor de giro 5, 105 de giro y está configurada para transferir calor desde el motor de giro 5, 105 de giro a los alrededores,

El miembro 51, 151 del rotor puede disipar calor al rotor 3.

El estabilizador 1 giroscópico puede comprender un freno 7 que interconecta el bastidor 6 y el elemento 2 del estator.

El freno 7 puede ser un freno 7 activo que comprenda un accionador.

El estabilizador 1 giroscópico puede comprender una carcasa 4 que encierra los conjuntos 21, 31 magnéticos de estator y rotor en un espacio vacío o lleno de gas. El motor 5, 105 de giro también puede estar dispuesto dentro de la misma carcasa.

A continuación, se explicará una realización adicional de la invención tal como se define en las reivindicaciones con referencia a los dibujos adjuntos.

La Fig. 1 ilustra en una vista en perspectiva una realización de un estabilizador 1 giroscópico según la invención. El elemento 2 del estator está soportado por el bastidor 6, y el elemento del rotor no visible está configurado para girar sobre el eje s de giro dentro del elemento 2 del estator, y el elemento 2 del estator puede pivotar sobre el eje g del cardán para establecer un par estabilizador en la dirección opuesta de un movimiento del bastidor en el plano constituido por el cardán y el eje g, s de giro. Además, la Fig. 1 muestra un pivote 60a de cardan que interconecta un lado del elemento 2 del estator y el bastidor 6. El pivote 60a de cardan comprende cojinetes 61a de cardan dispuestos en el bastidor 6, y el eje 62a de cardan que se extiende radialmente hacia afuera desde un radio exterior del elemento 2 de estator, en donde el eje 62a de cardán está fijado al elemento 2 de estator y soportado por el cojinete 61a de cardán. Una abrazadera alrededor de la parte superior del pivote 60a del cardán y fijada de manera desmontable al bastidor 6 se ha omitido intencionalmente con fines ilustrativos. El estabilizador 1 giroscópico tiene un pivote de cardán respectivo en el lado opuesto del elemento 2 del estator que no es visible en el dibujo. El estabilizador 1 giroscópico también comprende un freno 7 entre el elemento 2 del estator y el bastidor 6.

La Fig. 2 ilustra en una vista en sección el mismo estabilizador 1 giroscópico que en la Fig. 1, donde el plano de corte corresponde al plano constituido por el eje s, g de giro y cardán. Como puede verse, el elemento 2 del estator proporciona una carcasa para el elemento 3 del rotor. En el centro del elemento 2 del estator hay un cojinete 35 giratorio, que interconecta el eje 36 del rotor y el elemento 2 del estator, y permite que el elemento 3 del rotor gire sobre el eje s de giro. En esta realización, el cojinete 35 giratorio está dividido en una parte superior e inferior para estabilizar cada extremo del eje 36 del rotor.

Dentro del elemento 2 del estator hay un conjunto 21 de estator y un conjunto 31 de rotor, donde el conjunto 31 de rotor está dispuesto radialmente fuera del conjunto 21 de estator. Se pueden ver más detalles sobre los conjuntos en la Fig. 3.

El elemento 3 de rotor comprende un bastidor 34 de rotor que comprende un elemento 32 de soporte tubular dispuesto radialmente fuera del conjunto 31 de rotor configurado para soportar el conjunto 31 de rotor en la dirección radial. En esta realización, el elemento 32 de soporte está hecho de material de fibra de carbono.

El bastidor 34 del rotor comprende además un anillo 341 tubular dispuesto radialmente entre el conjunto 31 del rotor y el elemento 32 de soporte tubular, y un elemento 342 radial implementado como un disco que interconecta el anillo 341 tubular y el eje 36 del rotor. Entre el eje 36 del rotor y el disco 342 está provisto de un elemento 343 de acoplamiento flexible, que permite que el conjunto 31 magnético del rotor pivote ligeramente con respecto al eje 36 del rotor y el conjunto 21 del estator. El elemento 343 de acoplamiento flexible es aquí un acoplamiento de mordaza flexible donde un extremo está conectado al eje 36 del rotor y el otro al disco 342.

El anillo 341 tubular está hecho de latón y el elemento 342 radial está hecho de aluminio.

El estabilizador giroscópico comprende un bastidor 6 configurado para ser fijado a un barco, en donde el elemento 2 de estator está configurado para pivotar alrededor de un eje g de cardán con respecto al bastidor 6, en donde el eje g de cardán es perpendicular al eje g de giro.

Además, el estabilizador giroscópico comprende un primer y un segundo pivote 60a, 60b de cardán que interconectan de forma pivotante el elemento 2 de estator y el marco 6. El primer y segundo pivotes 60a, 60b de cardán están dispuestos en un plano perpendicular al eje s de giro fuera del elemento 3 de rotor y el elemento 2 del estator.

El bastidor 6 comprende cojinetes 61a, 61b de cardán configurados para soportar ejes 62a, 62b de cardán que se extienden radialmente hacia afuera desde un radio exterior del elemento 2 de estator, en donde los ejes 62a, 62b de cardán están fijados al elemento 2 de estator.

Un motor 5 de giro está ubicado debajo del elemento 342 radial y configurado para hacer girar el elemento 3 de rotor alrededor del eje s de giro. El motor 5 de giro comprende un elemento 51 de rotor de motor fijado al eje 36 de rotor y un elemento 50 de estator de motor fijado al elemento 2 de estator. Una carcasa 52 de motor encierra el motor 5 de giro y transfiere calor del motor a los alrededores.

- 5 Cabe señalar que la fuerza centrífuga del conjunto 31 de rotor giratorio es absorbida principalmente por el elemento 32 de soporte y no por el elemento 342 radial. El propósito del elemento 342 radial es principalmente transferir energía rotacional del motor 50 giratorio al conjunto 31 del rotor, y posicionamiento radial del rotor 3.

La Fig. 3a ilustra el conjunto 21 de estator y el conjunto 31 de rotor de la Fig. 2 con más detalle en una vista en sección. El conjunto 21 de estator comprende una estructura en capas de elementos 21a generadores de campo magnético de estator y elementos 21b intermedios de estator, donde los elementos 21a generadores de campo magnético de estator son imanes permanentes y los elementos 21b intermedios de estator están hechos de acero.

- 10 El conjunto 31 de rotor comprende correspondientemente una estructura en capas de elementos 31a generadores de campo magnético de rotor y elementos 31b intermedios de rotor en los mismos materiales.

El conjunto 31 de rotor comprende correspondientemente una estructura en capas de elementos 31a generadores de campo magnético de rotor y elementos 31b intermedios de rotor en los mismos materiales.

- 15 Como puede verse en los dibujos, los elementos 21b intermedios del estator están alineados con los elementos 31b intermedios del rotor y los elementos 21a generadores del campo magnético del estator están alineados con los elementos 31a generadores del campo magnético del rotor.

- 20 En los dibujos, la dirección de los campos magnéticos de los elementos 21a, 31a generadores de campo magnético del estator y del rotor se han ilustrado como flechas desde el polo sur al polo norte. Más específicamente, los posteriores elementos 21a generadores de campo magnético del estator tienen direcciones alternas perpendiculares a la dirección radial. Lo mismo es cierto para los elementos 31a generadores de campo magnético del rotor. Además, los elementos 21a generadores de campo magnético del estator y los elementos 21a generadores de campo magnético del rotor al mismo nivel, es decir, elementos magnéticos en interfaz, tienen campos magnéticos opuestos.

- 25 La Fig. 3b ilustra esquemáticamente las líneas de campo magnético resultantes de la configuración de los conjuntos 21, 31 de estator y rotor. Como se ve, los elementos 21a, 31a generadores de campo magnético de estator y rotor por encima y por debajo de los elementos 21b, 31b intermedios contribuyen todos a los campos magnéticos en los elementos 21b, 31b intermedios en dirección radial.

- 30 Como puede verse, la dirección de las líneas de campo magnético en la dirección radial se alterna para niveles posteriores de elementos 21b, 31b intermedios. En esta sección, así como en otras secciones alrededor de la circunferencia de la interfaz entre los conjuntos 21, 31 de estator y rotor, se establecen campos magnéticos similares, y el elemento 3 de rotor se mantiene constantemente en equilibrio en una posición centrada.

En las Figs. 5a y 5b se muestra una realización alternativa de la invención en una vista en sección. Esta realización puede ser externamente similar a las realizaciones mostradas en la Fig. 1, la Fig. 4a y la Fig. 4b. Sin embargo, internamente el bastidor del rotor y el soporte para el bastidor del rotor difieren del ilustrado en la Fig. 2 y la Fig. 3a.

- 35 Como puede verse, el elemento 2 de estator proporciona una carcasa para el elemento 3 de rotor. En el centro del elemento 2 de estator hay un cojinete 135 giratorio, que permite que el elemento 3 de rotor gire alrededor del eje s de giro. En esta realización, el cojinete 135 giratorio está dividido en una parte superior y otra inferior.

Dentro del elemento 2 de estator hay un conjunto 21 de estator y un conjunto 31 de rotor, donde el conjunto 31 de rotor está dispuesto radialmente fuera del conjunto 21 de estator. Se pueden ver más detalles sobre los conjuntos en la Fig. 5b y la Fig. 3b.

- 40 El elemento 3 de rotor comprende un bastidor 134 de rotor de una pieza. El bastidor de rotor de una pieza comprende la parte 136 de eje del rotor, soportada por el cojinete 135 giratorio, una parte 132 de soporte radial y una parte 142 de disco flexible que interconecta la parte 136 del eje del rotor y la parte 132 de soporte radial. La parte 32 de soporte radial se extiende desde la periferia del disco en una dirección perpendicular al disco para formar un cilindro, en donde el conjunto de rotor está dispuesto fijo a las paredes interiores del cilindro. El cilindro es simétrico con respecto a la parte del disco.

La precesión solo tendrá lugar si el conjunto 31 del rotor se desplaza con respecto al conjunto 21 del estator. De acuerdo con esta realización, el bastidor del rotor de una pieza es flexible, lo que permite que la parte 132 de soporte radial se mueva perpendicularmente con respecto a la parte 136 del eje del rotor.

- 50 Por lo tanto, la rigidez de la parte 142 del disco es lo suficientemente grande para mantener el conjunto 132 del rotor correctamente alineado con el conjunto 121 del estator, ya sea que el rotor esté parado o girando a toda velocidad cuando no actúa un par de torsión externo sobre el conjunto del estator, pero lo suficientemente bajo para permitir que el conjunto del rotor pivote ligeramente con respecto al conjunto del estator cuando el rotor está girando y un par de torsión externo, tal como un movimiento de balanceo en un barco, está actuando sobre el conjunto del estator.

El desplazamiento relativo máximo del conjunto del rotor con respecto al conjunto del estator puede verse limitado, p. ej. por el espacio físico disponible, o por la delaminación de las líneas del campo magnético.

El bastidor del rotor de una pieza está fabricado en esta realización en acero forjado.

5 En esta realización, se dispone un motor 105 de giro con su eje del motor conectado al eje 136 del rotor, eje 136 del rotor a través de un acoplamiento 136 flexible. El motor 105 giratorio está ubicado debajo del bastidor 134 del rotor de una pieza y configurado para hacer girar el elemento 3 del rotor sobre el eje s de giro. El motor 105 de giro comprende un elemento de rotor de motor 151 fijado al eje de rotor 136 y un elemento de estator de motor 150 fijado al elemento 2 de estator. Una carcasa de motor 152 encierra el motor 5 de giro y transfiere calor del motor a los alrededores.

10 El motor de giro en esta realización puede ser reemplazado por otros motores de giro, p. ej. donde el eje del motor está integrado con el eje 136 del rotor y dispuesto dentro de una carcasa de la misma manera que en la Fig. 2.

15 La Fig. 5a no ilustra específicamente cómo se monta el estabilizador giroscópico en un bastidor, pero el estabilizador giroscópico comprende un bastidor configurado para fijarse a un barco, en el que el elemento 2 del estator está configurado para pivotar sobre el eje g del cardán con respecto al bastidor, y en donde el eje g de cardan es perpendicular al eje g de giro. El bastidor y los componentes relacionados podrían ser similares al bastidor 6 ilustrado en la Fig. 2. En este caso, el motor 105 de giro podría disponerse sobre el bastidor 134 del rotor de una pieza o integrarse como en la Fig. 2.

REIVINDICACIONES

1. Un estabilizador (1) giroscópico que comprende;
 - un rotor (3) dispuesto para girar alrededor de uno o varios ejes de giro, y
 - un estator (2), en donde
- 5 el rotor (3) y el estator (2) comprenden conjuntos (31, 21) de rotor y estator, respectivamente, en donde el conjunto (31) del rotor está dispuesto radialmente fuera del conjunto (21) del estator con respecto al (los) eje (s) de giro, caracterizado por que los conjuntos (31, 21) de rotor y/o estator comprenden imanes con eje magnético en la dirección del (los) eje (s) de giro, en donde, los imanes (31a, 21a) del conjunto de rotor y/o estator están apilados con direcciones de campo magnético alternas en la dirección del (de los) eje(s) de giro.
- 10 2. El estabilizador giroscópico de la reivindicación 1, en donde los conjuntos (31, 21) de rotor y/o estator comprenden elementos (31b, 21b) intermedios de rotor y/o estator, dispuestos entre los imanes (31a, 21a) de rotor y/o estator respectivamente.
- 15 3. El estabilizador giroscópico de cualquiera de las reivindicaciones, en donde tanto los conjuntos (31, 21) de rotor como de estator comprenden imanes, en donde los imanes en el conjunto (21) de estator están alineados con los imanes en el conjunto (31) de rotor e interactúan con los imanes en el conjunto (31) del rotor con direcciones de campo magnético opuestas en la dirección del (los) eje (s) de giro.
- 20 4. El estabilizador giroscópico de cualquiera de las reivindicaciones 2 a 3, en donde los conjuntos (31, 21) de rotor y estator comprenden elementos (31b, 21b) intermedios, en donde los elementos (31b) intermedios del rotor están alineados y hacen interfaz con los elementos (21b) intermedios del estator correspondientes en la dirección del (los) eje (s) de giro.
5. El estabilizador giroscópico de cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, en donde los elementos (31b) intermedios del rotor están dispuestos más cerca del conjunto (21) del estator que los imanes (31a) del rotor.
6. El estabilizador giroscópico de cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5, en donde cualquiera de los elementos (31b, 21b) intermedios del rotor y/o del estator están hechos de material ferromagnético.
- 25 7. El estabilizador giroscópico de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde los conjuntos (21, 31) de estator y rotor interactúan entre sí y están configurados para proporcionar líneas de campo magnético radial en capas con direcciones alternas en una dirección perpendicular a la dirección radial.
8. El estabilizador giroscópico de la reivindicación 7, en donde el conjunto (31) de rotor comprende una estructura en capas de elementos (31a) generadores de campo magnético de rotor separados por elementos (31b) intermedios de rotor en la dirección perpendicular a la dirección radial.
- 30 9. El estabilizador giroscópico de la reivindicación 8, en donde los elementos (31a) generadores de campo magnético de rotor posteriores tienen direcciones de campo magnético alternas perpendiculares a la dirección radial.
10. El estabilizador giroscópico de la reivindicación 8 o 9, en donde el conjunto (21) del estator comprende una estructura en capas de elementos (21a) generadores de campo magnético del estator separados por elementos (21b) intermedios del estator en la dirección perpendicular a la dirección radial, en donde los elementos (21a) generadores de campo magnético del estator posterior tienen direcciones de campo magnético alternas perpendiculares a la dirección radial, y los elementos (21a) generadores de campo magnético del estator y los elementos (21a) generadores de campo magnético del rotor, ambos tienen campos magnéticos perpendiculares a la dirección radial, pero en direcciones opuestas.
- 35 11. El estabilizador giroscópico de cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10 anteriores, en donde los elementos (31a) generadores de campo magnético del rotor son imanes permanentes.
12. El estabilizador giroscópico de cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10 anteriores, en donde los elementos (31b) intermedios del rotor están hechos de acero.
13. El estabilizador giroscópico de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende un eje (36, 136) de rotor y un bastidor (34, 134) de rotor, en donde el bastidor (34, 134) de rotor interconecta y fija rotatoriamente el conjunto (31) de rotor al eje (36, 136) del rotor.
- 45 14. El estabilizador giroscópico de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el bastidor (34) del rotor comprende un elemento (32) de soporte tubular hecho de fibra de carbono, dispuesto radialmente fuera del conjunto (31) del rotor, en donde el elemento (32) de soporte tubular está configurado para soportar el conjunto (31) del rotor en la dirección radial.
- 50

15. El estabilizador giroscópico de cualquiera de las reivindicaciones 13 o 14 anteriores, que comprende un elemento (343) de acoplamiento flexible entre el eje (36) del rotor y el bastidor (34) del rotor, configurado para permitir que el conjunto (31) magnético del rotor pivote con respecto a al eje (36) del rotor y al conjunto (21) del estator.
- 5 16. El estabilizador giroscópico de cualquiera de las reivindicaciones 13, que comprende un bastidor (134) de rotor de una pieza, en donde el bastidor (134) de rotor comprende una parte (136) del eje del rotor, una parte (132) de soporte radial y una parte (142) de disco que interconecta la parte (136) del eje del rotor y la parte (132) de soporte radial.
- 10 17. El estabilizador giroscópico de cualquiera de las reivindicaciones 16, en donde la parte (136) del eje del rotor está en una primera realización relacionada soportada por un cojinete (135) giratorio fijado en el centro del elemento (2) del estator, que interconecta el eje (136) del rotor y el elemento (2) del estator, y que permite que el elemento (3) del rotor gire sobre el (los) eje (s) de giro.
18. El estabilizador giroscópico de cualquiera de las reivindicaciones 16 o 17, en donde el bastidor (134) de rotor de una pieza está hecho de acero moldeado o forjado.
- 15 19. El estabilizador giroscópico de cualquiera de las reivindicaciones 16 a 18, en donde la parte (132) de soporte radial se extiende desde la periferia de la parte (142) de disco en una dirección perpendicular a la parte de disco, para formar un cilindro.
20. El estabilizador giroscópico de la reivindicación 19, el conjunto (31) de rotor está dispuesto fijo a las paredes interiores del cilindro.
21. El estabilizador giroscópico de la reivindicación 19, en donde el rotor (3) comprende un anillo (137) espaciador dispuesto entre el conjunto (31) de rotor y el cilindro.

20

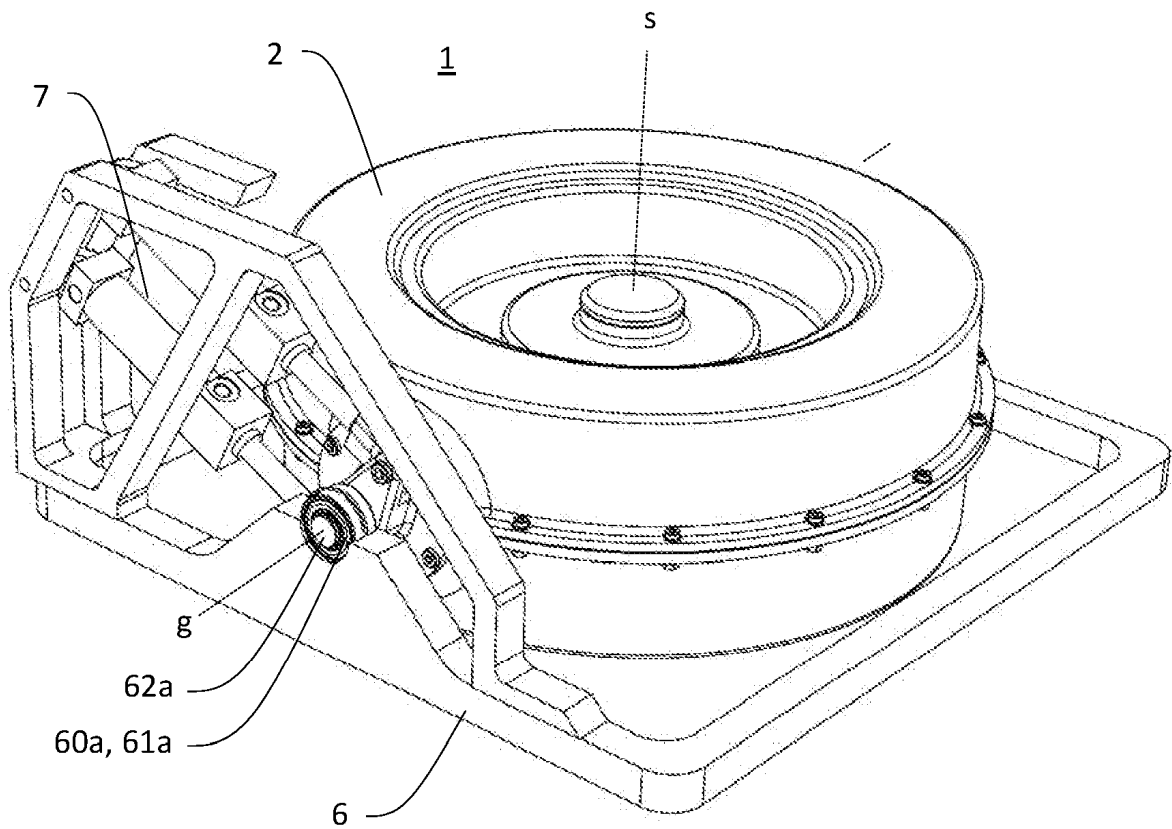


Fig. 1

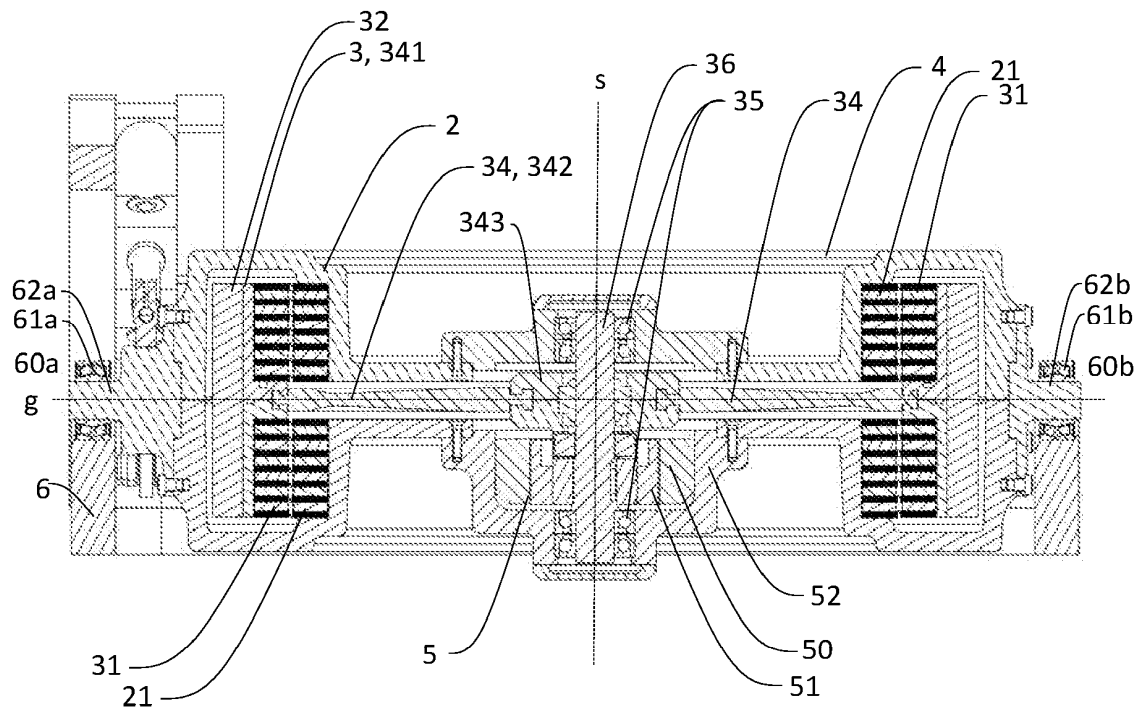


Fig. 2

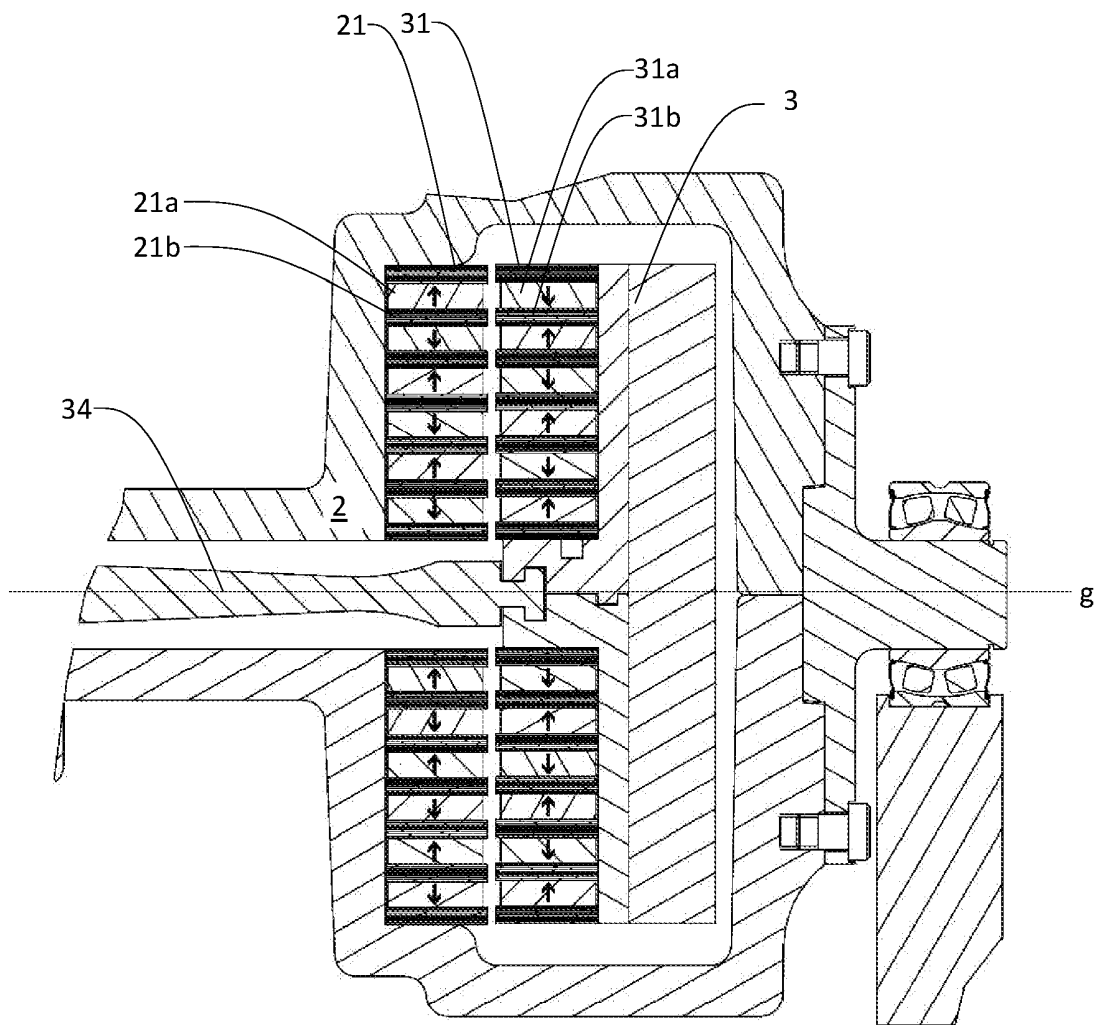


Fig. 3a

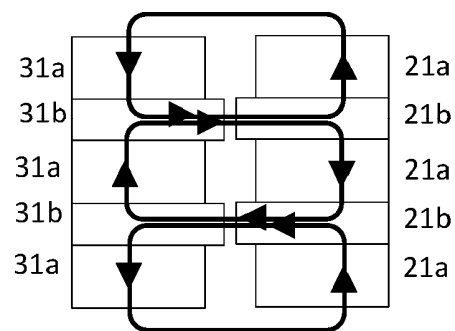


Fig. 3b

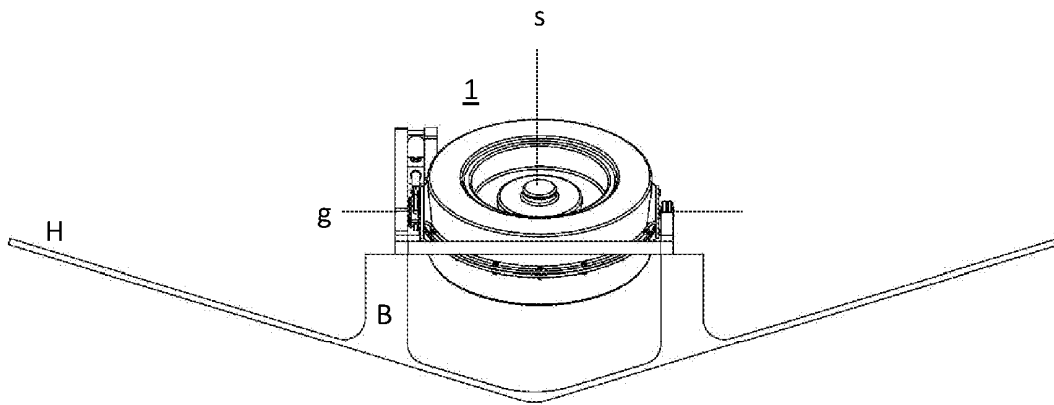


Fig. 4a

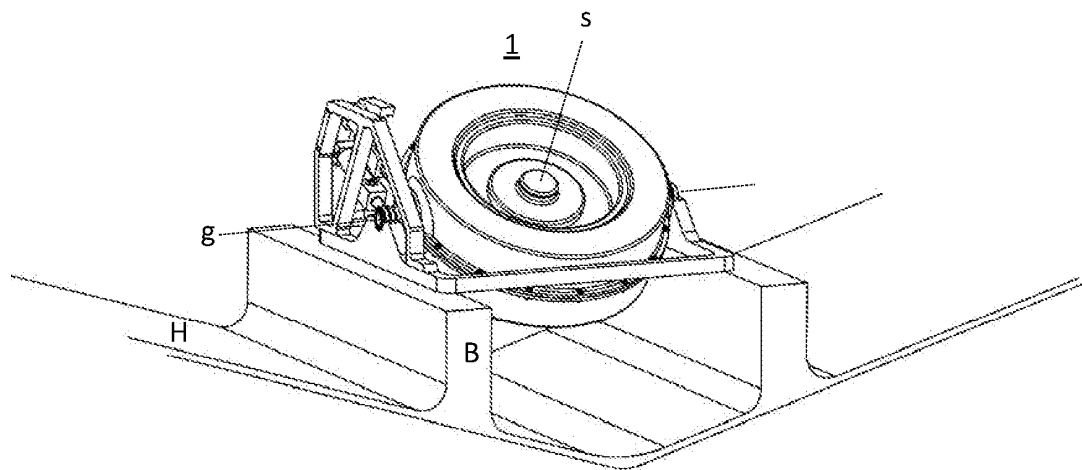


Fig. 4b

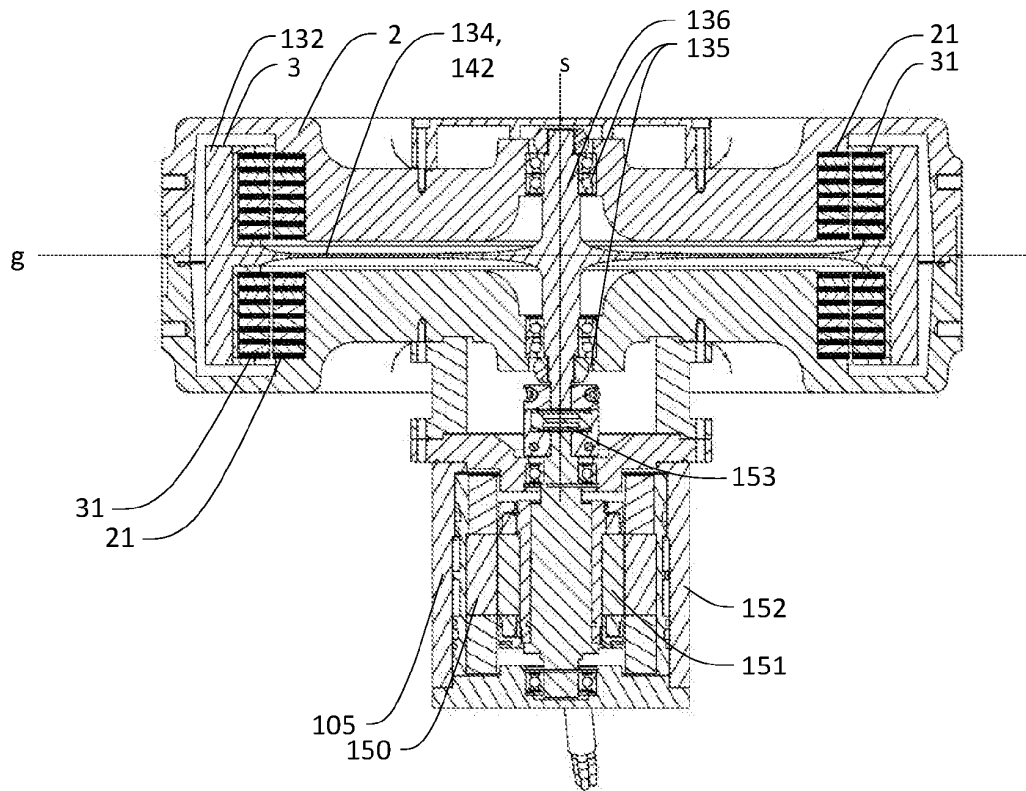


Fig. 5a

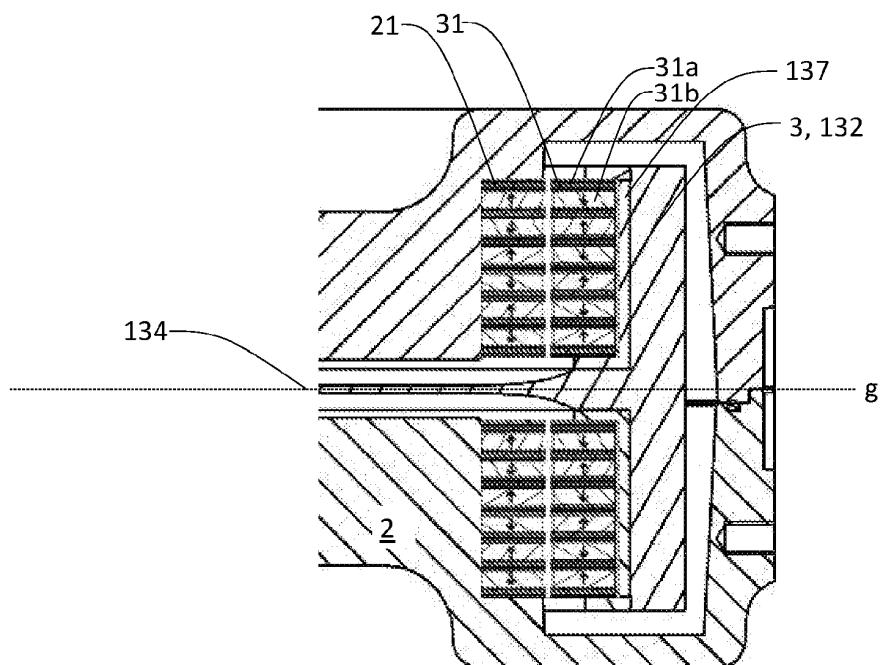


Fig. 5b