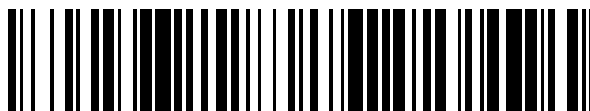


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 735 075**

51 Int. Cl.:

F03D 15/00 (2006.01)

F03D 80/50 (2006.01)

F16F 13/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.11.2015** **E 15194639 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.04.2019** **EP 3168461**

54 Título: **Tren de transmisión para una turbina eólica con acoplamiento elástico y método de mantenimiento para el mismo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.12.2019

73 Titular/es:
ADWEN GMBH (100.0%)
Am Lunedeich 156
27572 Bremerhaven, DE

72 Inventor/es:
ROGG, ANDREAS y
WIGGE, SIMON

74 Agente/Representante:
CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 735 075 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

Tren de transmisión para una turbina eólica con acoplamiento elástico y método de mantenimiento para el mismo
 Campo de la invención

5 La presente invención se relaciona con dispositivos y métodos para acceder a un tren de transmisión para turbinas eólicas, turbinas eólicas y métodos de fabricación o adaptación de turbinas eólicas.

Antecedentes

10 Las turbinas eólicas o plantas de energía eólica comprenden un tren de transmisión o tren de transmisión, el cual se extiende a partir del rotor o el repartidor del rotor hasta el generador. El tren de transmisión puede comprender un repartidor, un árbol del rotor (o árbol principal), un árbol de entrada de la caja de engranajes, una caja de engranajes y un generador. El tren de transmisión está configurado principalmente para transferir el torque del rotor al generador. Sin embargo, también hay otras cargas de rotor diferentes a la mera carga de torque. Estas otras cargas deben ser transferidas a y eliminadas por la estructura de la góndola. La trayectoria de carga de estas otras cargas a través del tren de transmisión hasta la estructura de la góndola depende de la disposición particular y de las variaciones y magnitudes de estas cargas, las tolerancias de mecanizado, las deformaciones de la carga, los efectos térmicos y otras condiciones. Todo esto puede dar lugar a fuerzas parásitas indeseables que pueden dañar elementos del tren de transmisión, en particular los componentes de la caja de engranajes y los cojinetes principales. La eliminación de estas fuerzas parásitas está inseparablemente conectada con la caja de engranajes y la confiabilidad de los cojinetes.

20 El documento WO 2012/052022 A1 divulga un tren de transmisión para una turbina eólica que comprende un árbol principal y una caja de engranajes con un árbol de entrada de caja de engranajes accionado por el árbol principal. Hay dos acoplamientos ubicados entre el árbol principal y el elemento de entrada de la caja de engranajes. Los dos acoplamientos están configurados de tal manera que se reduce la transmisión de cargas no deseadas.

25 El documento WO 2013/007322 A1 divulga un tren de transmisión que comprende un árbol del rotor y un árbol de entrada de generador los cuales se acoplan entre sí a través de un acoplamiento que tiene elementos elásticos. Se divulga que el acoplamiento comprende dos partes de acoplamiento las cuales están conectadas rígidamente con el árbol del rotor y el árbol del generador. Sin embargo, los elementos elásticos provistos entre las partes de acoplamiento tienen cámaras llenas con un fluido, en particular un fluido hidráulico y están dispuestos en pares.

30 Uno de los principales inconvenientes de un acoplamiento elástico es el desgaste potencial o, en general, un cambio de las propiedades del acoplamiento elástico durante la operación. Con el fin de realizar tareas de mantenimiento, puede ser necesario acceder al interior del acoplamiento, por ejemplo, para volver a verificar la precarga de las uniones atornilladas entre el acoplamiento y los árboles, acceder al tubo central el cual comprende el suministro de energía para el repartidor del rotor u otros trabajos de mantenimiento.

35 Típicamente, el acceso al acoplamiento es posible a través del repartidor del rotor y el árbol principal. Sin embargo, esto requiere bastante tiempo, ya que el técnico de servicio debe abandonar la góndola, entrar en el repartidor y moverse a través de un espacio estrecho dentro del árbol del rotor hasta que llegue al centro del acoplamiento. También es bastante incómodo llevar el equipo a través de esta forma de acceso.

40 El documento WO 2015/071689 A1 divulga una turbina eólica que comprende un árbol de rotor configurado para funcionar mediante un rotor; un árbol de accionamiento configurado para ser accionado por el árbol del rotor; un generador accionado por el árbol de accionamiento y un mecanismo de control de torque provisto entre el árbol del rotor y el árbol de accionamiento. El mecanismo de control de torque comprende al menos dos enlaces que se extienden entre el árbol del rotor y el árbol de accionamiento, los enlaces tienen un primer extremo y un segundo extremo, el primer extremo está conectado de manera pivotante al árbol del rotor y el segundo extremo está conectado de manera pivotante al árbol de accionamiento, y en donde la longitud de cada enlace es variable.

Resumen

Un objeto de la invención es simplificar y mejorar el acceso a un tren de transmisión de una turbina eólica.

45 De acuerdo con un aspecto, se proporciona un tren de transmisión para una turbina eólica. El tren de transmisión comprende un árbol del rotor (árbol principal) configurado para ser impulsado por el rotor alrededor de un eje principal; una estructura de soporte que incluye un alojamiento del cojinete que rodea al menos un cojinete y que soporta el árbol del rotor para girar alrededor del eje principal, restringiendo así otros movimientos del árbol del rotor; un árbol de entrada de la caja de engranajes y un alojamiento de la caja de engranajes que soporta el árbol de entrada de la caja de engranajes para girar alrededor del árbol principal a la vez que restringe otros movimientos del árbol de entrada de la caja de engranajes; y un acoplamiento elástico, en donde el árbol de entrada de la caja de engranajes está acoplado al árbol del rotor mediante el acoplamiento elástico, comprendiendo el acoplamiento elástico una primera parte del acoplamiento conectada rígidamente con el árbol del rotor, una segunda parte del acoplamiento conectada rígidamente con el árbol de entrada de la caja de engranajes y elementos elásticos posicionados entre la primera parte del acoplamiento y la segunda parte del acoplamiento, constituyendo así una sola unión entre el árbol del rotor y el

árbol de entrada de la caja de engranajes. El alojamiento del acoplamiento y/o el alojamiento del cojinete pueden comprender una abertura para acceder al espacio interior del alojamiento del acoplamiento y/o el alojamiento del cojinete.

5 En un aspecto ventajoso de la invención, la primera parte del acoplamiento y/o la segunda parte del acoplamiento comprenden una abertura que coincide con la abertura del alojamiento del acoplamiento y/o el alojamiento del cojinete principal en una posición de bloqueo predeterminada del árbol del rotor de tal manera que se pueda acceder a un espacio interior de la primera parte del acoplamiento y/o la segunda parte del acoplamiento.

10 En otro aspecto ventajoso, la abertura en el alojamiento del cojinete y/o el alojamiento del acoplamiento está configurada para proporcionar acceso a los elementos elásticos del acoplamiento elástico para el montaje, desmontaje o mantenimiento.

En aún otro aspecto adicional, las aberturas coincidentes (del cojinete y/o el alojamiento del acoplamiento y la parte de acoplamiento respectiva) están dimensionadas como un pozo de inspección para permitir que un técnico de servicio pase las aberturas.

15 Por consiguiente, el alojamiento del cojinete principal, el alojamiento del acoplamiento y las partes de acoplamiento están configurados y dispuestos de tal manera que el acceso se proporciona directamente a partir de la góndola de la turbina eólica hasta el lado interior del acoplamiento elástico a través de aberturas en los alojamientos fijos y aberturas en las partes giratorias que coinciden cuando el rotor de la turbina eólica está bloqueado en una posición predeterminada. Este acceso se puede utilizar como pozo de inspección y también para transportar equipos pesados a través de las aberturas, por ejemplo, con la ayuda de una grúa a bordo. Además, las aberturas coincidentes también
20 pueden proporcionar acceso a los elementos elásticos del acoplamiento elástico para fines de mantenimiento. De acuerdo con estos aspectos, el trabajo de mantenimiento en la turbina eólica se puede realizar de una manera mucho más eficiente y segura.

25 La presente invención también proporciona un método para acceder a un acoplamiento elástico de un tren de transmisión de turbina eólica. El método puede comprender al menos las etapas de: bloquear un árbol del rotor del tren de transmisión en una posición predeterminada, accediendo al acoplamiento elástico a través de aberturas que coinciden en la posición predeterminada.

De acuerdo con los aspectos de la invención, en particular debido a las aberturas descritas, también es posible que un técnico tenga acceso al repartidor a través del acoplamiento elástico (primera parte del acoplamiento elástico) y el árbol del rotor.

30 Al menos uno o todos los elementos elásticos pueden configurarse y/o disponerse de modo que el comportamiento de la fuerza de deformación del(los) elemento(s) elástico(s) sea diferente en una primera dirección de carga que en una segunda dirección de carga o en cualquier otra dirección de carga distinta de la primera dirección de carga.

35 Al menos uno o todos los elementos elásticos pueden configurarse y/o disponerse de modo que al menos uno o todos los elementos elásticos tengan una primera rigidez en una primera dirección de carga (dirección dominante de la rigidez) y una segunda rigidez en una segunda dirección de carga. La primera rigidez es ventajosamente mayor que la segunda rigidez. La primera rigidez puede ser mayor que cualquier rigidez del elemento elástico en otras direcciones de carga (distinta de la dirección dominante de rigidez). El elemento elástico proporciona ventajosamente la primera rigidez en las direcciones de torque de la carga principal. En el contexto de esta especificación, un torque o una carga de torque o una dirección de carga de torque se representa y describe mediante la dirección de rotación en lugar de la representación vectorial, ya que la referencia a las direcciones de rotación se considera más intuitiva.
40

Al menos uno o todos los elementos elásticos pueden comprender o estar hechos de caucho, polímero, material elástico o combinaciones de caucho y/o polímero y/o material elástico y/o componentes rígidos. Al menos uno o todos los elementos elásticos pueden configurarse o hacerse en forma de resortes, resortes helicoidales y/o resortes en espiral. Al menos uno o todos los elementos elásticos pueden tener la forma de almohadillas, cilindros o cubículos.

45 Ventajosamente, al menos uno o todos los elementos elásticos pueden tener un eje dominante o dimensión dominante o dirección dominante en la cual la rigidez es mayor que en cualquier otra dimensión o eje del elemento elástico. La dirección de carga principal (dirección de carga de torque principal) del tren de transmisión coincide ventajosamente con el eje dominante o dimensión dominante o dirección dominante de mayor rigidez de los elementos elásticos. El eje o dimensión de mayor rigidez de los elementos elásticos corresponde ventajosamente a una dirección de compresión del elemento elástico.
50

55 El acoplamiento elástico puede configurarse para permitir una rotación relativa entre la primera y la segunda parte del acoplamiento alrededor de los ejes perpendiculares al eje principal, una traslación a lo largo del eje principal así como una traslación en los ejes perpendiculares al eje principal más fácilmente que una rotación relativa de la primera parte del acoplamiento y la segunda parte del acoplamiento entre sí en la dirección de carga de torque alrededor del eje principal. En otras palabras, los elementos elásticos en el acoplamiento elástico, en particular la rigidez de los elementos elásticos, están configurados de tal manera que el acoplamiento elástico permite los movimientos anteriores

más fácilmente que cualquier movimiento relativo de las dos partes del acoplamiento en la(s) dirección(es) de carga de torque.

Los elementos elásticos pueden disponerse y configurarse de manera que los elementos elásticos proporcionen diferentes características de rigidez por dirección de carga. La transferencia de la torque se puede realizar con una primera rigidez (en la dirección dominante de la rigidez). Los elementos elásticos pueden configurarse para proporcionar una segunda rigidez con respecto a los movimientos en grados de libertad transversales y grados de libertad de rotación, excepto por una rotación alrededor de la dirección longitudinal del eje principal. Esto permite que la primera parte del acoplamiento y la segunda parte del acoplamiento se desplacen y se desvíen entre sí sin generar fuerzas de reacción significativas.

En un aspecto ventajoso, solo se utiliza un solo elemento elástico para una primera dirección de carga de torque positiva (es decir, en una primera dirección de rotación) y una segunda dirección de carga de torque negativa (es decir, en una segunda dirección de rotación, opuesta a la primera dirección de rotación). La primera dirección de carga de torque es opuesta a la segunda dirección de carga de torque.

En una realización que utiliza un solo elemento elástico para ambas direcciones de torque, cada elemento elástico puede disponerse de tal manera que las superficies de unión, apoyo o empuje (congruentes) de la primera parte del acoplamiento y la segunda parte del acoplamiento estén a cada lado del elemento elástico tal que el elemento elástico se puede cargar en una dirección de torque positiva, así como en una dirección de torque negativa. En particular, los elementos elásticos y la primera y la segunda parte del acoplamiento están configurados de tal manera que los elementos elásticos se comprimen a lo largo de su dirección dominante y/o eje dominante de rigidez en la primera dirección de carga de torque y en una dirección opuesta de la segunda dirección de carga de torque. Este aspecto reduce la cantidad de elementos elásticos requeridos, simplifica la fabricación y el mantenimiento y reduce los costes.

Por consiguiente, en un aspecto, solo se utiliza un solo elemento elástico para dos direcciones de carga de torque opuestas. Todos los elementos elásticos del acoplamiento elástico se pueden utilizar para las dos cargas de torque opuestas. La primera parte del acoplamiento puede proporcionar al menos una primera superficie de fijación (o apoyo, o empuje) y una segunda superficie opuesta de fijación (o apoyo o empuje). La segunda parte del acoplamiento también puede proporcionar al menos una primera superficie de fijación (o apoyo o empuje) y una segunda superficie opuesta de fijación (o apoyo o empuje).

Una superficie de fijación (o apoyo) de cada una de las dos partes de acoplamiento puede estar en contacto con un mismo primer lado de un elemento elástico y una superficie de fijación (o apoyo) de cada una de la primera y la segunda parte del acoplamiento que puede estar en contacto con un mismo segundo lado del elemento elástico. El segundo lado del elemento elástico es opuesto al primer lado del elemento elástico. Las superficies de fijación (o apoyo) de la primera y la segunda parte del acoplamiento que están en contacto con el mismo lado del elemento elástico pueden denominarse "congruentes". En una realización, las superficies de los pilares pueden proporcionarse mediante ventanas superpuestas o coincidentes en las partes de acoplamiento. Sin embargo, hay diversas configuraciones diferentes posibles. Un requisito mínimo es que cada uno de los dos lados opuestos del elemento elástico debe estar al menos dispuesto para ser empujado (o apoyado contra) un apoyo o una superficie de fijación o de contacto de la primera y la segunda parte del acoplamiento. Los elementos elásticos pueden ubicarse en las superficies de fijación/apoyo de la primera y la segunda parte del acoplamiento de manera congruente, de manera que un solo elemento elástico puede cargarse en una dirección de torque positiva, así como en una dirección de torque negativa. Las superficies respectivas de las dos partes de acoplamiento en un lado del elemento elástico pueden estar dispuestas una al lado de la otra y adyacentes entre sí. También es posible que las dos superficies se proporcionen por diferentes partes de acoplamiento y que la superficie de una parte del acoplamiento esté dispuesta detrás de un reborde o extensión de la otra parte del acoplamiento respectiva. Sin embargo, la última realización puede ser ventajosa para realizaciones que no requieren elementos elásticos pretensados.

Los aspectos descritos anteriormente proporcionan que se puede usar un solo elemento elástico para dos direcciones de carga de torque opuestas, es decir, la dirección de torque positiva y la dirección de torque negativa. El elemento elástico está comprimido o apretado a lo largo del eje dominante o la dirección de rigidez, independientemente de la dirección de la carga de torque. El número de elementos EM elásticos requeridos se puede reducir a la mitad del número de realizaciones utilizando pares de módulos.

En un aspecto, si los elementos elásticos usan una cámara para el fluido para ajustar la rigidez de los elementos elásticos, todos los elementos elásticos pueden acoplarse hidráulicamente entre sí. No es necesario separar la conexión hidráulica en un sistema para una torque de carga positiva y un sistema para una torque de carga negativa.

En un aspecto, los pares de elementos elásticos pueden ubicarse entre las respectivas superficies de fijación opuestas de la primera parte del acoplamiento y la segunda parte del acoplamiento de manera que un primer elemento de cada par se cargue en una primera dirección de torque positiva y un segundo elemento de cada par se cargue en una segunda dirección de torque/negativa. La segunda dirección de torque es opuesta a la primera dirección de torque. Más específicamente, los elementos elásticos pueden estar dispuestos en pares de dos elementos elásticos adyacentes a lo largo de una circunferencia del acoplamiento elástico entre las superficies de apoyo de la misma parte de acoplamiento, de manera que los pares de los elementos elásticos pueden ubicarse entre las respectivas

superficies de fijación opuestas de la primera parte del acoplamiento o la segunda parte del acoplamiento de manera que un primer elemento de cada par se carga en una primera dirección de torque positiva y un segundo elemento de cada par se carga en una segunda dirección de torque negativa, en donde la segunda dirección de torque es opuesta a la primera dirección de torque.

- 5 En un aspecto, el árbol del rotor y el árbol de entrada de la caja de engranajes se pueden montar/ensamblar con una excentricidad preestablecida de sus ejes principales longitudinales, de manera que un eje longitudinal del árbol del rotor y un eje longitudinal del árbol de entrada de la caja de engranajes se montan inicialmente de manera excéntrica entre sí para minimizar cualquier excentricidad o desviación resultante del peso y/o las cargas y/o la torque durante la operación. La torque relevante podría ser la torque normal esperada durante el funcionamiento de la turbina eólica.
- 10 Para lograr la excentricidad preestablecida, el punto central del alojamiento del cojinete puede estar ligeramente desplazado. El punto central del alojamiento del cojinete se puede desplazar verticalmente. Esto influye en la línea de flexión, de manera que en total las excentricidades no deseadas se compensan con la excentricidad preestablecida durante el montaje y ensamblaje de la turbina eólica/tren de transmisión.

- 15 Con respecto al aspecto descrito anteriormente, normalmente es más ventajoso que el árbol del rotor y el árbol de entrada de la caja de engranajes de un tren de transmisión de una turbina eólica estén perfectamente alineados y centrados entre sí. De lo contrario, cualquier acoplamiento y en particular un acoplamiento elástico, específicamente los elementos elásticos, como se describe en este documento, se agitarán constantemente durante cada rotación. Esto puede aumentar sustancialmente el desgaste de los elementos elásticos. De acuerdo con este aspecto, el árbol del rotor y el árbol de entrada de la caja de engranajes están dispuestos entre sí con una ligera excentricidad con el
- 20 fin de compensar cualquier otro efecto que introduzca una excentricidad opuesta. Si, por ejemplo, el alojamiento del acoplamiento, el alojamiento de la caja de engranajes y el generador se suspenden libremente del alojamiento del cojinete, esto puede introducir una ligera excentricidad entre el árbol del rotor y el árbol de entrada de la caja de engranajes, lo cual resulta en una excentricidad en el acoplamiento elástico, en particular una excentricidad de la primera parte del acoplamiento con respecto a la segunda parte del acoplamiento. Esta y cualquier otra excentricidad puede ser compensada por la suspensión del alojamiento del cojinete, en particular la suspensión del cojinete principal en el alojamiento del cojinete. El alojamiento del cojinete puede estar acoplado al marco principal de la góndola. La brida anular entre el alojamiento del cojinete y el alojamiento del acoplamiento se puede utilizar para crear la excentricidad entre el árbol del rotor y el árbol de entrada de la caja de engranajes. La excentricidad también puede,
- 25 o en combinación, crearse mediante el acoplamiento (brida) del alojamiento del acoplamiento y el alojamiento de la caja de engranajes. Una dirección ventajosa es una excentricidad en una dirección vertical. También es posible crear la excentricidad en cualquier otra dirección, como por ejemplo la dirección horizontal. La excentricidad es ventajosa en el rango de menos de 1 mm. La excentricidad proporciona que durante cada rotación los elementos elásticos no se agiten. Dado que la caja de engranajes (alojamiento) y el generador (alojamiento) están suspendidos del alojamiento del cojinete, el peso de estos componentes puede introducir una excentricidad que debe ser compensada por una excentricidad predeterminada y predefinida en la dirección opuesta. Por consiguiente, la excentricidad esperada y/o determinada puede compensarse con una ligera excentricidad preestablecida introducida por un cambio en el alojamiento del cojinete.
- 30
- 35

- Los elementos elásticos pueden posicionarse en general circunferencialmente y en una dirección tangencial entre (por ejemplo, las respectivas superficies de apoyo, fijación, o empuje de) la primera parte del acoplamiento y la segunda parte del acoplamiento del acoplamiento elástico y la primera parte del acoplamiento y la segunda parte del acoplamiento puede proporcionar superficies de fijación, apoyo y/o empuje para los extremos opuestos de cada uno de los elementos elásticos.
- 40

- Al menos uno o todos los elementos elásticos pueden estar pretensados (comprimidos, apretados) en una condición no cargada con el fin de aumentar la rigidez en una dirección de carga específica. En particular, la rigidez torsional puede aumentarse pretensando los elementos elásticos. La rigidez aumenta ventajosamente en la dirección de torque de la carga principal, la cual puede corresponder al eje dominante y/o a la dirección dominante de la rigidez de los elementos elásticos.
- 45

- Al menos uno de los elementos elásticos puede contener una cámara configurada para llenarse con un fluido. Ventajosamente, una pluralidad de elementos elásticos puede contener una cámara configurada para llenarse con un fluido. Las cámaras pueden estar conectadas hidráulicamente entre sí.
- 50

Las cámaras de todos los elementos elásticos que actúan en la dirección de torque positiva pueden acoplarse hidráulicamente entre sí y las cámaras de todos los elementos elásticos que actúan en la dirección de torque negativa pueden acoplarse hidráulicamente entre sí.

- La invención también proporciona una turbina eólica que comprende el tren de transmisión de acuerdo con los aspectos y realizaciones de la invención. La invención proporciona además un parque eólico que comprende una turbina eólica que comprende un tren de transmisión de acuerdo con los aspectos y realizaciones de la invención.
- 55

La invención también proporciona un método para fabricar y/o para modernizar una turbina eólica que comprende un tren de transmisión de acuerdo con los aspectos y realizaciones de la invención.

Breve descripción de los dibujos.

Otras características y ventajas de la invención se derivarán de la siguiente descripción con referencia a los dibujos adjuntos, en donde

La Figura 1 es una representación simplificada de una parte de un tren de transmisión de acuerdo con una realización,

5 la Figura 2 es una vista en perspectiva simplificada de un acoplamiento elástico de acuerdo con una realización,

la Figura 3 es una vista en sección transversal simplificada de una parte del tren de transmisión que se muestra en la Figura 1 de acuerdo con una realización,

la Figura 4 es una vista en perspectiva simplificada de una parte del tren de transmisión que se muestra en la Figura 1 y la Figura 3 de acuerdo con una realización,

10 la Figura 5 es una vista detallada simplificada de una abertura de acceso a un elemento elástico,

la Figura 6 es una vista en sección transversal simplificada de una parte del tren de transmisión que se muestra en la Figura 1 de acuerdo con una realización,

la Figura 7 es una vista en sección transversal simplificada a lo largo de la línea A-A en la Figura 1 de un acoplamiento elástico de acuerdo con una realización,

15 la Figura 8 es una vista en sección transversal simplificada a lo largo de la línea A-A en la Figura 1 de un acoplamiento elástico de acuerdo con una realización en una primera condición de carga,

la Figura 9 es una vista en sección transversal simplificada a lo largo de la línea A-A en la Figura 1 de un acoplamiento elástico de acuerdo con una realización en una segunda condición de carga,

20 la Figura 10 es una vista en sección transversal simplificada a lo largo de la línea A-A en la Figura 1 de un acoplamiento elástico de acuerdo con una realización en una tercera condición de carga,

la Figura 11 es sustancialmente similar a la Figura 8 que incluye un detalle adicional,

la Figura 12 es una vista en sección transversal simplificada de una parte de las realizaciones que se muestran en las Figuras 8 a 10 utilizando un solo elemento elástico,

25 la Figura 13 es una vista en sección transversal simplificada de una parte de las realizaciones que se muestran en las Figuras 8 a 10 utilizando un solo elemento elástico,

la Figura 14 es una vista en perspectiva simplificada de un elemento elástico de acuerdo con una realización, y

la Figura 15 es una vista en perspectiva simplificada de un elemento elástico de acuerdo con una realización.

La Figura 16 muestra una vista lateral simplificada de una parte del tren de transmisión de una turbina eólica de acuerdo con una realización.

30 Descripción detallada de realizaciones

La Figura 1 es una representación simplificada de una parte de un sistema 1 de transmisión de acuerdo con una realización. El sistema 1 de transmisión comprende un repartidor 2, un árbol 3 del rotor (o árbol principal), un cojinete 4 principal, un alojamiento 5 del cojinete principal, un árbol 6 de entrada de la caja de engranajes, una caja 7 de engranajes con un alojamiento 8 de la caja de engranajes y un generador 9. Entre el árbol 3 del rotor y el árbol 6 de entrada de la caja de engranajes está el acoplamiento 10 elástico. El acoplamiento 10 elástico comprende una primera parte 11 del acoplamiento y una segunda parte 12 del acoplamiento. El acoplamiento 10 elástico tiene un alojamiento 15 del acoplamiento.

La Figura 2 es una vista en perspectiva simplificada de un acoplamiento 10 elástico de acuerdo con una realización. El acoplamiento 10 elástico comprende la primera parte 11 del acoplamiento y la segunda parte 12 del acoplamiento. La primera parte 11 del acoplamiento tiene una brida 13 mediante la cual se puede acoplar rígidamente al árbol 3 del rotor. La segunda parte 12 del acoplamiento tiene una brida 14 mediante la cual se puede acoplar rígidamente al árbol 6 de entrada de la caja de engranajes. La primera parte 11 del acoplamiento está acoplada a la segunda parte 12 del acoplamiento mediante una pluralidad de elementos EM1 a EM10 elásticos (EM7 y EM8 no son visibles en esta perspectiva). Los elementos EM1 a EM10 elásticos están distribuidos uniformemente a lo largo de una dirección circunferencial de la primera parte 11 del acoplamiento y la segunda parte 12 del acoplamiento. Aunque la presente realización muestra diez elementos EM1 a EM10 elásticos, se puede usar cualquier número de elementos elásticos en otras realizaciones.

La Figura 3 es una vista en sección transversal simplificada de una parte del tren 1 de transmisión que se muestra en la Figura 1 de acuerdo con una realización. Hay una primera abertura O1 en el alojamiento 5 del cojinete principal y

una segunda abertura O2 en la primera parte 11 del acoplamiento del acoplamiento 10 elástico. En la posición que se muestra del árbol 3 del rotor, las dos aberturas O1 y O2 coinciden. Las aberturas O1, O2 son lo suficientemente grandes para proporcionar acceso a un técnico de servicio ST al espacio interior del acoplamiento 10 elástico. El espacio interior del acoplamiento 10 elástico, es decir, el espacio entre la primera parte 11 del acoplamiento y la segunda parte 12 del acoplamiento es lo suficientemente grande para acomodar al técnico de servicio ST. El técnico de servicio ST ahora puede acceder a un elemento EM elástico del acoplamiento 10 elástico. Las aberturas O1, O2 están dimensionadas como pozos de inspección, siendo lo suficientemente grandes para permitir que un técnico de servicio pase a través de ellas y alcance el espacio interior del acoplamiento elástico.

Además, debido a las aberturas O1, O2 descritas, también es posible que un técnico tenga acceso al repartidor 2 a través del acoplamiento 10 elástico (primera parte del acoplamiento 11 elástico) y el árbol 3 del rotor.

La Figura 4 es una vista en perspectiva simplificada de una parte del tren 1 de transmisión que se muestra en la Figura 1 y la Figura 3 de acuerdo con una realización. El técnico de servicio está ubicado en la abertura O1 en el alojamiento 5 del cojinete principal. Hay otras aberturas O3, O4, O5 en el alojamiento 15 del acoplamiento. En una posición de bloqueo predeterminada del árbol 3 del rotor, estas aberturas O3, O4, O5 conceden acceso a los elementos elásticos del acoplamiento 10 elástico. Esto se muestra con más detalle en la Figura 5. Las aberturas O3, O4, O5 pueden tener una forma bastante circular o rectangular. En la presente realización, las aberturas tienen una forma bastante rectangular. Los diámetros DM1 y DM2 máximos pueden tener las siguientes dimensiones ventajosas. DM1 puede ser de 400 mm a 600 mm, ventajosamente alrededor de 450 mm. El diámetro DM2 también puede ser de 400 mm a 600 mm, ventajosamente alrededor de 500 mm. Cualquier abertura en cualquiera de los alojamientos puede tener un diámetro mínimo de 400 mm, más ventajosamente, el diámetro de cualquier abertura debe ser de al menos 500 mm. Para las aberturas que se configuran para proporcionar acceso a un técnico de servicio, el diámetro mínimo de cualquiera de dichas aberturas puede ser superior a 600 mm.

La Figura 5 es una vista detallada simplificada de una abertura O4 de acceso a un elemento EM elástico del acoplamiento elástico. También en esta situación, hay aberturas coincidentes en el alojamiento 15 del acoplamiento y en las partes de acoplamiento del acoplamiento 10 elástico. El elemento EM elástico ya está parcialmente levantado hacia la abertura O4 para ser reemplazado o verificado. Así mismo, es posible insertar un elemento EM elástico a través de la abertura O4.

La Figura 6 es una vista en sección transversal simplificada de una parte del tren 1 de transmisión que se muestra en la Figura 1 de acuerdo con una realización. En esta realización, la abertura O2 en la primera parte 11 del acoplamiento y una abertura en el alojamiento del cojinete principal son tales que el técnico de servicio ST puede acceder al cojinete 4 principal. Este aspecto es ventajoso para mantener o reemplazar, por ejemplo, un sello del cojinete 4 principal.

La Figura 7 es una vista en sección transversal simplificada de un acoplamiento 10 elástico a lo largo de la línea A-A en la Figura 1 de acuerdo con la realización que se muestra en la Figura 1 y en la Figura 2. Los elementos EM1 a EM10 elásticos están distribuidos de manera sustancialmente uniforme a lo largo de una dirección circunferencial CD. En esta realización, los elementos EM1 a EM10 elásticos están dispuestos en pares de dos elementos elásticos: EM1 y EM2, EM3 y EM4, EM5 y EM6, EM7 y EM8, así como EM9 y EM10. En consecuencia hay cinco pares de elementos elásticos. Siempre hay una sección CS1 a C10 circunferencial de una de la primera o segunda parte 11, 12 del acoplamiento entre elementos elásticos adyacentes. Las secciones CS1, CS3, CS5, CS7 y CS9 circunferenciales pertenecen a la primera parte 11 del acoplamiento. Las secciones CS2, CS4, CS6, CS8 y CS10 circunferenciales pertenecen a la segunda parte 12 del acoplamiento. En consecuencia, cada elemento E1 a E10 elástico está ubicado entre una sección circunferencial de la primera parte 11 del acoplamiento y una sección circunferencial de la segunda parte 12 del acoplamiento. Las secciones CS1 a CS10 circunferenciales proporcionan superficies de unión AS para los elementos EM1 a EM10 elásticos en los extremos opuestos de cada elemento EM1 a EM10 elástico.

La dirección circunferencial CD es también la dirección de la carga de torque. Sin embargo, la carga de torque puede tener una primera dirección LDP o una segunda dirección LDN las cuales son opuestas entre sí. En el contexto actual, una torque o una torque de carga o una dirección de torque de carga se representan y describen más bien por la dirección de rotación que por la representación vectorial, ya que la referencia a las direcciones de rotación se considera más intuitiva.

La Figura 8 es una vista en sección transversal simplificada de un acoplamiento 10 elástico a lo largo de la línea A-A en la Figura 1 en una primera condición de carga de acuerdo con una realización. Esta realización de un acoplamiento 10 elástico difiere de la anterior en que cada uno de los elementos EM1 a EM4 elásticos está configurado y dispuesto de tal manera que los elementos EM1 a EM4 elásticos pueden cargarse en la dirección de torque positiva LDP, así como en la dirección de torque negativa LDN. La primera parte 11 del acoplamiento y la segunda parte 12 del acoplamiento se representan como discos que tienen ventanas W superpuestas a través de las cuales sobresale cada uno de los elementos EM1 a EM4 elásticos. La primera parte 11 del acoplamiento está representada en líneas discontinuas, a la vez que la segunda parte 12 del acoplamiento está representada por líneas continuas. La condición de carga que se muestra es una situación no desviada, de manera tal que no se aplica una carga de torque y el árbol 3 del rotor y el árbol 6 de entrada de la caja de engranajes y, por lo tanto, las partes 11, 12 del acoplamiento no están desalineadas.

La Figura 9 es una vista en sección transversal simplificada de un acoplamiento 10 elástico a lo largo de la línea A-A en la Figura 1 (similar a la realización de la Figura 8) en una segunda condición de carga. En esta condición de carga, la torque de carga se aplica al acoplamiento 10 elástico, pero los ejes del árbol de entrada de la caja de engranajes y el árbol del rotor aún están bien alineados.

- 5 La Figura 10 es una vista en sección transversal simplificada de un acoplamiento 10 elástico a lo largo de la línea A-A en la Figura 1 (similar a la realización de la Figura 8 y la Figura 9) en una tercera condición de carga. En esta condición de carga, se aplica una torque de carga y los ejes principales están desalineados.

- 10 La Figura 11 es sustancialmente similar a la Figura 8 que incluye un detalle adicional. Esta realización utiliza elementos EM1 a EM4 elásticos los cuales también se denominan elementos de caucho hidráulicos o elastómeros hidráulicos, etc. (se describen más detalles de dicho elemento con respecto a la Figura 15). Estos elementos tienen una cámara interior que puede llenarse con un fluido para ajustar la rigidez (por ejemplo, rigidez torsional). Los elementos elásticos o, más bien, las cámaras de los elementos elásticos están acoplados a un circuito hidráulico. Si solo se puede usar un solo elemento EM1 a EM4 elástico para ambas direcciones de torque de carga, como se describe en este documento, se puede usar un solo circuito hidráulico HYD para todos los elementos EM1 a EM4 en lugar de dos circuitos hidráulicos separados para los elementos elásticos de cada dirección de torque de carga.

- 15 La Figura 12 es una vista en sección transversal simplificada de una parte de las realizaciones que se muestran en las Figuras 8 a 10 que usan un solo elemento EM elástico para dos direcciones de carga de torque opuestas. Cada uno de los elementos elásticos (en la Figura 8 a 10) puede ser el elemento EM elástico que se muestra en la Figura 11. La primera parte 11 del acoplamiento proporciona al menos una primera superficie AS1_11 de fijación (o apoyo) y una segunda superficie AS2_11 opuesta de fijación (o apoyo). La segunda parte 12 del acoplamiento también proporciona al menos una primera superficie AS1_12 de fijación (o apoyo) y una segunda superficie AS2_12 de fijación opuesta (o apoyo). En esta realización, una superficie AS1_11, AS1_12 de fijación (o apoyo) de cada una de las dos partes 11, 12 del acoplamiento está en contacto con un mismo primer lado EMFS del elemento elástico y una superficie AS2_11, AS2_12 de fijación (o apoyo) de cada de las dos partes 11, 12 del acoplamiento está en contacto con un mismo segundo lado EMSS del elemento elástico. El segundo lado EMSS del elemento EM elástico es opuesto al primer lado EMFS del elemento elástico. En una realización, las superficies AS1_11, AS2_11, AS1_12, AS2_12 de los pilares se pueden proporcionar mediante ventanas W11, W12 superpuestas o coincidentes en las partes de acoplamiento. Sin embargo, hay diversas configuraciones diferentes posibles. Un requisito mínimo es que cada uno de los dos lados EMFS, EMSS opuestos del elemento elástico debe al menos apoyarse contra un apoyo o fijación o superficie de contacto de la primera y la segunda parte 11, 12 del acoplamiento. En otras palabras, los elementos elásticos están ubicados en las superficies de fijación/apoyo congruentes de la primera y la segunda parte del acoplamiento, de manera que un solo elemento elástico se carga en una dirección de torque positiva, así como en una dirección de torque negativa.

- 25 Esto permite que se pueda usar un solo elemento EM elástico para ambas, dirección de torque de carga opuesta, es decir, la dirección de torque positiva LDP y la dirección de torque negativa LDN. El elemento elástico está solo comprimido o apretado a lo largo del eje dominante o la dirección de la rigidez, independientemente de la dirección de torque de la carga. El número de elementos EM elásticos requeridos se puede reducir a la mitad del número de realizaciones utilizando pares de módulos.

- 30 En un aspecto, si los elementos elásticos usan una cámara para el fluido para ajustar la rigidez de los elementos elásticos, todos los elementos elásticos pueden acoplarse hidráulicamente entre sí. No es necesario separar la conexión hidráulica en un sistema para una torque de carga positiva y un sistema para una torque de carga negativa.

- 35 La Figura 13 es una vista simplificada en sección transversal de una parte de las formas de realización que se muestran en las Figuras 8 a 11 utilizando un solo elemento EM elástico por dos direcciones de carga de torque opuestas de acuerdo con otra forma de realización. En esta realización, el elemento EM elástico solo se sostiene entre un apoyo, una fijación y/o una superficie de empuje (o un hombro) AS11 de la primera parte 11 del acoplamiento en un extremo del elemento EM elástico y una superficie de sujeción, fijación y/o empuje (u hombro) AS12 de la segunda parte 12 del acoplamiento en otro extremo opuesto del elemento EM elástico. Sin embargo, la superficie AS11 y A12 de apoyo respectiva de cada parte 11, 12 del acoplamiento se extiende sobre y cubre la otra parte del acoplamiento respectiva. Esta realización es ventajosa si el elemento EM elástico no necesita estar pretensado.

- 40 La Figura 14 es una vista en perspectiva simplificada en un elemento EM elástico a utilizar para las formas de realización y aspectos descritos en este documento. La dirección D1 dominante es la dirección de una fuerza (debido a la torque) en la cual el elemento EM elástico tiene la mayor rigidez. Cabe señalar que se supone que el elemento EM elástico está comprimido o apretado en la dirección D1 dominante. Solo como ejemplos, también se indican otras direcciones D2, D3 de fuerzas potenciales. El elemento EM elástico tiene una rigidez menor en las direcciones D2 y D3 y en cualquier otra dirección diferente a D1.

En aún otras palabras, cualquier elemento EM elástico tiene un eje dominante de rigidez DA y una dirección dominante de rigidez D1 acostado en el eje dominante de rigidez DA. La dirección dominante de rigidez D1 es ventajosamente una dirección en la cual se comprime el elemento EM elástico. La rigidez del elemento EM elástico es mayor en la

dirección dominante de rigidez D1 que en cualquier dirección con respecto al elemento EM elástico diferente de la dirección D1 dominante.

La Figura 15 es una vista en perspectiva simplificada sobre un elemento EM elástico que puede usarse en relación con los aspectos y realizaciones de la invención. En general, al menos uno o todos de los elementos elásticos pueden comprender o estar hechos de caucho, polímero, material elástico o combinaciones de caucho y/o polímero y/o material elástico y/o componentes rígidos. Al menos uno o todos los elementos elásticos pueden configurarse o estar hechos en forma de resortes, resortes helicoidales y/o resortes en espiral. Al menos uno o todos de los elementos elásticos pueden tener la forma de pastillas, cilindros, o cubículos.

El elemento EM elástico que se muestra en la Figura 15 en general está hecho de un material elástico (como caucho o polímeros, etc.) y comprende una cámara CH interior (líneas discontinuas) que se puede llenar con un fluido para ajustar la rigidez. El elemento EM elástico puede comprender además entradas y salidas para el fluido. En esta realización, hay una entrada/salida radial IN_OUT R y una entrada/salida tangencial IN_OUT T. Además, hay un acceso al fluido FA y un sensor de presión SENS para determinar la presión en la cámara CH del elemento EM elástico.

El elemento EM elástico también puede denominarse elemento hidráulico de caucho. Puede tener un diámetro de ciclo de paso de 2300 mm, un peso de 38 kg y proporcionar una alta rigidez torsional en la dirección dominante. Además, proporciona una rigidez axial y lateral baja, es decir, en direcciones distintas de la dirección dominante. El elemento elástico puede funcionar con una presión hidráulica de máximo 600 bar. Puede acoplarse hidráulicamente con otros elementos elásticos de un tipo similar a través de mangueras o tubos (circuito hidráulico). La presión de trabajo de estos tubos o mangueras puede ser de 1040 bar, a la vez que la presión de explosión mínima podría ser de 2600 bar.

La Figura 16 muestra una vista lateral simplificada de una parte del tren 1 de transmisión de una turbina eólica de acuerdo con una realización. Hay un marco 16 principal (estructura de soporte de una góndola (no se muestra) de una turbina eólica (no se muestra). El tren de transmisión comprende un árbol del rotor (o árbol principal) 3 el cual se sujeta mediante el cojinete 4 principal (no se muestra) en el alojamiento 5 del cojinete. Solo el alojamiento 5 del cojinete está suspendido de o soportado por el marco 16 principal. El alojamiento 15 del acoplamiento, que incluye el acoplamiento 10 elástico, el alojamiento 8 de la caja de engranajes, que incluye el árbol 6 de entrada de la caja de engranajes y la caja 7 de engranajes, así como el generador 9 solo está suspendido del alojamiento 5 del cojinete. Todos se extienden libremente sobre el marco 16 principal. El peso total del acoplamiento 10 elástico, la caja de engranajes y el generador 9, incluidos todos sus alojamientos y partes internas, pueden introducir una excentricidad entre el árbol 3 del rotor y árbol 6 de entrada de la caja de engranajes.

En una realización, un eje A3 longitudinal del árbol 3 del rotor y un eje A6 longitudinal del árbol 6 de entrada de la caja de engranajes se montan/ensamblan con una excentricidad EXC predeterminada y predefinida entre sí con el fin de minimizar el desplazamiento/excentricidad resultante de, por ejemplo, el peso y/u otras cargas y/u otros efectos. Normalmente, es más ventajoso que el árbol 3 del rotor y el árbol 6 de entrada de la caja de engranajes de un tren 1 de transmisión de una turbina eólica estén perfectamente alineados y centrados entre sí. De lo contrario, cualquier acoplamiento y en particular un acoplamiento 10 elástico, más específicamente los elementos EM elásticos del acoplamiento 10 elástico, como se describe en este documento, se pueden agitar/trabajar constantemente durante cada rotación. Esto puede aumentar sustancialmente el desgaste de los elementos EM elásticos. De acuerdo con la presente realización, el árbol 3 del rotor y el árbol 6 de entrada de la caja de engranajes están dispuestos entre sí con una ligera excentricidad para compensar cualquier otro efecto que introduzca una excentricidad opuesta. Si, por ejemplo, el alojamiento 15 del acoplamiento, el alojamiento 8 de la caja de engranajes y el generador 9 se suspenden libremente del alojamiento 5 del cojinete, esto puede introducir una ligera excentricidad entre el árbol 3 del rotor y el árbol 6 de entrada de la caja de engranajes, lo que resulta en una excentricidad en el acoplamiento 10 elástico, en particular una excentricidad de la primera parte 11 del acoplamiento con respecto a la segunda parte 12 del acoplamiento. Esta y cualquier otra excentricidad puede ser compensada, por ejemplo, por la suspensión del alojamiento 5 del cojinete, en particular la suspensión del cojinete 4 principal en el alojamiento 5 del cojinete. El alojamiento 5 del cojinete se puede acoplar al marco 16 principal de la góndola mediante una brida anular (en forma de anillo) (no se muestra). Esta brida se puede utilizar para crear la excentricidad entre el árbol 3 del rotor y el árbol 6 de entrada de la caja de engranajes. En particular, el punto central del cojinete se puede cambiar durante el montaje/ensamblaje. Una dirección ventajosa es una excentricidad preestablecida en una dirección V vertical. También es posible crear la excentricidad preestablecida en cualquier otra dirección, como por ejemplo la dirección H horizontal. La excentricidad preestablecida está ventajosamente en el rango de menos de 1 mm. La excentricidad preestablecida establece que los elementos EM elásticos no están o menos agitados durante cada rotación. Dado que la caja 7 de engranajes (alojamiento) y el generador 9 (alojamiento) están suspendidos en el alojamiento 5 del cojinete, el peso de estos componentes puede introducir una excentricidad que debe ser compensada por una excentricidad predeterminada y predefinida en la dirección opuesta. Por consiguiente, una excentricidad esperada o determinada se puede compensar con una ligera colocación preestablecida y compensadora (por ejemplo, opuesta) introducida por un cambio del alojamiento 5 del cojinete. La excentricidad preestablecida de los ejes principales longitudinales del árbol del rotor y el árbol de entrada de la caja de engranajes puede ser usada para compensar y/o minimizar cualquier excentricidad o compensación resultante del peso y/o cargas y/o torque. La torque relevante podría ser la torque normal esperada durante el funcionamiento de la turbina eólica. Para lograr la excentricidad preestablecida, el punto central del alojamiento del cojinete puede estar ligeramente desplazado. El punto central del alojamiento del cojinete se puede desplazar verticalmente. Esto influye en la línea de flexión, de modo que, en total, las excentricidades no

deseadas se compensan con la excentricidad preestablecida durante el montaje y/o ensamblaje de la turbina eólica/tren de transmisión.

- 5 Los aspectos y realizaciones de la invención son particularmente sinérgicos, ya que el acoplamiento 10 elástico requiere el mantenimiento de los elementos elásticos. Las aberturas proporcionan acceso a estos elementos. Además, las aberturas también pueden permitir el acceso a circuitos hidráulicos, tubos o mangueras de cualquier parte hidráulica o sensores provistos en el acoplamiento elástico. Todas estas partes pueden ser accedidas y mantenidas o intercambiadas. El término aberturas "coincidentes" se puede interpretar como sobre posición precisa, una sobre otra o superposición precisa. Esto significa que cualquier abertura se puede hacer lo suficientemente grande como para permitir que se tome la medida correspondiente (el técnico debe pasar o se puede acceder al elemento elástico, recuperarlo o insertarlo en el acoplamiento elástico).

Aunque la invención se ha descrito anteriormente con referencia a realizaciones específicas, no está limitada a estas realizaciones y no cabe duda de que al experto en la técnica se le ocurrirán otras alternativas que se encuentran dentro del alcance de la invención como se reivindica.

REIVINDICACIONES

1. Un tren (1) de transmisión para una turbina eólica que comprende: un árbol (3) del rotor (árbol principal) configurado para ser impulsado por el rotor alrededor de un eje principal; una estructura (16) de soporte que incluye un alojamiento (5) del cojinete que rodea al menos un cojinete (4) y que soporta el árbol del rotor para girar alrededor del eje principal, limitando así otros movimientos del árbol del rotor; un árbol (6) de entrada de la caja de engranajes y un alojamiento (8) de la caja de engranajes que soporta el árbol de entrada de la caja de engranajes para girar alrededor del eje principal a la vez que restringen otros movimientos del árbol de entrada de la caja de engranajes; y un acoplamiento (10) elástico, en donde el árbol de entrada de la caja de engranajes está acoplado al árbol del rotor mediante el acoplamiento elástico, comprendiendo el acoplamiento elástico una primera parte (11) del acoplamiento conectada rígidamente con el árbol del rotor, una segunda parte (12) del acoplamiento conectada rígidamente con el árbol de entrada de la caja de engranajes y los elementos (EM) elásticos ubicados entre la primera parte del acoplamiento y la segunda parte del acoplamiento, constituyendo así una sola unión entre el árbol del rotor y el árbol de entrada de la caja de engranajes, en donde el alojamiento (15) del acoplamiento y/o el alojamiento del cojinete comprenden una abertura (O1, O2) para acceder a un espacio interior del alojamiento del acoplamiento y/o el alojamiento del cojinete, estando el tren de transmisión caracterizado porque la abertura del alojamiento del acoplamiento y/o el alojamiento del cojinete es un pozo de inspección el cual le permite a un técnico de servicio (ST) pasar a través de esta abertura para alcanzar el espacio interior del acoplamiento elástico.
2. El tren (1) de transmisión de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la primera parte (11) del acoplamiento y/o la segunda parte (12) del acoplamiento comprenden una abertura (O2) que coincide con la abertura (O1) del alojamiento (15) del acoplamiento y/o el alojamiento (5) del cojinete principal en una posición de bloqueo predeterminada del árbol (3) del rotor de manera que sea accesible un espacio interior de la primera parte del acoplamiento y/o la segunda parte del acoplamiento.
3. El tren (1) de transmisión de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde la abertura (O1, O2) en el alojamiento (5) del cojinete y/o el alojamiento (15) del acoplamiento está configurado para proporcionar acceso a los elementos (EM) elásticos del acoplamiento (10) elástico para el montaje, desmontaje o mantenimiento.
4. El tren (1) de transmisión de acuerdo con la reivindicación 2 o 3, en donde las aberturas (O1, O2) coincidentes están dimensionadas como un pozo de inspección con el fin de permitir que un técnico de servicio (ST) pase las aberturas.
5. El tren (1) de transmisión de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la abertura (O1, O2) en el alojamiento (5) del cojinete principal y/o el alojamiento (15) del acoplamiento está configurado para proporcionar acceso a un sello del cojinete (4) principal para fines de mantenimiento.
6. El tren (1) de transmisión de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde los elementos (EM) elásticos están configurados de tal manera que los elementos elásticos tienen una primera rigidez en una primera dirección (D1) de carga y una segunda rigidez en una segunda dirección (D2) de carga, siendo la primera rigidez mayor que la segunda rigidez, y los elementos elásticos están dispuestos de tal manera que una dirección de torque de carga principal coincide con la primera dirección de carga.
7. El tren (1) de transmisión de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el árbol (3) del rotor y el árbol (6) de entrada de la caja de engranajes están montados con una excentricidad preestablecida de sus ejes principales longitudinales, de manera tal que un eje longitudinal del árbol del rotor y el eje longitudinal del árbol de entrada de la caja de engranajes se montan inicialmente de forma excéntrica entre sí para minimizar cualquier excentricidad o desviación que resulte del peso y/o las cargas y/o la torque durante la operación.
8. El tren (1) de transmisión de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde los elementos (EM) elásticos están pretensados en una condición sin carga para aumentar la rigidez, en particular una rigidez torsional.
9. El tren (1) de transmisión de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde cada uno de los elementos (EM) elásticos contiene una cámara (CH) configurada para llenarse con un fluido y al menos algunas de las cámaras están conectadas hidráulicamente entre sí.
10. Una turbina eólica que comprende el tren (1) de transmisión de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
11. Un parque eólico que comprende una turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 10.
12. Un método para fabricar o modernizar una turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 10.
13. Un método para acceder a un acoplamiento (10) elástico de un tren (1) de transmisión de turbina eólica, el método comprende las etapas de: bloquear un árbol (3) del rotor del tren de transmisión en una posición predeterminada, acceder al acoplamiento elástico a través de aberturas (O1, O2) que coinciden en la posición predeterminada, el

método se caracteriza porque las aberturas coincidentes son pozos de inspección que permiten que un técnico de servicio (ST) pase a través de estas aberturas para alcanzar un espacio interior del acoplamiento elástico.

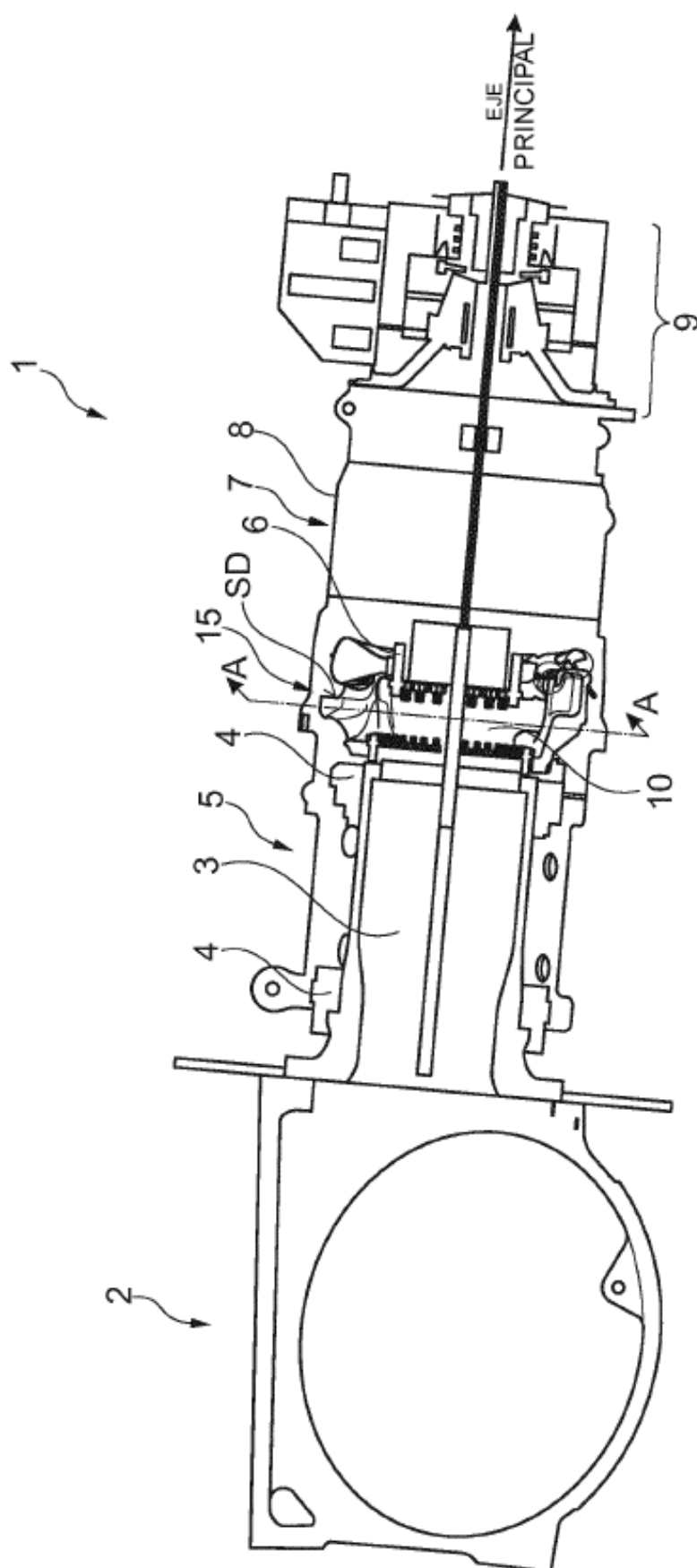


Fig. 1

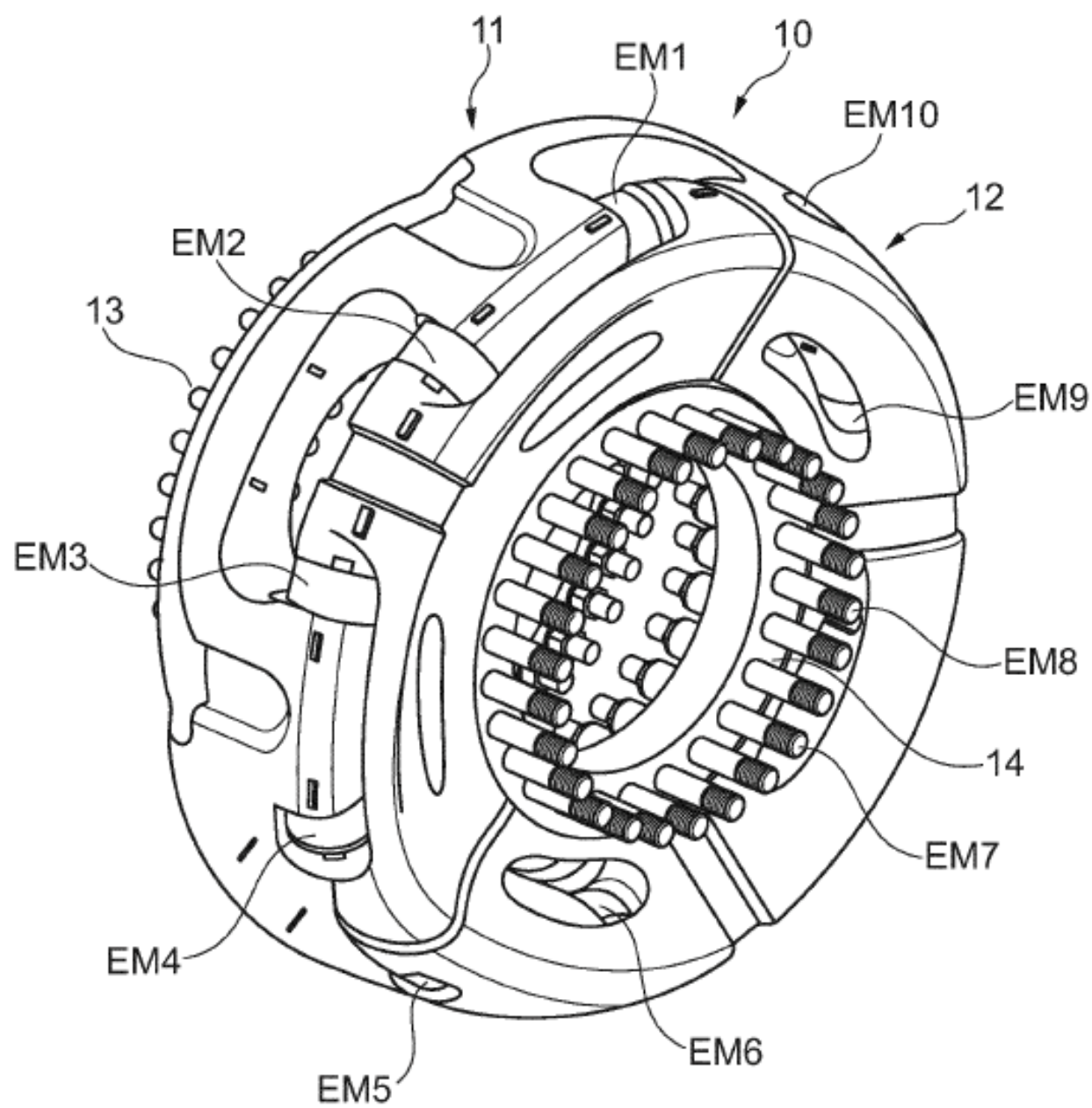


Fig. 2

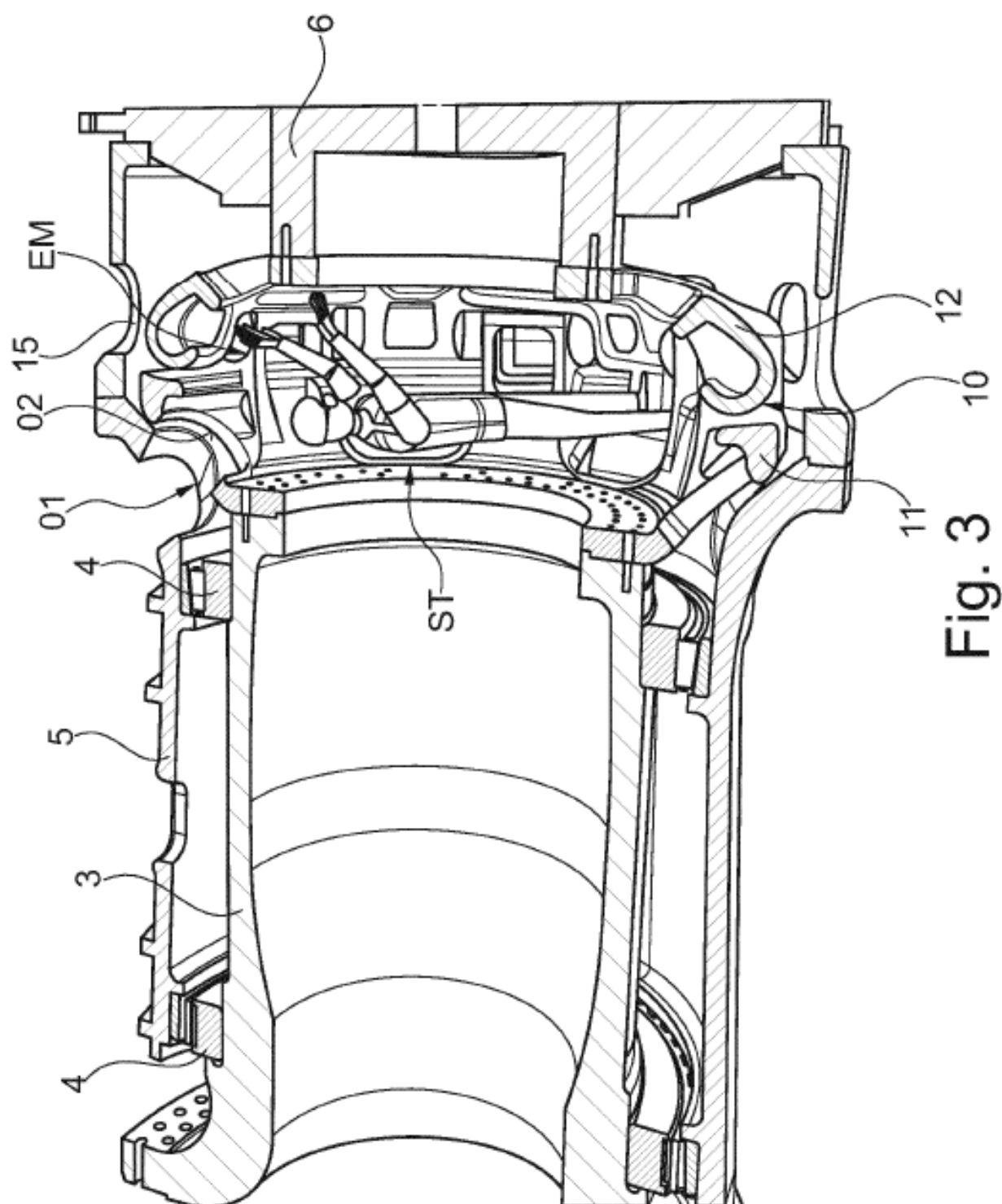


Fig. 3

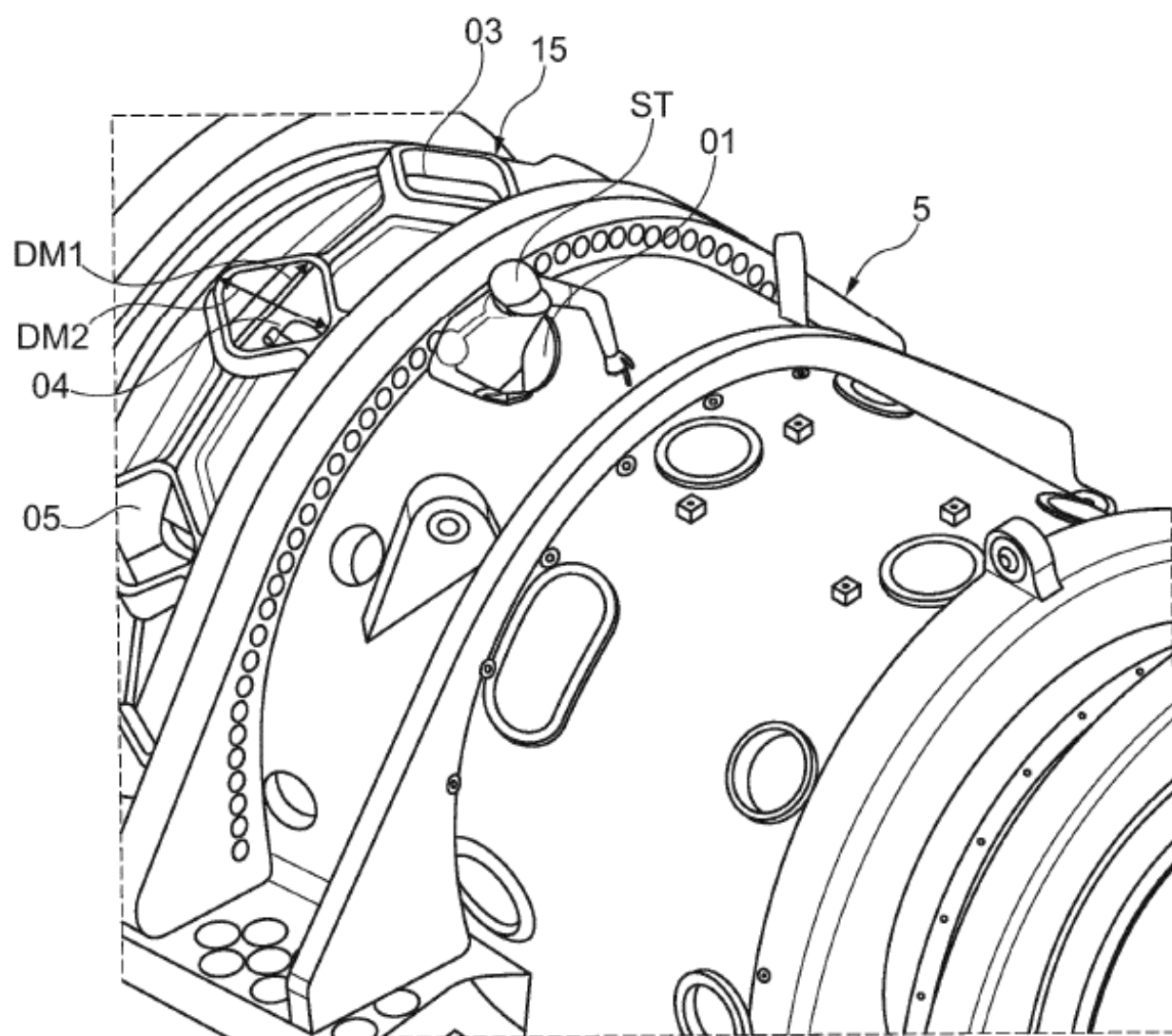
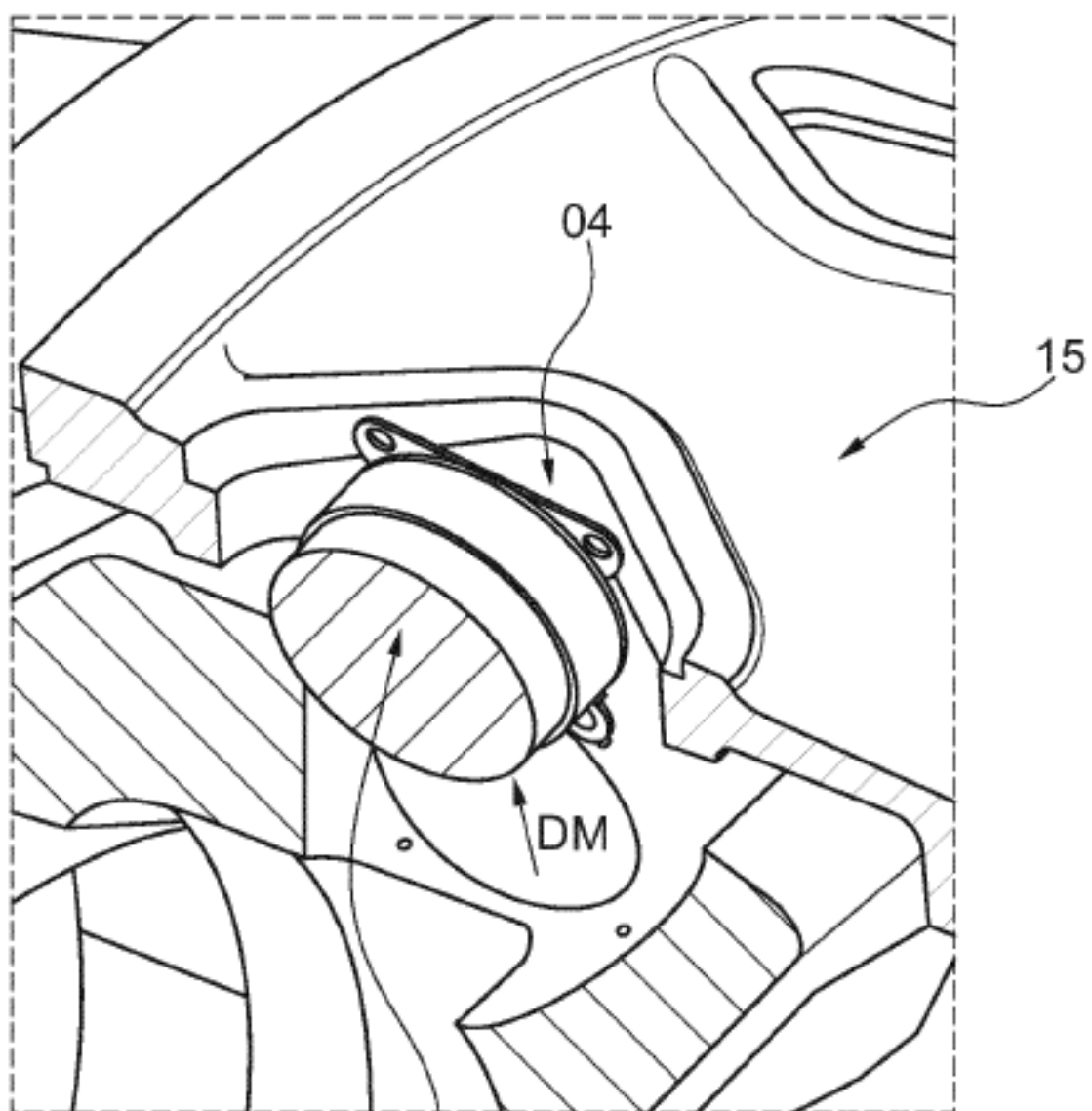


Fig. 4



EM
Fig. 5

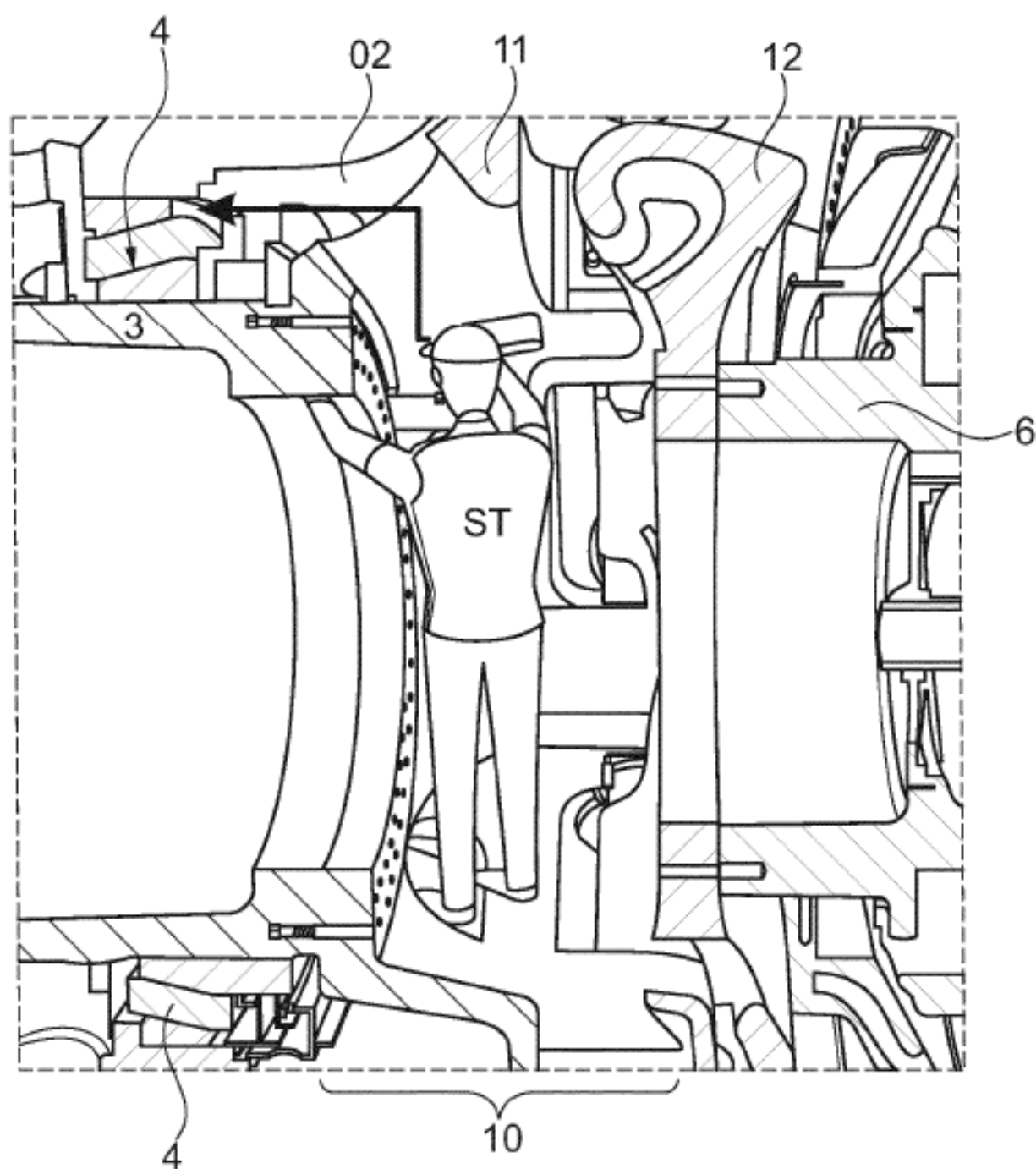


Fig. 6

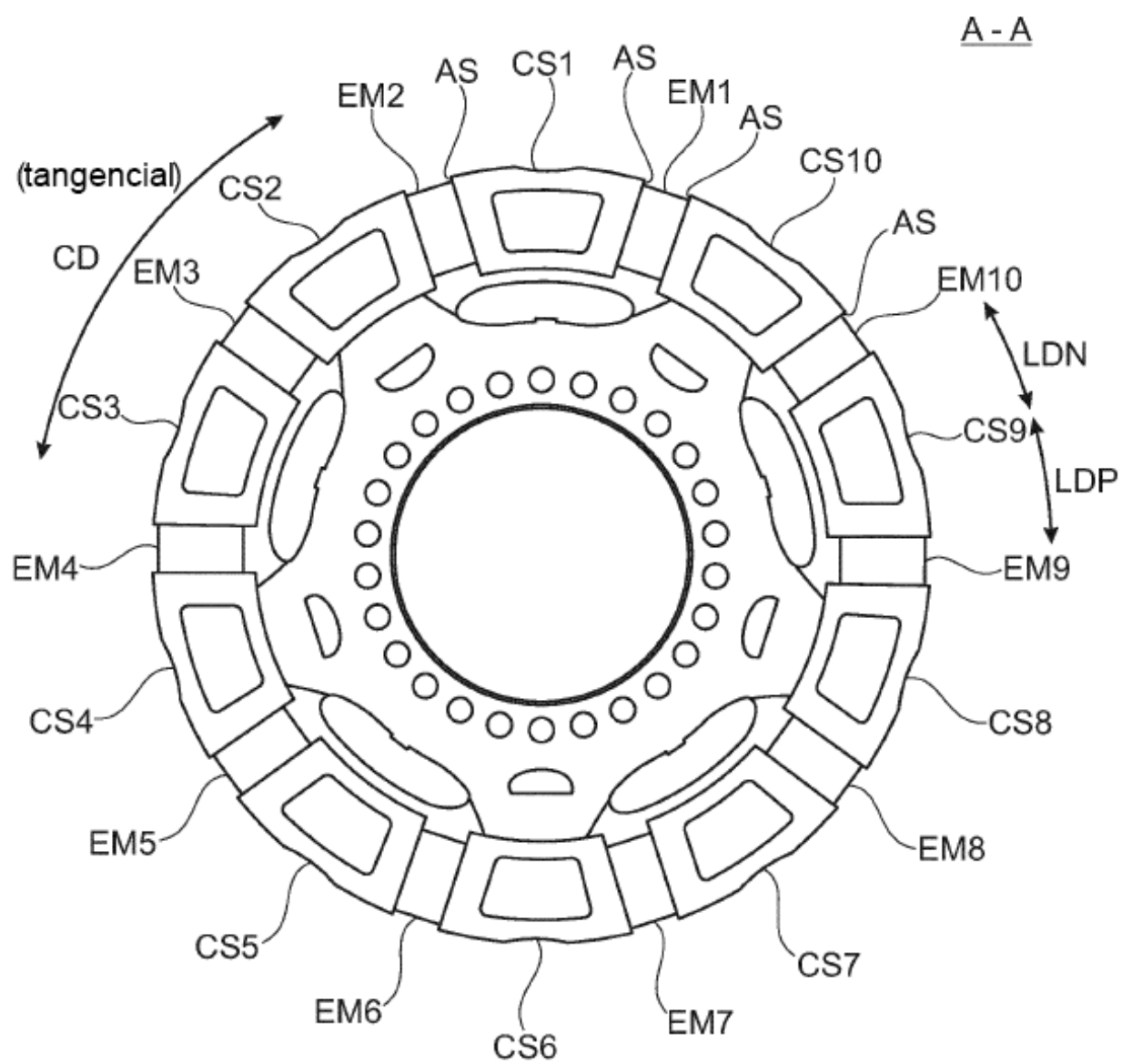


Fig. 7

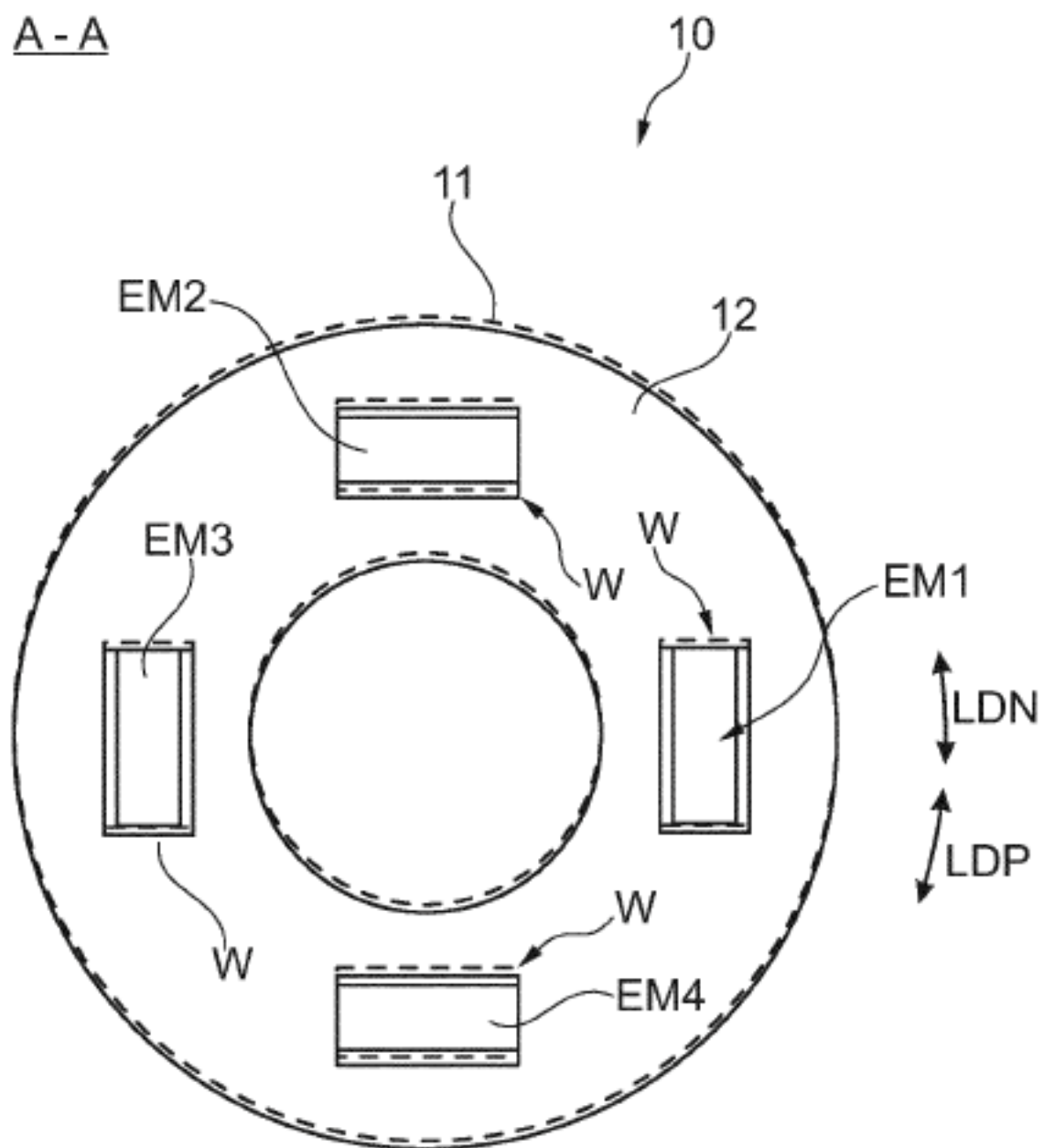


Fig. 8

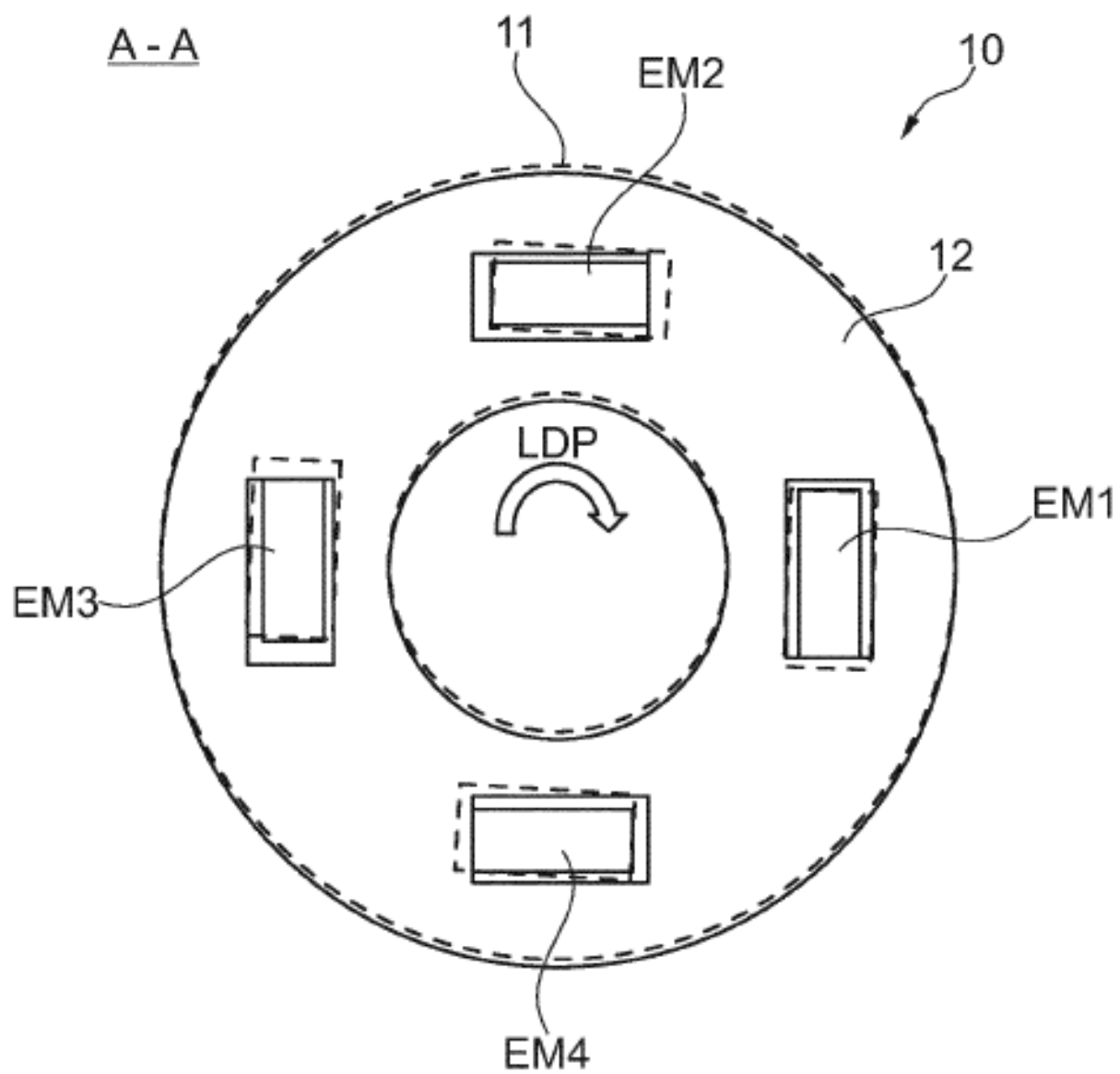


Fig. 9

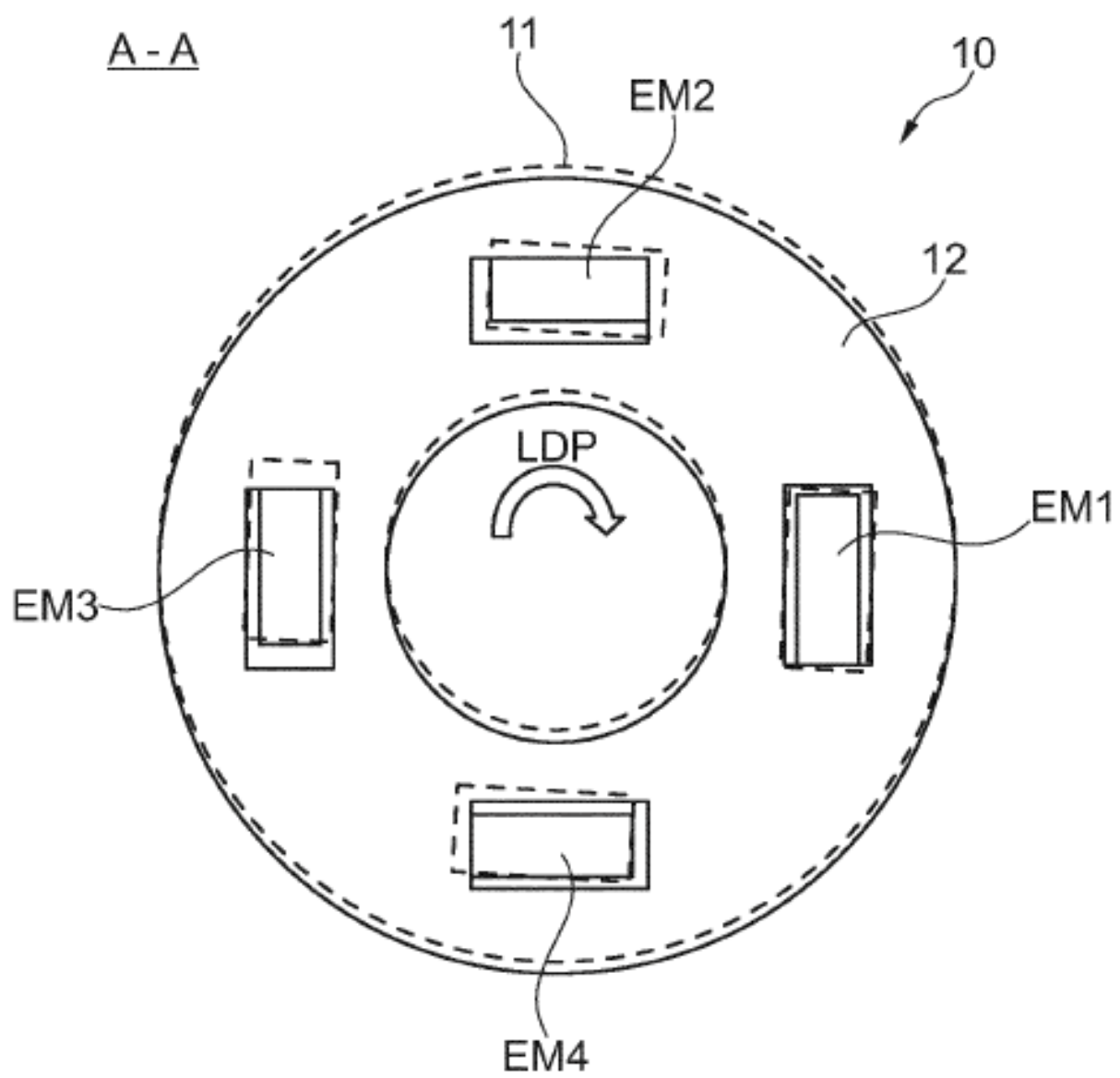


Fig. 10

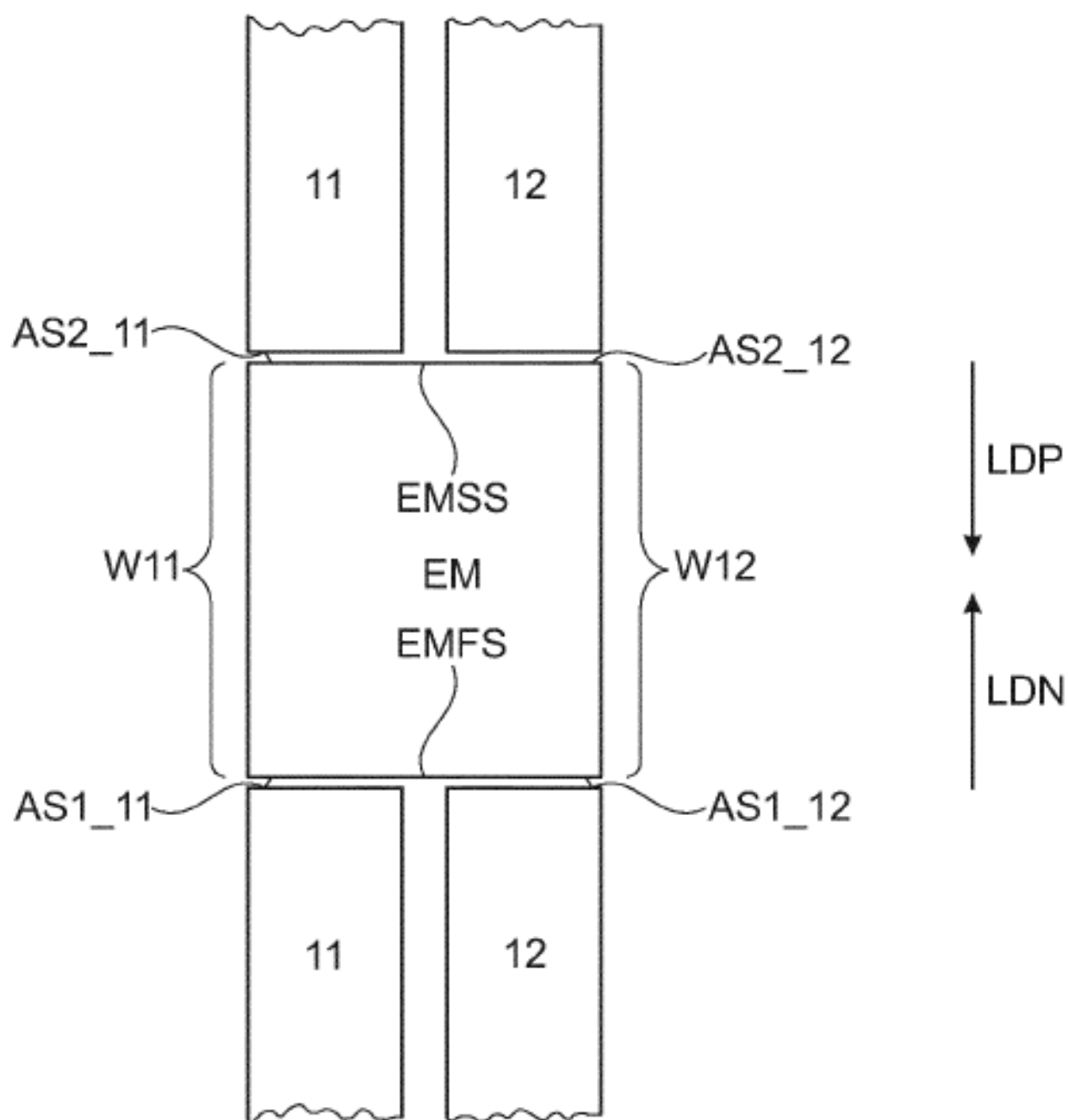


Fig. 12

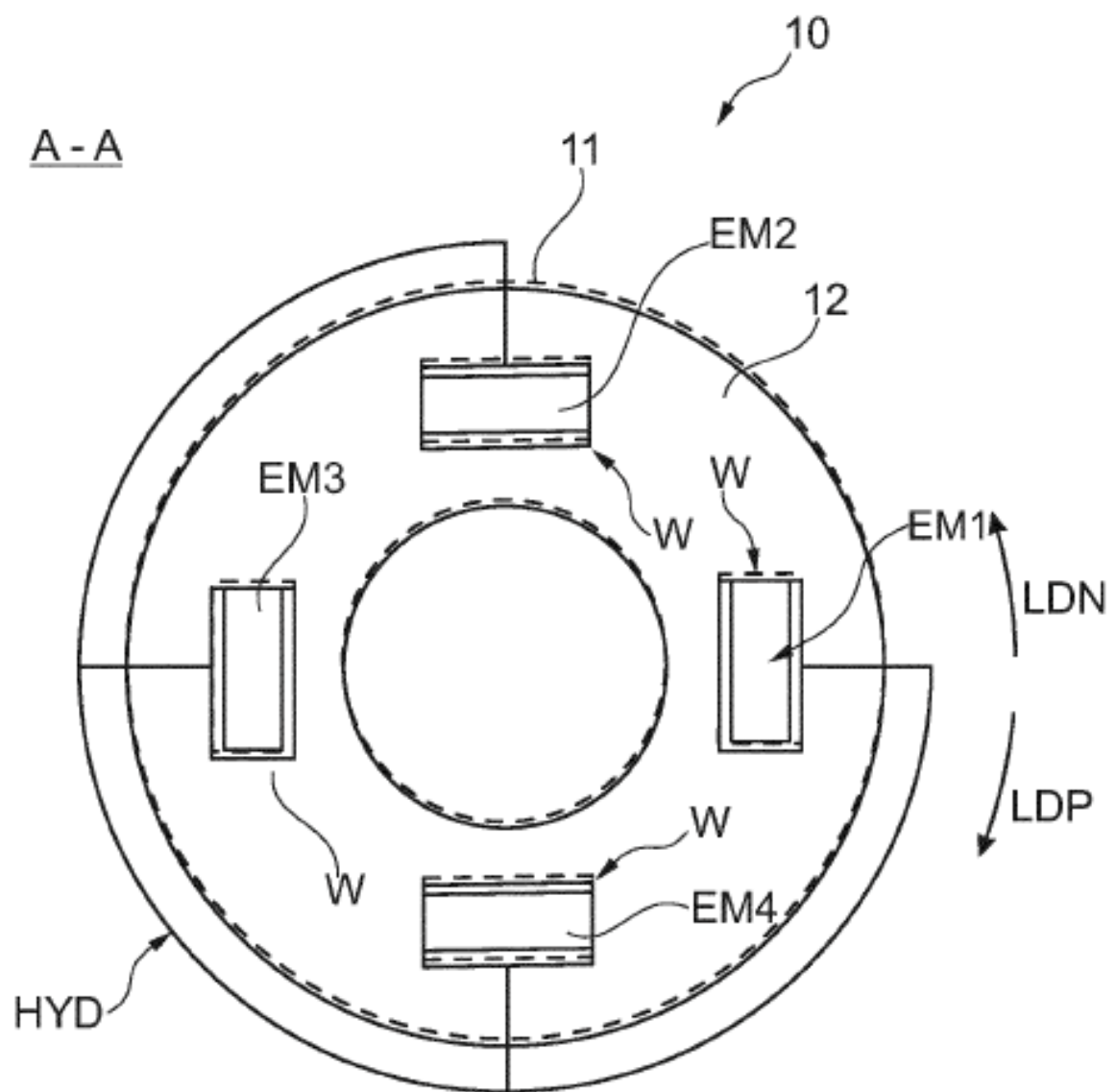


Fig. 11

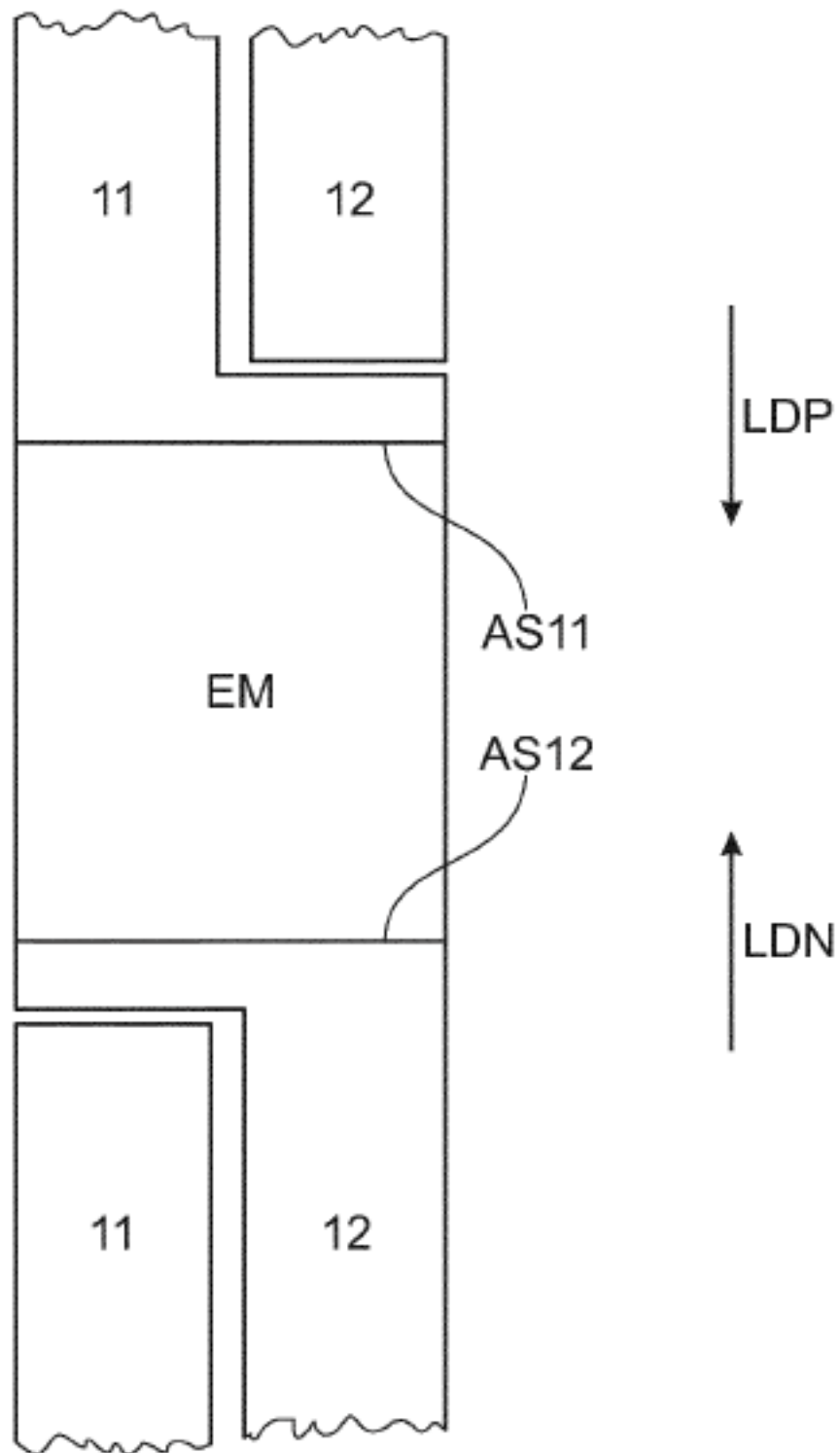


Fig. 13

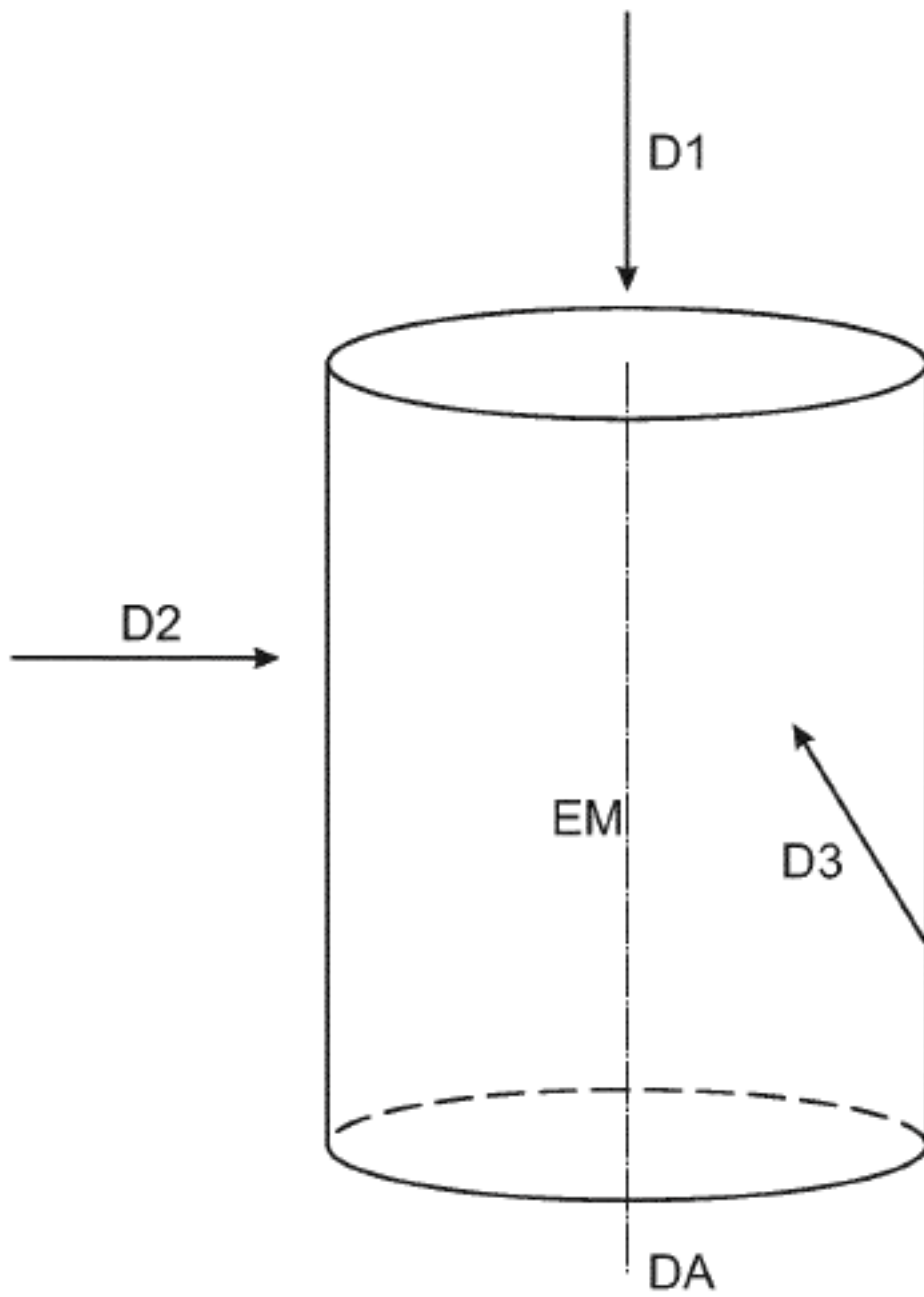


Fig. 14

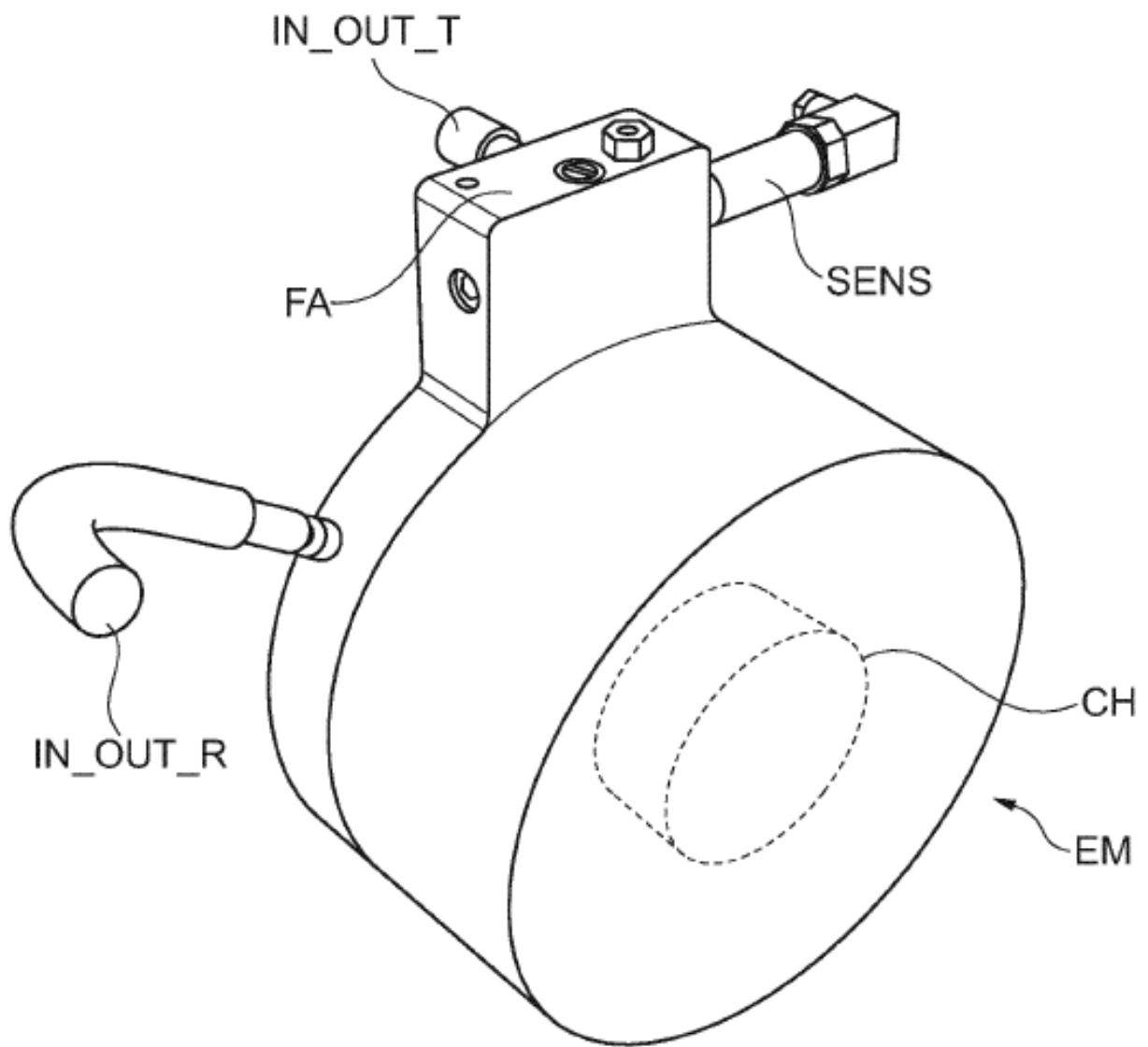


Fig. 15

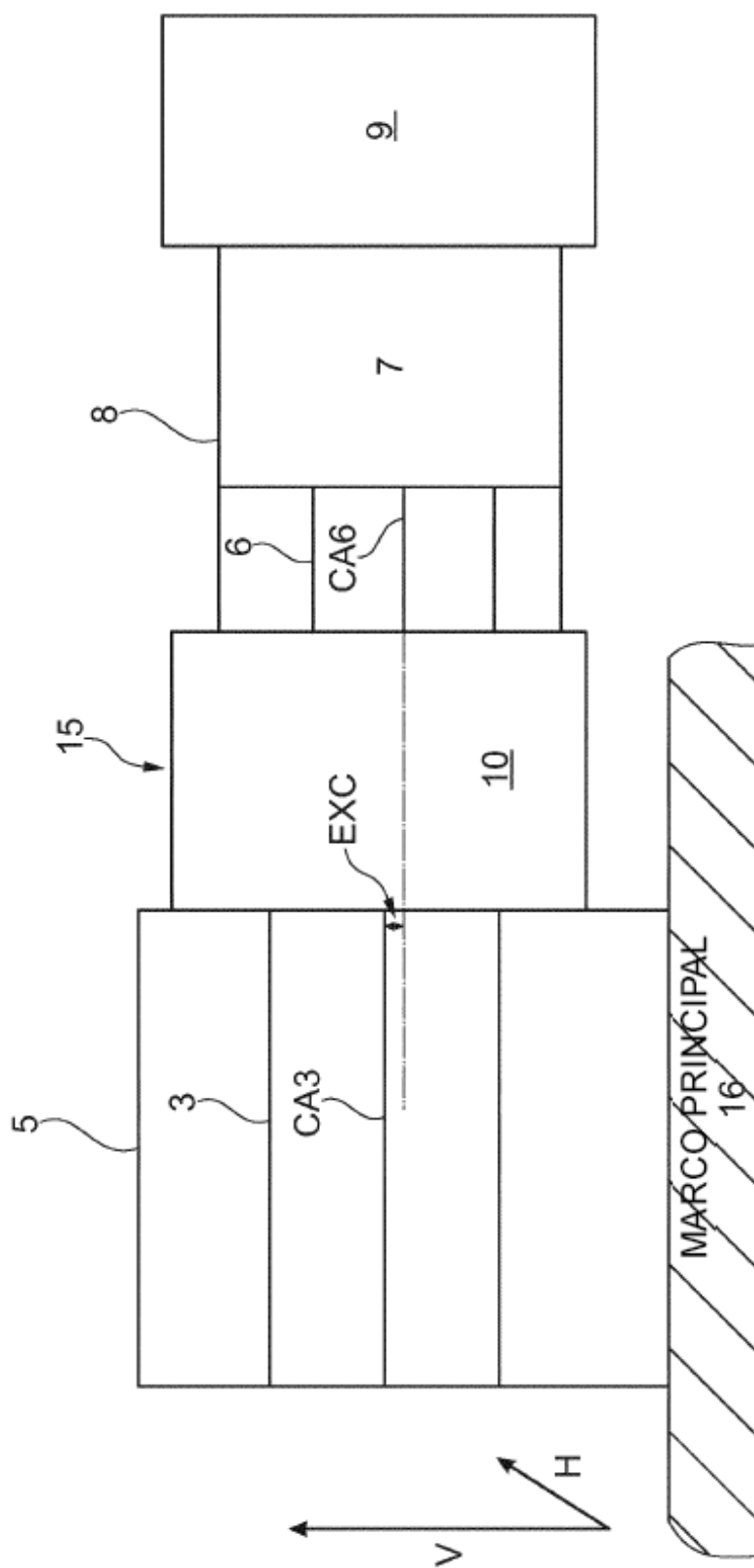


Fig. 16