

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 644 986**

51 Int. Cl.:

F03D 9/25 (2006.01)
F03D 80/70 (2006.01)
H02K 21/02 (2006.01)
H02K 7/18 (2006.01)
H02K 5/24 (2006.01)
H02K 7/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.01.2011 PCT/EP2011/050095**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.07.2012 WO12092967**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.01.2011 E 11700236 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.09.2017 EP 2661553**

54 Título: **Generador de accionamiento directo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
01.12.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

MØLLER HANSEN, FRANK y
KRISTENSEN, JONAS

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 644 986 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

Generador de accionamiento directo

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un generador de accionamiento directo para una turbina eólica, comprendiendo el generador un rotor, un estator, y cojinetes conectados de manera flexible al estator. La presente invención también se refiere a una turbina eólica que incluye un generador de accionamiento directo.

Antecedentes de la técnica

En un generador de una turbina eólica, es importante mantener un entrehierro entre los componentes de rotor y estator tan estable como sea posible para aumentar la eficiencia de la turbina eólica.

10 Cuando una turbina eólica tiene un generador de accionamiento directo, es decir cuando no tiene ningún engranaje intermedio entre los componentes accionados directamente por el viento y el generador, la circunferencia del rotor de generador es mayor que la de un rotor de generador en una turbina eólica que tiene un engranaje. El propósito de la mayor circunferencia es tener más material activo para compensar la rotación menos frecuente del rotor. Esto permite que una turbina eólica de "accionamiento directo" de este tipo genere tanta electricidad, o más electricidad,
15 que una turbina eólica con un engranaje.

Uno de los retos asociados con las turbinas eólicas de accionamiento directo es mantener un entrehierro entre el rotor y el estator del generador. El entrehierro puede ser un espacio radial o axial, dependiendo del diseño del generador. Debido a la fuerza magnética entre el rotor y el estator, el rotor y estator se atraen entre sí, disminuyendo por tanto el entrehierro. En soluciones de la técnica anterior, se han montado cojinetes de diferentes clases en el estator. Los cojinetes se apoyan contra el rotor mientras rota para mantener el entrehierro.
20

Sigue habiendo retos a pesar de estos esfuerzos por abordarlos. Por ejemplo, el estator es un componente rígido y pesado que se resiste a ser atraído hacia el rotor. Al poder resistir algunas porciones del estator las fuerzas y desviándose ligeramente otras porciones porque no pueden hacerlo, los cojinetes pueden llegar a inclinarse en cierta medida con respecto a su posición deseada. De este modo, no se mantiene el entrehierro óptimo entre el estator y el rotor y los cojinetes pueden estar sujetos a un desgaste aumentado.
25

Sumario de la invención

Un objetivo de la presente invención es, al menos parcialmente, superar las desventajas y los inconvenientes anteriores de la técnica anterior y proporcionar un generador de accionamiento directo que tiene una estructura de soporte para el cojinete, permitiendo un entrehierro más uniforme entre el rotor y el estator durante la generación de energía eléctrica para disminuir el desgaste en el cojinete y aumentar la eficiencia de producción de la turbina eólica.
30

Los objetivos anteriores, junto con otros numerosos objetivos, ventajas y características, que resultarán evidentes a partir de la descripción a continuación, se consiguen mediante una solución según la presente invención mediante un generador de accionamiento directo para una turbina eólica, comprendiendo el generador:

- al menos una parte de rotor que se extiende de manera circunferencial alrededor del eje de rotación, y
- 35 - una pluralidad de materiales activos dispuestos en al menos una parte de rotor, y
- un estator configurado para permanecer estacionario con relación al rotor, que comprende:
 - al menos una parte de estator que se extiende de manera circunferencial alrededor del eje de rotación y situada adyacente a la al menos una parte de rotor,
 - 40 - al menos una disposición de devanado soportada por la al menos una parte de estator y que está enfrentada a la pluralidad de materiales activos, y
 - al menos un cojinete conectado de manera flexible a la al menos una parte de estator, en el que el cojinete hace tope con la parte de rotor para ayudar a mantener un espacio entre la al menos una disposición de devanado y los materiales activos.

45 El tener una conexión flexible entre el cojinete y el estator permite que el cojinete transfiera momentos de flexión de las fuerzas de atracción magnética a la parte de estator en vez de absorber los momentos de flexión por sí mismo. Esto reduce considerablemente el desgaste del cojinete, y reduce adicionalmente el ruido que se genera por la conexión entre el cojinete y el rotor.

50 El lado de la parte de rotor puede ser perpendicular a la dirección axial, de manera que puede mantenerse un entrehierro axial, o perpendicular a la dirección radial, de manera que se mantiene un entrehierro radial, tal como en una máquina de flujo radial.

Además, el estator comprende además una estructura flexible que conecta el al menos un cojinete a la al menos una parte de estator, siendo más flexible la estructura flexible en la dirección axial que la al menos una parte de estator.

Cuando la estructura flexible es más flexible en la dirección axial, la estructura flexible puede absorber parte del momento de flexión sin dañar considerablemente la rigidez del estator.

- 5 En una realización, la estructura flexible puede tener una primera porción conectada con el cojinete y una segunda porción conectada con la parte de estator, estando conectadas las porciones primera y segunda por una porción de transición para crear una distancia radial entre las porciones primera y segunda, y teniendo la primera porción una extensión axial más larga que la segunda porción.

Además, la porción de transición puede tener una forma curva entre la primera porción y la segunda porción.

- 10 Además, el estator puede comprender un elemento de conexión que se extiende radialmente hacia el eje de rotación, siendo más flexible el elemento de conexión en la dirección axial que en la dirección radial.

En una realización de la invención, la estructura flexible puede disponerse de modo que absorba una fuerza generada por una fuerza de atracción magnética entre el rotor y el estator.

- 15 Además, el cojinete se conecta con un primer extremo de la estructura flexible, y un segundo extremo de la estructura flexible puede conectarse con la parte de estator.

Además, cuando se observa en la dirección circunferencial del estator, la estructura flexible puede tener una forma sinuosa, una forma de C, una forma de G o una forma resiliente similar.

Esto permite un diseño flexible de la estructura flexible y que el sistema esté compuesto por cualquier clase de material y no ser limitado a un material flexible.

- 20 Además, la estructura flexible puede estar compuesta por un material que tiene una fuerza de elasticidad inherente.

Además, la estructura flexible puede comprender una junta esférica para la conexión con el cojinete. Al tener una junta esférica, es posible mantener la cara del cojinete opuesta a la cara del rotor más paralela al rotor que si el sistema no tuviera tal junta.

- 25 En una realización de la invención, la estructura flexible puede comprender una junta universal, una junta en U, una junta de cardán, una junta Hardy-Spicer o una junta de Hooke.

Además, la estructura flexible puede comprender un resorte. El resorte puede estar dispuesto entre la primera porción y la porción de transición o entre la segunda porción y la porción de transición

Adicionalmente, la estructura flexible puede comprender un cilindro hidráulico o de gas que absorbe la fuerza generada por una fuerza de atracción magnética entre el rotor y el estator.

- 30 En otra realización, el diámetro del plano de rotor puede ser el diámetro medido de punta a punta de las palas de rotor, y el diámetro del estator y/o del rotor puede ser al menos el 5% del diámetro del plano de rotor. Sin embargo, la estructura flexible puede usarse en otras realizaciones con un estator y/o rotor de menor diámetro.

- 35 Adicionalmente, el rotor puede comprender dos parte de rotor con materiales activos, y la parte de estator puede conectarse con dos conjuntos de disposiciones de devanado; estando enfrentado un conjunto a los materiales activos de una parte de rotor y estando enfrentado el otro conjunto a los materiales activos de la otra parte de rotor.

La presente invención se refiere además a una turbina eólica que comprende el generador de accionamiento directo descrito anteriormente.

Finalmente, la invención se refiere al uso del generador de accionamiento directo descrito anteriormente para generar electricidad en una turbina eólica.

- 40 **Breve descripción de los dibujos**

La invención y sus muchas ventajas se describirán en mayor detalle a continuación con referencia a los dibujos esquemáticos adjuntos que, con el propósito de ilustración, muestran algunas realizaciones no limitativas y en los que

la figura 1 es una vista en perspectiva de una turbina eólica,

- 45 la figura 2 es una vista en perspectiva de una porción de un generador de accionamiento directo que incluye un estator y un rotor de la turbina eólica de la figura 1,

la figura 3 es una vista en perspectiva de una porción del generador en la figura 2, y

la figura 4 es una vista en sección transversal del rotor del generador de la figura 3.

Todos los dibujos son esquemáticos y no necesariamente a escala, y sólo muestran aquellas partes necesarias para esclarecer la invención, omitiéndose o meramente sugiriéndose otras partes.

Descripción detallada de la invención

5 La figura 1 muestra una realización de una turbina eólica 101. La turbina eólica comprende generalmente una torre 102, una estructura o góndola (no mostrada) soportada por la torre, y un rotor acoplado a la góndola. El rotor incluye un buje 104 montado de manera rotatoria en la góndola y un conjunto de palas de rotor o aletas 105 acopladas al buje. Las palas de rotor convierten la energía cinética del viento en energía mecánica usada para hacer rotar un generador 1 de la turbina eólica 101.

10 En la figura 1, el generador 1 se muestra como un generador de accionamiento directo. Tal como se describirá en mayor detalle a continuación, este tipo de generador incluye un rotor accionado por las palas de rotor 105 y un estator fijado a la estructura o góndola. Por tanto, la turbina eólica 101 no tiene un engranaje intermedio para aumentar la entrada de velocidad de rotación al generador 1. Esto crea la necesidad de que los componentes de rotor y de estator del generador tengan un diámetro mayor para poder producir cantidades mayores o comparables de energía eléctrica que una turbina eólica con un engranaje intermedio. El diámetro del rotor y/o del estator es al menos el 5% del diámetro del plano de rotor, es decir el diámetro de un círculo trazado entre las puntas de las palas de rotor 105.

20 Cuando se genera energía a partir de la rotación del rotor en relación con el estator, es necesario mantener un entrehierro entre los mismos para una utilización óptima de la fuerza de rotación. Con el fin de ayudar a mantener el entrehierro en un generador de accionamiento directo, algunas veces se dispone un cojinete entre el rotor y el estator. Debido a los grandes diámetros del rotor y del estator, el entrehierro es necesario mantener está situado muy lejos del centro de rotación y, por tanto, una dislocación muy pequeña en el centro de rotación se vuelve muy grande en la periferia. Además, el rotor es muy pesado y, por tanto, requiere una mayor cantidad de movimiento de resistencia y las soluciones técnicas anteriores han sido muy rígidas. Sin embargo, tal rigidez provoca que el cojinete se incline y el desgaste en el cojinete aumenta en consecuencia.

25 La figura 2 muestra una posible realización del generador de accionamiento directo 1. En efecto, la descripción a continuación se centra en el diseño del propio generador 1 en vez de su disposición con respecto a los otros componentes de la turbina eólica 101. Por tanto, los expertos en la técnica apreciarán que la figura 1 es simplemente un ejemplo de cómo puede integrarse el generador 1 en una turbina eólica. Otras maneras resultarán inmediatamente evidentes a los expertos en la técnica.

30 La figura 2 muestra una vista parcial del generador 1. Solamente se muestra una parte del generador 1 para esclarecer la invención. Aunque no se muestran, los diferentes componentes del generador 1 se extienden alrededor del centro de rotación y crean de ese modo un círculo que tiene un gran diámetro. El generador 1 se muestra en la figura 2 en una perspectiva desde el extremo trasero de la góndola 103 cubierta por una cubierta de góndola 106.

35 Tal como se muestra en la figura 2, el generador de accionamiento directo 1 incluye un estator 2 dispuesto en relación con un rotor 6. El rotor 6 está en forma de una especie de disco que tiene un orificio grande en su centro. Más específicamente, el rotor 6 comprende una parte de rotor con forma de disco 7 que tiene caras laterales 8 (figura 4) en las que están dispuestos una pluralidad de materiales activos (no mostrados). Los materiales activos pueden ser, por ejemplo, materiales magnéticos tanto duros como blandos en combinación o no con devanados. El estator 2 se muestra en forma de partes o segmentos de estator 3 que rodean el rotor 6 desde adentro, permitiendo de ese modo la conexión del rotor 6 a las palas de rotor 105 (figura 1) directamente o a través de un buje para rotar en relación con el estator 2. El estator 2 puede conectarse a un árbol central, la estructura de la góndola, o algún otro componente estacionario. En esta realización, las partes o segmentos de estator 3 se conectan a la góndola 103 por medio de una estructura con forma de disco 107 que forma parte de la góndola 103 y a través de elementos de conexión 17. Los elementos de conexión 17 son más flexibles en la dirección axial que en la dirección radial, tal como se describirá a continuación.

40 En las figuras 2-4, el estator 2 se muestra en forma de partes, segmentos o módulos de estator, que cubren uniformemente un círculo de 360 grados. Sin embargo, en otra realización no mostrada, el estator 2 puede comprender solamente un elemento.

50 En la figura 3, la parte de estator 3 se muestra en perspectiva. Cada parte o segmento de estator 3 soporta una disposición de devanado 4 (a continuación en el presente documento "bobinas 4"). Más específicamente, cada parte de estator 3 incluye una base 15 y uno o más elementos portantes intermedios 16 que soportan las bobinas 4, permitiendo que porciones de los elementos portantes 16 funcionen como núcleo dentro de las bobinas 4. El rotor (no mostrado) está dispuesto en paralelo a la bobinas 4 con una distancia entre sí. Cada elemento portante 16 está formado como una estructura de marco que tiene láminas. Aunque la figura 3 ilustra que la parte de estator 3 comprende tres conjuntos de elementos portantes 16 en cada lado del rotor, puede haber tan sólo un conjunto por parte de estator en otras realizaciones. Cada elemento portante 16 puede soportar una única bobina o, alternativamente, múltiples bobinas.

La base 15 de cada parte de estator 3 es algo curva de manera que se adapte a la circunferencia interna del rotor (no mostrada). Esto se ilustra de la mejor manera en la figura 4 que muestra el rotor 6 dentro del estator 2. Los elementos portantes 16 pueden integrarse con las bases 15 cuando se forman las partes de estator 3, o pueden ser partes independientes sujetadas a las bases 15 en un proceso posterior.

5 Cada parte de estator 3 está formada para absorber momentos de flexión en vez de que el momento de flexión se absorba en cojinetes 5 montados en las partes de estator 3. Los cojinetes pueden ser cualquier clase de elemento de cojinete, tal como rodillos, almohadillas deslizantes, e incluso una película de aceite. Tal como se muestra en la figura 4, los cojinetes 5 hacen tope con la parte de rotor 7 para mantener un entrehierro entre las bobinas 4 y los materiales activos del rotor 6.

10 Para ello, los cojinetes 5 están soportados por estructuras flexibles 11 respectivas que se extienden desde las partes o los segmentos de estator 3. Cada cojinete 5 se conecta de manera flexible con una primera porción 12 de la estructura flexible 11 correspondiente. Una segunda porción 13 de cada estructura flexible 11 se conecta con la parte de estator 3 correspondiente a través de los elementos portantes 16. Los cojinetes 5 se apoyan contra la parte de rotor 7 del rotor 6 para ayudar a mantener el entrehierro considerablemente constante durante la rotación del rotor 6 y, por tanto, durante la rotación de las palas de rotor 105 (figura 1).

Además, la atracción magnética entre el rotor 6 y el estator 2 puede dar como resultado una ligera flexión de la parte de rotor 7 o las partes de estator 3, forzando de ese modo los cojinetes 5 a moverse en una dirección axial. Los cojinetes 5 están suspendidos de manera que se flexionen ligeramente para adaptarse a este movimiento, dando como resultado que el momento de flexión se transfiera a las propias partes de estator 3 en vez de absorberse en los cojinetes 5. Esto reduce considerablemente el desgaste en los cojinetes 5 y reduce adicionalmente el ruido que se genera por la conexión entre los cojinetes 5 y el rotor 6. No obstante, las estructuras flexibles 11 son lo suficiente rígidas como para mantener el entrehierro entre los imanes y las bobinas 4.

En la figura 4, una junta esférica 14 está dispuesta entre las estructuras flexibles 11 y los cojinetes 5 para mantener una cara de extremo de cada cojinete 5 paralela a las caras 35, 36 del rotor 6. Las estructuras flexibles 11 se conectan con las partes de estator 3 en o cerca de su extremo más externo en la dirección radial.

En otra realización, una junta universal, una junta en U, una junta de cardán, una junta Hardy-Spicer o una junta de Hooke está dispuesta entre cada estructura flexible 11 y cojinete 5. Estas juntas, como la junta esférica 14, son posibles modos de conectar de manera flexible los cojinetes 5 y las estructuras flexibles 11. La geometría de las propias estructuras flexibles 11 es un modo alternativo o adicional.

En efecto, tal como puede observarse en la figura 4, la primera porción 12 de cada estructura flexible 11 tiene una extensión axial más larga que la segunda porción 13. Las porciones primera y segunda de cada estructura flexible 11 se conectan por una porción de transición 22 y tienen una distancia radial entre ellas para proporcionar flexibilidad a la estructura flexible 11. La porción de transición 22 tiene una forma curva que se extiende entre la primera porción 12 y la segunda porción 13, lo que ayuda a proporcionar a las estructuras flexibles 11 la capacidad de flexionarse.

En la realización particular mostrada, las porciones primera y segunda 12, 13 y las porciones de transición 22 definen un diseño con forma de C para las estructuras flexibles 11. En otra realización, las estructuras flexibles 11 pueden tener otro diseño resiliente adecuado, tal como una forma sinuosa, una forma de G, o similares. Y aunque la parte de estator 3 mostrada en la figura 4 tiene una sección transversal con forma de U, la parte de estator 3 puede tener cualquier forma adecuada.

Además, están dispuestos cojinetes adicionales 25 entre las partes de base 15 y el diámetro interno del rotor 6, tal como se muestra en la figura 4. Los cojinetes 25 ayudan a mantener el entrehierro 10.

La estructura flexible 11 está compuesta por un material que tiene una fuerza de elasticidad inherente y un diseño resiliente, o simplemente puede estar compuesta por material resiliente. La estructura flexible 11 también puede tener un resorte, lo que permite mayores tolerancias de producción, haciendo que el sistema sea más fácil y barato de fabricar. El resorte puede estar dispuesto entre la porción de transición 22 y las porciones primera o segunda 12, 13.

Alternativa o adicionalmente, la estructura flexible 11 puede tener un cilindro hidráulico o de gas (no mostrado) de modo que se absorba el momento de flexión que se genera por la fuerza de atracción magnética entre el rotor 6 y el estator 2. El tener un cilindro hidráulico o de gas permite que las tolerancias de producción sean mayores y menos precisas.

Además, la estructura flexible 11 puede tener medios ajustables que permiten el ajuste de imprecisiones, permitiendo mayores tolerancias durante la producción del sistema.

Tal como se mencionó anteriormente, la conexión flexible entre los cojinetes 5 y las partes de estator 3 ayuda a transferir momentos de flexión a las partes de estator 3 de modo que las fuerzas no se absorben en los cojinetes 5. Ventajosamente, las estructuras flexibles 11 tienen una rigidez que es mayor que la "rigidez negativa" creada por el

5 campo magnético entre los materiales activos del rotor 6 y los del estator. Las partes de estator 3 pueden diseñarse con un alto grado de rigidez para resistir los momentos de flexión. Para permitir además cierta desalineación entre el rotor y el estator a pesar de tales componentes rígidos, pueden diseñarse otros aspectos del estator 2 en consecuencia. Por ejemplo, la figura 3 muestra que el estator comprende además un elemento de conexión 17 que se extiende radialmente hacia el eje de rotación (no mostrado). El elemento de conexión 17 es más flexible en la dirección axial que en la dirección radial. El elemento de conexión 17 es un elemento con forma de placa montado en un árbol central (no mostrado) del generador 1, lo que aumenta la rigidez tanto en la dirección radial como en la tangencial del estator mientras es flexible en la dirección axial.

10 Aunque la invención se ha descrito anteriormente en relación con posibles realizaciones de la invención, resultará evidente para un experto en la técnica que pueden concebirse varias modificaciones sin apartarse de la invención tal como se define mediante las siguientes reivindicaciones. Por ejemplo, los lados 8 de la parte de rotor 7 son perpendiculares a la dirección axial, de manera que se mantiene un entrehierro axial, pero en otra realización, los lados pueden ser perpendiculares a la dirección radial, de manera que se mantiene un entrehierro radial, por ejemplo en una máquina de flujo radial.

15

REIVINDICACIONES

1. Generador de accionamiento directo (1) para una turbina eólica (101), comprendiendo el generador:
 - un rotor (6) configurado para que rote alrededor de un eje de rotación, que comprende:
 - al menos una parte de rotor (7) que se extiende de manera circunferencial alrededor del eje de rotación, y
 - 5 - una pluralidad de materiales activos dispuestos en al menos una parte de rotor, y
 - un estator (2) configurado para permanecer estacionario con relación al rotor, que comprende:
 - al menos una parte de estator (3) que se extiende de manera circunferencial alrededor del eje de rotación y situada adyacente a la al menos una parte de rotor,
 - 10 - al menos una disposición de devanado (4) soportada por la al menos una parte de estator y que está enfrentada a la pluralidad de materiales activos,

dicho generador comprende además

 - al menos un cojinete (5) conectado de manera flexible a la al menos una parte de estator, en el que el cojinete hace tope con la parte de rotor para ayudar a mantener un espacio (10) entre la al menos una
 - 15 disposición de devanado y los materiales activos,

en el que el estator comprende además una estructura flexible (11) que conecta el al menos un cojinete a la al menos una parte de estator, siendo más flexible la estructura flexible en la dirección axial que la al menos una parte de estator,

caracterizado porque

 - 20 el cojinete (5) se conecta con un primer extremo de la estructura flexible (11), y un segundo extremo de la estructura flexible se conecta con la parte de estator (3).
2. Generador de accionamiento directo según la reivindicación 1, en el que la estructura flexible tiene una primera porción (12) conectada con el cojinete y una segunda porción (13) conectada con la parte de estator, estando conectadas las porciones primera y segunda por una porción de transición (22) para crear una distancia radial entre las porciones primera y segunda, y teniendo la primera porción una extensión axial más larga que la segunda porción.
- 25 3. Generador de accionamiento directo según la reivindicación 2, en el que la porción de transición tiene una curvatura de forma curva entre la primera porción y la segunda porción.
4. Generador de accionamiento directo según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que la estructura flexible, cuando se observa en la dirección circunferencial del estator, tiene una forma sinuosa, una forma de C, una forma de G o forma resiliente similar.
- 30 5. Generador de accionamiento directo según cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que la estructura flexible está compuesta por un material que tiene una fuerza de elasticidad inherente.
6. Generador de accionamiento directo según cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que la estructura flexible comprende una junta esférica (14) para la conexión con el cojinete.
- 35 7. Generador de accionamiento directo según cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que la estructura flexible comprende una junta universal, una junta en U, una junta de cardán, una junta Hardy-Spicer o una junta de Hooke.
8. Generador de accionamiento directo según cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en el que la estructura flexible comprende un resorte.
- 40 9. Generador de accionamiento directo según la reivindicación 1, en el que la estructura flexible comprende un cilindro hidráulico o de gas que absorbe la fuerza generada por una fuerza de atracción magnética entre el rotor y el estator.
10. Generador de accionamiento directo según cualquiera de las reivindicaciones 1-9, en el que la estructura flexible está conectada con la parte de estator en un extremo externo cuando se observa en la dirección radial desde el centro del estator.
- 45 11. Generador de accionamiento directo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el espacio es un espacio radial.

12. Generador de accionamiento directo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el estator comprende un elemento de conexión (17) que se extiende radialmente hacia el eje de rotación, siendo más flexible el elemento de conexión en la dirección axial que en la dirección radial.
- 5 13. Generador de accionamiento directo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el rotor comprende una o dos partes de rotor con materiales activos, y en el que la parte de estator se conecta con dos conjuntos de disposiciones de devanado; estando enfrentado un conjunto de disposiciones de devanado a los materiales activos de una parte de rotor y estando enfrentado el otro conjunto de disposiciones de devanado a los materiales activos de la otra parte de rotor.
- 10 14. Turbina eólica (101) que comprende un generador de accionamiento directo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

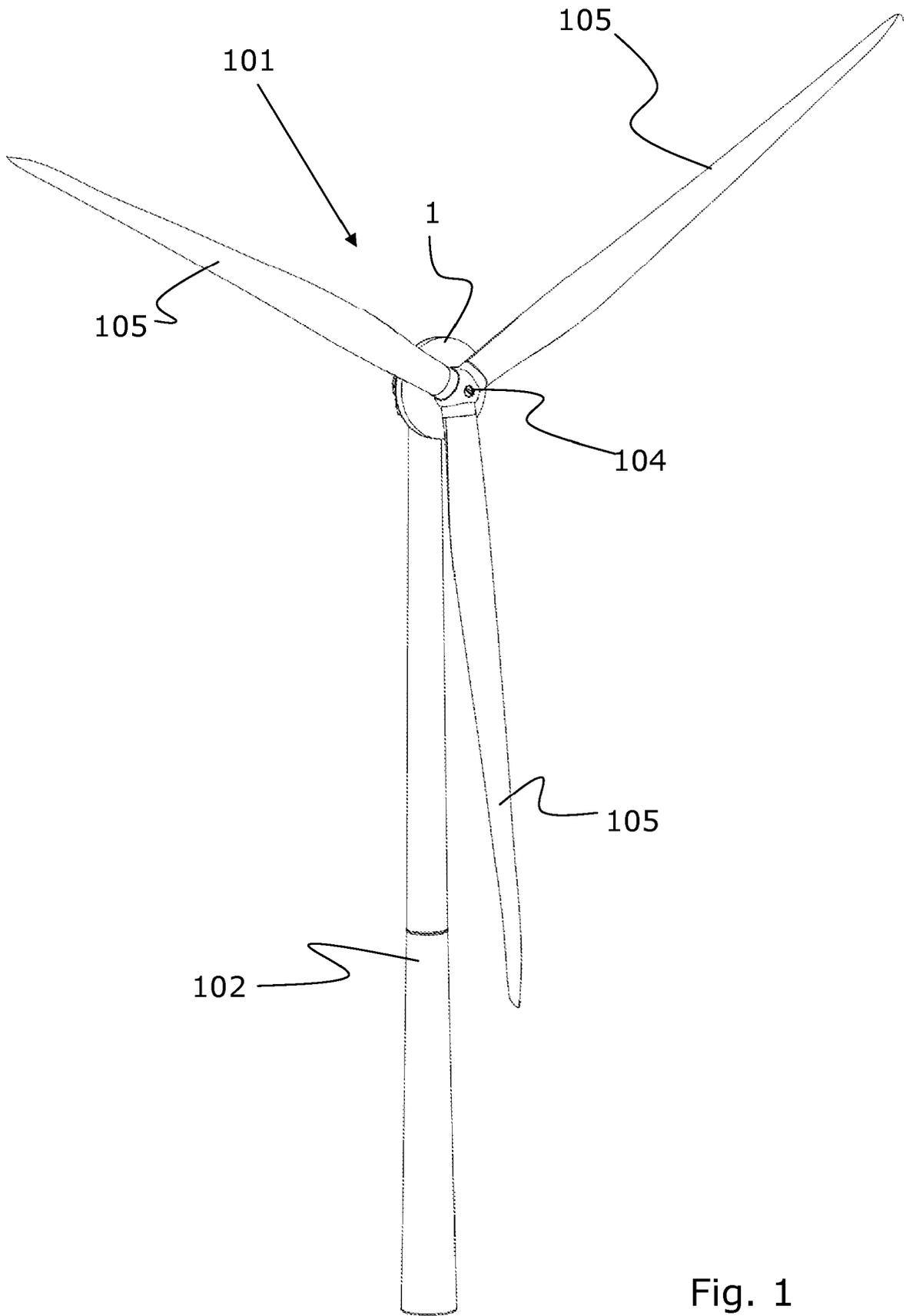
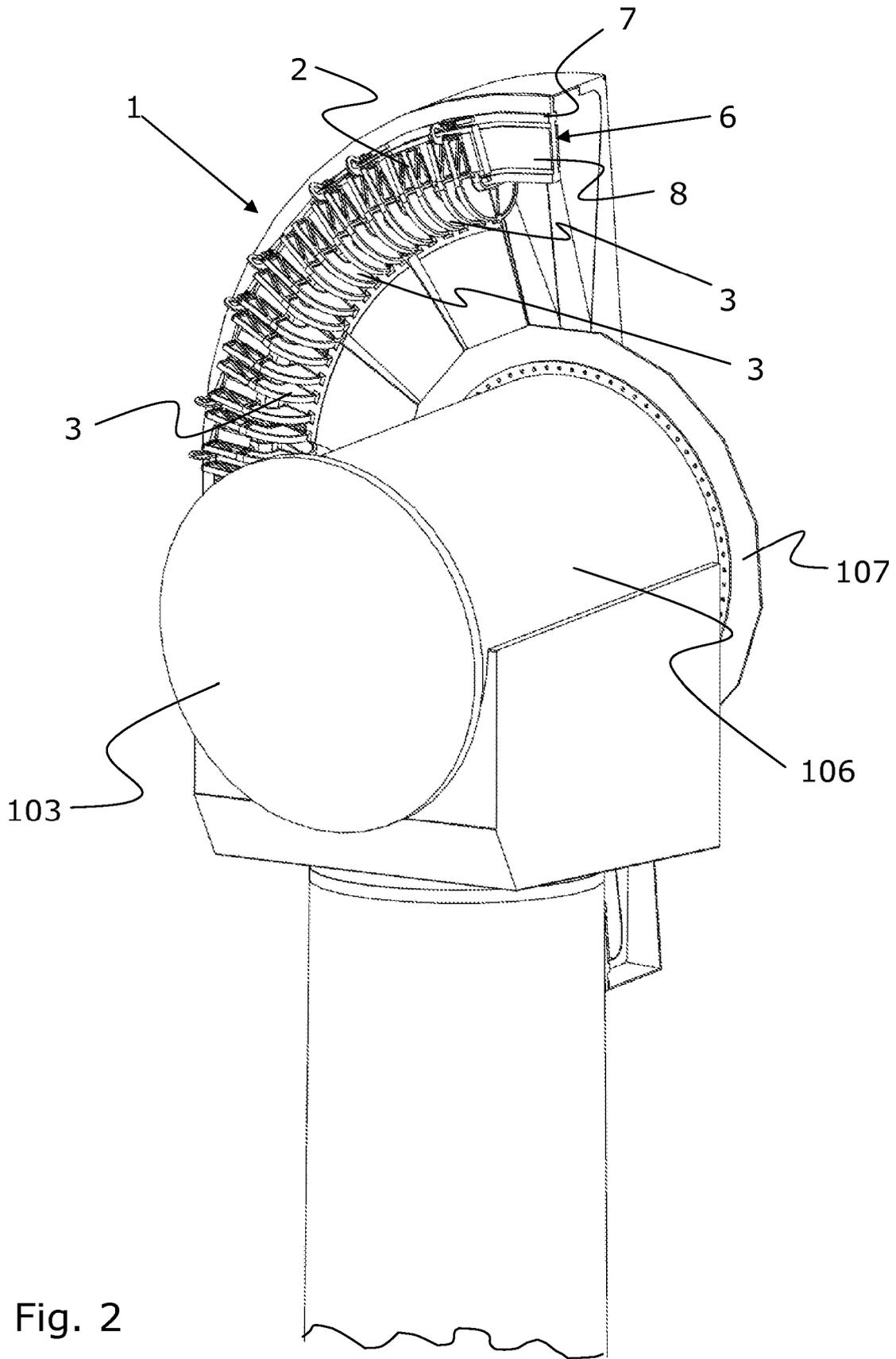


Fig. 1



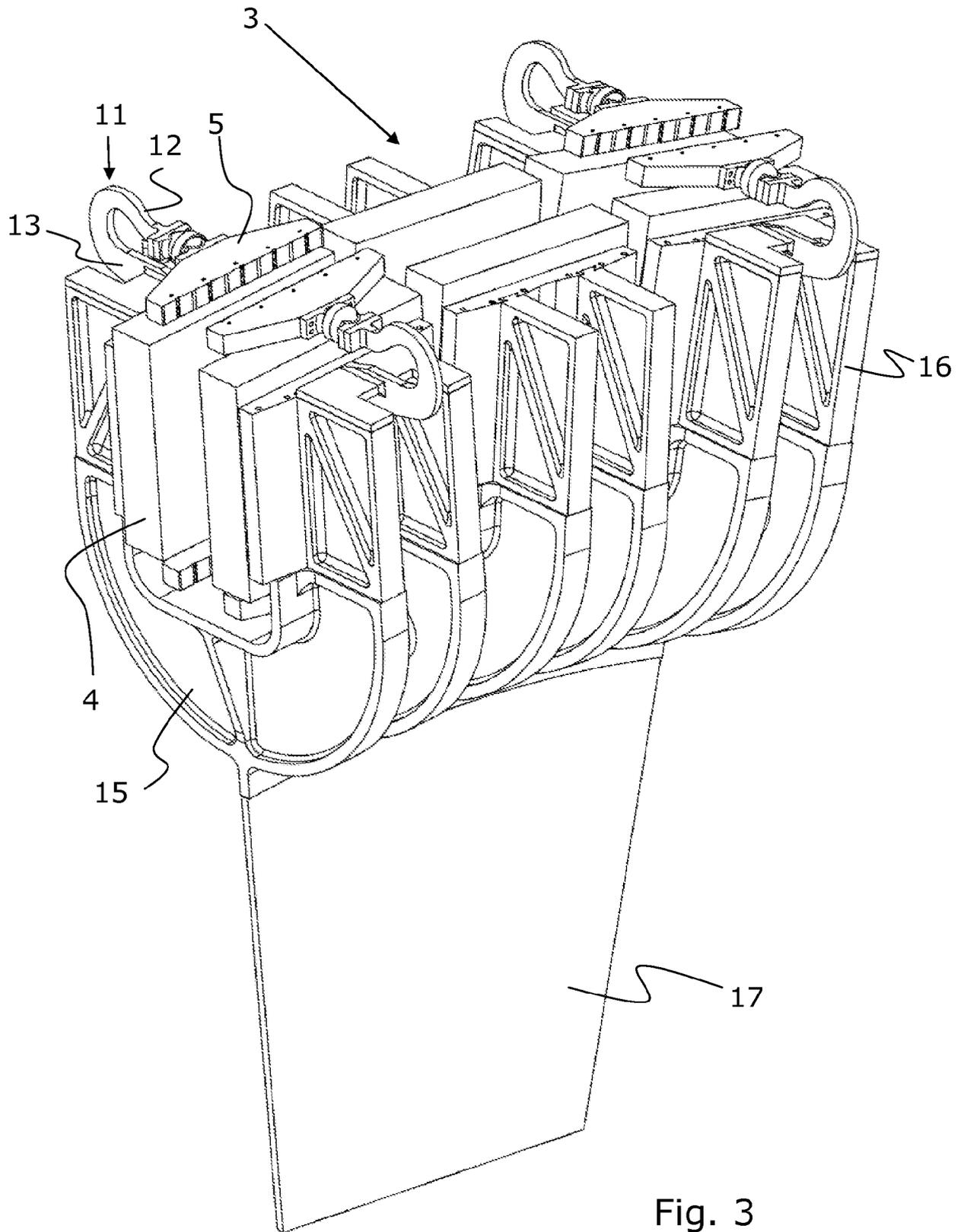


Fig. 3

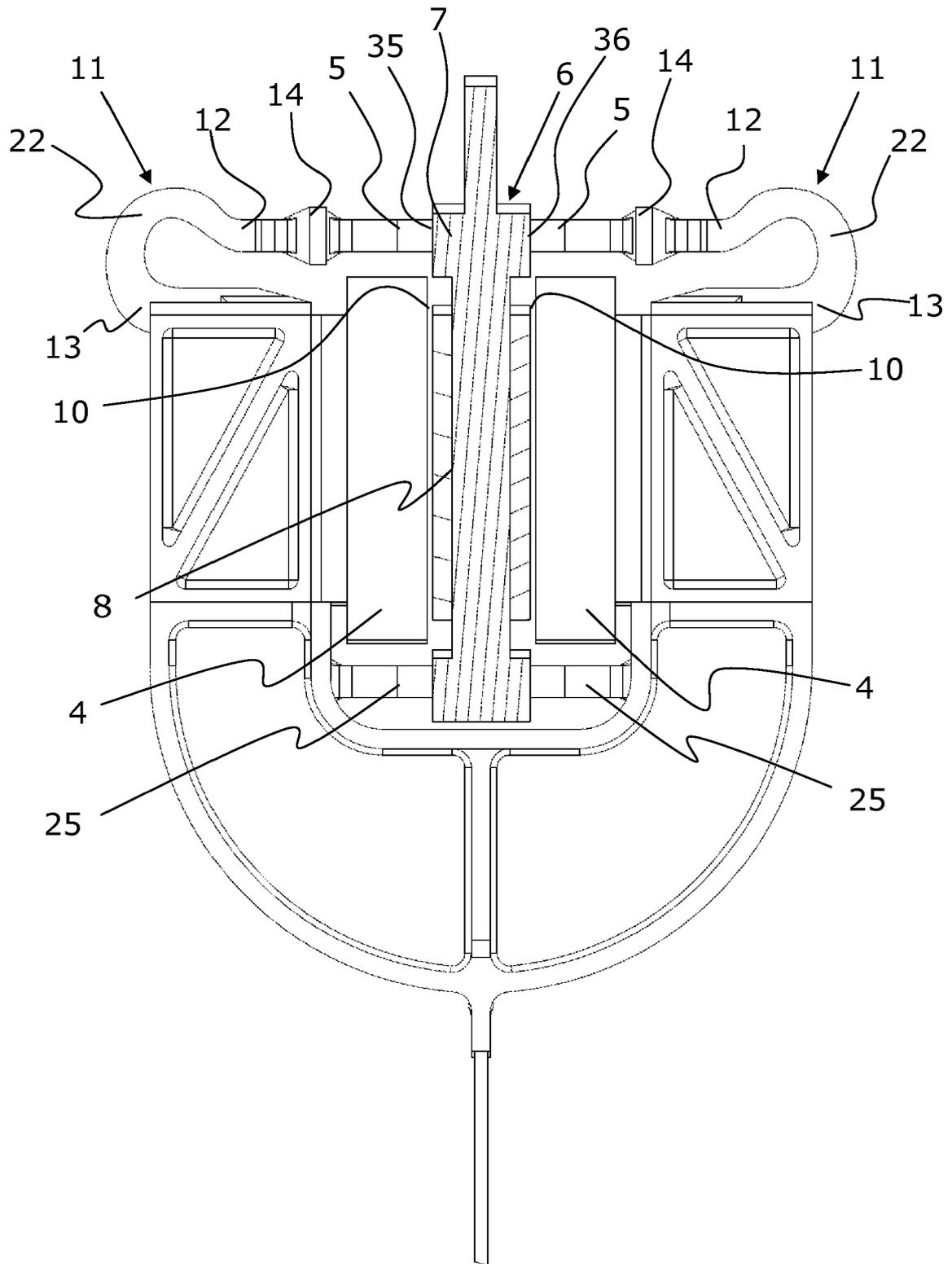


Fig. 4