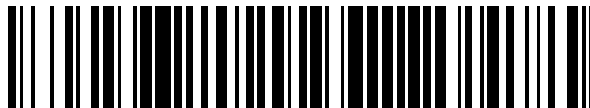


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 622 517**

51 Int. Cl.:

F03D 80/70 (2006.01)

H02K 21/02 (2006.01)

H02K 7/18 (2006.01)

F03D 9/00 (2006.01)

F16C 32/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.01.2011 PCT/EP2011/050081**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.07.2012 WO12092963**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.01.2011 E 11700019 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.03.2017 EP 2661552**

54 Título: **Generador de turbina eólica con unidades de cojinete con película lubricante**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
06.07.2017

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

72 Inventor/es:
STAGHØJ, MICHAEL;
LARSEN, GERNER;
OLSEN, NIELS CHRISTIAN;
HANSEN, FRANK MØLLER y
WADEHN, JÖRG

74 Agente/Representante:
ARIAS SANZ, Juan

ES 2 622 517 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 turbina eólica con unidades de cojinete con película lubricante

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un generador para una turbina eólica. El generador de la invención permite controlar de manera precisa un espacio de aire entre un rotor y un estator del generador, incluso para rotores y estatores de gran diámetro. La presente invención se refiere además a una turbina eólica que comprende un generador de este tipo.

Antecedentes de la invención

10 Los generadores comprenden normalmente un rotor y un estator, estando dispuesto el rotor de manera rotatoria en relación con el estator con un pequeño espacio de aire entre los mismos. Es necesario conseguir y mantener una alta precisión en el espacio de aire entre el rotor y el estator ya que el espacio de aire, también para generadores muy grandes, tiene que ser bastante pequeño, y generalmente de solo unos pocos milímetros. Para este fin, el rotor y el estator se han diseñado previamente de manera muy rígida y pesada.

15 Algunos fabricantes han intentado superar estos retos de diseño montando elementos de rodillo en el estator. Los elementos de rodillo ayudan a mantener el espacio de aire de modo que no es necesario que el rotor y el estator sean tan rígidos y pesados. A pesar de estas soluciones, sigue existiendo un margen de mejora significativo.

El documento KR 100 969 682 B1 da a conocer una máquina eléctrica de accionamiento directo que está configurada con una estructura de combinación de pluralidad de módulos.

20 El documento DE 102 55 745 A1 da a conocer una turbina eólica de accionamiento directo, estando montado el rotor del generador o el buje conectado al rotor en una posición que se encuentra radial y/o axialmente adyacente al estator y rotor del generador.

El documento WO 2009/071843 A2 da a conocer una máquina eléctrica de flujo axial que comprende un rotor externo y un estator interno. La máquina incluye medios de separación que comprenden una capa deslizante de un material de relleno para mantener la distancia de los espacios de aire.

25 Sumario de la invención

Un objeto de las realizaciones de la invención es proporcionar un generador para una turbina eólica en el que puede controlarse fácilmente el tamaño de un espacio de aire entre el rotor y los estatores.

Es un objeto adicional de las realizaciones de la invención proporcionar una turbina eólica que comprende un generador en el que puede controlarse fácilmente el tamaño de un espacio de aire entre el rotor y los estatores.

30 Según un primer aspecto, la invención proporciona un generador para una turbina eólica, comprendiendo el generador:

- un rotor configurado para rotar alrededor de un eje de rotación,

35 - al menos un estator dispuesto al lado del rotor, comprendiendo cada estator al menos un módulo de generación de flujo que está orientado hacia el rotor pero separado del mismo, formando de este modo un espacio de aire entre el rotor y cada módulo de generación de flujo, y al menos una unidad de cojinete, comprendiendo cada unidad de cojinete un cuerpo que define una cavidad con un extremo abierto que está orientado hacia el rotor, y

- una fuente de fluido presurizado que se comunica con cada unidad de cojinete, en el que el cuerpo de cada unidad de cojinete dirige el fluido hacia el rotor para ayudar a mantener el espacio de aire entre el rotor y cada módulo de generación de flujo, en el que la fuente de fluido presurizado está configurada para suministrar un fluido gaseoso.

40 El rotor está configurado para rotar alrededor de un eje de rotación, y el/los estator(es) está(n) dispuesto(s) al lado del rotor. Por consiguiente, cuando el rotor rota alrededor del eje de rotación, realiza movimientos de rotación en relación con el/los estator(es), y de este modo en relación con los módulos de generación de flujo. Este movimiento relativo provoca que el generador produzca energía eléctrica.

45 Los módulos de generación de flujo están dispuestos de tal manera que están orientados hacia el rotor, pero están separados del mismo. Esto forma un espacio de aire entre el rotor y los módulos de generación de flujo. El rotor y los módulos de generación de flujo del estator incluyen imanes permanentes, devanados electromagnéticos, combinaciones de los mismos, u otros materiales activos configurados para proporcionar un flujo magnético a lo largo del espacio de aire suficiente para generar electricidad.

50 Cada estator comprende al menos una unidad de cojinete, y cada unidad de cojinete comprende un cuerpo que define una cavidad con un extremo abierto que está orientado hacia el rotor. De este modo, el extremo abierto de la

cavidad de una unidad de cojinete dada forma una superficie de contacto entre esta unidad de cojinete y el rotor. Las unidades de cojinete soportan el rotor durante los movimientos de rotación del rotor en relación con el/los estator(es).

- 5 El generador comprende además una fuente de fluido presurizado que se comunica con cada unidad de cojinete. El cuerpo de cada unidad de cojinete dirige el fluido, que se recibe de la fuente de fluido presurizado, hacia el rotor, es decir hacia el extremo abierto del cuerpo. De este modo, está constantemente presente fluido en las superficies de contacto entre el rotor y las unidades de cojinete. Las superficies de contacto están formadas por los extremos abiertos de los cuerpos de las unidades de cojinete. Por consiguiente, se forma una película lubricante, y esta película lubricante proporciona un efecto de cojinete que permite que el rotor rote en relación con el/los estator(es) con sustancialmente ninguna fricción entre el rotor y el/los estator(es) ya que la película lubricante impide el contacto directo entre el rotor y el/los estator(es). Además, la película lubricante permite compensar fluctuaciones o variaciones que aparecen en el espacio de aire entre el rotor y los módulos de generación de flujo. Por tanto, la película lubricante ayuda a mantener el espacio de aire requerido entre el rotor y cada módulo de generación de flujo.
- 10
- 15 Cada estator puede comprender un primer módulo de generación de flujo y un segundo módulo de generación de flujo dispuestos en lados opuestos del rotor. Según esta realización, al menos un conjunto de módulos de generación de flujo está dispuesto de manera opuesta entre sí con el rotor rotando en un canal formado entre los módulos de generación de flujo. Está formado un espacio de aire entre el rotor y el primer módulo de generación de flujo, así como entre el rotor y el segundo módulo de generación de flujo.
- 20 Cada estator puede comprender una primera unidad de cojinete y una segunda unidad de cojinete dispuestas en lados opuestos del rotor. Según esta realización, el rotor está confrontado por cojinetes lubricados por fluido desde dos lados. Esto permite controlar de manera muy precisa la posición del rotor en relación con los módulos de generación de flujo, y de este modo el espacio de aire definido entre el rotor y los módulos de generación de flujo. Como alternativa, el rotor puede soportarse por unidades de cojinete solo desde un lado, es decir pueden estar dispuestas unidades de cojinete exclusivamente a lo largo de un lado del rotor.
- 25
- 30 El cuerpo de cada unidad de cojinete puede comprender además una superficie de deslizamiento que rodea al menos parcialmente el extremo abierto de la cavidad y está orientada hacia el rotor. La superficie de deslizamiento está realizada en o recubierta con un material que proporciona una fricción baja entre el rotor y la superficie de deslizamiento. La presión del fluido suministrado a las unidades de cojinete puede ser suficiente para mantener el espacio de aire sin que los cuerpos de las unidades de cojinete estén en contacto con el rotor, excepto bajo cargas o deflexiones extremas. Alternativamente, las unidades de cojinete pueden configurarse para funcionar con las superficies de deslizamiento en contacto con el rotor en todo momento. De cualquier modo, la superficie de deslizamiento está diseñada de manera que introduce una fricción mínima entre el rotor y la unidad de cojinete, impidiendo de este modo los movimientos de rotación del rotor lo menos posible.
- 35 La fuente de fluido presurizado está configurada para suministrar un fluido gaseoso, tal como aire atmosférico. Un fluido gaseoso puede abandonar fácilmente el extremo abierto del cuerpo de una unidad de cojinete y fluir hacia otras partes del generador sin provocar daños, y sin requerir la recogida del fluido. Esto es una ventaja, ya que usar un fluido gaseoso de este modo reduce los requisitos de sellado de las unidades de cojinete.
- 40 Cada unidad de cojinete puede comprender además una parte de boquilla acoplada al cuerpo, comprendiendo la parte de boquilla un paso para recibir fluido presurizado de la fuente de fluido y dirigirlo a la cavidad del cuerpo. Según esta realización, la parte de boquilla está dispuesta con comunicación de fluido entre la fuente de fluido presurizado y la cavidad del cuerpo. La parte de boquilla 'pulveriza' el fluido hacia y al interior de la cavidad, en particular hacia el extremo abierto que está orientado hacia el rotor.
- 45 Para al menos una unidad de cojinete, la parte de boquilla o el acoplamiento entre la parte de boquilla y el cuerpo pueden definir una parte de restricción de flujo. Según esta realización, la presión del fluido presurizado aumenta cuando se alcanza la parte de restricción de flujo, y por consiguiente disminuye significativamente cuando entra en la cavidad del cuerpo de la unidad de cojinete. Esto hace posible controlar la presión de fluido en la cavidad de tal manera que se obtiene un efecto de cojinete deseado en el extremo abierto que está orientado hacia el rotor, y de tal manera que se mantiene un espacio de aire deseado entre el rotor y los módulos de generación de flujo.
- 50 El cuerpo de al menos una unidad de cojinete puede conectarse de manera pivotante a la parte de boquilla asociada. Esto permite que el cuerpo realice movimientos relativos con respecto a la parte de boquilla, por medio de la conexión pivotante. De este modo, se permite que el extremo abierto que está orientado hacia el rotor pivote ligeramente en relación con el rotor. Esto también ayuda a mantener un espacio de aire uniforme y constante entre el rotor y los módulos de generación de flujo.
- 55 La cavidad definida por el cuerpo de al menos una unidad de cojinete puede tener un área en sección transversal que aumenta a lo largo de una dirección hacia el rotor. Debido al área en sección transversal aumentada, la presión del fluido presurizado disminuye a lo largo de la dirección hacia el rotor. Por tanto, la presión del fluido es la más baja en el extremo abierto que está orientado hacia el rotor. Esto puede obtenerse, por ejemplo, si la cavidad

definida por el cuerpo de al menos una unidad de cojinete tiene una forma sustancialmente cónica.

El generador puede comprender al menos dos estatores dispuestos a lo largo de segmentos angulares separados del rotor. Según esta realización, los estatores están dispuestos de tal manera que solo parte del rotor está dispuesta de manera adyacente a un estator en cualquier momento dado, es decir los estatores no ocupan la totalidad de la periferia definida por el rotor.

Los segmentos angulares separados están distribuidos de manera preferible sustancialmente de manera uniforme a lo largo de la periferia definida por el rotor, y los estatores ocupan preferiblemente segmentos angulares de sustancialmente el mismo tamaño. Por ejemplo, el generador puede comprender dos estatores dispuestos sustancialmente de manera opuesta entre sí, ocupando por ejemplo cada uno un segmento angular de aproximadamente 60°. Como alternativa, el generador puede comprender tres estatores dispuestos con aproximadamente 120° entre segmentos de estator adyacentes, o el generador puede comprender cualquier otro número adecuado o deseable de estatores.

Como alternativa, el generador puede comprender un único estator dispuesto a lo largo de la totalidad de la periferia del rotor, es decir el estator se extiende a lo largo de 360°. Como otra alternativa, un único estator puede extenderse a lo largo de una parte angular más pequeña de la periferia definida por el rotor.

El generador es un generador de flujo axial con un espacio de aire entre los módulos de generación de flujo y el rotor que se extiende sustancialmente paralelo al eje de rotación del rotor. De este modo, las líneas de flujo generadas a medida que el rotor pasa por los módulos de generación de flujo también se extienden sustancialmente paralelas al eje de rotación del rotor. Por consiguiente, las fuerzas que actúan entre el rotor y los estatores también se extienden sustancialmente paralelas al eje de rotación del rotor, minimizando de este modo las fuerzas que actúan sustancialmente de manera perpendicular al eje de rotación. Esto reduce las cargas introducidas en el generador.

Según un segundo aspecto, la invención proporciona una turbina eólica que comprende al menos un generador según el primer aspecto de la invención.

Debe observarse que un experto en la técnica reconocerá fácilmente que cualquier característica descrita en combinación con el primer aspecto podrá combinarse también con el segundo aspecto, y viceversa.

La turbina eólica puede comprender dos generadores según el primer aspecto de la invención, estando montados los rotores de dichos generadores en un árbol de rotación común. Según esta realización, los generadores pueden estar montados, por ejemplo, en lados opuestos de una construcción de torre que porta los generadores. De este modo, la producción de energía de la turbina eólica puede aumentarse significativamente, posiblemente doblarse, en comparación con una turbina eólica que comprende solo un generador.

El/los rotor(es) del/de los generador(es) puede(n) conectarse a un conjunto de palas de turbina eólica, es decir los movimientos de rotación del/de los rotor(es) puede ser resultado de la actuación del viento sobre las palas de turbina eólica.

La turbina eólica puede ser una turbina eólica de eje horizontal, es decir puede ser de un tipo que tiene un conjunto de palas de turbina eólica montadas en o conectadas a un eje principal dispuesto de manera rotatoria, y que se extiende a lo largo de una dirección sustancialmente horizontal.

Como alternativa, la turbina eólica puede ser una turbina eólica de eje vertical, es decir puede ser de un tipo que tiene un conjunto de palas de turbina eólica montadas en o conectadas a un eje principal dispuesto de manera rotatoria, y que se extiende a lo largo de una dirección sustancialmente vertical.

El generador puede ser un generador de accionamiento directo, también denominado generador sin engranaje. Según esta realización, el rotor está accionado directamente por las palas de turbina eólica, es decir el viento que actúa sobre las palas de turbina eólica proporciona directamente los movimientos relativos entre el rotor y los estatores sin el uso de una etapa de engranaje. Como alternativa, la turbina eólica puede comprender un sistema de engranaje dispuesto entre las palas de turbina eólica y el rotor del generador. El sistema de engranaje aumenta normalmente la velocidad de rotación, es decir la velocidad de rotación de un árbol de entrada del generador es mayor que la velocidad de rotación de un eje principal acoplado a y accionado por las palas de turbina eólica.

Breve descripción de los dibujos

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

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

la figura 2 es una vista en perspectiva de un estator de un generador según una realización de la invención,

la figura 3 muestra un detalle del estator de la figura 2,

la figura 4 muestra otro detalle del estator de la figura 2,

la figura 5 es una vista en sección transversal de un generador que comprende el estator de la figura 2, y

la figura 6 es una vista en sección transversal de una unidad de cojinete para su uso en un generador según una realización de la invención.

Descripción detallada de los dibujos

5 La figura 1 es una vista en perspectiva de una turbina eólica 1 según una realización de la invención. La turbina eólica 1 comprende una torre de turbina eólica 2 que tiene un rotor 3 y dos estatores 4 montados en la misma, formando parte el rotor 3 y los estatores 4 de un generador 5. Tres palas de turbina eólica 6 están montadas en el rotor 3 de tal manera que el rotor 3 rota en relación con los estatores 4 debido al viento que actúa sobre las palas de turbina eólica 6.

10 La turbina eólica 1 es una turbina eólica de accionamiento directo, es decir el rotor 3 del generador 5 está accionado directamente por las palas de turbina eólica 6 sin una etapa de engranaje para aumentar las velocidades de rotación.

Los estatores 4 están dispuestos sustancialmente de manera opuesta entre sí, ocupando cada uno un segmento angular de aproximadamente 60° a lo largo de una periferia definida por el rotor 3. Aunque solo se muestran dos estatores 4, pueden incluirse varios estatores adicionales en realizaciones alternativas.

15 La figura 2 es una vista en perspectiva de un estator 4 de un generador según una realización de la invención. El estator 4 comprende cuatro marcos de estator 7, teniendo cada uno tres subunidades 8 montadas en el mismo, estando dispuestas las subunidades 8 una junto a la otra. Cada subunidad 8 comprende dos módulos de generación de flujo 9 dispuestos de manera opuesta y separados entre sí, definiendo de este modo un paso entre los mismos, a través del que puede pasar un rotor (no mostrado) durante el funcionamiento normal del generador. El rotor porta imanes permanentes, electroimanes, o algún otro material o componente activo diseñado para interactuar con los módulos de generación de flujo 9 para generar corriente eléctrica. Específicamente, se mantiene un espacio de aire entre el rotor y cada módulo de generación de flujo 9. A medida que el material activo del rotor pasa por los módulos de generación de flujo 9, el flujo se mueve a través del espacio de aire. Este flujo en movimiento induce una corriente en los devanados montados cerca de los módulos de generación de flujo 9.

20 Los módulos de generación de flujo 9 están montados cada uno en una parte de soporte de estator 10, y para cada subunidad 8, dos partes de soporte de estator 10 están conectadas entre sí por medio de una conexión articulada 11, permitiendo de este modo que las partes de soporte de estator 10 y los módulos de generación de flujo 9 montados en la misma se muevan unos en relación con otros por medio de la conexión articulada 11. Esto se describirá en más detalle a continuación con referencia a la figura 3.

25 Las subunidades 8 están montadas en el marco de estator 7 de tal manera que pueden moverse unas en relación con otras a lo largo de una dirección que es sustancialmente transversal a la dirección de movimiento del rotor durante el funcionamiento normal del generador, es decir en una dirección hacia o alejándose del paso definido entre los módulos de generación de flujo 9. Por tanto, en el caso de que estén presentes pequeñas irregularidades en el rotor (por ejemplo, debido a deflexiones, tolerancias de mecanizado, etc.), o aparecen otras variaciones en los espacios de aire entre el rotor y los módulos de generación de flujo 9, tales irregularidades o variaciones pueden compensarse por una subunidad 8 que se mueve ligeramente en relación con una subunidad adyacente 8, sin afectar a la subunidad adyacente 8. Esto ayuda a mantener un espacio de aire uniforme y sustancialmente constante entre el rotor 3 y cada uno de los módulos de generación de flujo 9. Los movimientos transversales de las subunidades 8 están proporcionados de manera pasiva debido a las propiedades intrínsecas, tales como propiedades del material, diseño geométrico, etc., de los marcos de estator 7 y/o las partes de soporte de estator 10. Los marcos de estator 7 y las partes de soporte de estator 10 en combinación forman o forman parte de una estructura de soporte de estator.

30 Cada subunidad 8 está dotada además de ocho unidades de cojinete 12 en forma de cojinetes lubricados por aire. Debe observarse que el número y la ubicación de las unidades de cojinete 12 pueden variar. En la figura 2, las unidades de cojinete 12 de cada subunidad 8 están dispuestas por encima y por debajo de los módulos de generación de flujo 9. Esto se describirá en más detalle a continuación.

35 Los marcos de estator 7 y/o las partes de soporte de estator 10 pueden definir una fuerza de resorte precargado que actúa contra las fuerzas magnéticas que aparecen entre el rotor y los módulos de generación de flujo 9 durante el funcionamiento del generador. En este caso, la fuerza de resorte precargado contrarresta la mayoría de las fluctuaciones en el espacio de aire, y las unidades de cojinete 12 solo tienen que ocuparse de cargas 'extremas', ayudando de este modo a mantener un espacio de aire uniforme y constante.

40 La figura 3 muestra el estator 4 de la figura 2 en más detalle. En la figura 3, una de las partes de soporte de estator 10 de una de las subunidades 8 se ha movido en relación con la otra parte de soporte de estator 10 de aquella subunidad 8, por medio de la conexión articulada 11. Por tanto, una de las partes de soporte de estator 10, y de este modo los módulos de generación de flujo 9 montados en la misma, se ha rotado alejándose del paso a través del que pasa el rotor durante el funcionamiento normal del generador. De este modo, es posible obtener acceso a una

región entre el rotor y los módulos de generación de flujo 9. Esto permite que se pueda realizar fácilmente un servicio de mantenimiento en piezas en esta región del generador, por ejemplo en los módulos de generación de flujo 9, las unidades de cojinete 12 y/o el rotor. Un método para realizar un servicio de mantenimiento en un generador que comprende el estator 4 de las figuras 2 y 3 puede realizarse de la siguiente manera. Inicialmente, una de las partes de soporte de estator 10 ("primera" parte de soporte de estator) se fija independientemente de la otra parte de soporte de estator 10 en la misma subunidad 8 ("segunda" parte de soporte de estator), por ejemplo uniendo la parte de soporte de estator 10 a una subunidad adyacente 8, impidiendo de este modo que la parte de soporte de estator 10 se mueva por medio de la conexión articulada 11. Entonces, se libera una conexión de perno (no mostrada) entre las dos partes de soporte de estator 10 de la subunidad 8, permitiendo de este modo el movimiento relativo entre las partes de soporte de estator 10. Por consiguiente, la segunda parte de soporte de estator 10, junto con el módulo de generación de flujo 9 montado en la misma, se mueve por medio de la conexión articulada 11 a la posición mostrada en la figura 3. En este punto, es posible realizar mantenimiento o servicio de mantenimiento en el generador en la región entre el rotor y los módulos de generación de flujo 9, tal como se describió anteriormente. Cuando se ha completado el servicio de mantenimiento, la segunda parte de soporte de estator 10 se retorna a su posición de funcionamiento mostrada en la figura 2, por medio de la conexión articulada 11. Entonces, se restablece la conexión de perno entre las partes de soporte de estator 10, y se libera la fijación de la primera parte de soporte de estator 10. Entonces, el generador está listo de nuevo para el funcionamiento normal.

La figura 4 muestra otro detalle del estator 4 de la figura 2. En la figura 4 la conexión articulada 11 es visible.

La figura 5 es una vista en sección transversal de un generador 5 que comprende el estator 4 de la figura 2. En la figura 5, el rotor 3 está dispuesto en el paso definido entre los módulos de generación de flujo 9 del estator 4. También es evidente a partir de la figura 5 que el espacio de aire definido entre el rotor 3 y los módulos de generación de flujo 9 es muy pequeño.

En la figura 5, la forma de las partes de soporte de estator 10 puede verse de manera evidente. Cada parte de soporte de estator 10 tiene una forma curvada. El grosor del material es el mayor en la posición en la que las partes de soporte de estator 10 están montadas en el marco de estator 7, y disminuye gradualmente a lo largo de la forma curvada en una dirección alejándose del punto de montaje. De este modo, las partes de soporte de estator 10 son más flexibles en una posición cercana a los módulos de generación de flujo 9 que en una posición cercana al marco de estator 7. Además, la forma curvada está diseñada de manera que minimiza la tensión introducida en la parte de soporte de estator 10 durante el funcionamiento del generador. La forma de la parte de soporte de estator 10 está cuidadosamente seleccionada de tal manera que se proporciona una fuerza de resorte precargado que actúa contra las fuerzas magnéticas que aparecen entre el rotor y los módulos de generación de flujo 9. Más particularmente, las fuerzas magnéticas que aparecen entre el rotor 3 y los módulos de generación de flujo 9 tenderán a tirar de los módulos de generación de flujo 9 hacia el rotor 3. La forma de la parte de soporte de estator 10 está diseñada de tal manera que esta se contrarresta de manera automática y pasiva por la parte de soporte de estator 10.

Los módulos de generación de flujo 9 están montados en las partes de soporte de estator 10 de tal manera que un punto de contacto entre una parte de soporte de estator 10 y el módulo de generación de flujo 9 correspondiente está colocado sustancialmente a medio camino entre un borde superior y un borde inferior del módulo de generación de flujo 9, es decir aproximadamente en una región central del módulo de generación de flujo 9. Además, la forma de la parte de soporte de estator 10 cerca de este punto de contacto está diseñada de tal manera que las fuerzas transferidas entre la parte de soporte de estator 10 y el módulo de generación de flujo 9 se transfieren a lo largo de una dirección que es sustancialmente perpendicular a una dirección radial definida por el rotor 3, así como a la dirección de movimiento del rotor 3. De este modo, se obtiene que las fuerzas transferidas entre la parte de soporte de estator 10 y el módulo de generación de flujo 9 no tenderán a 'inclinarse' el módulo de generación de flujo 9, que de otro modo puede crear una variación en el tamaño del espacio de aire definido entre el rotor 3 y el módulo de generación de flujo 9 a lo largo de la dirección radial. En su lugar, se garantiza que la totalidad del módulo de generación de flujo 9 se mueve sustancialmente a lo largo de una dirección hacia o alejándose del rotor 3, garantizando de este modo un espacio de aire uniforme entre el rotor 3 y los módulos de generación de flujo 9.

Cuatro unidades de cojinete 12 son visibles en la figura 5. Cada unidad de cojinete 12 incluye un cuerpo 16 que define una cavidad 14 con un extremo abierto que está orientado hacia el rotor 3. Una fuente de fluido presurizado (no mostrada) está conectada a cada unidad de cojinete 12, cuyos cuerpos 16 dirigen el fluido contra el rotor 3, creando de este modo una película lubricante entre las cavidades 14 y el rotor 3. La película lubricante ayuda a mantener un espacio de aire uniforme entre el material activo del rotor 3 y los módulos de generación de flujo 9. En las unidades de cojinete 12 mostradas en las figuras 2-5, la cavidad 14 de cada unidad de cojinete 12 está conectada de manera fija a un paso de fluido 13 que guía fluido presurizado desde la fuente de fluido presurizado hasta la cavidad 14.

La figura 6 es una vista en sección transversal de una unidad de cojinete 12 para su uso en un generador según una realización alternativa de la invención. La unidad de cojinete 12 mostrada en la figura 6 difiere de las unidades de cojinete 12 mostradas en las figuras 2-5. Sin embargo, debe observarse que la unidad de cojinete 12 mostrada en la figura 6 puede usarse también en el generador mostrado en las figuras 2-5. Números de referencia similares se usan para referirse a elementos correspondientes.

5 La unidad de cojinete 12 de la figura 6 comprende una parte de boquilla 15 que define un paso de fluido 13 que puede conectarse a una fuente de fluido presurizado (no mostrada). La unidad de cojinete 12 comprende además un cuerpo 16 que define una cavidad 14, teniendo la cavidad 14 un extremo abierto que está adaptado para disponerse de tal manera que está orientado hacia un rotor. El cuerpo 16 está conectado de manera pivotante con la parte de boquilla 15 por medio de una conexión pivotante 17. Esto permite que el cuerpo 16 realice movimientos pivotantes en relación con la parte de boquilla 15.

10 La unidad de cojinete 12 de la figura 6 funciona de la siguiente manera. Se recibe fluido presurizado en el paso de fluido 13 de la parte de boquilla 15 y se guía hacia la conexión pivotante 17 y al interior de la cavidad 14 del cuerpo 16. En la conexión pivotante 17 el paso de fluido es muy estrecho, y por tanto el flujo de fluido está restringido en este punto. Por consiguiente, la presión del fluido aumenta significativamente cuando alcanza la conexión pivotante 17. El cuerpo 16 tiene una forma sustancialmente cónica hacia el extremo abierto. Por tanto, el área de sección transversal del cuerpo 16 aumenta a lo largo de una dirección hacia el extremo abierto. Por consiguiente, la presión del fluido disminuye a medida que se mueve a lo largo de esta dirección al interior de la cavidad 14.

15 Cuando el fluido alcanza el extremo abierto de la cavidad 14, se forma una película lubricante en el extremo abierto. Cuando la unidad de cojinete 12 está montada en un estator y dispuesta de manera adyacente a un rotor tal como se describió anteriormente, la película lubricante forma una superficie de cojinete hacia el rotor, y ayuda a mantener un espacio de aire sustancialmente uniforme y constante entre el rotor y el estator, tal como se describió anteriormente. La periferia del cuerpo 16 forma una superficie de deslizamiento, que tiene preferiblemente una superficie de fricción baja que está orientada hacia el rotor 3, tal como se describió anteriormente.

20

REIVINDICACIONES

1. Generador (5) para una turbina eólica (1), siendo el generador un generador de flujo axial y comprendiendo el generador:
 - un rotor (3) configurado para rotar alrededor de un eje de rotación,
 - al menos un estator (4) dispuesto al lado del rotor, comprendiendo cada estator al menos un módulo de generación de flujo (9) que está orientado hacia el rotor pero separado del mismo, formando de este modo un espacio de aire entre el rotor y cada módulo de generación de flujo, extendiéndose dicho espacio de aire sustancialmente paralelo al eje de rotación del rotor, y al menos una unidad de cojinete (12), caracterizado porque
 - cada unidad de cojinete comprende un cuerpo (16) que define una cavidad (14) con un extremo abierto que está orientado hacia el rotor, y
 - una fuente de fluido presurizado que se comunica con cada unidad de cojinete, en el que el cuerpo de cada unidad de cojinete dirige el fluido hacia el rotor para ayudar a mantener el espacio de aire entre el rotor y cada módulo de generación de flujo,
 - en el que las unidades de cojinete (12) están dispuestas por encima y por debajo de los módulos de generación de flujo (9).
2. Generador según la reivindicación 1, en el que cada estator comprende un primer módulo de generación de flujo y un segundo módulo de generación de flujo dispuestos en lados opuestos del rotor.
3. Generador según la reivindicación 1 ó 2, en el que cada estator comprende una primera unidad de cojinete y una segunda unidad de cojinete dispuestas en lados opuestos del rotor.
4. Generador según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el cuerpo de cada unidad de cojinete comprende además una superficie de deslizamiento que rodea al menos parcialmente el extremo abierto de la cavidad y está orientada hacia el rotor.
5. Generador según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la fuente de fluido presurizado está configurada para suministrar un fluido gaseoso.
6. Generador según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que cada unidad de cojinete comprende además una parte de boquilla (15) acoplada al cuerpo, comprendiendo la parte de boquilla un paso (13) configurado para recibir fluido presurizado de la fuente de fluido y dirigirlo a la cavidad del cuerpo.
7. Generador según la reivindicación 6, en el que, para al menos una unidad de cojinete, la parte de boquilla o el acoplamiento entre la parte de boquilla y el cuerpo define una parte de restricción de flujo.
8. Generador según la reivindicación 6 ó 7, en el que el cuerpo de al menos una unidad de cojinete está conectado de manera pivotante con la parte de boquilla asociada.
9. Generador según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la cavidad definida por el cuerpo de al menos una unidad de cojinete tiene un área en sección transversal que aumenta a lo largo de una dirección hacia el rotor.
10. Generador según la reivindicación 9, en el que la cavidad definida por el cuerpo de al menos una unidad de cojinete tiene una forma sustancialmente cónica.
11. Generador según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el generador comprende al menos dos estatores dispuestos a lo largo de segmentos angulares separados del rotor.
12. Turbina eólica (1) que comprende al menos un generador (5) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
13. Turbina eólica según la reivindicación 12, comprendiendo la turbina eólica dos generadores según cualquiera de las reivindicaciones 1-11, estando montados los rotores de dichos generadores en un árbol de rotación común.
14. Turbina eólica según la reivindicación 12 ó 13, en la que el/los rotor(es) del/de los generador(es) está(n) conectado(s) a un conjunto de palas de turbina eólica (6).
15. Turbina eólica según cualquiera de las reivindicaciones 12-14, siendo la turbina eólica una turbina eólica de eje horizontal.

16. Turbina eólica según cualquiera de las reivindicaciones 12-15, en la que el generador es un generador de accionamiento directo.

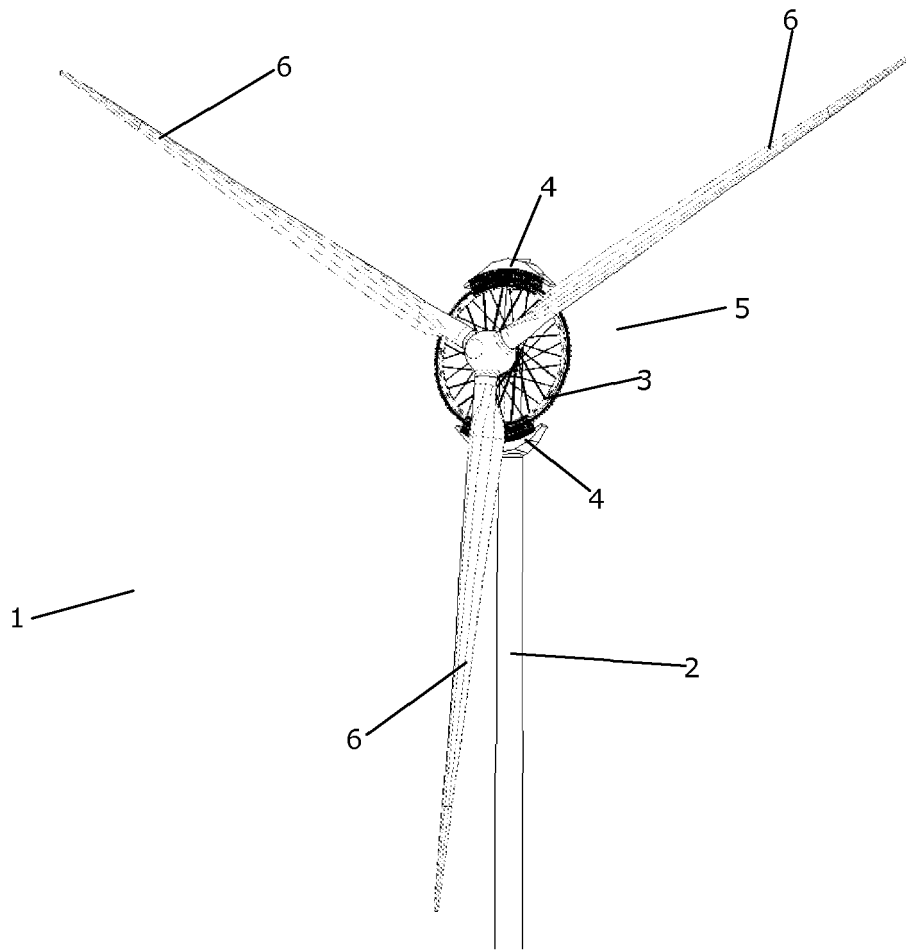


Fig. 1

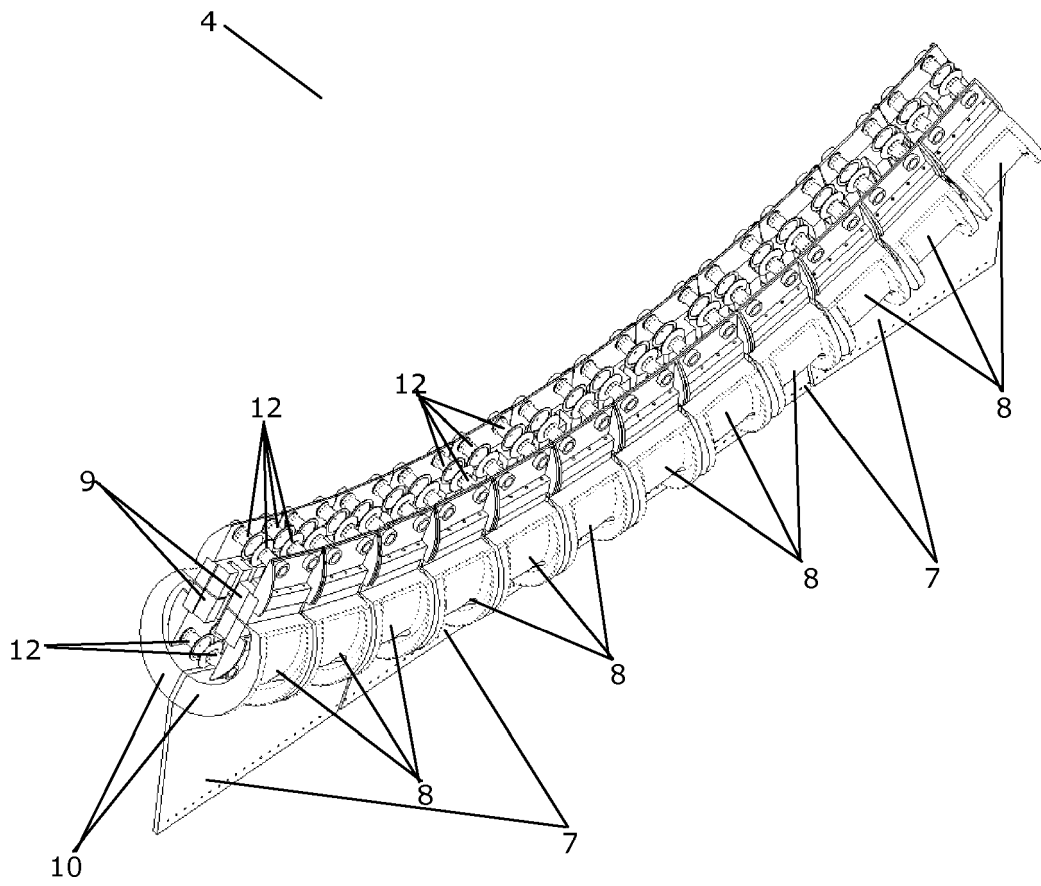


Fig. 2

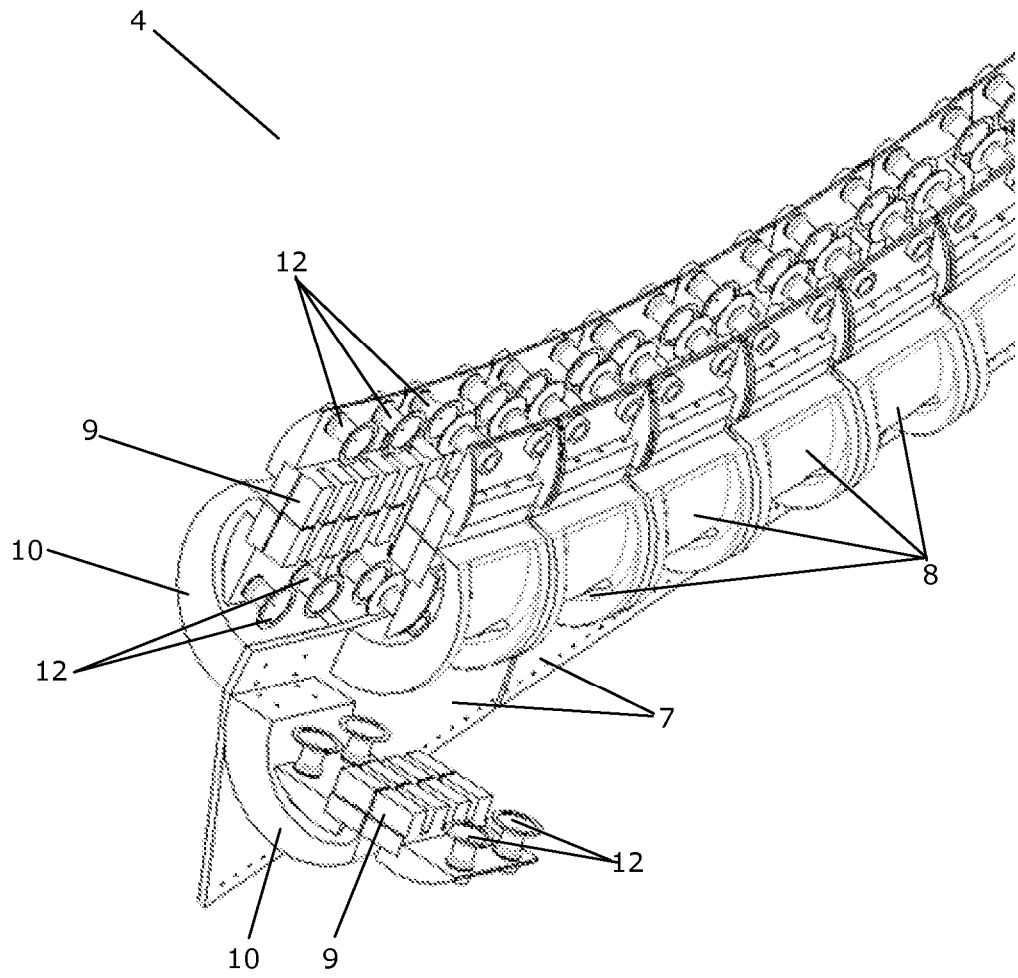


Fig. 3

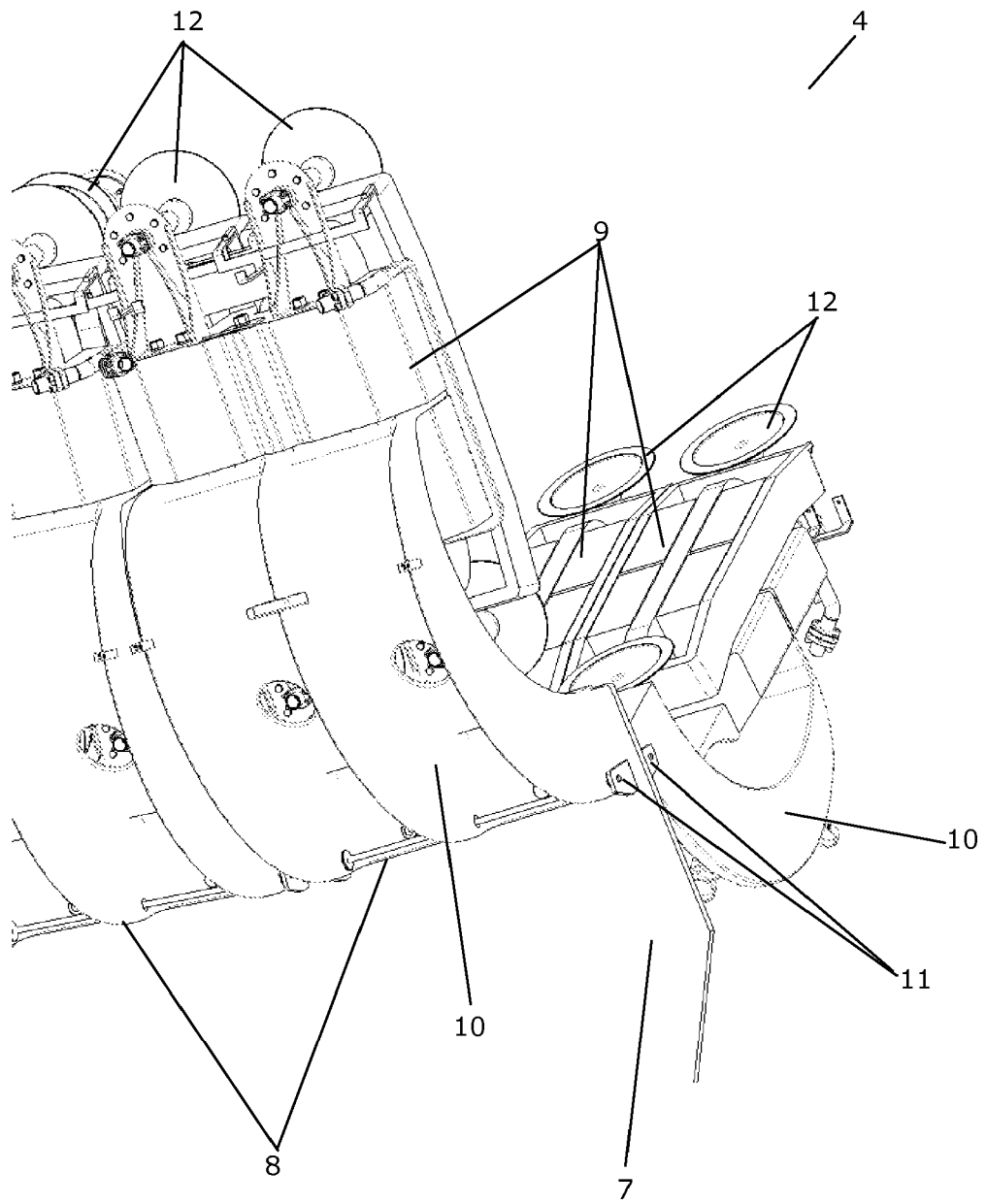


Fig. 4

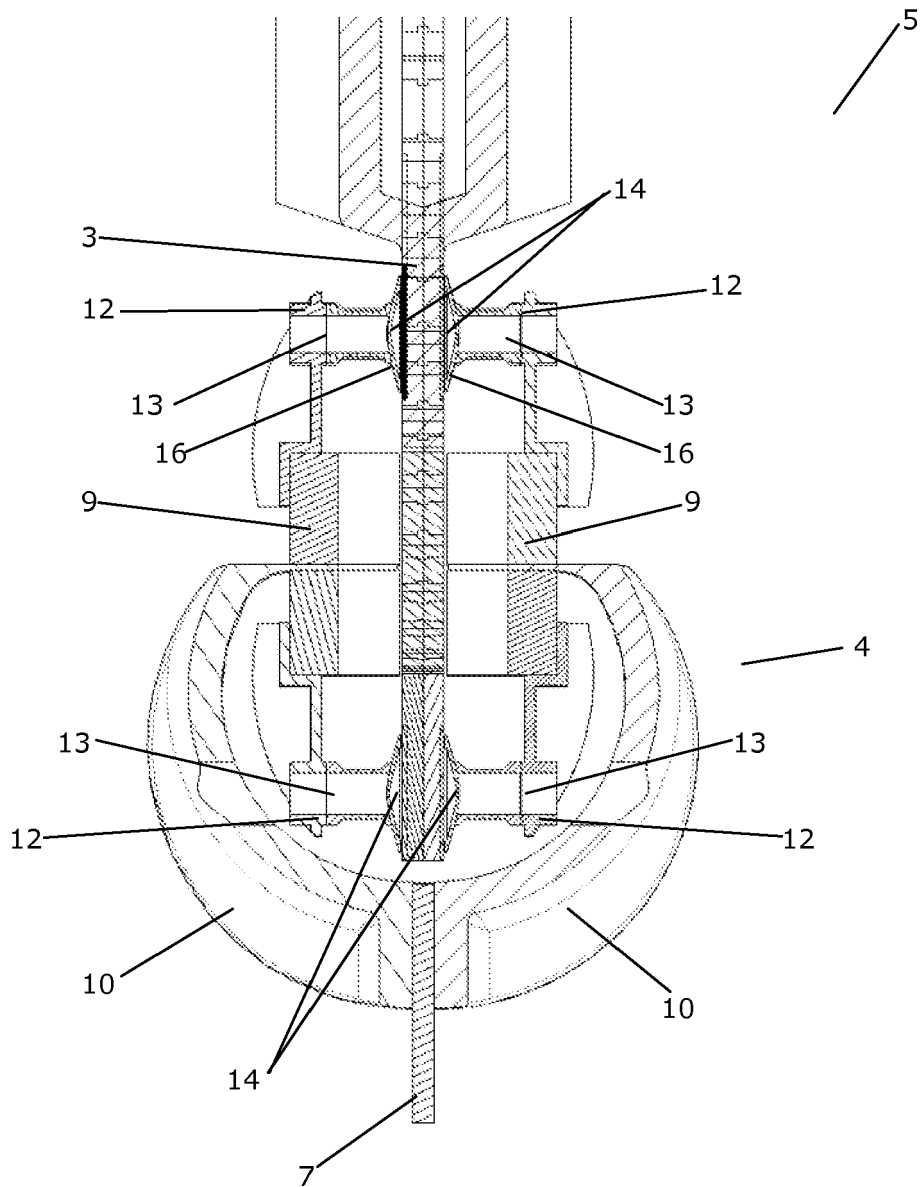


Fig. 5

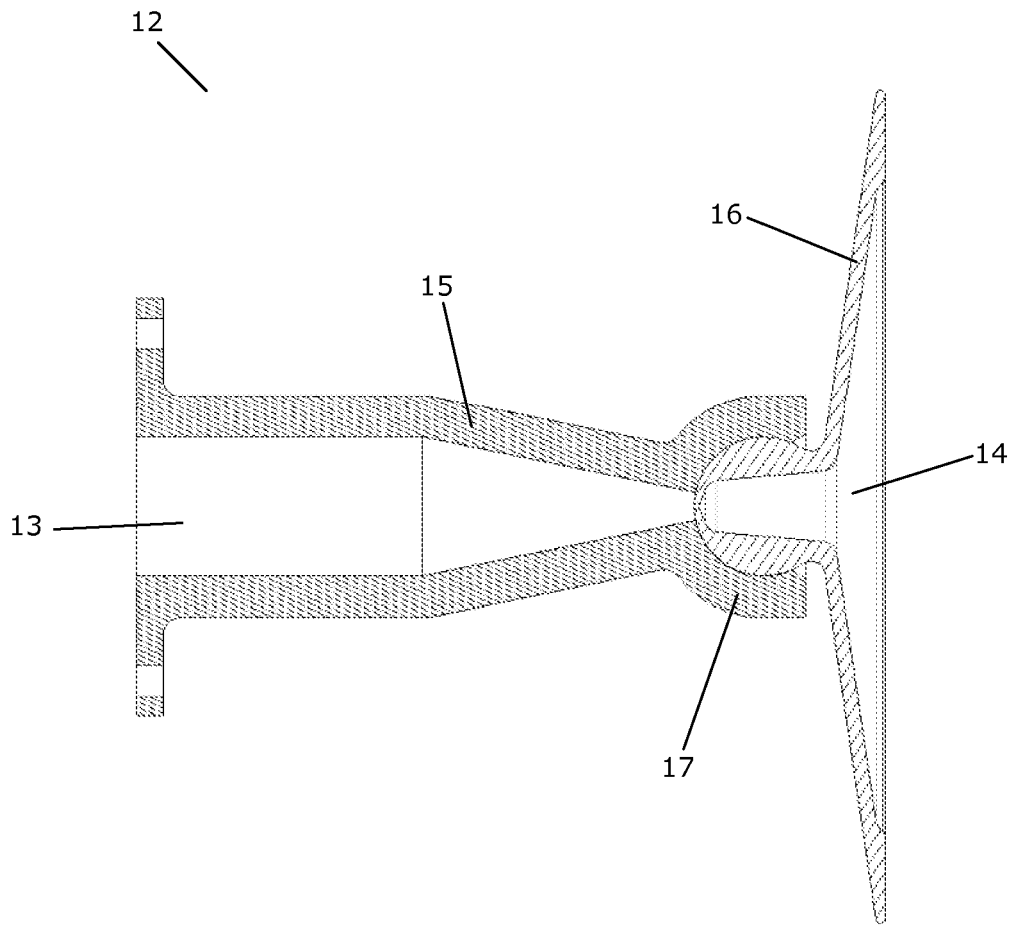


Fig. 6