

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 824 784**

51 Int. Cl.:

**F16C 3/02** (2006.01)

**F03D 15/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.11.2017 PCT/DK2017/050382**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.07.2018 WO18121819**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.11.2017 E 17804437 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.09.2020 EP 3563068**

54 Título: **Junta de eje aislada**

30 Prioridad:

**29.12.2016 DK PA201671059**

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

**13.05.2021**

73 Titular/es:

**VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.0%)**

**Hedeager 42**

**8200 Aarhus N, DK**

72 Inventor/es:

**BAGER, CHRISTIAN y**

**YAMBEH YAMBAHA, NOEL**

74 Agente/Representante:

**ARIAS SANZ, Juan**

ES 2 824 784 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**

Junta de eje aislada

**Campo de la invención**

5 La presente invención se refiere a una junta de eje aislada para aislar eléctricamente un elemento rotatorio con respecto a una sección de extremo de un eje a la que se conecta el elemento rotatorio.

**Antecedentes de la invención**

10 Las turbinas eólicas se usan para acumular energía eólica y transformar la energía en otra forma de energía, normalmente energía eléctrica. Con este propósito, la mayoría de las turbinas eólicas incluyen un eje principal que en un extremo se acopla a las palas de la turbina eólica y en el extremo opuesto se conecta a una parte de turbina eólica impulsada. Esta parte de turbina eólica impulsada puede ser un eje de entrada de una caja de engranajes o un eje de entrada o un elemento de transferencia de par motor de un generador de energía eléctrica.

En las turbinas eólicas modernas, pueden producirse corrientes eléctricas que se descargan desde el generador y penetran en la conexión de superficie de contacto con el eje de salida desde la caja de engranajes. Esto puede provocar electrocorrosión en los cojinetes, acoplamientos y otras partes de caja de engranajes.

15 La solución actual para este problema es usar ejes aislantes que se usan como conexión entre engranajes y generadores de turbina eólica. Tales ejes consisten en bridas de metal que están conectadas de manera permanente con el eje en ambos extremos mediante un adhesivo de alta resistencia mecánica. El inconveniente de esta solución actual es que el eje aislante está dispuesto de manera fija entre la caja de engranajes y el generador y, por tanto, no puede separarse.

20 Por tanto, sería ventajoso un conjunto de acoplamiento aislado mejorado, con el fin de garantizar un aislamiento eficiente.

El documento DE202016105419 da a conocer una unidad de conexión compuesta por cerámica técnica. El documento DE202016105419 da a conocer las características del preámbulo de la reivindicación 1.

25 El documento CN201771983 da a conocer un acoplamiento en el que dos extremos de un eje central están conectados con manguitos a través de placas aislantes. El documento EP2397690 da a conocer una turbina eólica que usa un eje de material compuesto para transferir par motor desde el rotor al generador.

**Objeto de la invención**

Un objeto de la presente invención es aislar eléctricamente un elemento rotatorio con respecto a una sección de extremo de un eje a la que se conecta el elemento rotatorio.

30 Otro objeto de la presente invención es proporcionar un conjunto que pueda desensamblarse si es necesario.

Un objeto adicional de la presente invención es proporcionar una alternativa a la técnica anterior.

**Sumario de la invención**

35 En un primer aspecto, la presente invención se refiere a una junta de eje aislada que comprende un elemento rotatorio y un eje, aislando eléctricamente la junta de eje aislada el elemento rotatorio con respecto a una sección de extremo del eje a la que se conecta el elemento rotatorio. La junta de eje aislada comprende

- una pluralidad de primeras ranuras dispuestas en una superficie exterior de la sección de extremo del eje y que se extienden en una dirección axial del eje,
- una pluralidad de elementos eléctricamente aislantes, y
- 40 - una jaula eléctricamente aislante anular dispuesta de manera circunferencial alrededor de la pluralidad de primeras ranuras, comprendiendo la jaula aislante una o más aberturas pasantes dispuestas de manera circunferencial, estando conformadas y dimensionadas las aberturas pasantes de modo que están adaptadas para rodear y guiar los elementos aislantes

en la que

- 45 - el elemento rotatorio está dispuesto de manera circunferencial alrededor de la jaula eléctricamente aislante anular, comprendiendo el elemento rotatorio una pluralidad de segundas ranuras dispuestas en una superficie interior del elemento rotatorio y que se extienden en una dirección axial del eje,
- las aberturas pasantes en la jaula aislante están dispuestas alineadas con la pluralidad de primeras ranuras y la pluralidad de segundas ranuras, y

- los elementos aislantes están dispuestos en las aberturas pasantes de la jaula aislante y en las ranuras primeras y segundas para adaptarse para transferir par motor desde el eje al elemento rotatorio mediante los elementos aislantes.

Los elementos aislantes están dispuestos de manera preferiblemente circunferencial en una o más filas.

- 5 La pluralidad de ranuras primeras y segundas garantizan un ensamblaje fácil del eje y del elemento rotatorio, independientemente de una desalineación axial.

10 Los elementos aislantes y las aberturas pasantes también pueden estar dispuestos en una disposición alternativa alrededor de la jaula aislante, de tal manera que las aberturas pasantes están dispuestas alineadas con la pluralidad de primeras ranuras y la pluralidad de segundas ranuras, y que los elementos aislantes están distribuidos de manera uniforme, para transferir el par motor de manera uniforme desde el eje al elemento rotatorio durante el uso.

En algunas realizaciones de la invención, la junta de eje aislada puede comprender dos o más, tal como tres o más, filas de elementos eléctricamente aislantes.

Preferiblemente, las ranuras primeras y segundas tienen, cada una, una sección transversal semicircular.

- 15 Las ranuras primeras y segundas están distribuidas de manera preferiblemente uniforme en la circunferencia. De ese modo se obtiene una transferencia uniforme del par motor desde el eje al elemento rotatorio durante el uso.

Los elementos eléctricamente aislantes pueden estar en forma de rodillos de cerámica.

20 En algunas realizaciones de la invención, los elementos aislantes puede estar en forma de esferas de cerámica. Estas esferas de cerámica pueden ser idénticas a las de cojinetes híbridos usados actualmente en la industria de turbinas eólicas. Esto tiene la ventaja de la opción de instalarse de manera fiable en una junta de eje aislada, ya que se conoce que las esferas de cerámica pueden resistir las descargas eléctricas y los esfuerzos mecánicos que se producen en una turbina eólica y que tienen una vida útil suficiente.

Preferiblemente, las esferas de cerámica están compuestas por nitruro de silicio y pueden tener una dureza de menos de 3000 Vickers, tal como menos de 2000 Vickers, preferiblemente alrededor de 1550 Vickers.

- 25 La jaula aislante está compuesta preferiblemente por o comprende plástico. De ese modo se obtiene un efecto eléctricamente aislante, ya que el plástico tiene buenas propiedades aislantes.

La junta de eje aislada tal como se describió anteriormente puede disponerse entre una caja de engranajes y un generador.

El eje en el que puede disponerse la junta de eje aislada puede ser un eje dispuesto en una turbina eólica.

En un segundo aspecto, la presente invención se refiere a una turbina eólica que comprende:

- 30
- una torre, una góndola montada encima de la torre, un buje, al menos dos palas de turbina eólica dispuestas en el buje, una caja de engranajes, un generador, y
  - un eje principal adaptado para transferir un movimiento de rotación a baja velocidad del buje a un movimiento de rotación a alta velocidad de un eje de entrada del generador mediante la caja de engranajes,

35 en la que un eje de salida de la caja de engranajes se conecta al eje de entrada del generador mediante una junta de eje aislada según el primer aspecto de la presente invención. De ese modo se evita una corriente eléctrica a través del generador y las partes giratorias de una caja de engranajes.

En un tercer aspecto, la presente invención se refiere a un método para aislar eléctricamente una sección de extremo de un eje con respecto a un elemento rotatorio, utilizando el método una junta de eje aislada según la presente invención.

- 40 En el presente contexto, se usan varios términos de una manera que es habitual para un experto; sin embargo, algunos de estos términos se esclarecen a continuación:

Aislamiento se usa preferiblemente para indicar un material que impide el avance o la transmisión de electricidad desde un artículo o medio a otro.

45 Jaula se usa preferiblemente para indicar un dispositivo para rodear los elementos aislantes y sujetarlos en una posición deseada.

Los aspectos primero, segundo y tercero de la presente invención pueden combinarse. Estos y otros aspectos de la invención resultarán evidentes a partir de, y se esclarecerán con referencia a, las realizaciones descritas a continuación en el presente documento.

**Breve descripción de las figuras**

Ahora se describirá con más detalle la junta de eje aislada según la invención con respecto a las figuras adjuntas. Las figuras muestran una manera de implementar la presente invención y no deben interpretarse como limitativas de otras posibles realizaciones que se encuentran dentro del alcance del juego de reivindicaciones adjunto.

- 5 La figura 1 muestra esquemáticamente una vista en despiece ordenado de una conexión entre un eje y un elemento rotatorio mediante una junta de eje aislada según la presente invención.

La figura 2 muestra esquemáticamente un eje y un elemento rotatorio conectados por una junta de eje aislada, después del ensamblaje de las partes.

La figura 3 es una vista parcial en sección transversal del conjunto de junta de eje aislada en la figura 2.

- 10 La figura 4 muestra esquemáticamente una turbina eólica conocida.

La figura 5 muestra esquemáticamente una realización de la jaula aislante.

La figura 6 muestra esquemáticamente una realización de la junta de eje aislada, en la que los elementos aislantes están en forma de rodillos.

**Descripción detallada de una realización**

- 15 La figura 1 muestra esquemáticamente un ejemplo de una junta de eje aislada 1, según la presente invención, para aislar eléctricamente un elemento rotatorio 2 con respecto a una sección de extremo de un eje 3.

- 20 En la figura 1 las partes de la junta de eje aislada 1 se muestran en una vista en despiece ordenado tal como antes del ensamblaje. La junta de eje aislada comprende un eje 3, un elemento rotatorio 2, una pluralidad de primeras ranuras 4, dos filas de elementos eléctricamente aislantes 5, una jaula eléctricamente aislante anular 6, dos filas de aberturas pasantes 7 y una pluralidad de segundas ranuras 8.

Los elementos aislantes 5 están dispuestos en las aberturas pasantes 7 de la jaula aislante 6 y en las ranuras primeras 4 y segundas 8 para adaptarse para transferir par motor desde el eje 3 al elemento rotatorio 2 mediante los elementos aislantes 5.

- 25 La pluralidad de primeras ranuras 4 están dispuestas en una superficie exterior de la sección de extremo del eje 3 y se extienden en una dirección axial del eje 3. En la realización ilustrada de la presente invención, las primeras ranuras 4 están distribuidas de manera uniforme en la circunferencia. En la realización en la figura 1, las primeras ranuras 4 tienen una sección transversal semicircular, estando conformadas de modo que los elementos aislantes pueden encajar en las primeras ranuras. Los elementos aislantes 5 puede tener diversas formas. Las primeras ranuras pueden tener otra conformación, pero deben adaptarse en cualquier caso para recibir el elemento aislante, y para engancharse con la jaula aislante 6 mediante los elementos aislantes. Las primeras ranuras 4 se extienden en una dirección axial del eje 3, y la longitud de esta extensión depende del número de filas de los elementos aislantes 5.

- 30 Una jaula eléctricamente aislante anular 6 está dispuesta de manera circunferencial alrededor de la pluralidad de primeras ranuras 4. La jaula aislante 6 ilustrada comprende dos filas de aberturas pasantes 7, pero también pueden disponerse en una disposición alternativa alrededor de la jaula aislante, de tal manera que las aberturas pasantes 7 están dispuestas alineadas con la pluralidad de primeras ranuras 4 y la pluralidad de segundas ranuras 8. Preferiblemente, los elementos aislantes están distribuidos de manera uniforme, para transferir el par motor de manera uniforme desde el eje al elemento rotatorio durante el uso. En la figura 5 se ilustra un ejemplo de una disposición alternativa de las aberturas pasantes 7. Las aberturas pasantes 7 están conformadas y dimensionadas de modo que están adaptadas para rodear y guiar los elementos aislantes 5.

- 35 Preferiblemente, las aberturas pasantes 7 en la jaula aislante 6 están dispuestas alineadas con la pluralidad de primeras ranuras 4 y la pluralidad de segundas ranuras 8.

- 40 La jaula aislante 6 está compuesta preferiblemente por plástico o comprende plástico. De ese modo se obtiene que, además de guiar y rodear los elementos aislantes 5, la jaula aislante también está impidiendo una carga eléctrica, también denominada capacitancia, entre el eje y el elemento rotatorio que puede crearse en el espacio libre por lo demás entre el eje y el elemento rotatorio, si los elementos aislantes se dispusieran sin la jaula aislante 6. Es necesario que el plástico usado en la jaula aislante 6 sea resistente al calor y químicamente, porque la temperatura puede alcanzar 80-90C en la junta de eje. Además, la distancia radial típica entre las primeras ranuras y las segundas ranuras es de 10-12 mm y puede hacerse ventajosamente que la jaula aislante 6 se ajuste a esa distancia. La jaula aislante 6 no tiene un movimiento relativo con respecto al eje 3 o el buje. Se fijará de manera axial al eje 3 o al buje (no mostrado en el dibujo).

- 45 El elemento rotatorio 2 está dispuesto de manera circunferencial alrededor de la jaula eléctricamente aislante anular 6. El elemento rotatorio 2 comprende una pluralidad de segundas ranuras 8 dispuestas en una superficie interior del

5 elemento rotatorio 2 y que se extienden en una dirección axial del eje 3. En las realizaciones ilustradas, las segundas ranuras 8 tienen, cada una, una sección transversal semicircular que está conformada de modo que los elementos aislantes pueden encajar en las segundas ranuras. Las segundas ranuras pueden tener otra conformación, pero en cualquier caso deben adaptarse para recibir el elemento aislante 5, y para engancharse con la jaula aislante 6. Las segundas ranuras 8 se extienden en una dirección axial del eje 3, y la longitud de esta extensión depende preferiblemente del número de filas de los elementos aislantes 5.

10 En la figura 1, se dan a conocer dos filas de elementos aislantes 5 y el elemento aislante 5 están en forma de esferas 9. Sin embargo, pueden usarse dos o más, tal como tres o más filas de elementos aislantes, en las que los elementos aislantes pueden estar en forma de esferas, rodillos o cubos compuestos por material aislante, tal como cerámica. También puede implementarse una realización en la que una mezcla de diferentes formas de elementos aislantes 5. Más filas de elementos aislantes proporcionan más capacidad de soporte de carga a la junta de eje que una fila para una conformación y una dimensión dadas. En la figura 1, la sección de extremo del eje 3, en la que están dispuestas las primeras ranuras 4, tiene un diámetro exterior mayor que el eje 3. Esto es principalmente para garantizar una cantidad suficiente de material en la parte inferior de las primeras ranuras 4, especialmente cuando el eje 3 es un eje hueco.

15 En la figura 1, se ilustra que los elementos aislantes 5 están en forma de esferas 9. Tales esferas pueden ser esferas de cerámica que ya se usan en un cojinete híbrido de generador para evitar fallos de cojinete debido a la corriente eléctrica. Estas esferas de cerámica son aplicables en la presente invención debido a su alta capacidad de carga, estabilidad de forma y tolerancias estrictas.

20 Las esferas de cerámica tienen normalmente una dureza de 1550 Vickers y están compuestas por nitruro de silicio. La resistividad a la electricidad está normalmente en el intervalo de  $10^{14}$  ohmios-cm. En comparación con el acero ordinario, estas esferas de cerámica son normalmente un 58% más ligeras, un 121% más duras y tienen un coeficiente de dilatación térmica un 70% menor.

25 En la figura 2, la junta de eje aislada se ilustra en un estado ensamblado. Cuando la junta de eje aislada está ensamblada y lista para su uso, el elemento rotatorio 2 se conecta a la sección de extremo del eje 3. El eje 3 puede disponerse entre una caja de engranajes y un generador. El eje 3 puede disponerse en una turbina eólica.

30 En la figura 3 la junta de eje aislada se muestra en un estado ensamblado desde una vista parcial y en sección transversal. En la realización de la presente invención mostrada en la figura 3, hay dos filas de elementos aislantes; sin embargo, la junta de eje aislada 1 también puede comprender tres o más filas de elementos eléctricamente aislantes 5.

La presente invención se realiza en relación con turbinas eólicas y para aislar eléctricamente un elemento rotatorio con respecto a una sección de extremo de un eje, tal como un eje de salida desde una caja de engranajes hasta la superficie de contacto de un generador.

35 La figura 4 muestra esquemáticamente un ejemplo de una turbina eólica conocida. La turbina eólica comprende una torre 11, una góndola 12 montada encima de la torre, un buje 13, al menos dos palas de turbina eólica 14 dispuestas en el buje, una caja de engranajes 15, un generador 16 y un eje principal 17 adaptado para transferir un movimiento de rotación a baja velocidad del buje a un movimiento de rotación a alta velocidad de un eje de entrada del generador 16 mediante la caja de engranajes 15. El buje tiene normalmente tres palas 14 unidas al buje. El par motor que va a transferirse es un resultado de una fuerza proporcionada por el viento a las palas 14 y mediante el eje principal 17. El eje de salida 18, que concuerda con el eje 3 en la figura 1, de la caja de engranajes 15 se conecta al eje de entrada del generador 16 mediante una junta de eje aislada 1 (no mostrada en la figura 4). El elemento rotatorio 2 se conecta a la superficie de contacto del generador 16. La funcionalidad de la junta de eje aislada es impedir una corriente eléctrica a través del generador y las partes giratorias de una caja de engranajes, y garantizar una alta transmisión de par motor desde el eje de salida de la caja de engranajes a la conexión de superficie de contacto al generador.

45 La figura 6 muestra esquemáticamente una realización de la presente invención, en la que los elementos aislantes están en forma de rodillos 19, preferiblemente rodillos de cerámica. Aunque se ha descrito la presente invención en relación con las realizaciones especificadas, no debe interpretarse que está limitada de ninguna manera a los ejemplos presentados. El alcance de la presente invención se expone por el juego de reivindicaciones adjunto. En el contexto de las reivindicaciones, los términos "que comprende" o "comprende" no excluyen otros posibles elementos o etapas. Además, no debe interpretarse que la mención de referencias tales como "un" o "una", etc. excluye una pluralidad. Tampoco debe interpretarse que el uso de signos de referencia en las reivindicaciones con respecto a elementos indicados en las figuras limita el alcance de la invención.

## Referencias

- 55 1. Junta de eje aislada  
2. Elemento rotatorio

- 3. Eje
- 4. Primeras ranuras
- 5. Elementos aislantes
- 6. Jaula aislante
- 5 7. Abertura pasante
- 8. Segundas ranuras
- 9. Esferas
- 10. Turbina eólica
- 11. Torre
- 10 12. Góndola
- 13. Buje
- 14. Pala de turbina eólica
- 15. Caja de engranajes
- 16. Generador
- 15 17. Eje principal
- 18. Eje de salida
- 19. Rodillo

**REIVINDICACIONES**

1. Una junta de eje aislada (1) que comprende un elemento rotatorio (2) y un eje (3), aislando eléctricamente dicha junta de eje aislada (1) dicho elemento rotatorio (2) con respecto a una sección de extremo de dicho eje (3) a la que se conecta el elemento rotatorio (2), comprendiendo la junta de eje aislada (1)
  - 5 - una pluralidad de primeras ranuras (4) dispuestas en una superficie exterior de la sección de extremo del eje (3) y que se extienden en una dirección axial del eje (3), y
  - una pluralidad de elementos eléctricamente aislantes (5),
 caracterizada porque
  - 10 una jaula eléctricamente aislante anular (6) está dispuesta de manera circunferencial alrededor de la pluralidad de primeras ranuras (4), comprendiendo la jaula aislante (6) una o más aberturas pasantes (7) dispuestas de manera circunferencial, estando conformadas y dimensionadas las aberturas pasantes (7) de modo que están adaptadas para rodear y guiar los elementos aislantes (5)
 en la que
  - 15 - el elemento rotatorio (2) está dispuesto de manera circunferencial alrededor de la jaula eléctricamente aislante anular (6), comprendiendo el elemento rotatorio (2) una pluralidad de segundas ranuras (8) dispuestas en una superficie interior del elemento rotatorio (2) y que se extienden en una dirección axial del eje (3),
  - 20 - las aberturas pasantes (7) en la jaula aislante (6) están dispuestas alineadas con la pluralidad de primeras ranuras (4) y la pluralidad de segundas ranuras (8), y
  - los elementos aislantes (5) están dispuestos en las aberturas pasantes (7) de la jaula aislante (6) y en las ranuras primeras (4) y segundas (8), para adaptarse para transferir par motor desde el eje (3) al elemento rotatorio (2) mediante los elementos aislantes (5).
- 25 2. Una junta de eje aislada (1) según la reivindicación 1, en la que los elementos aislantes (5) y las aberturas pasantes (7) están dispuestos en una o más filas.
3. Una junta de eje aislada (1) según la reivindicación 2, que comprende dos o más, tal como tres o más, filas de elementos eléctricamente aislantes (5).
4. Una junta de eje aislada (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en la que las ranuras primeras (4) y segundas (8) tienen, cada una, una sección transversal semicircular.
- 30 5. Una junta de eje aislada (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que las ranuras primeras (4) y segundas (8) están distribuidas de manera uniforme en la circunferencia.
6. Una junta de eje aislada (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que los elementos eléctricamente aislantes (5) están en forma de rodillos (19), tales como rodillos de cerámica.
- 35 7. Una junta de eje aislada (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en la que los elementos eléctricamente aislantes (5) están en forma de esferas (9), tal como esferas de cerámica.
8. Una junta de eje aislada (1) según la reivindicación 7, en la que las esferas de cerámica están compuestas por nitruro de silicio y tienen una dureza de menos de 3000 Vickers, tal como menos de 2000 Vickers, preferiblemente alrededor de 1550 Vickers.
- 40 9. Una junta de eje aislada (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la jaula aislante (6) está compuesta por o comprende plástico.
10. Una junta de eje aislada (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la junta de eje aislada (1) está dispuesta entre una caja de engranajes y un generador.
11. Una junta de eje aislada (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el eje (3) es un eje dispuesto en una turbina eólica.
- 45 12. Una turbina eólica (10) que comprende:
  - una torre (11), una góndola (12) montada encima de la torre, un buje (13), al menos dos palas de turbina eólica (14) dispuestas en el buje, una caja de engranajes (15), un generador (16), y
  - un eje principal (17) adaptado para transferir un movimiento de rotación a baja velocidad del buje a un

movimiento de rotación a alta velocidad de un eje de entrada del generador (16) mediante la caja de engranajes (15)

en la que un eje de salida (18) de la caja de engranajes (15) se conecta al eje de entrada del generador (16) mediante una junta de eje aislada (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

- 5 13. Un método para aislar eléctricamente una sección de extremo de un eje con respecto a un elemento rotatorio, utilizando el método una junta de eje aislada (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1-11.

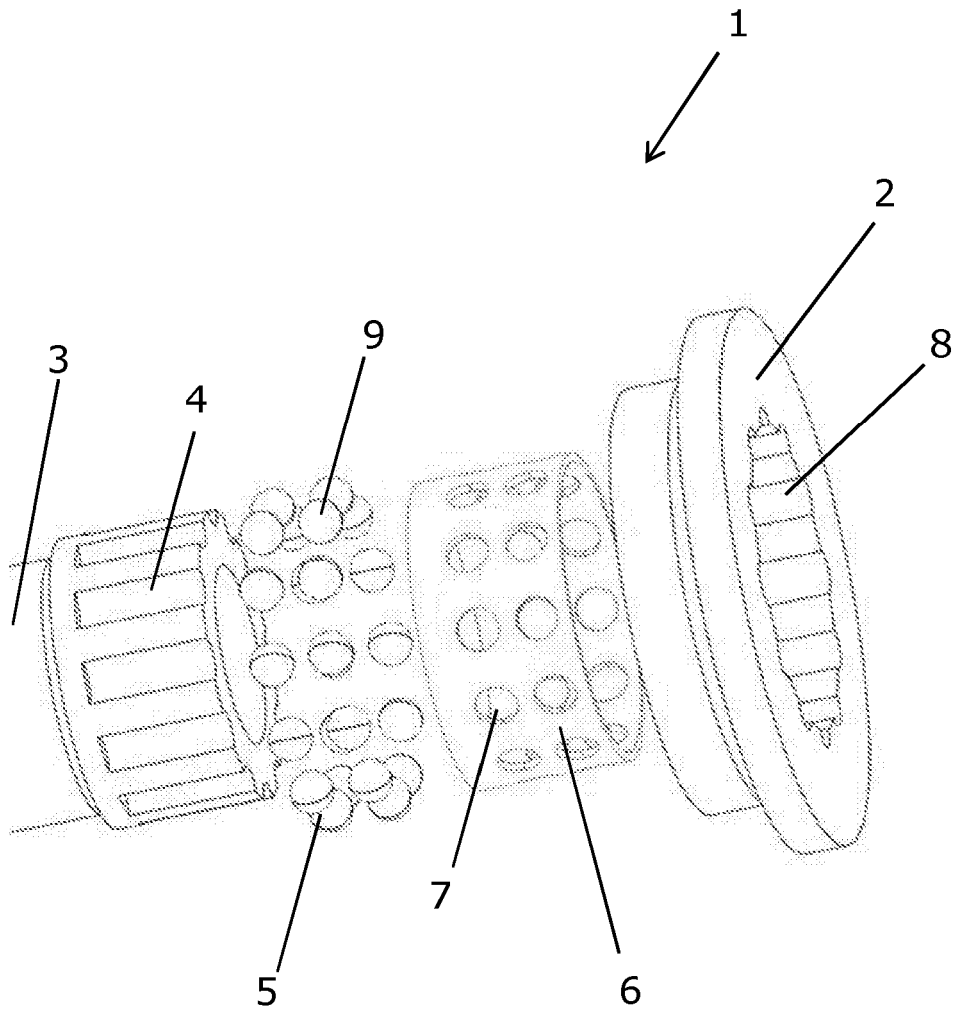


Fig. 1

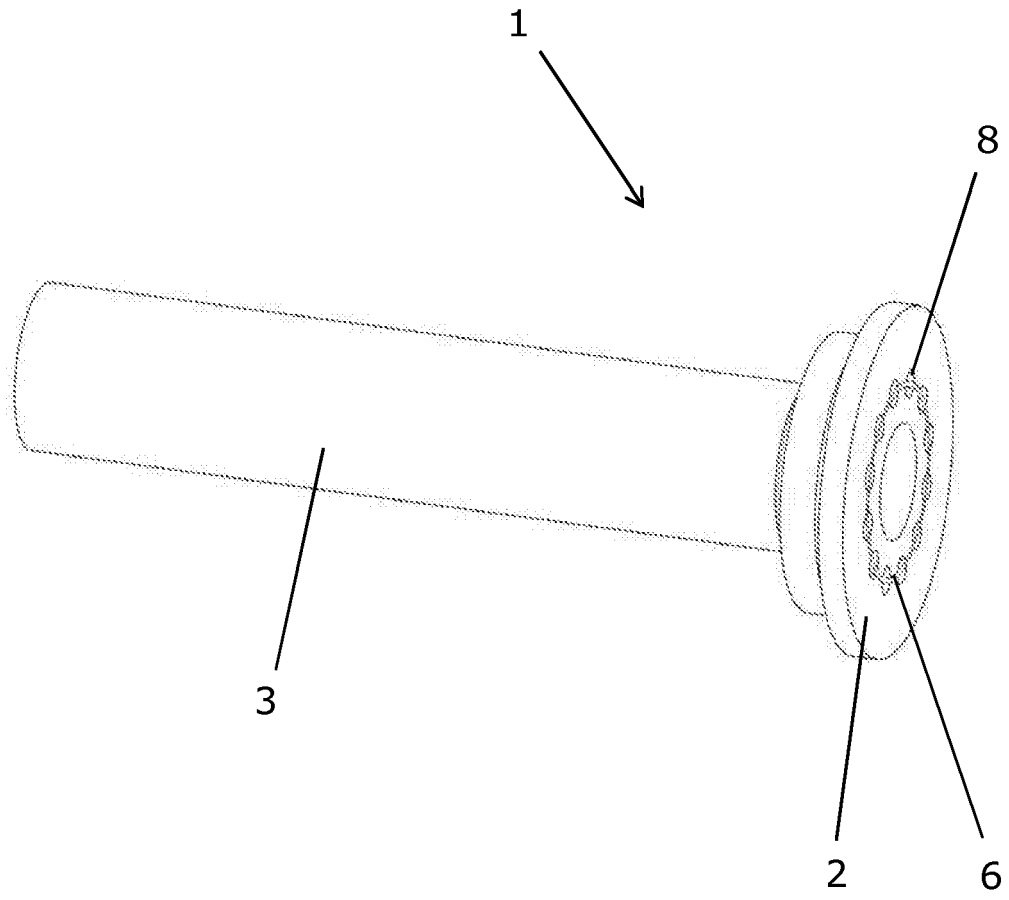


Fig. 2

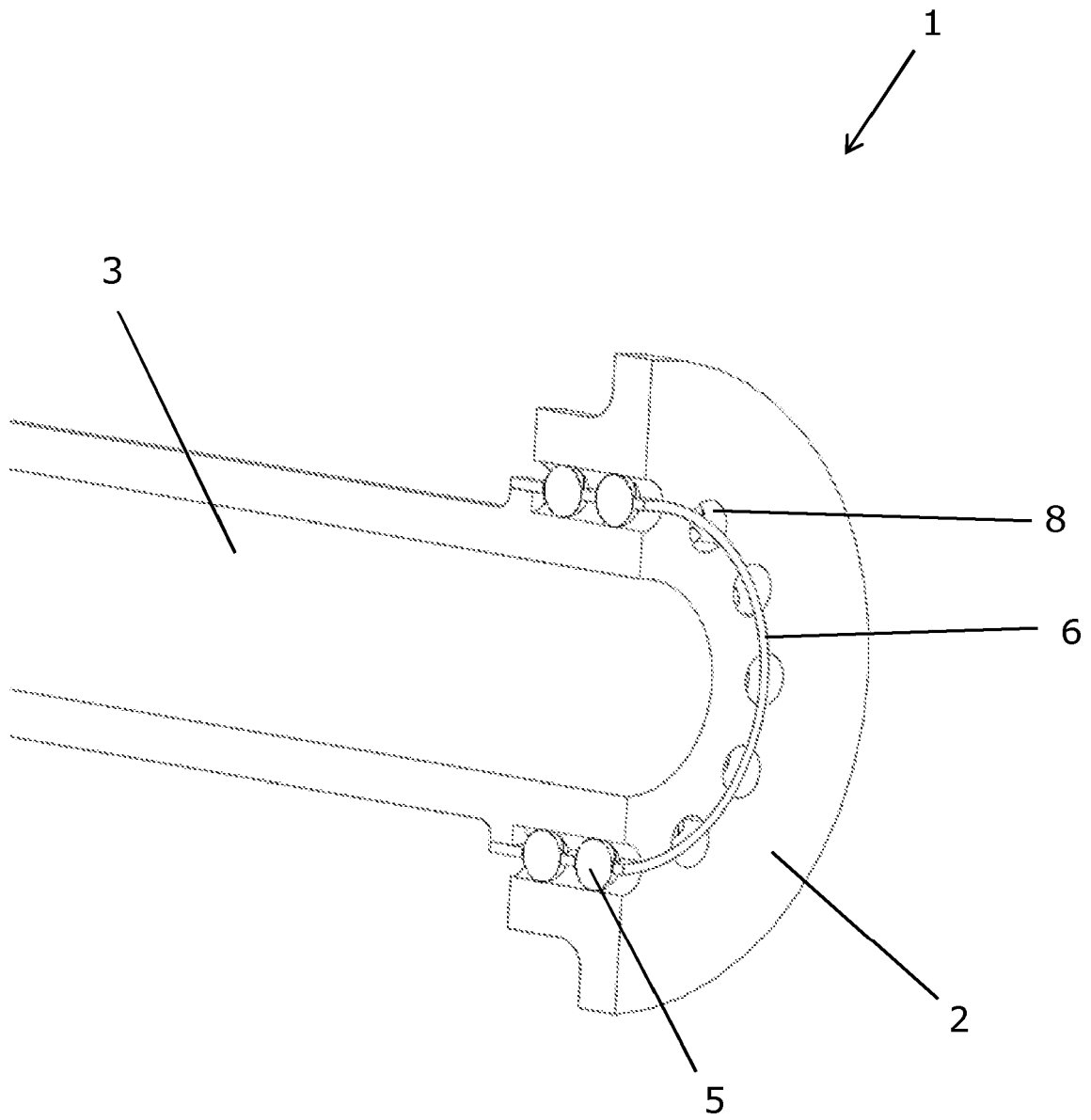


Fig. 3

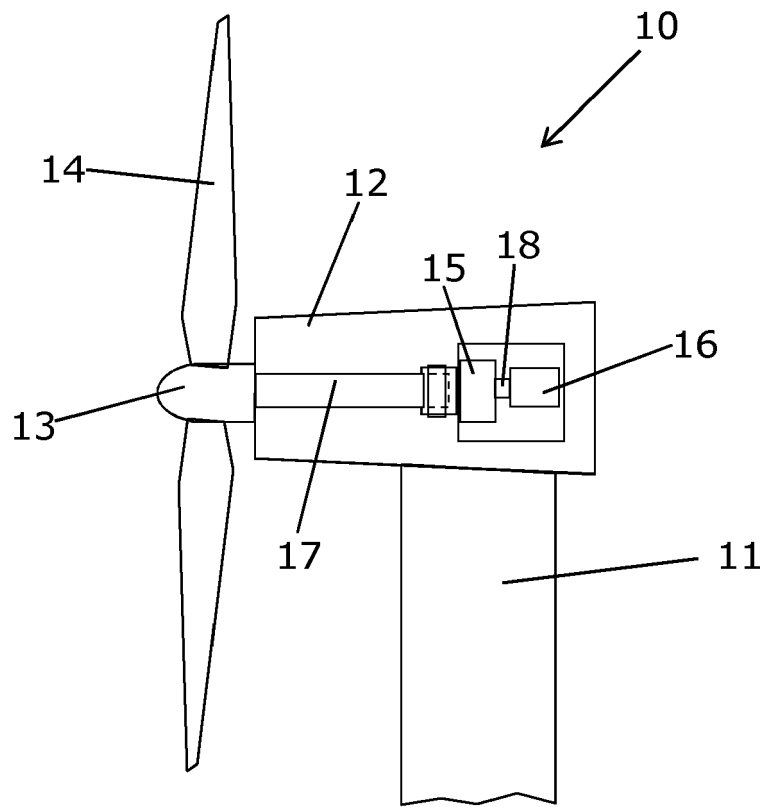


Fig. 4

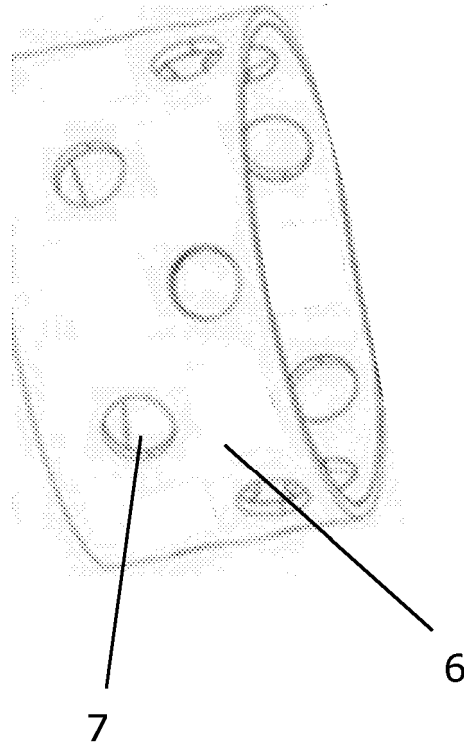


Fig. 5

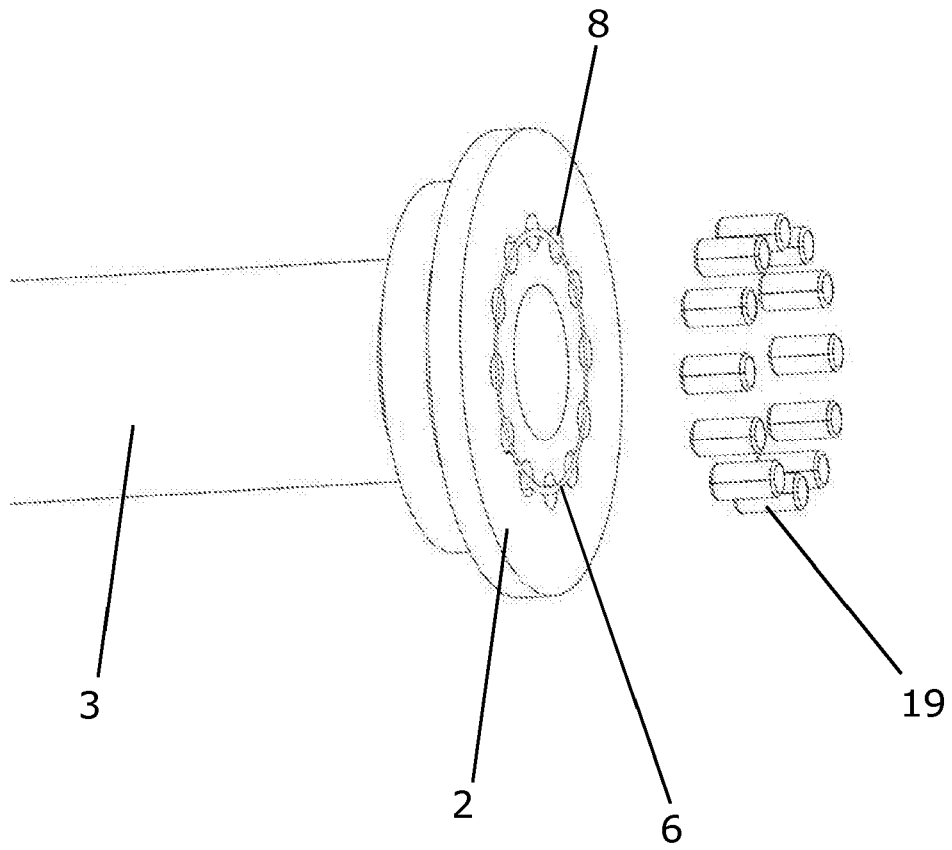


Fig. 6