(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 808 929**

(51) Int. CI.:

F03D 1/06 (2006.01)
F03D 13/10 (2006.01)
F03D 80/00 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.12.2017 E 17205064 (3)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.06.2020 EP 3492734**

(54) Título: **Turbina eólica y procedimiento para montar una turbina eólica**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
02.03.2021

(73) Titular/es:

SIEMENS GAMESA RENEWABLE ENERGY A/S (100.0%)
Borupvej 16
7330 Brande, DK

(72) Inventor/es:

BACH, PEDER;
BEDNAREK, JAKUB;
DEOKAR, PRASHANT TUKARAM;
LAURSEN, CHRISTIAN y
NIELSEN, KIM GADE

(74) Agente/Representante:

LOZANO GANDIA, José

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

Turbina eólica y procedimiento para montar una turbina eólica

La presente invención se refiere a una turbina eólica y a un procedimiento para montar la turbina eólica.

Las palas de rotor de las turbinas eólicas modernas están construidas con plásticos reforzados con fibra. Una pala de rotor comprende típicamente un perfil aerodinámico que tiene un borde delantero redondeado y un borde trasero afilado. La pala de rotor está conectada con su encastre de pala a un buje de la turbina eólica. La pala de rotor está conectada al buje por medio de un cojinete de paso que permite un movimiento de paso de la pala de rotor. El cojinete de paso normalmente es un cojinete de elemento rodante. Una pala de rotor más larga experimenta más fuerzas del viento que interactúa con la pala de rotor. Las fuerzas se transfieren sobre el cojinete de paso de la pala de rotor al buje.

Cuando se monta una turbina eólica, en particular conectando la pala al buje, por ejemplo, un escenario es que los pernos o pasadores guía necesitan penetrar orificios que, por ejemplo, tienen solo unos pocos milímetros (mm) de espacio libre. Dicha operación puede ser difícil ya que, por ejemplo, se realiza en el sitio en alturas de, por ejemplo, 50 a 150 metros (m). Dichas operaciones pueden ser más difíciles debido a los movimientos que inevitablemente estarán presentes en las alturas respectivas. Estos movimientos pueden tener una magnitud de entre 50 y 500 mm.

El documento WO2013027048 divulga un aparato de alineación para alinear un primer componente que tiene un reborde interno en un extremo con un segundo componente correspondiente, que comprende: una parte de soporte, al menos una parte de unión para montar la parte de soporte dentro del primer componente y un miembro guía alargado.

Es un objetivo de la presente invención proporcionar una turbina eólica mejorada.

En consecuencia, se proporciona una turbina eólica. La turbina eólica comprende una primera porción, una segunda porción que es conectable, en particular está conectada, a la primera porción, y un elemento de resorte que está conectado a la primera porción y que sobresale de ella, en la que el elemento de resorte está configurado para guiar a la segunda porción hacia la primera porción, y en la que el elemento de resorte está configurado para deformarse mientras la segunda porción se guía hacia la primera porción.

Las ventajas de la turbina eólica son las siguientes. Las operaciones de montaje se simplifican ya que se proporciona un sistema de guiado elástico que reduce los movimientos entre las porciones que se van a conectar. En particular, se puede reducir la duración de las operaciones de montaje. Por tanto, los costes también pueden reducirse. Además, se pueden evitar las pilas entre la primera porción y la segunda porción ya que se proporciona una conexión elástica temprana entre la primera y la segunda porción que evita movimientos relativos impulsivos entre la primera y la segunda porción.

El elemento de resorte está configurado para guiar la segunda porción hacia la primera porción mientras que la segunda porción se mueve hacia la primera porción para su conexión. Preferentemente, el elemento de resorte está configurado para deformarse simplemente elásticamente mientras la segunda porción se guía hacia la primera porción. El elemento de resorte interactúa, por ejemplo, con una superficie interna de un alojamiento o de una carcasa externa de la segunda porción durante un movimiento de guiado.

En particular, la segunda porción tiene una dirección de ajuste hacia la primera porción, en la que el elemento de resorte se deforma o dobla esencialmente perpendicular a la dirección de ajuste mientras que la segunda porción se guía hacia la primera porción.

Preferentemente, en el estado conectado de la primera y la segunda porción, el elemento de resorte sobresale en un espacio interno de la segunda porción. En particular, en el estado conectado de la primera y la segunda porción, el elemento de resorte está pretensado elásticamente, por ejemplo, perpendicular a la dirección de ajuste y/o, por ejemplo, a una dirección radial.

En la actualidad, "turbina eólica" se refiere a un aparato que convierte la energía cinética del viento en energía rotacional, que el aparato puede convertir nuevamente en energía eléctrica. De acuerdo con un modo de realización, el elemento de resorte sobresale al menos 0,5 m, 1 m, 2 m o 3 m de la primera porción.

Esto tiene la ventaja de que el ajuste del elemento de resorte en el espacio interno de la segunda porción se puede realizar a una distancia respectiva entre la primera y la segunda porción. Adicionalmente o de forma alternativa, el elemento de resorte puede sobresalir al menos 0,5 m, 1 m, 2 m o 3 m desde una interfaz de conexión a la primera porción. Dicha interfaz de conexión, por ejemplo, se puede proporcionar en un reborde de la primera porción.

De acuerdo con otro modo de realización adicional, la primera porción tiene una masa de al menos 1 tonelada, 5 toneladas, 10 toneladas, 50 toneladas, 100 toneladas o 1500 toneladas y/o la segunda porción tiene una masa de al

menos 1 tonelada, 5 toneladas, 10 toneladas, 50 toneladas, 100 toneladas o 1500 toneladas.

Esto tiene la ventaja de que porciones pesadas pueden conectarse fácilmente y con un gasto de tiempo reducido. En particular, la masa de la primera porción puede estar entre 10 y 1500 toneladas y/o la masa de la segunda porción puede estar entre 10 y 1500 toneladas.

De acuerdo con otro modo de realización, el elemento de resorte está hecho de metal, en particular de acero o aluminio, o material plástico, en particular caucho.

En particular, el acero puede ser un acero de resorte. Esto tiene la ventaja de que se puede proporcionar suficiente elasticidad y que se puede evitar un comportamiento rígido que puede causar un fallo frágil.

De acuerdo con otro modo de realización, la turbina eólica comprende elementos de guiado rígido conectados a la primera porción o a la segunda porción y que sobresalen de la misma.

Esto tiene la ventaja de que adicionalmente se puede ejecutar un guiado rígido de la segunda porción. En particular, los elementos de guiado rígido son pasadores o pernos guía. Preferentemente, se proporcionan orificios correspondientes a los elementos de guiado rígido en la primera porción o en la segunda porción.

De acuerdo con otro modo de realización, los elementos de guiado rígido sobresalen menos de 0,5 m, 0,25 m, 0,15 m o 0,1 m desde la primera porción o la segunda porción.

Esto tiene la ventaja de que en una primera etapa la segunda porción se guía hacia la primera porción por medio de una guía elástica (elemento de resorte) que tiene un largo alcance y en una segunda etapa la segunda porción se guía hacia la primera porción adicionalmente o simplemente por medio de un guiado rígido (elementos de guiado rígido y orificios correspondientes) que tienen un alcance corto. Por tanto, es posible una conexión precisa de la primera porción y la segunda porción.

De acuerdo con un modo de realización adicional, la turbina eólica comprende un elemento de resorte adicional que está conectado a la primera porción y que sobresale del mismo, en el que el elemento de resorte adicional está configurado para guiar la segunda porción hacia la primera porción y está configurado para deformarse mientras la segunda porción se guía hacia la primera porción.

Esto tiene la ventaja de que se puede ejecutar un movimiento de guiado bien definido de la segunda porción con respecto a la primera porción. Preferentemente, el elemento de resorte es un primer elemento de resorte y el elemento de resorte adicional es un segundo elemento de resorte. En particular, se proporcionan tres, cuatro o cinco elementos de resorte, preferentemente idénticos. Los elementos de resorte pueden ser idénticos.

De acuerdo con otro modo de realización, la primera porción es un buje y la segunda porción es una pala.

Esto tiene la ventaja de que se puede mejorar el proceso de montaje de la pala en el buje.

De acuerdo con otro modo de realización, la primera porción es una sección de torre, una sección de góndola, un generador, una sección de buje o una sección de pala y la segunda porción es una sección de torre, una sección de góndola, un generador, una sección de buje o una sección de pala.

De acuerdo con la invención, el elemento de resorte comprende una primera porción de resorte y una segunda porción de resorte, en el que un ángulo entre la primera porción de resorte y la segunda porción de resorte está entre 100 ° y 170 °, 110 ° y 160 °, 120 ° y 150 ° o 130 ° y 140 °.

Por tanto, se facilita la flexión elástica entre la primera porción de resorte y la segunda porción de resorte. Preferentemente, el elemento de resorte adicional es idéntico al elemento de resorte. En particular, el elemento de resorte y el elemento de resorte adicional están dispuestos opuestos entre sí, en los que la primera porción de resorte del elemento de resorte y una primera porción de resorte del elemento de resorte adicional están dobladas una hacia la otra de modo que se proporciona una guía cónica.

De acuerdo con otro modo de realización, el elemento de resorte comprende una porción de conexión que está dispuesta entre la primera porción de resorte y la segunda porción de resorte y que conecta la primera porción de resorte a la segunda porción de resorte, en el que la porción de conexión contacta con la segunda porción.

En particular, la porción de conexión puede ser una porción torcida o una porción de esquina del elemento de resorte, en la que las primera y segunda porciones de resorte pueden proporcionarse como porciones de viga recta.

Además, se proporciona un procedimiento para montar una turbina eólica, en particular dicha pala de turbina eólica. El procedimiento comprende los pasos: a) proporcionar una primera porción, una segunda porción y un elemento de resorte que está conectado a la primera porción y que sobresale de ella, b) guiar la segunda porción hacia la primera

porción por medio del elemento de resorte, en las que el elemento de resorte se deforma mientras se guía la segunda porción hacia la primera porción, y c) conectar la segunda porción a la primera porción.

Los modos de realización y las características descritos con referencia al aparato de la presente invención se aplican *mutatis mutandis* al procedimiento de la presente invención.

Otras posibles implementaciones o soluciones alternativas de la invención también abarcan combinaciones - que no se mencionan explícitamente en el presente documento - de características descritas anteriormente o más adelante con respecto a los modos de realización. El experto en la técnica también puede añadir aspectos y características individuales o aislados a la forma más básica de la invención.

Otros modos de realización, características y ventajas de la presente invención se harán evidentes a partir de la descripción posterior y las reivindicaciones dependientes, tomadas junto con los dibujos adjuntos, en las cuales:

la Fig. 1 ilustra una vista en perspectiva de una turbina eólica de acuerdo con un modo de realización;

la Fig. 2 muestra una vista en perspectiva de una pala de turbina eólica de la turbina eólica de acuerdo con la Fig. 1;

la Fig. 3 muestra una vista parcial en perspectiva de un rotor de la turbina eólica de acuerdo con la Fig. 1;

la Fig. 4 muestra una vista en sección transversal IV - IV de la Fig. 1;

la Fig. 5 muestra una vista lateral de un elemento de resorte de la turbina eólica de acuerdo con la Fig. 1;

la Fig. 6 muestra una vista en sección transversal VI-VI de la Fig. 5; y

la Fig. 7 muestra un diagrama de bloques esquemático de un procedimiento para montar una turbina eólica.

En las Figuras, los números de referencia similares designan elementos similares o funcionalmente equivalentes, a menos que se indique lo contrario.

La Fig. 1 muestra una turbina eólica 1. La turbina eólica 1 comprende un rotor 2 conectado a un generador (no mostrado) dispuesto dentro de una góndola 3. La góndola 3 está dispuesta en el extremo superior de una torre 4 de la turbina eólica 1. La torre 4 puede comprender una primera sección de torre 9 y una segunda sección de torre 10 que está conectada a la primera sección de torre 9.

El rotor 2 comprende tres palas de rotor 5. Las palas de rotor 5 están conectadas a un buje 6 de la turbina eólica 1. Los rotores 2 de este tipo pueden tener diámetros que varíen, por ejemplo, de 30 a 200 metros o incluso más. Las palas de rotor 5 están sometidas a fuertes cargas de viento. Al mismo tiempo, las palas de rotor 5 deben ser ligeras. Por estas razones, las palas de rotor 5 en las turbinas eólicas 1 modernas están fabricadas con materiales compuestos reforzados con fibra. En este caso, las fibras de vidrio en general se prefieren a las fibras de carbono por razones de coste. A menudo, se usan fibras de vidrio en forma de esteras de fibra unidireccionales.

La Fig. 2 muestra una pala de rotor 5. La pala de rotor 5 comprende una porción diseñada de forma aerodinámica 7 que está conformada para una explotación óptima de la energía eólica y un encastre de pala 8 para conectar la pala de rotor 5 al buje 6.

La Fig. 3 muestra una vista parcial en perspectiva del rotor 2 de la turbina eólica 1. Por consiguiente, se proporciona una primera porción y una segunda porción que es conectable a la primera porción. La primera porción puede tener una masa de al menos 1 tonelada, 5 toneladas, 10 toneladas, 50 toneladas, 100 toneladas o 1500 toneladas. La segunda porción puede tener una masa de al menos 1 tonelada, 5 toneladas, 10 toneladas, 50 toneladas, 100 toneladas o 1500 toneladas.

En este caso, la primera porción es el buje 6 y la segunda porción es la pala 5. Además, se proporcionan un elemento de resorte 11 y un elemento de resorte adicional 12 que están conectados al buje 6. Los elementos de resorte 11, 12 sobresalen del buje 6, en el que los elementos de resorte 11, 12 están configurados para guiar la pala 5 hacia el buje 6, y en el que los elementos de resorte 11, 12 están configurados para deformarse mientras la pala 5 se guía hacia el centro 6.

Los elementos de resorte 11, 12 pueden estar hechos de metal, en particular acero o aluminio, o material plástico, en particular caucho. Además, la turbina eólica 1 comprende elementos de guiado rígido 13 conectados al encastre de pala 8 y sobresaliendo de la misma. En particular, los elementos de guiado rígido 13 son pasadores o pernos guía. Los elementos de guiado rígido 13 sobresalen menos de 0,5 m, 0,25 m, 0,15 m o 0,1 m del encastre de pala 8. El buje 6 comprende orificios (no mostrados) correspondientes a los elementos de guiado 13. Los orificios y los elementos de guiado 13 están configurados para formar una conexión de ajuste de forma.

Cuando la pala 5 se mueve hacia el buje 6 en una dirección de ajuste X durante un proceso de montaje, primero los elementos de resorte 11, 12 se acoplan en un espacio interno 14 del encastre de pala 8 que está rodeado por una superficie interna 15 del encastre de pala 8. Entonces, la pala 5 puede guiarse hacia el buje 6 en la dirección de ajuste X por medio de los elementos de resorte 11, 12. Durante el guiado de la pala 5, los elementos de resorte 11, 12 se deforman y/o se doblan en una dirección radialmente interna R que es perpendicular a la dirección de ajuste X.

De forma alternativa, la primera porción puede ser una sección de torre 9, 10, una sección de góndola, un generador, una sección de buje o una sección de pala 8 y la segunda porción puede ser una sección de torre 9, 10, una sección de góndola, un generador, una sección de buje o una sección de pala 8.

La Fig. 4 muestra una vista en sección transversal IV - IV de la Fig. 1. Los elementos de resorte 11, 12 están conectados, en particular por medio de pernos, a un reborde 16 del buje 6. Los elementos de resorte 11, 12 sobresalen en una longitud L1 del buje 6. La longitud L1 puede ser de al menos 0,2, 0,3, 0,4, 0,5 m, 1 m, 2 m o 3 m. Los elementos de resorte 11, 12 sobresalen más del reborde 16 en una longitud L2. La longitud L2 puede ser de al menos 0,5 m, 1 m, 2 m, 3 m o 4 m.

La pala 5 comprende además un alojamiento o una carcasa externa 17 que tiene la superficie interna 15. Los elementos de resorte 11, 12 se empujan a una dirección R radialmente interna R respectiva por la superficie interna 15 y están pretensados contra la dirección radialmente interna R respectiva. Una distancia A entre el primer y el segundo elemento de resorte 11, 12 que parten de los extremos 18, 19 de los elementos de resorte 11, 12 aumenta en la dirección de ajuste X. Por tanto, se facilita el ajuste de los elementos de resorte 11, 12 en el espacio interno 14 y la eficacia del guiado aumenta en la dirección de ajuste X.

La Fig. 5 muestra una vista lateral parcial del detalle de la Fig. 11. El elemento de resorte 11 comprende una primera porción de resorte 20 y una segunda porción de resorte 21. Un ángulo α entre la primera porción de resorte 20 y la segunda porción de resorte 21 está entre 100 ° y 170 °, 110 ° y 160 °, 120 ° y 150 ° o 130 ° y 140 °.

Además, el elemento de resorte 11 comprende una porción de conexión 22 que está dispuesta entre la primera porción de resorte 20 y la segunda porción de resorte 21 y que conecta la primera porción de resorte 20 a la segunda porción de resorte 21. La porción de conexión 22 contacta, por ejemplo, con la superficie interna 15 (véase la Fig. 4).

La porción de conexión 22 puede ser una porción torcida o una porción de esquina del elemento de resorte 11. Las primera y segunda porciones de resorte 21, 22 pueden proporcionarse como porciones de viga recta. Además, se proporciona una porción de reborde 24 para conectarse al reborde 16 (véase la Fig. 4). Las porciones 20, 21, 22, 24 pueden proporcionarse como un elemento de pieza.

La Fig. 6 muestra una vista en sección transversal VI - VI del elemento de resorte 11, en particular de la primera porción de resorte 20. Una sección transversal 23 del elemento de resorte 11 puede tener una forma esencialmente rectangular. Una longitud B1 de la sección transversal 23 puede ser menor que un ancho B2 de la sección transversal 23. El ancho B2 puede ser inferior al 75 %, 50 % o 25 % de la longitud B1. Por tanto, la flexión del elemento de resorte 11 alrededor del ancho B2 ejerce fuerzas relativamente pequeñas de modo que se facilita la deformación.

Se entiende que todas las características mencionadas con respecto al primer elemento de resorte 11 también pueden proporcionarse con respecto al segundo elemento de resorte 12.

La Fig. 7 muestra un diagrama de bloques esquemático de un procedimiento para montar la turbina eólica 1.

En una etapa S1, se proporciona una primera porción, una segunda porción y un elemento de resorte 11, 12 que está conectado a la primera porción y que sobresale de la misma. En una etapa S2, la segunda porción se guía hacia la primera porción por medio del elemento de resorte 11, 12, en el que el elemento de resorte 11, 12 se deforma mientras se guía la segunda porción hacia la primera porción.

La etapa S2 comprende preferentemente un primer paso de guiar la segunda porción hacia la primera porción por medio de una guía elástica (elemento de resorte 11, 12) que tiene un largo alcance y un segundo paso de guiar la segunda porción hacia la primera porción adicionalmente o simplemente por medio de un guiado rígido (elementos de guiado rígido y orificios correspondientes) que tienen un alcance corto.

En una etapa S3, la segunda porción se conecta y se fija a la primera porción.

Aunque la presente invención se ha descrito de acuerdo con los modos de realización preferentes, es obvio para los expertos en la técnica que esas modificaciones son posibles en todos los modos de realización. El alcance de protección está definido por las reivindicaciones de la patente.

Se entiende que todas las características explicadas para la turbina eólica 1 con respecto a de la Fig. 1 a la Fig. 6 también se proporcionan para el procedimiento de la Fig. 7.

REIVINDICACIONES

1. Una turbina eólica (1), que comprende

una primera porción (6, 9),

una segunda porción (5, 10) que se puede conectar a la primera porción (6, 9), y

un elemento de resorte (11) que está conectado a la primera porción (6, 9) y que sobresale de la misma, en la que el elemento de resorte (11) está configurado para guiar la segunda porción (5, 10) hacia la primera porción (6, 9) y en la que el elemento de resorte (11) está configurado para deformarse mientras la segunda porción (5, 10) se guía hacia la primera porción (6, 9) caracterizada por que el elemento de resorte (11) comprende una primera porción de resorte (20) y una segunda porción de resorte (21), en la que un ángulo (α) entre la primera porción de resorte (20) y la segunda porción de resorte (21) está entre 100 ° y 170 °, 110 ° y 160 °, 120 ° y 150 ° o 130 ° y 140 °.

2. La turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 1,

en la que el elemento de resorte (11) sobresale al menos 0,5 m, 1 m, 2 m o 3 m de la primera porción (6, 9).

3. La turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 1 o 2,

en la que la primera porción (6, 9) tiene una masa de al menos 1 tonelada, 5 toneladas, 10 toneladas, 50 toneladas, 100 toneladas o 1500 toneladas y/o la segunda porción (5, 10) tiene una masa de al menos 1 ton, 5 toneladas, 10 toneladas, 50 toneladas, 100 toneladas o 1500 toneladas.

4. La turbina eólica de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 - 3,

en la que el elemento de resorte (11) está hecho de metal, en particular acero o aluminio, o material plástico, en particular caucho.

5. La turbina eólica de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 - 4,

que comprende además elementos de guiado rígido (13) conectados a la primera porción (6, 9) o a la segunda porción (5, 10) y que sobresalen de la misma.

6. La turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 5,

en la que los elementos de guiado rígido (13) sobresalen menos de 0,5 m, 0,25 m, 0,15 m o 0,1 m de la primera porción (6, 9) o la segunda porción (5, 10).

7. La turbina eólica de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 - 6,

que comprende además un elemento de resorte adicional (12) que está conectado a la primera porción (6, 9) y que sobresale de la misma, en el que el elemento de resorte adicional (12) está configurado para guiar la segunda porción (5, 10) hacia la primera porción (6, 9) y está configurado para deformarse mientras la segunda porción (5, 10) se guía hacia la primera porción (6, 9).

8. La turbina eólica de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 - 7,

en la que la primera porción es un buje (6) y la segunda porción es una pala (5).

9. La turbina eólica de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 - 7,

en la que la primera porción es una sección de torre (9), una sección de góndola, un generador, una sección de buje o una sección de pala (8) y la segunda porción es una sección de torre (10), una sección de góndola, un generador, una sección de buje o una sección de pala (8).

10. La turbina eólica de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 - 9,

en la que el elemento de resorte (11) comprende una porción de conexión (22) que está dispuesta entre la primera porción de resorte (20) y la segunda porción de resorte (21) y que conecta la primera porción de resorte (20) a la segunda porción de resorte (21), en la que la porción de conexión (22) contacta con la segunda porción (5, 10).

11. Un procedimiento para montar una turbina eólica (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 - 10, que comprende las etapas de:

a) proporcionar (S1) una primera porción (6, 9), una segunda porción (5, 10) y un elemento de resorte (11, 12) que está conectado a la primera porción (6, 9) y que sobresale de la misma,

b) guiar (S2) la segunda porción (5, 10) hacia la primera porción (6, 9) por medio del elemento de resorte (11, 12), en el que el elemento de resorte (11, 12) se deforma mientras se guía la segunda porción (5, 10) hacia la primera porción (6, 9), y

c) conectar (S3) la segunda porción (5, 10) a la primera porción (6, 9).

FIG 1

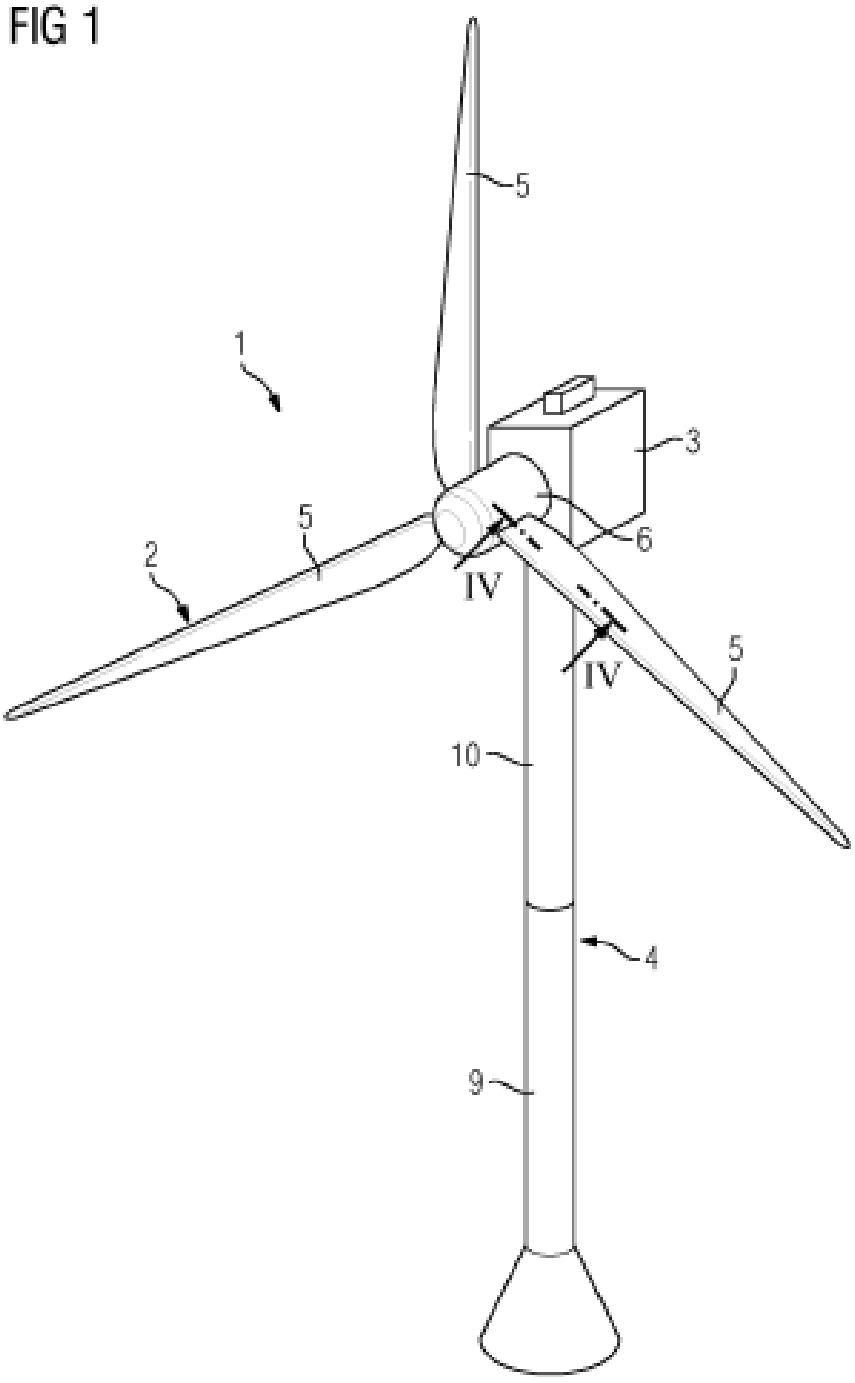

FIG 2

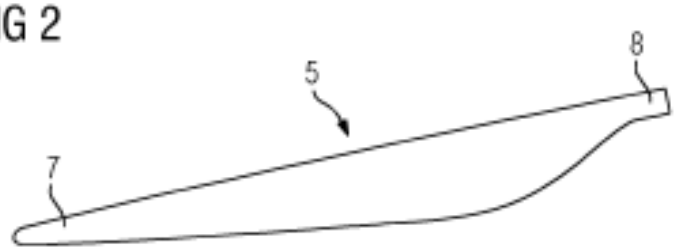

FIG 3

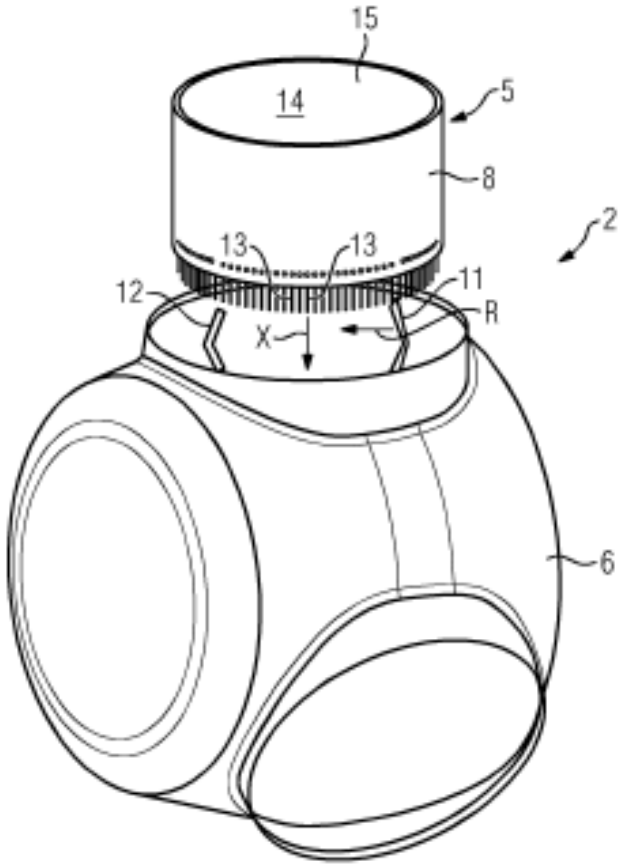

FIG 4

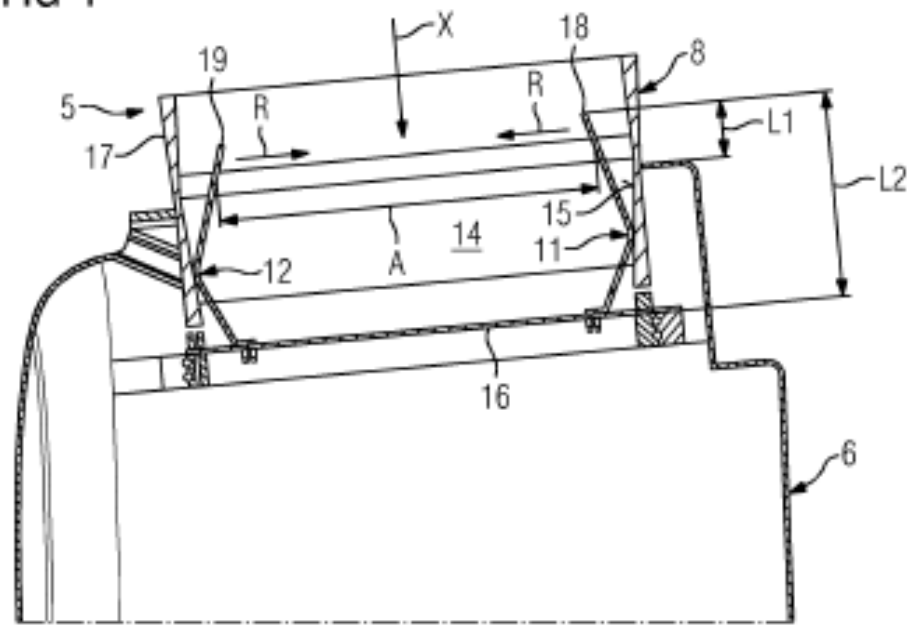

FIG 5

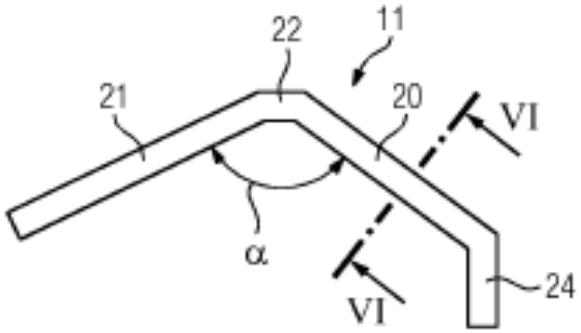

FIG 6

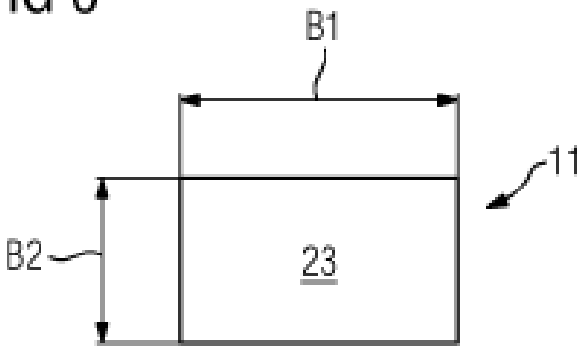
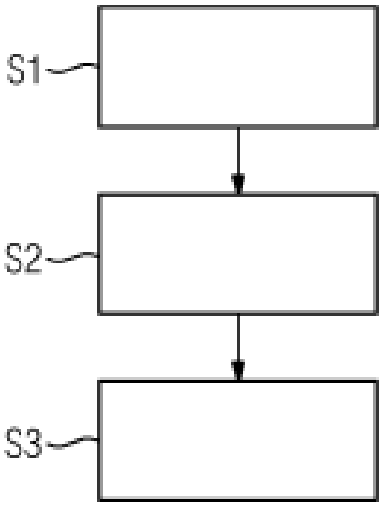
FIG 7