

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 743 577**

51 Int. Cl.:

F03D 1/06

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.11.2012 PCT/EP2012/073793**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.06.2013 WO13083451**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.11.2012 E 12791766 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.08.2019 EP 2788617**

54 Título: **Pala de rotor y dispositivo de conexión**

30 Prioridad:

08.12.2011 DE 102011088025

19.11.2012 DE 102012221117

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

19.02.2020

73 Titular/es:

WOBBEN PROPERTIES GMBH (100.0%)

Borsigstrasse 26

26607 Aurich, DE

72 Inventor/es:

KANNENBERG, JOHANNES y

HOFFMANN, ALEXANDER

74 Agente/Representante:

ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María

ES 2 743 577 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

Pala de rotor y dispositivo de conexión

5 La presente invención se refiere a una pala de rotor de un aerogenerador, en particular una pala de rotor que se divide esencialmente en dos partes. Además, la presente invención se refiere a un aerogenerador con una pala de rotor de esta clase.

10 Las palas de rotor de los aerogeneradores son ampliamente conocidas. La presente invención se refiere en particular a palas de rotor de un denominado aerogenerador de eje horizontal, es decir, un aerogenerador donde una o una pluralidad de palas de rotor conforman un rotor aerodinámico y rotan, de modo previsto, alrededor de un eje esencialmente horizontal que también puede estar levemente inclinado. Un aerogenerador de esta clase se representa también en la figura 1.

15 Además, actualmente los aerogeneradores modernos presentan diámetros de rotor cada vez más grandes y, por lo tanto, palas de rotor más prolongadas. Además, debido a las palas de rotor cada vez más grandes, cada vez existen más problemas para transportar las palas de rotor hasta el lugar de montaje.

20 Por ejemplo, del aerogenerador del tipo E126 del fabricante Enercon, se conoce el uso de una pala de rotor dividida en dos partes, entre otros, en la dirección del eje longitudinal de la pala de rotor, una pieza interior y una pieza exterior. En este caso, la pieza interior se fabrica de acero. En correspondencia, se obtiene una pala de rotor con un peso mayor, lo cual puede resultar una desventaja en diversos aspectos. El peso del rotor del aerogenerador se incrementa y, de esta manera, también el peso de la góndola del aerogenerador. Para poder soportar en la góndola los pesos incrementados del rotor, también allí pueden ser necesarias modificaciones que pueden ocasionar un
25 incremento adicional del peso de la góndola. Por otra parte, también resultan costosos el transporte y en particular la instalación de esta clase de piezas de pala de rotor de acero, y se requiere el uso de una grúa del tamaño correspondiente y diseñada para las cargas en cuestión.

30 La Oficina Alemana de Patentes y Marcas ha investigado en la solicitud de prioridad el siguiente estado de la técnica: DE 10 2006 014 742 B4, DE 199 62 989 B4, DE 10 2006 022 279 A1, DE 20 2011 101 634 U1, EP 1 798 412 A2 y EP 1 398 499 A1. Además, se hace referencia al documento EP 1 950 414 A2. El documento se refiere a una pala de rotor que se puede dividir para un aerogenerador, donde la pala de rotor es un ensamble conformado por dos secciones de pala de rotor 1T y 1R, dividido en el sentido longitudinal de la pala de rotor. La conexión comprende elementos de conexión metálicos. Además, el documento se refiere a una estructura pararrayos para la
35 pala de rotor. Un elemento de conexión se extiende en la superficie de la pala de rotor 1T y se encuentra conectado a un cable de la estructura pararrayos a través de otros elementos de conexión. El documento US 2009 0226320 A1 se refiere a una pala de rotor del estado de la técnica que se puede dividir.

40 Por lo tanto, el objetivo de la presente invención consiste en solucionar, al menos, uno de los problemas anteriormente mencionados. En particular, se desea obtener una pala de rotor lo más ligera posible y al mismo tiempo grande, que se pueda transportar de una manera relativamente simple. Al menos, se recomienda una solución alternativa.

Según la invención, se recomienda una pala de rotor según la reivindicación 1.

45 Una pala de rotor de esta clase, de un aerogenerador, se prevé para la fijación en un cubo de rotor y presenta un eje longitudinal de la pala de rotor. La pala de rotor comprende, al menos, una pieza interior de la pala de rotor y una pieza exterior de la pala de rotor. La pieza interior de la pala de rotor está orientada, de modo previsto, hacia el cubo de rotor y, además, se fija preferentemente de manera directa o indirecta en el cubo de rotor. La pieza exterior de la
50 pala de rotor se dispone opuesta al cubo de rotor, por lo tanto, está orientada hacia una punta de pala de rotor y también puede abarcar dicha punta. Por lo tanto, la pala de rotor está conformada por la pieza interior de la pala de rotor y la pieza exterior de la pala de rotor, esencialmente en el eje longitudinal de la pala de rotor. También se pueden prever otros elementos como una caja trasera de la pala de rotor que extiende la pala de rotor, en particular, en el área cercana al cubo. El hecho de que la pala de rotor esté conformada esencialmente por la pieza interior de
55 la pala de rotor y la pieza exterior de la pala de rotor, se debe entender, en particular, en el sentido de la extensión local a lo largo del eje longitudinal de la pala del rotor. La pala de rotor se extiende en particular desde el cubo de rotor hacia la punta de la pala de rotor, de manera que la pieza interior de pala de rotor se extiende desde el cubo de rotor hasta la pieza exterior de la pala de rotor, y de manera que la pieza exterior de la pala de rotor se extiende desde la pieza interior de la pala de rotor hacia la punta de la pala de rotor.

60 La pieza exterior de la pala de rotor y la pieza interior de la pala de rotor, en el área del elemento de anclaje, así como en el área del contraelemento, presentan respectivamente un área de anclaje con un grosor de material

incrementado de la carcasa de pala de rotor. En el área de anclaje, para cada dispositivo de conexión se prevé un orificio longitudinal que se extiende esencialmente de manera paralela al eje longitudinal de la pala de rotor o de manera paralela a la superficie de la pala de rotor. El orificio longitudinal en la pieza exterior de la pala de rotor se extiende desde una superficie de tope para colocar contra la pieza interior de la pala de rotor, hacia un orificio 5 transversal para alojar el elemento de anclaje, de manera que el perno de conexión se pueda extender desde la superficie de tope hasta el elemento de anclaje. El orificio longitudinal en la pieza interior de la pala de rotor se extiende desde una superficie de tope para colocar contra la pieza exterior de la pala de rotor, atravesando el área de anclaje por completo, para finalizar en un área interior de la pieza interior de la pala de rotor, en la cual el grosor de material es tan delgado que el orificio sale por completo del área de anclaje, de manera que el perno de conexión 10 se pueda extender desde la superficie de tope atravesando el área interior.

La pieza interior de la pala de rotor está conectada con la pieza exterior de la pala de rotor, a través de, al menos, un dispositivo de conexión. Preferentemente, se prevén varios dispositivos de conexión, en particular una pluralidad como, por ejemplo, 20 a 50 dispositivos de conexión o incluso más dispositivos de conexión. Cada uno de estos 15 dispositivos de conexión, aunque al menos uno de ellos, comprende, al menos, un elemento de anclaje anclado en la pieza exterior de la pala de rotor. Este elemento de anclaje se encuentra incorporado, en particular, en la pieza exterior de la pala de rotor. Se puede colocar directamente durante la fabricación de la pala de rotor o se puede anclar posteriormente en la pieza exterior de la pala de rotor, previendo los orificios correspondientes como, por ejemplo, perforaciones. 20

Además, el dispositivo de conexión comprende, al menos, un contraelemento anclado en la pieza interior de la pala de rotor. Este contraelemento puede estar incorporado en la pieza interior de la pala de rotor, de manera similar al elemento de anclaje en la pieza exterior de la pala de rotor, es decir, que se puede colocar durante la fabricación de la pieza interior de la pala de rotor o se puede colocar y anclar posteriormente en la pieza interior de la pala de rotor. 25

Además, se prevé un perno de conexión que se encuentra fijado en el elemento de anclaje y, de esta manera, se encuentra anclado sobre el elemento de anclaje y sobre la pieza exterior de la pala de rotor. A continuación, el perno de conexión se extiende desde el elemento de anclaje y, de esta manera, desde la pieza exterior de la pala de rotor hacia la pieza interior de la pala de rotor, y allí atraviesa el contraelemento. Preferentemente, el perno de conexión 30 no se encuentra fijado en el contraelemento. En particular, dicho contraelemento se puede desplazar esencialmente en el sentido longitudinal del perno de conexión, siempre que no se encuentre fijado mediante un elemento adicional como un elemento tensor. En particular, el contraelemento no presenta rosca interior.

Según una forma de realización, la pala de rotor se caracteriza porque la pieza interior de la pala de rotor y/o la pieza exterior de la pala de rotor están compuestas esencialmente por un material plástico reforzado con fibras. En particular, se recomienda un material plástico reforzado con fibras de vidrio o un material plástico reforzado con fibras de carbono, para una de ambas piezas o para ambas piezas. Además, la solución según la invención permite de una manera particularmente favorable, conectar entre sí dos piezas de pala de rotor compuestas por material plástico reforzado con fibras. El elemento de anclaje y/o el contraelemento se pueden incorporar esencialmente 40 durante la fabricación de un material plástico de esta clase, reforzado con fibras. En particular, rodeados de resina o de esterillas de fibra de vidrio o de fibra de carbono embebidas en material plástico.

Sin embargo, una opción preferida consiste en diseñar la pieza interior de la pala de rotor y/o la pieza exterior de la pala de rotor, en primer lugar, sin el elemento de anclaje o bien, el contraelemento, y colocar dichos elementos 45 posteriormente. Por lo tanto, el elemento de anclaje y el contraelemento se diseñan como elementos independientes que preferentemente no se fabrican de material plástico reforzado con fibras, sino en particular de metal. En este aspecto, la pieza interior de la pala de rotor y/o la pieza exterior de la pala de rotor no están compuestas en su totalidad por material plástico reforzado con fibras, porque comprenden, por ejemplo, elementos adicionales como también un elemento de anclaje o un contraelemento de esta clase, que no están compuestos por material plástico reforzado con fibras. Además, en el material plástico reforzado con fibras se pueden prever elementos adicionales como, por ejemplo, elementos de refuerzo compuestos por otros materiales distintos al material plástico reforzado con fibras como, por ejemplo, también elementos de madera. 50

Cuando se conectan estas piezas de la pala de rotor compuestas por material plástico reforzado con fibras, el elemento de anclaje y el contraelemento absorben en primer lugar las fuerzas de conexión correspondientes, que preferentemente se distribuyen sobre muchos dispositivos de conexión y, de esta manera, sobre muchos elementos de anclaje y contraelementos. A continuación, esta fuerza de conexión es descargada por los elementos de anclaje o bien, los contraelementos en el material de la pieza exterior de la pala de rotor o bien, de la pieza interior de la pala de rotor. De esta manera, se evitan las fuerzas dispersas y muy puntuales que actúan sobre un material plástico 60 reforzado con fibras.

Preferentemente, el elemento de anclaje está diseñado como un perno transversal con un eje de perno dispuesto de

manera esencialmente transversal al eje longitudinal de la pala de rotor. Preferentemente el, al menos un, elemento de anclaje se encuentra dispuesto en una carcasa de la pieza exterior de la pala de rotor y, con su eje de perno, está orientado hacia el área interior, en particular, hacia el espacio interior de la pieza exterior de la pala de rotor. En este caso, el elemento de anclaje se puede colocar de una manera simple en el sentido del eje de perno, en una perforación correspondiente o en otro orificio en la carcasa de la pieza exterior de la pala de rotor, y allí se puede anclar.

Resulta ventajoso prever el elemento de anclaje con un orificio con rosca interior, dispuesto de manera transversal al eje de perno y, de modo previsto, de manera esencialmente paralela al eje longitudinal de la pala de rotor. En este orificio con rosca interior se puede alojar y fijar el perno de conexión, en particular, el perno de conexión se puede atornillar en una rosca interior de esta clase. Esta configuración se puede preparar de manera que el elemento de anclaje como perno transversal sea introducido en un orificio correspondiente, en particular una perforación básicamente desde el exterior hacia el interior, en la carcasa en cuestión de la pieza exterior de la pala de rotor, y de manera que sea anclado.

Además, se prevé un orificio longitudinal configurado de una manera aproximadamente paralela al eje longitudinal de la pala de rotor, el cual se realiza desde una superficie de tope de la pieza exterior prevista para apoyar contra una superficie de tope de la pieza interior de la pala de rotor, hasta el elemento de anclaje correspondiente. A través de dicho orificio que se puede realizar cuando aún no se ha colocado el elemento de anclaje, se puede introducir el perno de conexión y, finalmente, se puede atornillar en el orificio con rosca correspondiente que se encuentra en el elemento de anclaje. En esta posición, el perno de conexión se encuentra anclado esencialmente de forma fija en la pieza exterior de la pala de rotor. Preferentemente, de esta manera en la pieza exterior de la pala de rotor se prevén una pluralidad de elementos de anclaje con pernos de conexión. Sin embargo, para lograr una conexión entre la pieza exterior de la pala de rotor y la pieza interior de la pala de rotor, puede resultar ventajoso no fijar los pernos de conexión en el elemento de anclaje.

Preferentemente, se recomienda diseñar el contraelemento como un perno transversal con un eje de perno dispuesto de manera esencialmente transversal al eje longitudinal de la pala de rotor. También resulta ventajosa la disposición del contraelemento en una carcasa de la pieza interior de la pala de rotor, en particular con el eje de perno orientado hacia el interior, en particular hacia el espacio interior de la pieza interior de la pala de rotor. Para ello, para cada contraelemento se puede prever un orificio correspondiente en la carcasa de la pieza exterior de la pala de rotor.

Preferentemente, se realiza un orificio desde una o bien, la superficie de tope de la pieza interior de la pala de rotor prevista para apoyar contra una o bien, la superficie de tope de la pieza exterior de la pala de rotor, al menos, hasta la posición prevista del contraelemento. Un orificio de esta clase se debe prever también de manera esencialmente paralela al eje longitudinal de la pala de rotor. Preferentemente, un orificio longitudinal de esta clase en la pieza exterior de la pala de rotor, se extiende desde una o bien, la superficie de tope para colocar contra la pieza exterior de la pala de rotor, atravesando por completo un o bien, el área de anclaje de la pieza interior de la pala de rotor, hasta un área interior de la pieza interior de la pala de rotor, donde el orificio longitudinal sale a la superficie debido a la reducción del grosor de material.

Por lo tanto, para conectar la pieza exterior de la pala de rotor con la pieza interior de la pala de rotor, se recomienda que el perno de conexión se extienda desde el elemento de anclaje y, de esta manera, desde la pieza exterior de la pala de rotor a través del orificio longitudinal correspondiente, en dirección hacia la pieza interior de la pala de rotor, y allí continúe atravesando el contraelemento. De esta manera, el perno de conexión se encuentra conectado de manera fija con el elemento de anclaje, aunque no con el contraelemento. A continuación, la fijación se realiza en un lado del contraelemento opuesto al elemento de anclaje, con un elemento de sujeción, en particular una tuerca para tensar contra el contraelemento, para, de esta manera, acercar uno contra otro el elemento de anclaje y el contraelemento. Por lo tanto, el elemento de sujeción se coloca sobre el perno de conexión y se desplaza sobre dicho perno contra el contraelemento. Esto se puede realizar, por ejemplo, de manera que sobre el perno de conexión se prevea una rosca exterior correspondiente, sobre la cual se enrosca directa o indirectamente el elemento de sujeción contra el contraelemento.

Preferentemente, entre el contraelemento y el elemento de sujeción se encuentra dispuesto un manguito de dilatación, en particular se encuentra desplazado sobre el perno de conexión. El elemento de sujeción establece entonces una tensión de manera indirecta a través de dicho manguito de dilatación.

En el ejemplo de una tuerca como elemento de sujeción, dicha tuerca se enrosca sobre el perno de conexión en dirección hacia el contraelemento, con ello desplaza el manguito de dilatación contra el contraelemento y, de esta manera, se logra la tensión. En este caso, el manguito de dilatación se dilata elásticamente de manera que se ejerza una fuerza tensora. Si se presentan leves indicios de fatiga de material cuando, por ejemplo, el perno de conexión se

estira mínimamente, el material de la pieza exterior de la pala de rotor y/o de la pieza interior de la pala de rotor, dispuesto entre el elemento de anclaje y el contraelemento, se dilata un poco de manera que el manguito de dilatación pueda contrarrestar una fatiga de material de esta clase, mediante su dilatación, donde las fuerzas de la tensión se mantienen, al menos, parcialmente.

- 5 Preferentemente, el contraelemento en el área del orificio pasante presenta una superficie de apoyo aplanada o adaptada de otra manera para colocar el elemento de sujeción o el manguito de dilatación. De esta manera, se puede distribuir la fuerza que durante la tensión actúa sobre el contraelemento, desde el elemento de sujeción y/o desde el el manguito de dilatación. Por lo tanto, esto resulta particularmente ventajoso si el contraelemento está
10 diseñado como un perno transversal cilíndrico, en particular con una sección circular.

- Se recomienda una pala de rotor, donde la pieza exterior de la pala de rotor en el área del elemento de anclaje y, de manera adicional o alternativa, la pieza interior de la pala de rotor en el área del contraelemento, presentan respectivamente un área de anclaje con un grosor de material mayor al de la carcasa restante de la pala de rotor, o
15 con un grosor de material mayor al grosor de material medio de la carcasa de la pala de rotor. Por lo tanto, se prevé un área cubierta circunferencial, donde dicho engrosamiento o bien, grosor de material incrementado se prevé hacia el interior, es decir, de manera radial hacia el interior. En particular, en el área de anclaje de la pieza exterior de la pala de rotor y/o la pieza interior de la pala de rotor, para cada dispositivo de conexión se prevé un orificio longitudinal. Dicho orificio es esencialmente paralelo al eje longitudinal de la pala de rotor y, de esta manera, también
20

al menos aproximadamente paralelo a la superficie de la pala de rotor en el área en cuestión. Cuando se utilizan una pluralidad de dispositivos de conexión, se prevén una pluralidad de orificios longitudinales que se encuentran distribuidos en el área de anclaje, en particular, de manera aproximadamente uniforme en el sentido circunferencial.

- 25 Preferentemente, el orificio longitudinal en la pieza exterior de la pala de rotor se extiende desde una superficie de tope para colocar contra la pieza interior de la pala de rotor, hacia un orificio transversal para alojar la sección de anclaje, de manera que el perno de conexión se pueda extender desde la superficie de tope hasta el perno de anclaje.

- 30 Para la pieza interior de la pala de rotor, se recomienda preferentemente que el orificio longitudinal en la pieza interior de la pala de rotor se extienda desde una superficie de tope para colocar contra la pieza exterior de la pala de rotor, atravesando el área de anclaje por completo, para finalizar en un área interior de la pieza interior de la pala de rotor, en la cual el grosor de material es tan delgado que el orificio sale por completo del área de anclaje, de manera que el perno de conexión se pueda extender desde la superficie de tope hasta alcanzar el área interior.

- 35 Según ello, se recomiendan diferentes configuraciones del orificio longitudinal, por una parte, en la pieza exterior de la pala de rotor y, por otra parte, en la pieza interior de la pala de rotor. En la pieza interior de la pala de rotor, el orificio longitudinal conforma un orificio pasante, mientras que en la pieza exterior de la pala de rotor solo se extiende hasta el perno transversal correspondiente y también se puede denominar orificio ciego.

- 40 De esta manera, es posible que el perno de conexión se extienda desde el perno de anclaje hacia la pieza interior de la pala de rotor, y allí atravesase por completo el área de anclaje, es decir, en ambos casos a lo largo del orificio longitudinal. Por lo tanto, un extremo del perno de conexión se encuentra fijado en el perno de anclaje y, de esta manera, se encuentra allí anclado, y el otro extremo del perno de conexión sobresale de la sección de anclaje de la pieza interior de la pala de rotor hacia el exterior y, además, allí se introduce en el área interior de la pieza interior del
45 rotor. De esta manera, en este segundo extremo se puede disponer de una manera simple un elemento de sujeción y se puede manipular desde el área interior de la pieza interior de la pala de rotor, en particular se puede asegurar. De esta manera, la conexión de la pieza exterior de la pala de rotor con la pieza interior de la pala de rotor, se puede realizar de una manera simple que permita un tensado desde la pieza interior de la pala de rotor. Por lo tanto, no es necesario ingresar en la pieza exterior de la pala de rotor. La conexión, el aseguramiento y el tensado se pueden
50 realizar, además, tanto antes de la instalación de la pala de rotor en el aerogenerador, como, por ejemplo, en el lugar de montaje antes de la elevación y la instalación de la pala de rotor. De manera alternativa, también se puede realizar una conexión cuando la pieza interior de la pala de rotor se encuentra previamente fijada en el cubo de rotor. En el caso de que la pieza interior de la pala de rotor esté dispuesta de forma horizontal, se podrá ingresar a esta sin más desde el interior, a partir del cubo, según la forma constructiva y el tamaño.

- 55 Igualmente, se deben evitar los peligros innecesarios de una manera simple y sin personal de servicio técnico, en lo posible se debe comprobar la solidez de la conexión de la pieza exterior de la pala de rotor con la pieza interior de la pala de rotor, por ejemplo, después de un intervalo de mantenimiento. Igualmente, en este caso se puede desmontar y reemplazar la pieza exterior de la pala de rotor, mediante la liberación de la conexión de ambas piezas de la pala
60 de rotor de la pieza interior de la pala de rotor, por parte del personal de servicio técnico.

Según una forma de realización adicional, los dispositivos de conexión o respectivamente una parte de dichos

dispositivos se encuentran dispuestos en varias hileras, en particular con respecto a un eje central de la pala de rotor, en una hilera interior y una hilera exterior. De esta manera, las cargas que se presentan se pueden distribuir sobre un área más extensa. Cuando se utiliza una hilera interior y una exterior, se obtiene una realización de dos hileras. El uso de una pluralidad de hileras logra, en particular, un aumento del área de carga en comparación con el uso de solo una hilera. Preferentemente o de manera alternativa, los dispositivos de conexión presentan respectivamente una pluralidad de pernos de conexión. Además, resulta ventajosa una realización donde un dispositivo de conexión presenta respectivamente un elemento de anclaje, un contraelemento y una pluralidad, en particular, dos pernos de conexión. Para conectar ambas piezas de la pala de rotor entre sí, se tensan un elemento de anclaje y un contraelemento, uno contra otro respectivamente. Al prever una pluralidad de pernos de conexión, durante dicha tensión las fuerzas tensoras correspondientes se distribuyen respectivamente a través del elemento de anclaje y a través del contraelemento.

Una forma de realización adicional recomienda que el dispositivo de conexión esté diseñado de manera que el o bien, cada perno de conexión se extienda atravesando el elemento de anclaje hacia un manguito de dilatación, y en el manguito de dilatación, en una sección de sujeción opuesta al elemento de anclaje, se encuentre atornillado al manguito de dilatación. De esta manera, se obtiene una sección de dilatación del manguito de dilatación entre la sección de fijación y el elemento de anclaje, en la cual se apoya el manguito de dilatación y contra la cual es acercado por el perno de conexión en el estado tensado del dispositivo de conexión. De esta manera, el manguito de dilatación puede proporcionar una tensión para tensar el dispositivo de conexión, sin que el tensado en un elemento tensor se deba efectuar directamente en el manguito de dilatación

Además, se recomienda un dispositivo de conexión para conectar una pieza interior de la pala de rotor con una pieza exterior de la pala de rotor. El dispositivo de conexión está diseñado de la manera revelada anteriormente en la descripción de la conexión de la pieza interior de la pala de rotor con la pieza exterior de la pala de rotor.

También se recomienda un aerogenerador que presenta la, al menos una, pala de rotor, en particular tres palas de rotor diseñada o diseñadas según, al menos, una de las formas de realización descritas de una pala de rotor según la invención.

A continuación, la descripción se explica más en detalle mediante ejemplos de realización en referencia a las figuras adjuntas.

La figura 1 muestra un aerogenerador en una representación en perspectiva.

La figura 2 muestra una pala de rotor dividida, en una representación en perspectiva adosada a una representación de despiece.

La figura 3 muestra un fragmento de una pala de rotor dividida.

La figura 4 muestra una vista en corte de un área de conexión de una pala de rotor dividida.

La figura 5 muestra una vista superior de una superficie de tope de una pieza interior de la pala de rotor.

La figura 6 muestra un área de conexión de una pieza interior de la pala de rotor, en una representación en perspectiva.

La figura 7 muestra un área de conexión de una pieza interior de la pala de rotor, en otra representación en perspectiva.

La figura 8 muestra un área de conexión de una pieza interior de la pala de rotor, en una vista en corte en perspectiva.

La figura 9 muestra un dispositivo de conexión que no forma parte de la invención, en una vista en perspectiva.

La figura 10 muestra una parte de un área de conexión de una pieza exterior de la pala de rotor, que no forma parte de la invención, en una vista en perspectiva.

La figura 11 muestra la parte del área de conexión, según la figura 10, con piezas insertadas de dispositivos de conexión.

La figura 12 muestra una vista superior axial del área de conexión de la figura 11.

La figura 13 muestra una parte de un área de conexión de una pieza interior de la pala de rotor, que no forma parte de la invención, en una vista en perspectiva.

La figura 14 muestra la parte del área de conexión, según la figura 13, con piezas insertadas de dispositivos de
5 conexión.

A continuación, los símbolos de referencia idénticos pueden indicar elementos similares, aunque no idénticos, para señalar su relación funcional.

10 La figura 1 muestra un aerogenerador 100 con una torre 102 y una góndola 104. En la góndola 104 está dispuesto un rotor 106 con tres palas de rotor 108 y un buje 110. El rotor 106 se pone en movimiento de giro durante el funcionamiento debido al viento y, de este modo, acciona un generador en la góndola 104.

La pala de rotor representada esquemáticamente 1 de la figura 2, que también se puede indicar como la pala de rotor dividida 1, presenta una pieza interior de la pala de rotor 2 y una pieza exterior de la pala de rotor 4. Además,
15 se representa un segmento interior del borde posterior, que se debe fijar en la pieza interior de la pala de rotor y, en correspondencia, se prevé un segmento exterior del borde posterior 8 que se debe fijar en la pieza exterior de la pala de rotor 4.

20 La pieza interior de la pala de rotor 2 presenta una brida de unión 10 para fijar la pieza interior de la pala de rotor en un cubo de rotor o en un adaptador de cubo correspondiente. Además, se prevé una superficie de unión de la pala exterior 14 en la pieza exterior de la pala de rotor 4, para unir a una superficie de unión de la pala interior 12 que se puede observar en la figura 3. Por lo tanto, la pieza interior de la pala de rotor 2 se puede conectar con la pieza exterior de la pala de rotor 4 de manera que la superficie de unión de la pala interior 12 se coloque contra la
25 superficie de unión de la pala exterior 14 y, a continuación, se logre una fijación, en particular una tensión de ambas piezas de la pala de rotor.

La figura 3 muestra un fragmento de una pala de rotor dividida 1, es decir, esencialmente un área de fijación de la pala interior 16 de la pieza interior de la pala de rotor 2, que también comprende la superficie de unión de la pala
30 interior 12. Además, la figura 3 muestra un área de fijación de la pala exterior 16 de la pieza exterior de la pala de rotor 4, que también presenta una superficie de unión de la pala exterior 14.

Para conectar la pieza interior de la pala de rotor 2 con la pieza exterior de la pala de rotor 4, se juntan la superficie de unión de la pala interior 12 y la superficie de unión de la pala exterior 14. Para la fijación, la pieza interior de la
35 pala de rotor 2 en su área de fijación de la pala interior 16, presenta una pluralidad de contraelementos 20 que en este caso están diseñados como pernos transversales. En el ejemplo que se muestra, se prevén 36 pernos transversales de esta clase. Estos contraelementos 20 diseñados como pernos transversales, conforman respectivamente una parte de un dispositivo de conexión. Los contraelementos 20 se encuentran dispuestos respectivamente en la carcasa de la pala interior 22, en la zona del área de fijación de la pala interior 16. La carcasa
40 de la pala interior 22 en la zona del área de fijación de la pala interior 16 y, de esta manera, también en el área de la superficie de unión de la pala interior 12, presenta un grosor de material muy elevado, para alojar los contraelementos 20. Los contraelementos 20 se encuentran dispuestos esencialmente en forma de corona y se apoyan esencialmente con su eje de perno 24 de manera perpendicular a la carcasa de la pala interior 22 y, de esta manera, de manera esencialmente perpendicular a una superficie de la pala 26 en la carcasa de la pala interior.

45 Como elementos de fijación adicionales que serán descritos más detalladamente en particular en la figura 4, para cada contraelemento 20 se prevé un perno de conexión 28, un manguito de dilatación 30 y un elemento tensor 44 que también se puede denominar elemento de sujeción, y que en este caso está diseñado como una tuerca de sujeción. El perno de conexión 28 se extiende a través del área de fijación de la pala interior 16, del contraelemento
50 20, del manguito de dilatación 30 hasta el elemento tensor 44, y puede atravesar el elemento tensor 44.

En la pieza exterior de la pala de rotor 4, en el área de fijación de la pala exterior 18, 36, se prevén elementos de anclaje 34 que deben alojar respectivamente un perno de conexión 28.

55 Un elemento de anclaje 34 con un perno de conexión 28, un contraelemento 20, un manguito de dilatación 30 y un elemento tensor 44, en conjunto conforman esencialmente un dispositivo de conexión.

La figura 4 muestra un fragmento de una pieza interior de la pala de rotor 2 con una pieza exterior de la pala de rotor 4, que se encuentran conectadas firmemente entre sí de manera acoplada. Este fragmento muestra una vista en
60 corte y muestra, además, esencialmente una parte del área de fijación de la pala interior 16 y del área de fijación de la pala exterior 18, que aquí se encuentran conectadas entre sí de la manera correspondiente.

Además, la figura 4 muestra solo una parte de una carcasa circunferencial de la pala de rotor, donde según la representación de la figura 4, la superficie de la pala de rotor 26 y, de esta manera, el lado exterior de la pala de rotor 1 se encuentran representados arriba, donde un lado interior de la pala de rotor 36 en la figura 4 se encuentra representado hacia abajo.

5

La pieza interior de la pala de rotor 2 y la pieza exterior de la pala de rotor 4 se juntan una contra otra en su superficie de unión de la pala interior 12 y su superficie de unión de la pala exterior 14. Dicha zona de unión se puede denominar punto de separación 38. Para la fijación de la pieza interior de la pala de rotor 2 y la pieza exterior de la pala de rotor 4 entre sí, en el área de fijación de la pala exterior 18 se encuentra dispuesto un elemento de anclaje 34, es decir, un perno transversal. El perno de conexión 28 se encuentra firmemente atornillado en una rosca de perno 40, en el elemento de anclaje 34 y, de esta manera, ambos elementos se encuentran conectados firmemente entre sí. El perno de conexión 28 puede estar diseñado como un perno roscado y/o puede estar provisto de una rosca en sus extremos.

10

15 El perno de conexión 28 se extiende desde el elemento de anclaje 34 hacia la pieza interior de la pala de rotor 2. Además, el perno de conexión 28 se extiende atravesando la superficie de unión de la pala interior 12 y la superficie de unión de la pala exterior 14 y, de esta manera, atravesando el punto de separación 38.

En la pieza interior de la pala de rotor 2, el perno de conexión 28 se extiende atravesando el contraelemento 20, donde el contraelemento 20 también está diseñado esencialmente como un perno. El perno de conexión 28 se extiende a continuación a través del área de fijación de la pala interior 16, de manera que dicho perno se introduzca claramente en el espacio interior 42 de la pieza interior de la pala de rotor 2. Para el tensado, sobre el perno de conexión 28 que también se puede denominar perno longitudinal 28, en primer lugar, se encuentra desplazado un manguito de dilatación 30 que se extiende hasta el contraelemento 20. El manguito de dilatación 30 se apoya en un área aplanada 42 que también se puede denominar alojamiento de manguito 42. Además, sobre el perno de conexión 28 se encuentra enroscado un elemento de sujeción 44, es decir, una tuerca que cuando se aprieta desplaza el manguito de dilatación 30 contra el contraelemento 20 o bien, de esta manera, aproxima el elemento de anclaje 34 y, de este modo, la pieza exterior de la pala de rotor 4 contra la pieza interior de la pala de rotor 2.

20

25

30 Mediante el uso del manguito de dilatación 30 se logra la posibilidad de dicho manguito de ceder ante eventuales indicios de fatiga leves del material, de dilatarse en correspondencia y evitar un aflojamiento o una liberación de la conexión. Mediante el manguito de dilatación utilizado 30, también se logra, entre otros, la disposición del elemento tensor 44, es decir, la tuerca 44 o bien, la tuerca de sujeción 44 en el espacio interior 46, al menos, y que resulte fácilmente accesible desde el espacio interior 46 de la pieza interior de la pala de rotor 2. Por lo tanto, una persona de servicio técnico puede realizar la conexión de ambas piezas de la pala de rotor 2 y 4 entre sí, desde el espacio interior 46 de la pieza interior de la pala de rotor 2, a partir de un tensado y, de esta manera, un apriete de la conexión.

35

Preferentemente, la pala de rotor 1 en el área de conexión está diseñada de manera que el tamaño del contraelemento 20 y del elemento de anclaje 34 sea esencialmente igual, en particular de manera que ambos pernos transversales presenten aproximadamente el mismo tamaño, es decir, con una longitud y una sección transversal en lo posible del mismo tamaño, como se muestra también en la figura 4. Además, una configuración ventajosa es aquella donde una distancia desde el elemento de anclaje 34 hasta la superficie de unión de la pala exterior 14, es aproximadamente igual a una distancia desde el contraelemento 20 hasta la superficie de unión de la pala interior 12.

40

45

Básicamente, el perno de conexión 28 o bien, el perno longitudinal 28 se introduce en un orificio longitudinal correspondiente 48. Este orificio longitudinal 48 conforma de manera funcional un único objeto en el cual se introduce por completo el perno de conexión o bien, el perno longitudinal 28. De hecho, este orificio longitudinal 48 se prevé tanto en el área de fijación de la pala interior 16 como también en el área de fijación de la pala exterior, lo cual se podría realizar convencionalmente en varias etapas de trabajo. El orificio longitudinal 48 también puede presentar diferentes diámetros, es decir, en particular un diámetro mayor en la zona del manguito de dilatación 30. Donde no se prevé ningún manguito de dilatación 30, el diámetro del orificio longitudinal puede tomar como referencia el diámetro exterior del perno de conexión 28. Para simplificar la fabricación, se recomienda prever que el orificio longitudinal en la zona entre el contraelemento 20 y la superficie de unión de la pala interior 12 presenten el mismo diámetro que en la zona del manguito de dilatación 30. En este caso, ambas secciones del orificio longitudinal 48 se prevén en una etapa de trabajo y, en particular, con un taladro. A modo completamente preventivo, se observa que el término orificio no significa forzosamente que en efecto también dicho orificio haya sido creado mediante un procedimiento de taladrado.

50

55

60

En la figura 4 se puede observar, además, el grosor de material incrementado del área de fijación de la pala interior 16 o bien, del área de fijación de la pala exterior 18, en comparación con el grosor de material del resto de la carcasa

de la pala 50 o 52 de la pieza interior de la pala de rotor 2 o bien, de la pieza exterior de la pala de rotor 4. Debido a este grosor de material incrementado, se pueden alojar en particular el contraelemento 20 y el elemento de anclaje 34. Además, de esta manera, el perno de conexión 28 que se conduce a lo largo de la superficie de la pala de rotor 26, puede salir del área de fijación de la pala interior 16 para ingresar en el espacio interior 46.

5

La figura 5 muestra una vista superior de una superficie de unión de la pala interior 12 en los 36 dispositivos de conexión y, de esta manera, se prevén pernos de conexión 28 y, de esta manera, orificios longitudinales 48.

La representación en perspectiva de la figura 6 muestra esencialmente solo el área de fijación de la pala interior 16.

10 En contraposición a la representación a modo de ejemplo de la figura 6, el área de fijación de la pala interior no se fabrica de forma separada de la pieza interior de la pala de rotor 2.

La representación muestra, además de los pernos de conexión 28, los contraelementos 20, en particular, los manguitos de dilatación 30 que sobresalen del material del área de fijación de la pala interior 16. Además, los manguitos de dilatación 30 se introducen en el área interior 46 de la pieza interior de la pala de rotor 2 y, de esta manera, también se puede acceder fácilmente a las tuercas tensoras o bien, a los elementos de sujeción 44. Entre las tuercas tensoras 44 y los manguitos de dilatación 30 se pueden prever arandelas 54. En una configuración, en lugar de arandelas o adicionales, se pueden prever además medios auxiliares para un procedimiento de apriete hidráulico como, por ejemplo, una arandela aproximadamente cónica para incrementar una superficie de apoyo frontal en el manguito de dilatación 30, para poder colocar una herramienta de sujeción hidráulica.

15

20

La figura 7 muestra solo otra perspectiva con respecto a la figura 6, la cual en particular representa los pernos de conexión 28 que sobresalen del área de fijación de la pala interior 16 desde la superficie de unión de la pala interior 12. A pesar de la representación aquí seleccionada, se recomienda, sin embargo, realizar una conexión real de la pieza interior de la pala de rotor 2 con la pieza exterior de la pala de rotor 4, de manera que los pernos de conexión 28 se fijen en primer lugar en el elemento de anclaje 34 en la pieza exterior de la pala de rotor 4, para introducirse a continuación en la pieza interior de la pala de rotor. De manera alternativa, la pieza interior de la pala de rotor 2 y la pieza exterior de la pala de rotor 4 se pueden unir una con la otra, y se pueden introducir pernos de conexión desde el espacio interior 46 de la pieza interior de la pala 2, a través del respectivo orificio longitudinal 48 hasta alcanzar el elemento de anclaje 34, para ser fijado a continuación en el elemento de anclaje 34, en particular, mediante atornillado. A continuación, se puede colocar y apretar un manguito de dilatación 30 y después una tuerca tensora 44.

25

30

La figura 8 muestra una representación en perspectiva, una representación parcialmente recortada y a modo de ejemplo de un área de fijación de la pala interior 16. En la representación se pueden observar también en perspectiva el perno de conexión 28, el contraelemento 20, el manguito de dilatación 30 y la tuerca de sujeción 44, al menos, en dos puntos. La representación comprende solo una cavidad en la zona del área de fijación de la pala interior 16 y, de esta manera, en la zona del contraelemento 20 y parcialmente del manguito de dilatación 30. Esto sirve a modo de explicación y de hecho se utiliza, al menos, preferentemente para el área de fijación de la pala interior 16, un material macizo, en particular material plástico reforzado con fibras, como material plástico reforzado con fibras de vidrio o material plástico reforzado con fibras de carbono. En particular, el material seleccionado en el área de fijación de la pala interior es el mismo que en el resto de la pieza interior de la pala de rotor o bien, en las partes extensas de la pieza interior de la pala de rotor. Preferentemente, lo mismo aplica conforme al sentido para la pieza exterior de la pala de rotor.

35

40

45

Por lo tanto, según la invención se recomienda una conexión ventajosa de una pieza interior de la pala de rotor con una pieza exterior de la pala de rotor. Esta también se puede indicar como una conexión entre la pala interior y la pala exterior. En particular, se recomienda que la pala exterior esté diseñada con una conexión de perno transversal, provista de un perno transversal con una rosca para un perno longitudinal. La pala interior está diseñada también con pernos transversales que, sin embargo, se prevén sin rosca para pernos longitudinales o bien, está diseñada con orificios pasantes y una superficie de apoyo plana orientada hacia el centro de la instalación, para manguitos de dilatación, donde el atornillado de la pala interior se realiza en el exterior.

50

En particular, resulta ventajoso que se pueda acceder a un atornillado desde el interior de la pala, lo cual resulta ventajoso para el mantenimiento y el montaje. La fijación se puede realizar de manera que solo exista una influencia reducida de la superficie exterior de la pala de rotor sobre el contorno o incluso ninguna. El procedimiento permite también una fabricación que puede ser automatizada.

55

Por lo tanto, mediante las soluciones recomendadas se puede dividir una pala de rotor de manera que se obtengan dos piezas más cortas. Dichas piezas acortadas en particular se pueden transportar más fácilmente. Básicamente, una pala de rotor de esta clase se puede dividir en dos partes durante la fabricación, desde el comienzo y de la manera correspondiente, o la pala de rotor se fabrica como una pieza y posteriormente se separa en un punto de

60

conexión correspondiente. En la zona de dicho punto de conexión, se pueden tomar medidas previas para realizar la conexión como, por ejemplo, la introducción de los pernos transversales, es decir, de los contraelementos y/o de los elementos de anclaje 20 o 34. Se logra una posibilidad de conectar piezas de la pala de rotor, en particular la pala exterior y la pala interior, donde ambas piezas de la pala de rotor se pueden fabricar con material plástico reforzado con fibras. Además, ambas piezas se pueden fabricar del mismo material plástico reforzado con fibras u otro. De esta manera, esencialmente es posible también conectar una pieza de material plástico reforzado con fibras de carbono con una pieza de material plástico reforzado con fibras de vidrio.

De esta manera, se logra una simplificación del transporte de las palas de rotor y durante el montaje se pueden utilizar posiblemente grúas pequeñas. De esta manera, también es posible llegar de una mejor manera o más fácilmente a zonas de difícil acceso como, por ejemplo, regiones montañosas.

Además, para palas de rotor prolongadas, en particular aquellas que superan los 45 metros de longitud, ahora también se pueden transportar en tren. También pueden resultar ventajosas las reducciones de los costes de transporte y de montaje, así como un mejoramiento de la accesibilidad a lugares de difícil acceso.

La figura 9 muestra un dispositivo de conexión 100 que no forma parte de la invención. Este dispositivo de conexión 100 comprende un elemento de anclaje 134 y un contraelemento 120 que se encuentran conectados entre sí a través de dos pernos de conexión 128, y que en la posición prevista se pueden tensar uno contra otro. Además, conforme a lo previsto, el elemento de anclaje 134 se debe disponer en una pieza exterior de la pala de rotor y el contraelemento 120 en una pieza interior de la pala de rotor, o de manera inversa, para, de esta manera, conectar firmemente entre sí la pieza interior de la pala de rotor y la pieza exterior de la pala de rotor. Los pernos de conexión 128 se fijan en el contraelemento 120 debido a que dichos pernos se extienden desde el elemento de anclaje 134, atravesando el contraelemento 120 hacia un elemento de fijación colocado 156. El elemento de fijación 156 que puede estar diseñado como una tuerca y puede estar enroscado, se apoya en una superficie de apoyo 158 del contraelemento 120. El elemento de fijación 156 conforma también un elemento tensor y puede ser apretado para tensar.

Cada perno de conexión 128 se extiende, además, a través del elemento de anclaje 134 y está provisto de un manguito de dilatación 130 que se apoya en un área de presión 160 del elemento de anclaje 134. Por lo tanto, el contraelemento 120 y el elemento de anclaje 134 se encuentran dispuestos entre los manguitos de dilatación 130 y los elementos de fijación 156. Al utilizar dos pernos de conexión 128 para este dispositivo de conexión 100, una fuerza tensora se puede distribuir respectivamente en dos puntos en el contraelemento 120 o bien, el elemento de anclaje 134. Cada elemento de anclaje 134 y cada contraelemento 120, puede estar diseñado con la longitud correspondiente que permita aplicar una fuerza tensora sobre una superficie en lo posible grande en una pieza interior de la pala de rotor o bien, en una pieza exterior de la pala de rotor.

El manguito de dilatación 130 que según la figura 9 se encuentra colocado sobre el perno de conexión 128, en su extremo opuesto al elemento de anclaje 134, presenta una sección roscada 166 con rosca interior, donde el perno de conexión se encuentra atornillado. De manera alternativa, el manguito de dilatación también puede ser retenido por una cabeza correspondiente del perno de conexión 128, o puede ser retenido y tensado por un elemento tensor allí dispuesto como, por ejemplo, una tuerca.

La figura 10 muestra una parte de una pieza exterior de la pala de rotor 104, que no forma parte de la invención. Para conectar esta pieza exterior de la pala de rotor 104 con una pieza interior de la pala de rotor 102, la cual se explica en las figuras 13 y 14, se prevén una pluralidad de orificios transversales 162 para alojar respectivamente un elemento de anclaje 134. Para atravesar un perno de conexión 128, se prevén orificios longitudinales 148, es decir, respectivamente dos orificios longitudinales 148 hacia un orificio transversal 162. Por lo tanto, todos los orificios longitudinales 148 conforman un sistema de dichos orificios longitudinales 148, circular y de dos hileras.

La figura 11 muestra en una perspectiva algo rotada en comparación con la figura 10, la parte de la pieza exterior de la pala de rotor 104 de la figura 10, con piezas insertadas del dispositivo de conexión 100 según la figura 9. De esta manera, un elemento de anclaje 134 se encuentra introducido respectivamente en un orificio transversal 162. Además, cada orificio longitudinal 148 es atravesado respectivamente por un perno de conexión 128. Los manguitos de dilatación 130 no están representados en la figura 11.

La figura 12 muestra una vista axial de la parte de la pieza exterior de la pala de rotor 104, representada en la figura 11. En dicha vista superior axial de esta área de conexión, se observan la pluralidad de orificios longitudinales 148 y los pernos de conexión 128 dispuestos en su interior.

La figura 13 muestra una parte de una pieza interior de la pala de rotor 102, que no forma parte de la invención, con alojamientos transversales 164 para alojar respectivamente un contraelemento 120. Se puede observar que el

alojamiento transversal 164 solo presenta un orificio hacia el espacio interior de la pieza interior de la pala de rotor 102. Para comparar, se hace referencia al orificio transversal 162 de la pieza exterior de la pala de rotor 104 que respectivamente se extiende por completo desde el exterior hacia el interior.

- 5 Cada alojamiento transversal 164 presenta además dos orificios longitudinales 148. Por lo tanto, para estos orificios longitudinales en la pieza interior de la pala de rotor 102 se ha seleccionado el mismo símbolo de referencia que para los orificios longitudinales 148 de la pieza exterior de la pala de rotor 104, para explicar que un perno de conexión 128 se extiende respectivamente desde un dispositivo de conexión 100, atravesando un orificio longitudinal de esta clase 148 en la pieza interior de la pala de rotor 102 y también atravesando un orificio longitudinal 148
10 dispuesto de manera correspondiente en la pieza exterior de la pala de rotor 104.

- La figura 14 muestra la pieza interior de la pala de rotor 102, que no forma parte de la invención, con piezas de los dispositivos de conexión 100, es decir, respectivamente con un contraelemento 120 y dos pernos de conexión 128. Se observa que junto al contraelemento 120 o bien, detrás de este, ha quedado bastante espacio libre. Dicho
15 espacio se puede utilizar para alojar los elementos de fijación 156 o bien, los elementos tensores 156 y, eventualmente, también para proporcionar espacio para apretar dichos elementos y poder tensar el dispositivo de conexión 100. Por lo tanto, estos amplios alojamientos transversales 164 se encuentran dispuestos preferentemente en la pieza interior de la pala de rotor para poder tensar, a partir de ellos, utilizando los elementos de fijación 156. Para ello, los elementos de fijación 156 se encuentran dispuestos en la pieza interior de la pala de rotor 102 y, de
20 esta manera, se pueden alcanzar más fácilmente en comparación con una disposición teórica en la pieza exterior de la pala de rotor.

- Los manguitos de dilatación descritos 130 que se muestran en la figura 9, pueden absorber y proporcionar una fuerza tensora y, en particular, en el caso de pequeñas variaciones, por ejemplo, térmicas, de la longitud del perno
25 de conexión 128 o de otros elementos relevantes, mantienen una fuerza tensora. Además, resulta esencialmente irrelevante si el tensado se realiza sobre el lado del manguito de dilatación 30 o 130 o en o contra el elemento de fijación 156. En este caso, una configuración ventajosa consiste en el tensado en la pieza interior de la pala de rotor 102 y, de esta manera, en el elemento de fijación 156 o bien, en el elemento tensor 156 según la forma de realización que se muestra.

30

REIVINDICACIONES

1. Pala de rotor de aerogenerador para la fijación en un cubo de rotor y con un eje longitudinal de pala de rotor, que comprende una pieza interior de la pala de rotor (2) orientada hacia el cubo de rotor, y una pieza exterior de la pala de rotor (4) opuesta al cubo de rotor,
- donde la pieza interior de la pala de rotor (2) y la pieza exterior de la pala del rotor (4) se encuentran conectadas entre sí mediante, al menos, un dispositivo de conexión (100), y el dispositivo de conexión (100) comprende, al menos, un elemento de anclaje (34) anclado en la pieza exterior de la pala de rotor (4),
- al menos, un contraelemento (20) anclado en la pieza interior de la pala de rotor (2), al menos, un perno de conexión (28) que atraviesa el contraelemento (20) y que se encuentra fijado en o contra el elemento de anclaje (34), donde
- la pieza exterior de la pala de rotor (4) en el área del elemento de anclaje (34) y la pieza interior de la pala de rotor (2) en el área del contraelemento (20) presentan respectivamente un área de anclaje con un grosor de material incrementado de una carcasa de pala de rotor, y donde en el área de anclaje para cada dispositivo de conexión (100) se prevé un orificio longitudinal (48) que se extiende esencialmente de manera paralela al eje longitudinal de la pala de rotor o de manera paralela a una superficie de la pala de rotor (26), donde
- el orificio longitudinal (48) en la pieza exterior de la pala de rotor (4) se extiende desde una superficie de tope para colocar contra la pieza interior de la pala de rotor (2), hacia un orificio transversal (162) para alojar los elementos de anclaje (34), de manera que el perno de conexión (28) se pueda extender desde la superficie de tope hasta el elemento de anclaje (34), y
- el orificio longitudinal (48) en la pieza interior de la pala de rotor (2) se extiende desde una superficie de tope para colocar contra la pieza exterior de la pala de rotor (4), atravesando el área de anclaje por completo, para finalizar en un área interior de la pieza interior de la pala de rotor (2), en la cual el grosor de material es tan delgado que el orificio (48) sale por completo del área de anclaje, de manera que el perno de conexión (28) se puede extender desde la superficie de tope hasta el área interior.
2. Pala de rotor según la reivindicación 1,
- caracterizada porque la pieza interior de la pala de rotor (2) y/o la pieza exterior de la pala de rotor (4) están compuestas esencialmente por material plástico reforzado con fibras, en particular por material plástico reforzado con fibras de vidrio o material plástico reforzado con fibras de carbono.
3. Pala de rotor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores,
- caracterizada porque el elemento de anclaje (34) está diseñado como un perno transversal, con un eje de perno (24) dispuesto esencialmente de manera transversal al eje longitudinal de la pala de rotor y/o porque el elemento de anclaje (34) presenta un orificio dispuesto de manera transversal al eje de perno (24) y esencialmente de manera paralela a una superficie de la pala de rotor (26), con rosca interior para el alojamiento y fijación del perno de conexión (28).
4. Pala de rotor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores,
- caracterizada porque el contraelemento (20) está diseñado como un perno transversal, con un eje de perno (24) dispuesto esencialmente de manera transversal al eje longitudinal de la pala de rotor y/o porque el contraelemento (20) presenta un orificio pasante dispuesto de manera transversal al eje de perno (24), para que atraviese el perno de conexión (28), donde el orificio pasante en particular no presenta rosca interior.
5. Pala de rotor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores,
- caracterizada porque el perno de conexión (28) se encuentra fijado, en particular atornillado, en el elemento de anclaje (34), y sobresale desde el elemento de unión atravesando el contraelemento (20), y en un lado del contraelemento (20, 120) opuesto al elemento de anclaje (34), está provisto de un elemento de sujeción, en particular una tuerca (44) para tensar contra el contraelemento (20), para, de esta manera, acercar uno contra otro el elemento de anclaje (34) y el contraelemento (20).
6. Pala de rotor según la reivindicación 5,

caracterizada porque entre el contraelemento (20) y el elemento de sujeción (44) se encuentra dispuesto un manguito de dilatación (30).

7. Pala de rotor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores,
5 caracterizada porque el contraelemento (20, 120) en el área de un o bien, del orificio pasante, presenta una superficie de apoyo aplanada para colocar un o bien, el elemento de sujeción (44).
8. Pala de rotor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque los dispositivos
10 de conexión (100) o respectivamente una parte de dichos dispositivos se encuentran dispuestos en varias hileras, en particular con respecto a un eje central de la pala de rotor, en una hilera interior y una hilera exterior, y/o porque los dispositivos de conexión (100) presentan respectivamente una pluralidad de pernos de conexión (28).
9. Pala de rotor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque un dispositivo
15 de conexión (100) presenta respectivamente un elemento de anclaje (34), un contraelemento (20) y una pluralidad, en particular dos, pernos de conexión (28).
10. Pala de rotor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque el dispositivo
20 de conexión (100) está diseñado de manera que el o bien, cada perno de conexión (28) se extiende atravesando el elemento de anclaje (34) hacia un manguito de dilatación (30), y en el manguito de dilatación (30), en una sección de sujeción opuesta al elemento de anclaje (34), se encuentra atornillado al manguito de dilatación (30),
11. Aerogenerador con un rotor con, al menos, una pala de rotor según cualquiera de las reivindicaciones
1 a 10.
25

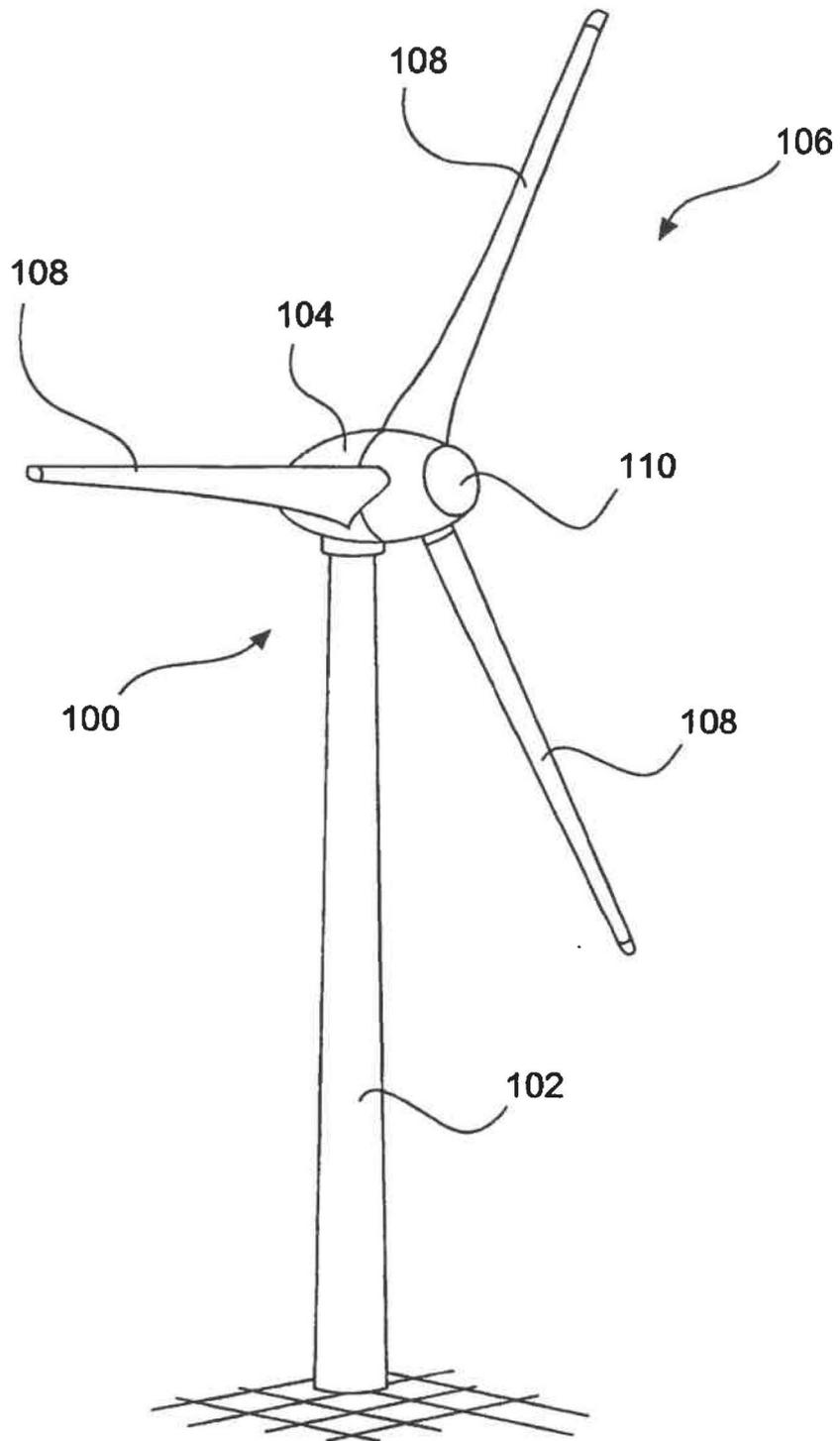


Fig. 1

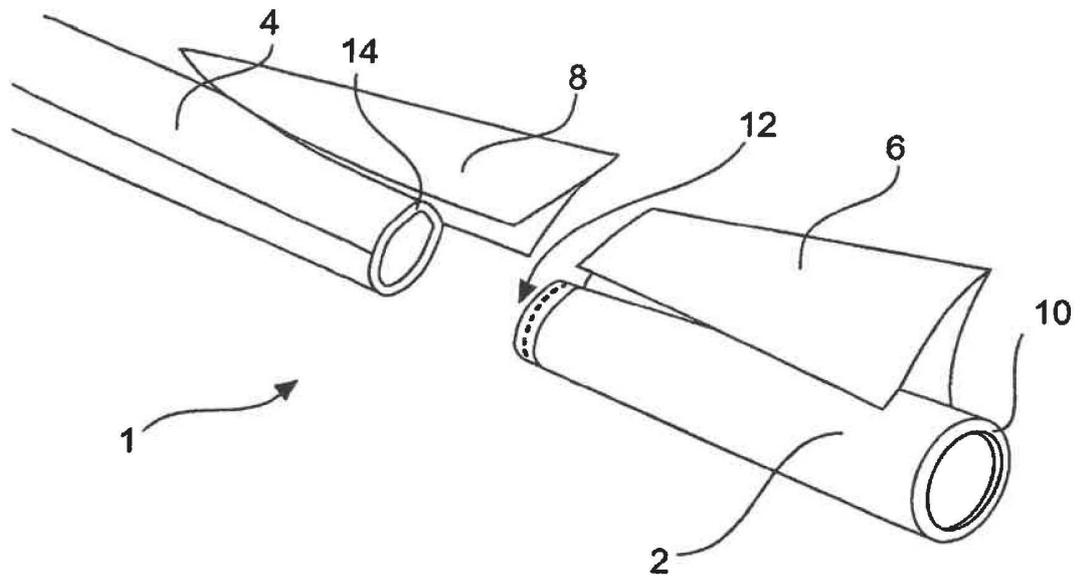


Fig. 2

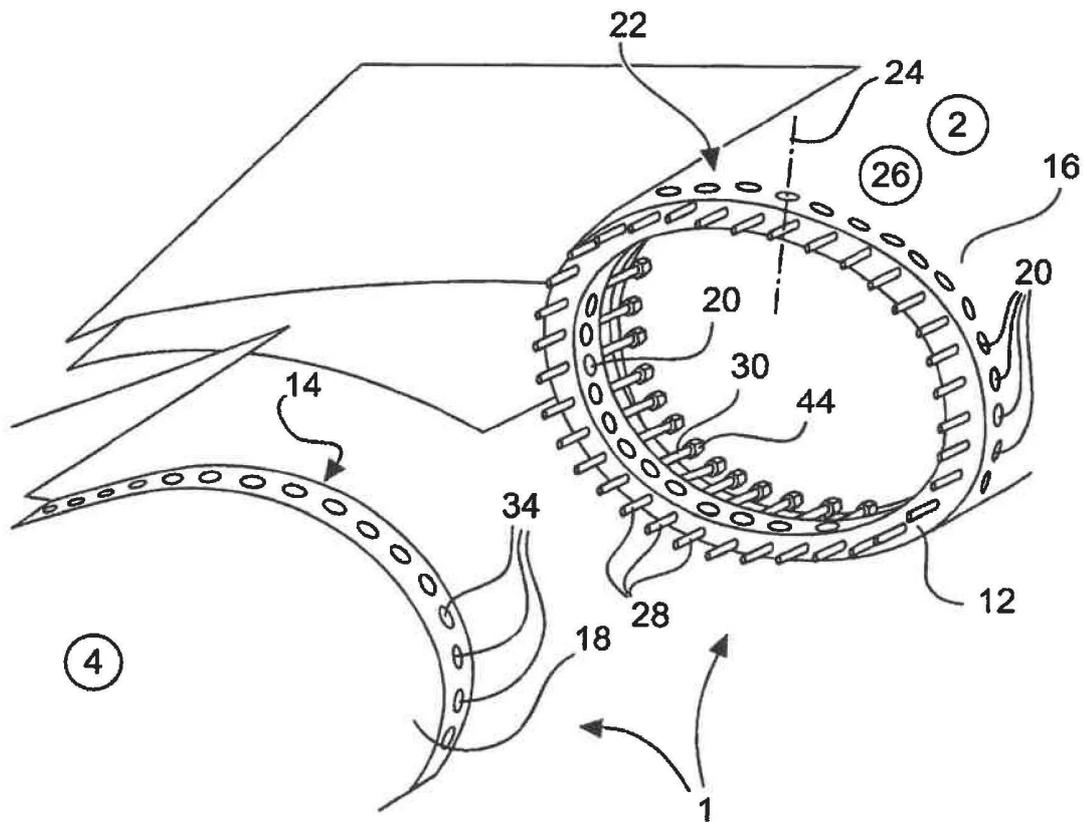


Fig. 3

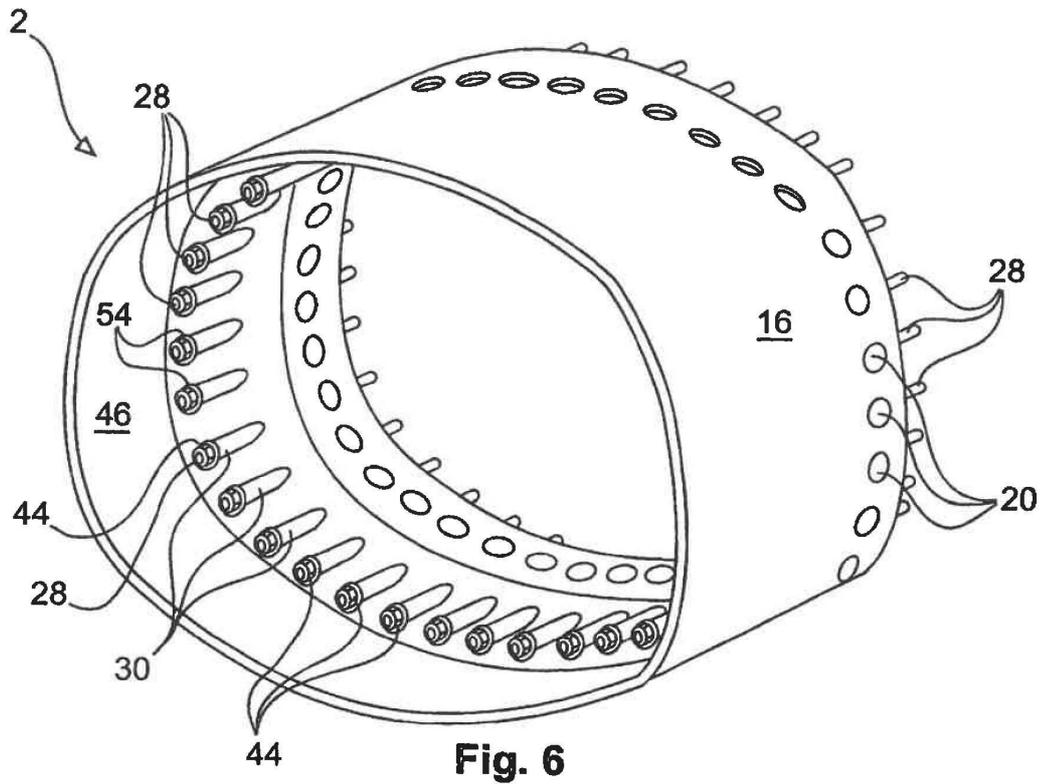


Fig. 6

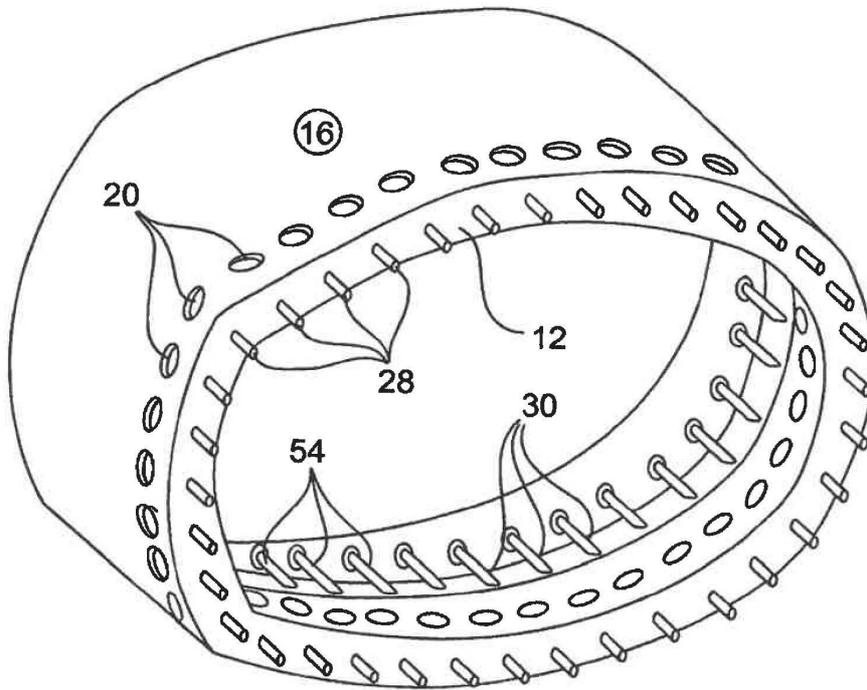


Fig. 7

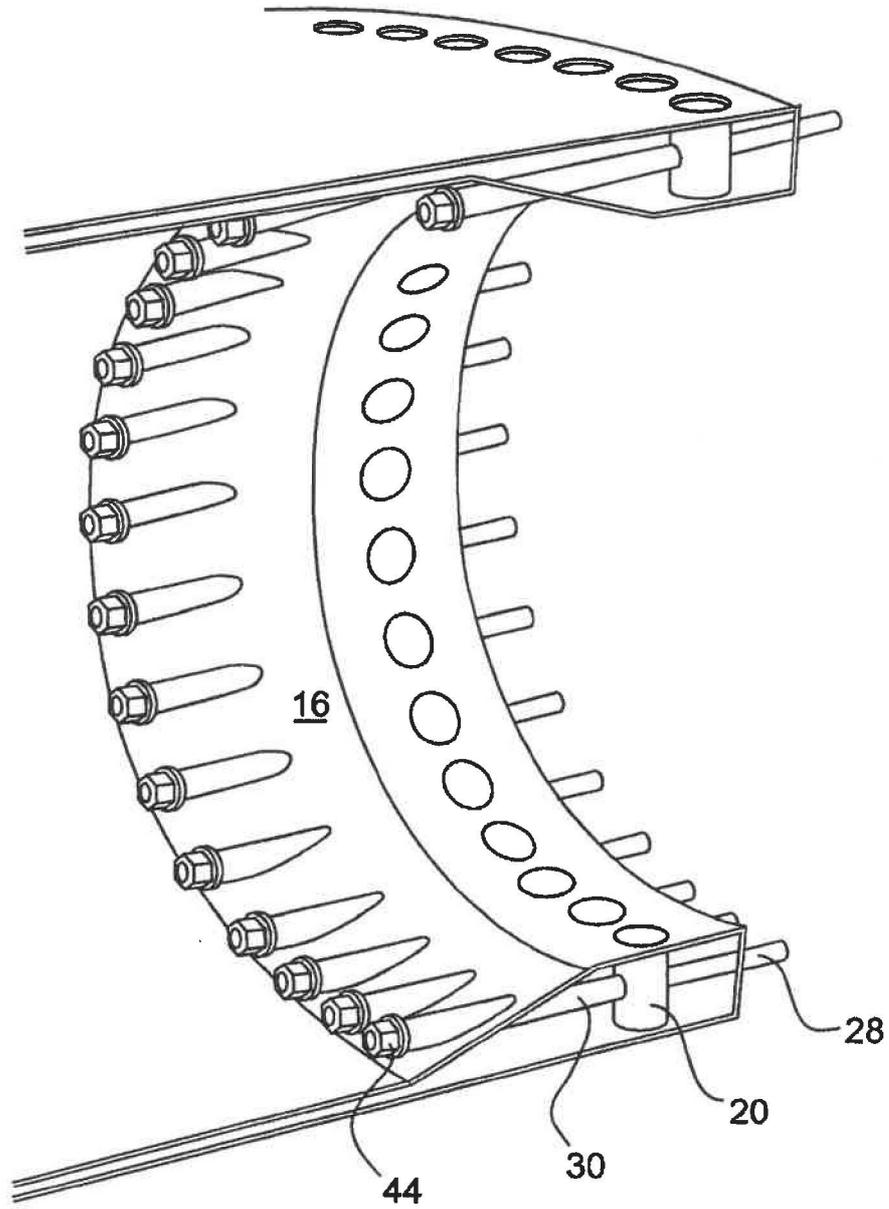


Fig. 8

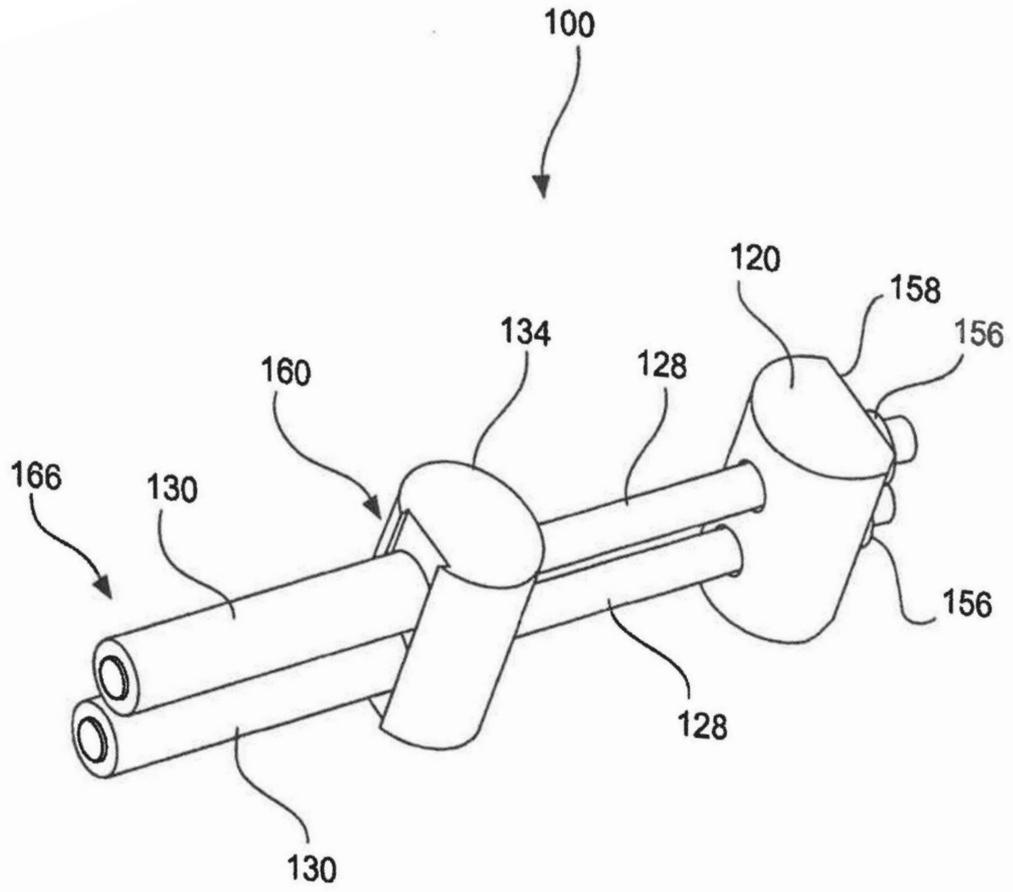


Fig. 9

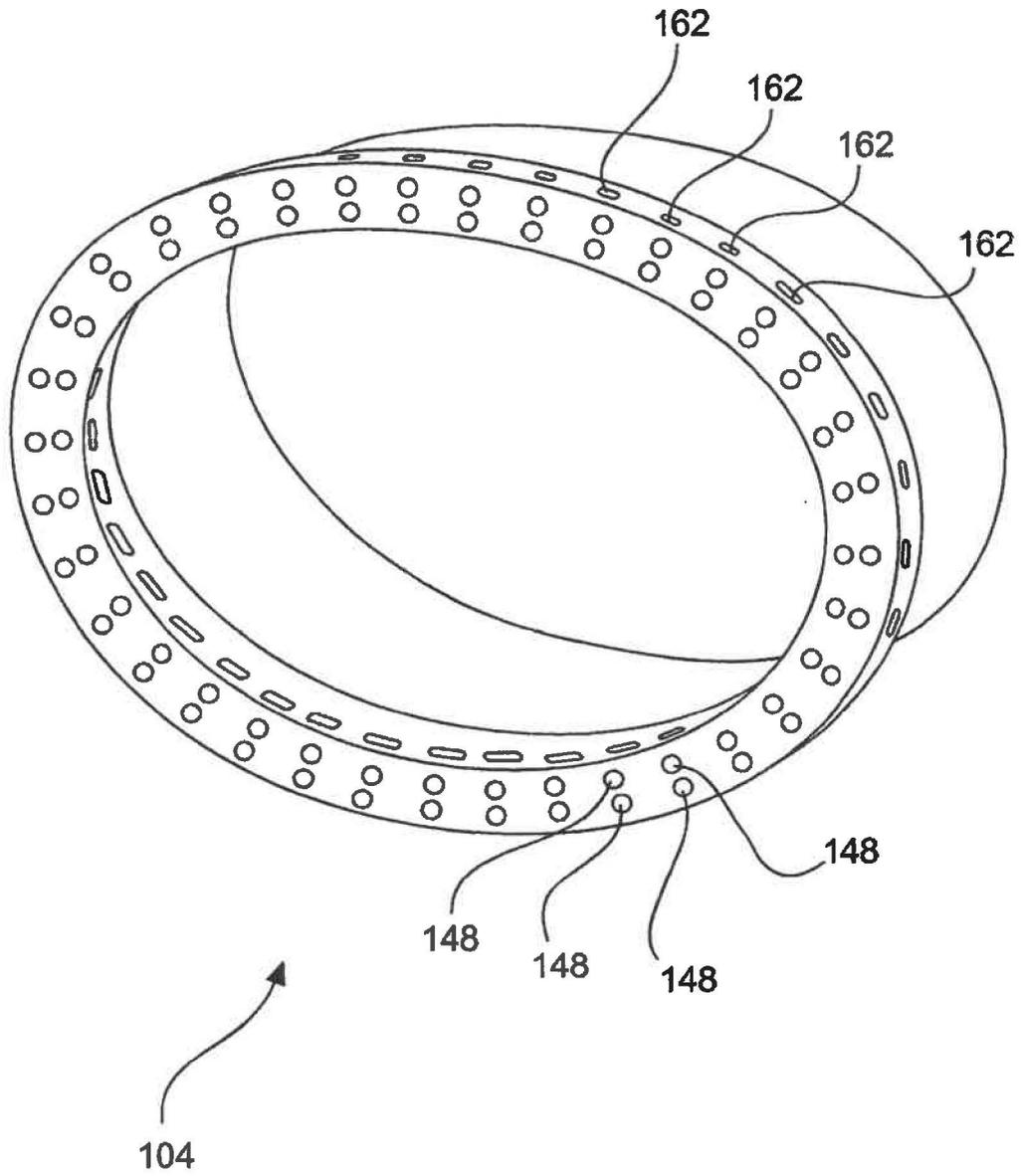


Fig.10

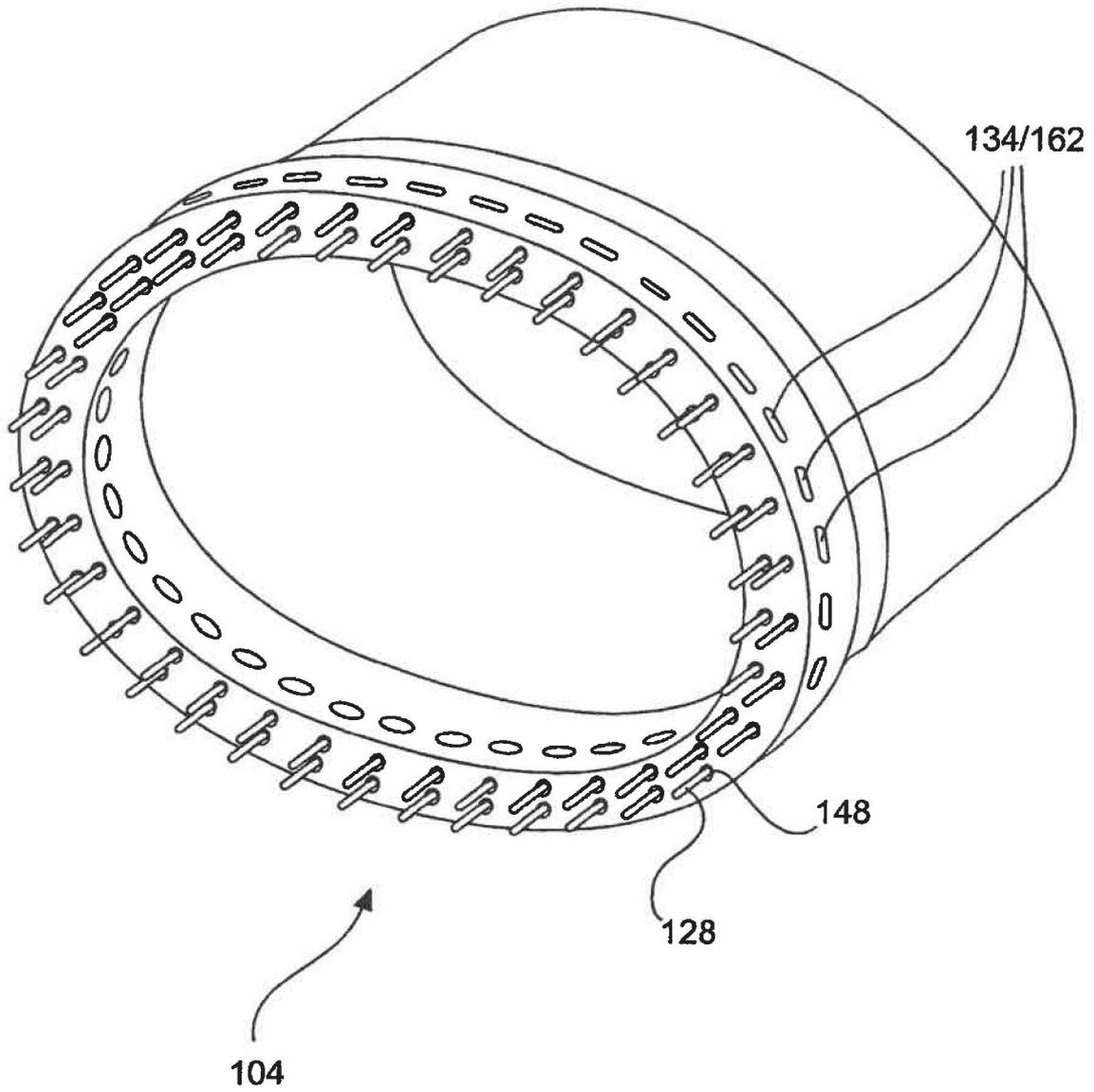


Fig.11

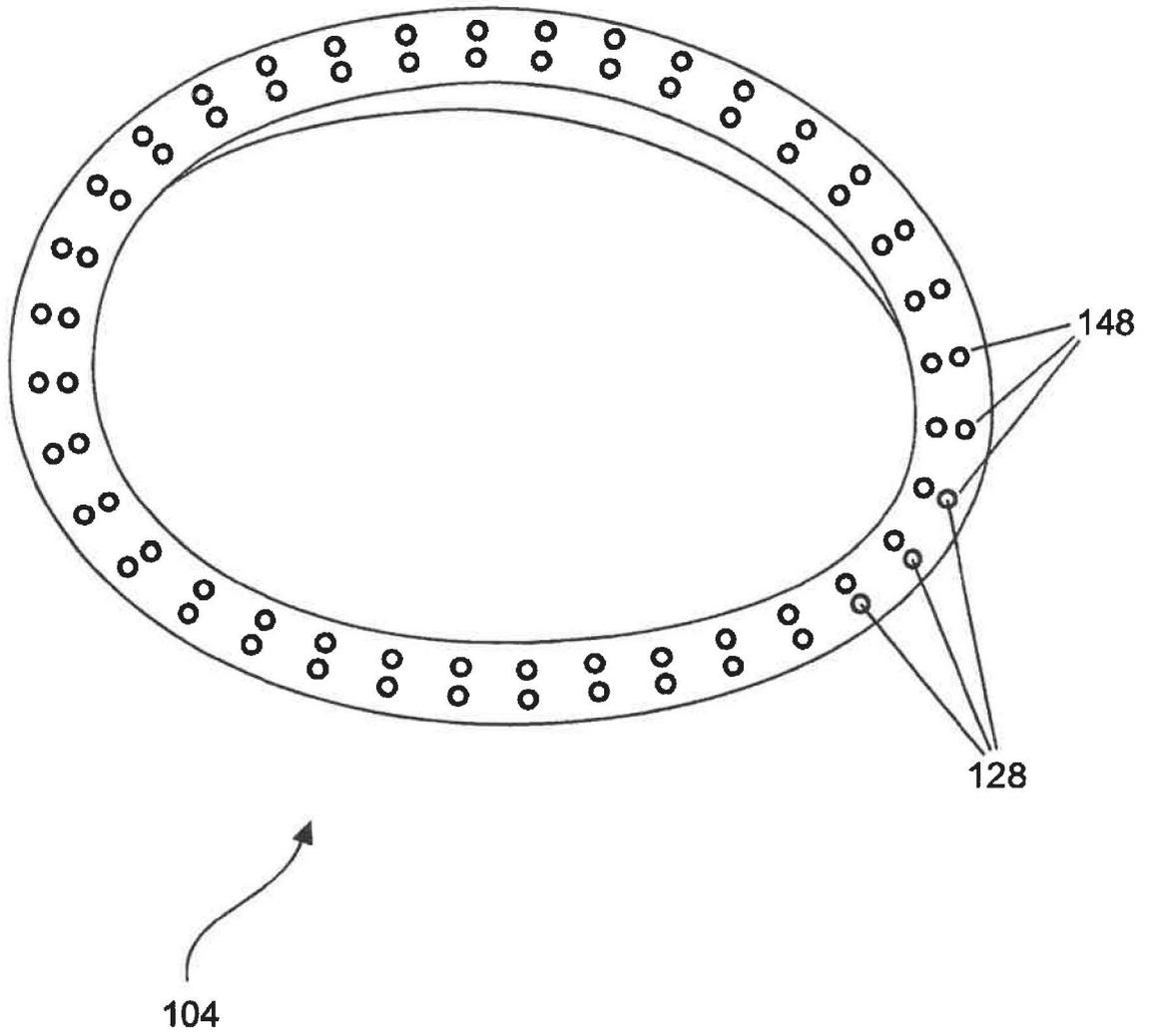


Fig.12

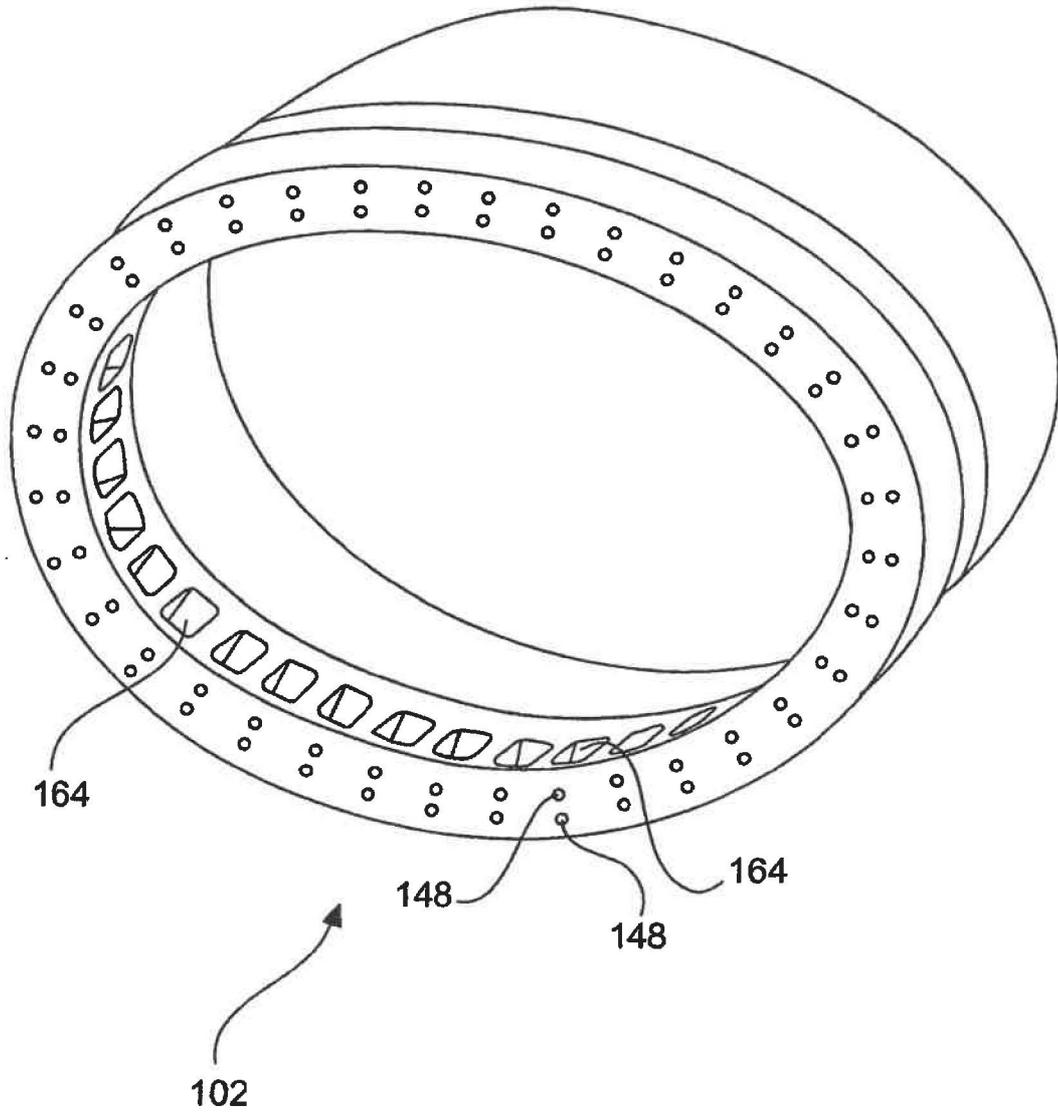


Fig.13

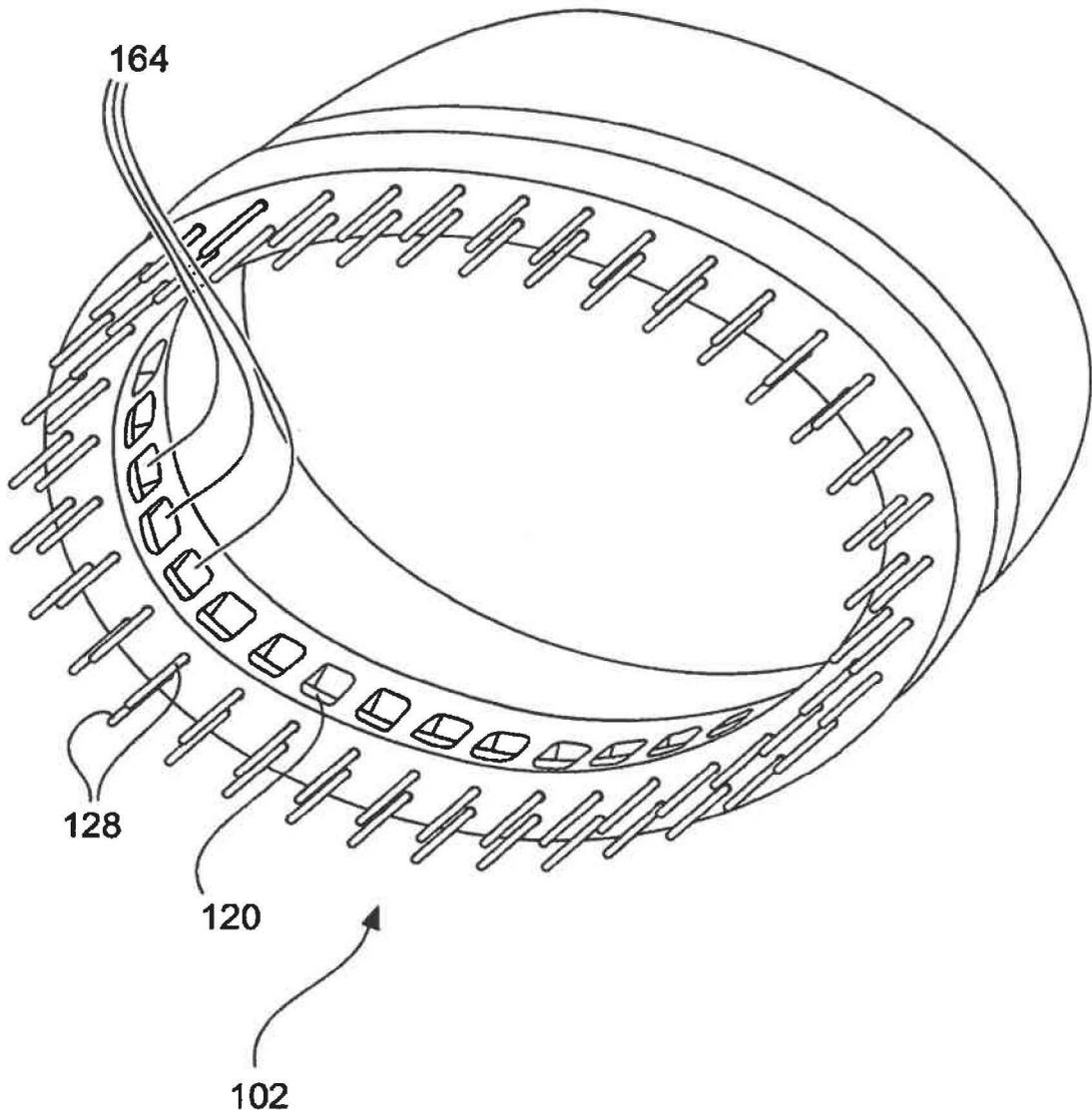


Fig.14