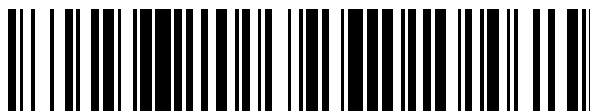


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 570 459**

51 Int. Cl.:

F03D 1/06

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.02.2010 E 10703658 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.02.2016 EP 2396540**

54 Título: **Una pala de rotor para una turbina eólica y un procedimiento para fabricar la misma**

30 Prioridad:

16.02.2009 DK 200900216

17.02.2009 US 153083 P

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

18.05.2016

73 Titular/es:

VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.0%)

Hedeager 42

8200 Aarhus N, DK

72 Inventor/es:

HANCOCK, MARK;

HEDGES, ANDREW;

VERHOEF, RENS CHRISTIAAN;

BECH, ANTON y

VRONSKY, TOMAS

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 570 459 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

Una pala de rotor para una turbina eólica y un procedimiento para fabricar la misma

CAMPO DE LA INVENCION

5 La presente invención se refiere a una pala de rotor para una turbina eólica que comprende un larguero con dos bandas que definen una estructura hueca que se extiende longitudinalmente. Además, la presente invención se refiere a una turbina eólica que comprende una pala de rotor.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

10 Típicamente, una pala de rotor para turbinas eólicas comprende un larguero para la transferencia de la carga de la pala del rotor al buje. Diferentes tipos de fuerzas actúan sobre la pala en uso. Una primera es la fuerza centrífuga que actúa sobre la pala en una dirección longitudinal de la pala. Esta fuerza está causada por la rotación de la pala alrededor del buje. Un segundo tipo de fuerzas actúan sobre la pala de rotor en la dirección del espesor, es decir, una dirección que se extiende a través del sotavento y el barlovento de la pala del rotor. Estas fuerzas son causadas por el viento que actúa sobre la pala. Un tercer tipo de fuerzas actúan sobre la pala de rotor en la dirección de la cuerda, es decir, una dirección que se extiende a través del borde delantero y el borde trasero de la pala del rotor.

15 Estas fuerzas son causadas por la gravedad, cuando la pala se extiende en la dirección horizontal o en cualquier otra dirección transversal a la dirección vertical.

Los documentos JP 2007-255366 y US 2008/007 5603 A1 proporcionan ejemplos de palas con varias bandas internas.

20 A medida que el tamaño de las turbinas eólicas aumenta, las palas del rotor aumentan en longitud, espesor y anchura. El centro de elasticidad de la pala es muy dependiente de la posición del larguero dentro de la pala. Por lo tanto, con el aumento de la anchura de la hoja se incrementa la distancia desde el borde trasero y/o el borde delantero al centro de elasticidad. Esto hace que la pala sea más vulnerable a la tercera clase de fuerzas anteriormente mencionadas, es decir, fuerzas en la dirección de la cuerda, ya que la rigidez del borde disminuye.

25 Es un objeto de modos de realización de la presente invención proporcionar una pala de rotor que tenga una capacidad mejorada de transferencia de carga en la dirección de la cuerda.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

En un primer aspecto, la presente invención se refiere a una pala de rotor para una turbina eólica tal como se define en la reivindicación 1.

30 Una ventaja de la presente invención es que la rigidez de la pala en la dirección de la cuerda se puede aumentar mediante la provisión de una o más bandas. Por otra parte, la provisión de una o más bandas adicionales permite un diseño en el que el centro de elasticidad de la pala del rotor se puede mover hacia el borde delantero o trasera a elección del diseñador.

En general, se apreciará que la banda adicional lleva rigidez longitudinal sobre la mayor parte de la pala.

35 En el contexto de la presente invención, el término borde delantero se entenderá como el borde que, durante el funcionamiento, golpea el aire primero. Del mismo modo, el término borde trasero designará la parte más posterior de la pala del rotor.

En el contexto de la presente invención, el término "cuerda" designará la distancia desde el borde delantero y el borde trasero de la pala del rotor en cualquier posición dada a lo largo de la longitud de la pala de rotor.

40 Además, en el contexto de la presente invención, el término "espesor" designará la distancia entre el lado de barlovento y el lado de sotavento de la pala de rotor.

Por otra parte, en el contexto de esta invención, el «extremo proximal» de la pala del rotor designará el extremo del buje, y el "extremo distal" de la pala del rotor designará la punta.

45 Además, en el contexto de la presente invención, el término "longitud" de la pala de rotor designará la dirección desde el buje hasta la punta. Las dimensiones en esta dirección en esta invención pueden decirse que son más cortas o más largas. A menos que se indique lo contrario la dirección longitudinal será una dirección que se extiende en la dirección de la longitud o sustancialmente en dicha dirección.

Además, el término "anchura" designará la dirección desde el borde delantero al borde trasero, es decir, la dirección de la cuerda de la pala del rotor. Las dimensiones en esta dirección en esta invención pueden decirse que son más anchas o más estrechas.

50 Además, el término "espesor" de la pala de rotor designará la dirección que se extiende entre el lado de barlovento y

el lado de sotavento de la pala del rotor, es decir, una dirección transversal a la cuerda. Las dimensiones en esta dirección en esta invención pueden decirse que son más gruesas o más finas.

5 El larguero forma una estructura hueca que se extiende longitudinalmente, que se puede extender desde el buje en la dirección de la punta. El larguero se utiliza para transferir la carga de la pala de rotor al buje de la pala del rotor. Tales cargas pueden ser fuerzas o par motor de tracción y compresión.

La estructura hueca que se extiende longitudinalmente definida por el larguero puede tener una sección transversal en una dirección transversal a la dirección longitudinal que define cualquier forma en sección transversal, tal como un polígono rectangular, un cuadrado, una forma oval, una forma elíptica, una forma super-elíptica o una forma circular.

10 Por otra parte, el larguero comprende una o más bandas, cada una de las cuales define un extremo del buje, un extremo de punta y una porción intermedia entre las extremidades. Se apreciará que este último está colocado entre el extremo de la punta y el extremo del buje. El larguero puede comprender cualquier número de bandas adicionales, tal como uno, dos, tres, cuatro, cinco, etc. En un modo de realización, una o más - tal como todas - de las bandas adicionales está(n) situada(s) entre la banda delantera y el borde delantero de la pala del rotor. En otro modo de
15 realización, una o más - tal como todas - de las bandas adicionales está(n) situada(s) entre la banda trasera y el borde trasero de la pala del rotor.

El larguero, es decir, la una o más de las bandas y/o una o más de las tapas, puede comprender un material de fibra, tal como fibras de carbono, fibras de vidrio o fibras de basalto. En un modo de realización, la banda adicional comprende una o más de dichas fibras.

20 Cada una de las bandas adicionales está dispuesta de tal manera que la porción intermedia está separada de las bandas anterior y posterior, mientras que la punta y/o el(los) extremo(s) del buje está(n) conectado(s) directamente a, o son integrales con, con la banda delantera o trasera. En un modo de realización de una banda adicional, el extremo del buje está conectado directamente a, es o integral con, el elemento la banda delantera o trasera, mientras que la porción intermedia y el extremo de la punta están separados de la banda delantera o trasera. En otro modo de realización, el extremo del buje y la porción intermedia están separada de las bandas anterior o posterior,
25 mientras que el extremo de la punta está conectado directamente a, o son integrales con, con la banda delantera o trasera.

30 En el contexto de la presente invención, el término "directamente conectado a" se entenderá de manera que una superficie de la banda adicional se apoya en una superficie de la banda delantera o trasera. En algunos modos de realización, dichas superficies de tope se utilizan para adherir la banda adicional a la banda delantera o trasera.

35 En un modo de realización, la carcasa forma un borde delantero y un borde trasero y la pala del rotor define una banda adicional trasera dispuesta entre el borde trasero y el larguero. Además, en dicho modo de realización, la banda adicional trasera puede formar al menos una parte de la carcasa en la zona del borde trasero. En un modo de realización, la banda adicional trasera define un elemento separado que define el borde trasero de la carcasa, es decir, el lado del sotavento y de barlovento del borde trasero. En el último modo de realización, toda la carcasa está definida por las dos mitades de carcasa y el elemento separado. Mediante el diseño de la banda adicional trasera, de manera que define una parte del borde trasero, se puede proporcionar una estructura más simple.

40 Un 10 por ciento de la longitud del borde trasero puede definirse por la banda adicional trasera, tal como un 20 por ciento, tal como un 25 por ciento, tal como un 30 por ciento, tal como un 33 por ciento, tal como un 40 por ciento, tal como un 50 por ciento, tal como un 60 por ciento, tal como un 66 por ciento, tal como un 70 por ciento, tal como un 75 por ciento.

45 Alternativamente, o como suplemento, una banda adicional delantera puede estar dispuesta entre el borde delantero y la banda delantera. Además, la banda adicional delantera puede formar al menos una parte de la carcasa en la zona del borde trasero. En un modo de realización, la banda adicional delantera define un elemento separado que define el borde delantero de la carcasa, es decir, el lado del sotavento y de barlovento del borde delantero. En el último modo de realización, toda la carcasa puede definirse por las dos mitades de carcasa y el elemento separado.

50 Un 10 por ciento de la longitud del borde delantero puede definirse por la banda adicional delantera, tal como un 20 por ciento, tal como un 25 por ciento, tal como un 30 por ciento, tal como un 33 por ciento, tal como un 40 por ciento, tal como un 50 por ciento, tal como un 60 por ciento, tal como un 66 por ciento, tal como un 70 por ciento, tal como un 75 por ciento.

Además, se pueden proporcionar uno o más elementos de interconexión. Los elementos de interconexión pueden estar dispuestos para hacer tope con una de las bandas adicionales y una de las bandas delantera y trasera, para separar la porción intermedia de dicha banda adicional de las bandas delantera y trasera.

55 Los elementos de interconexión pueden ser útiles durante la fabricación para separar la banda adicional de la banda delantera y trasera y para retener la banda adicional en esta posición hasta que la banda adicional se fija a otras partes de la pala del rotor, tal como su carcasa. Los elementos de interconexión pueden ser utilizados para transferir

la carga de la banda adicional a la banda delantera/trasera en la zona de la porción intermedia de la banda adicional.

En un modo de realización, la banda delantera y la banda trasera están interconectadas por al menos una tapa que se extiende en la dirección de la anchura/cuerda de la pala. En un modo de realización, una tapa de sotavento y una tapa de barlovento se proporcionan, que están interconectadas en sus bordes longitudinales por medio de las bandas delantera y trasera, por el que se define la estructura hueca que se extiende longitudinalmente.

5 En el último modo de realización, cada uno de los bordes que se extienden longitudinalmente de las bandas está conectado/fijado a un borde que se extiende longitudinalmente de una de las dos tapas. De manera similar, en dicho modo de realización, cada uno de los bordes que se extienden longitudinalmente de las tapas está conectado/fijado al borde que se extiende longitudinalmente de una de las dos bandas.

10 La tapa de sotavento y/o la tapa del barlovento pueden definir una parte del perfil aerodinámico de la pala del rotor. Del mismo modo, una o más de las bandas adicionales puede definir una parte de la superficie delantera o trasera de la pala del rotor, como se ha descrito anteriormente. Mediante el diseño del larguero y/o la banda adicional tal que define una parte del perfil aerodinámico de la pala del rotor, se puede conseguir un diseño más simple y, a menudo, más ligero.

15 Para transferir la carga de la banda adicional a la banda delantera o trasera, la banda adicional puede ser integral con o estar conectada directamente a la banda delantera/trasera. En un modo de realización, la banda adicional es integral con la banda delantera o trasera, de tal forma que un elemento en forma de V define una banda adicional y una banda delantera/trasera.

20 En un modo de realización, la estructura hueca que se extiende longitudinalmente define una estructura de montaje con una superficie de adherencia a la que una o más bandas se adhieren para permitir que las fuerzas de tracción sean transferidas desde la banda adicional a la estructura de montaje. La estructura de montaje y la banda adicional pueden tener una forma tal que las fuerzas de tracción son transferidas gradualmente desde la banda adicional a la estructura de montaje cuando se ve desde la porción intermedia de la banda adicional y hacia su extremo del buje de la misma.

25 En un modo de realización particular, la estructura de montaje define un saliente afilado que se extiende desde una superficie exterior del larguero, es decir, en un ángulo entre 0 y 90 grados con respecto a la dirección longitudinal de la pala del rotor. Además, en dicho modo de realización, el larguero adicional puede tener un extremo afilado, que puede estar adherido al saliente afilado, de manera que un área en sección transversal de unión del larguero adicional y la estructura de montaje - en la zona de solapamiento - es constante o cambia gradualmente en la zona de solapamiento cuando se ve desde la porción intermedia de la banda adicional y hacia su extremo del buje de la misma. La ventaja es que se pueden evitar cambios dramáticos en las tensiones a lo largo de la longitud de la banda adicional.

30 En un modo de realización, el extremo afilado del larguero y el saliente afilado de la estructura de montaje están diseñados de tal manera que la mayor cantidad de fuerza transferida desde la banda adicional a la estructura de montaje se transfiere como fuerzas de corte, es decir, de tal manera que las fuerzas normales/de tracción se reducen al mínimo. La ventaja es que una unión por adhesión es normalmente capaz de transferir una cantidad mayor de las fuerzas de corte que las fuerzas normales.

35 Se apreciará que cuanto más cerca están las superficies para adherirse de estar en paralelo con la dirección longitudinal de la banda adicional, mayor es el porcentaje de la tensión de corte en la zona de la articulación en comparación con la tensión normal. También se apreciará que cuanto mayor sea el área de las dos superficies afiladas, menor es generalmente la tensión de corte.

40 En un segundo aspecto, la presente invención se refiere a una turbina eólica que comprende una pluralidad de palas de rotor de acuerdo con el primer aspecto de la invención. Se apreciará que la invención de acuerdo con el segundo aspecto puede comprender cualquier combinación de características y elementos de la invención de acuerdo con el primer aspecto.

45 Un tercer aspecto no reivindicado se refiere a un procedimiento para fabricar un larguero adaptado para formar una estructura hueca que se extiende longitudinalmente con una porción de buje y una porción de punta dentro de una carcasa de una pala de rotor para una turbina eólica, definiendo el larguero una estructura de montaje afilada que se extiende desde una superficie exterior del larguero y que define una superficie de adherencia, a la que una banda adicional se puede adherir para permitir que las fuerzas de tracción sean transferidas desde la banda adicional a la estructura de montaje, comprendiendo el procedimiento las etapas de:

- enrollar una hoja de material de refuerzo alrededor de un mandril para formar el larguero,
 - proporcionar un elemento que define el espacio en el área de la porción de buje del larguero, y
 - enrollar la hoja de material de refuerzo alrededor del elemento que define el espacio, para formar la estructura de
- 55 montaje afilada, al menos una parte de la cual está separada de la superficie exterior del larguero.

En un modo de realización, al menos una parte del elemento de la definición de espacio tiene forma de cuña, y se proporciona en el larguero, de manera que el espesor de la cuña disminuye en la dirección de la porción del buje del larguero. En otro modo de realización, al menos una parte del elemento de definición de espacio comprende un material de espuma. Se apreciará que al proporcionar un material de espuma del elemento de definición de espacio puede ser ligera en relación con su volumen, con lo cual el elemento proporciona una contribución insignificante al peso total del larguero y, por lo tanto, la hoja.

Se apreciará que al proporcionar el elemento que define la forma, la estructura de montaje afilada puede fácilmente definirse como una parte del proceso de formación del larguero. Por otra parte, se apreciará que mediante la fabricación del elemento que define la forma por medio de la hoja de material de refuerzo, se puede proporcionar una estructura fuerte y ligera.

El tercer aspecto puede comprender cualquier combinación de características y/o elementos de la invención de acuerdo con el primer aspecto.

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Ejemplos de la invención se describirán ahora con referencia a los dibujos, en los que:

Las figuras 1 y 3 divulgan una sección transversal de la pala de rotor en un plano que se extiende a través de la cuerda y de la longitud de la pala de rotor,

La figura 2 divulga una sección transversal de la pala de rotor en un plano que se extiende a través del espesor y de la longitud de la pala de rotor,

Las figuras 4 a 8 divulgan secciones transversales de la pala de rotor en un plano que define un ángulo recto con la longitud de la pala de rotor,

La figura 9 divulga una vista isométrica de un larguero de acuerdo con la presente invención;

Las figuras 10 y 11 divulgan secciones transversales del larguero, sin la banda adicional trasera,

Las figuras 12 y 15 divulgan, cada una, una vista isométrica de un larguero completado, es decir, con la banda adicional trasera,

Las figuras 13 y 14 divulgan secciones transversales del larguero de las figuras, 12 y 15,

La figura 16 divulga la sección transversal de la figura 17, es decir, un larguero con una estructura de montaje para la fijación de la banda adicional trasera al larguero, y

La figura 17 divulga la provisión de una espuma para definir el saliente afilado de la estructura de montaje.

La figura 1 divulga una pala de rotor 100 para una turbina eólica (no mostrada) con una carcasa 101 que define un borde delantero 102, un borde trasero 104, un lado de sotavento 103 y un lado de barlovento 105. La pala de rotor 100 comprende un larguero 106 que se extiende en una dirección longitudinal 108 de la pala de rotor 100. El larguero 106 forma una estructura hueca con una cavidad que se extiende longitudinalmente 109, como puede verse en las figuras 4-8. La estructura hueca se define por una tapa de sotavento 110, una tapa de barlovento 112, una banda delantera 114 y una banda trasera 116. Cada una de las tapas 110,112 y las bandas 114, 116 definen unos bordes longitudinales 118 que se utilizan para adherir las tapas y las bandas 114, 116 entre sí. En consecuencia, los dos bordes longitudinales 118 de la tapa de barlovento 112 están fijados a los bordes longitudinales inferiores 118 de la banda delantera 114 y la banda trasera 116. De manera similar, los dos bordes longitudinales 118 de la tapa de sotavento 110 están fijados a los bordes longitudinales superiores 118 de la banda delantera 114 y la banda trasera 116. Los bordes longitudinales 118 pueden definir superficies de extremo afiladas 120, como puede verse en la figura 5 para la alineación de las bandas 110, 112 y las bandas 114, 116 entre sí antes y durante el procedimiento de adhesión. El larguero comprende además una banda adicional trasera 122 que es integral con el larguero 106 que se describe más adelante. La banda adicional trasera 122 está separada de la banda trasera. 116 por medio de unos elementos de separación 124 que se utilizan para separar una porción intermedia 126 de la banda adicional trasera 122 de la banda trasera 116. Por otra parte, la banda adicional trasera 122 comprende un extremo del buje 128 y un extremo de la punta 130, entre los que se proporciona la porción intermedia 126, véanse las figuras 12 y en los modos de realización de las figuras, el extremo del buje 128 y el extremo de la punta 130 son integrales con el larguero 106. En consecuencia, los bordes longitudinales 118 del extremo del buje 128 y del extremo de la punta 130 se adhieren a los bordes longitudinales 118 de las tapas 110, 112, con lo que la cavidad 109 está definida en parte por la banda adicional trasera 122 en la zona del extremo del buje 128 y el extremo de la punta 130.

La figura 9 divulga el proceso de montaje del larguero 106. Inicialmente, las tapas 110, 112 y las bandas 114 116 se adhieren entre sí. Posteriormente, los elementos de interconexión 124 están posicionados a lo largo de la longitud de la banda trasera 116. A continuación, la banda adicional trasera 122 se mueve a la posición (ilustrada en la figura 13) en la que los bordes longitudinales 118 de la banda adicional trasera 122 se ponen en relación con los bordes longitudinales traseros 118 de las tapas 110, 112. Al mismo tiempo, la banda adicional trasera 122 se pone en

5 contacto con los elementos de interconexión 124, que hace que la banda adicional trasera 122 y la banda trasera 116 estén separadas como se ilustra en las figuras 12, 14 y 15. Se apreciará a partir de las figuras 12 y 15 que la banda trasera 116 puede, en algunos modos de realización, estar longitudinalmente separada de la banda adicional trasera 122, mediante lo cual un paso 132 puede definirse entre la banda trasera 116 y la banda adicional trasera 122.

Las figuras 16 y 17 divulgan otro modo de realización de la presente invención, en la que se define una estructura de montaje en el extremo del buje del larguero. Como se describe a continuación, el larguero se puede definir mediante el enrollamiento de las hojas de capa de refuerzo alrededor de un mandril.

10 La figura 16 divulga una sección transversal de un larguero 106 que comprende una estructura de montaje 134 que define un extremo afilado 136. La estructura de montaje 134 se extiende en una dirección alejándose del extremo del buje 138 del larguero 106. Del mismo modo, la banda adicional trasera 122 define un extremo afilado 140 que hace que la banda adicional trasera 122 sea más estrecha en la dirección del extremo del buje 138. Los extremos afilados definen unas superficies de adherencia 142, que se utilizan para adherir los extremos afilados 138, 140 juntos. A medida que los dos extremos afilados 138,140 se estrechan en direcciones opuestas, el espesor de la banda adicional trasera 122 solo cambia gradualmente en el área de solapado. En consecuencia, se evitan o minimizan cambios repentinos en la tensión en la banda adicional trasera 122.

20 A partir de la figura 16, se apreciará que el plano definido por las superficies de adherencia 142 está cerca de ser paralela a la dirección general de la banda adicional 122. Esto hace que la relación de la tensión de corte en comparación a los esfuerzos de tracción normales sea alta en la zona de adhesión. En otras palabras, una cantidad significativa de la fuerza transferida a través de las superficies de adherencia 142 se transfiere como fuerzas de corte, en lugar de fuerzas normales de tracción.

Para fabricar, en el extremo afilado 138 puede proporcionarse una espuma 144 (un elemento que define la forma) en la superficie exterior del larguero 106 durante la fabricación. Esto se ilustra en la figura 17.

25 Inicialmente, una hoja de una capa de refuerzo se enrolla alrededor de un mandril (no mostrado). Cuando se alcanza la dimensión radial deseada del larguero, un elemento que define la forma, por ejemplo en forma de una espuma 144, se coloca en el larguero y el proceso de enrollado de la capa de refuerzo continúa. Debido a la provisión de la espuma 144, el enrollado continuo de la capa de refuerzo hace que la parte afilada se acumule en el área de la espuma 144. La parte afilada puede verse en la figura 16. Una ventaja de usar una espuma es que es ligera y de bajo coste y, por lo tanto, puede formar parte del producto final. En otros modos de realización, el elemento que define la forma se vuelve a utilizar y puede, por ejemplo, estar hecho de metal.

30

REIVINDICACIONES

- 5 1. Una pala de rotor (100) para una turbina eólica, comprendiendo la pala de rotor (100) una carcasa (101) y un larguero (106), formando la carcasa (101) un lado de barlovento y un lado de sotavento (103,105) y formando el larguero (106) una estructura hueca que se extiende longitudinalmente (109) dentro de la carcasa (101), comprendiendo el larguero (106):
- una banda delantera (114),
 - una banda trasera (116), y
 - una o más bandas adicionales (122);
- 10 en la que cada banda (114, 116, 122) se extiende entre el lado de barlovento y de sotavento (103,105) de la carcasa (101); y
- en la que cada banda adicional (122) define una porción intermedia (126) entre un extremo del buje (128) y un extremo de la punta (130); y
- caracterizada porque
- 15 el larguero comprende además dos tapas (110, 112), estando interconectadas la banda delantera y la banda trasera por las tapas (110, 112) para formar la estructura hueca (109), y porque la porción intermedia (126) de cada banda adicional (122) está separada de las bandas delantera y trasera (114, 116) y al menos uno de la punta y los extremos del buje (128,130) está conectado directamente a, o es integral con, la banda delantera o trasera (114, 116).
- 20 2. Una pala de rotor según la reivindicación 1, en la que la carcasa (101) forma un borde delantero (102) y un borde trasero (104) y en la que la pala de rotor (100) define una banda adicional trasera (122) dispuesta entre el borde trasero (104) y la banda trasera (116).
3. Una pala de rotor según la reivindicación 2, en la que la banda adicional trasera (122) forma al menos una parte de la carcasa (101) en la zona del borde trasero (104).
- 25 4. Una pala de rotor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la carcasa (101) forma un borde delantero (102) y un borde trasero (104) y en la que la pala de rotor (100) define una banda adicional delantera (122) dispuesta entre el borde delantero (102) y la banda delantera (114).
5. Una pala de rotor según la reivindicación 4, en la que la banda adicional delantera (122) forma al menos una parte de la carcasa (101) en la zona del borde delantero (102).
- 30 6. Una pala de rotor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que también comprende uno o más elementos de interconexión (124) dispuestos para hacer tope con una de las bandas adicionales y una de las bandas delantera y trasera, para separar la porción intermedia (126) de dicha banda adicional (122) de las bandas delantera y trasera (114, 116).
7. Una pala de rotor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que una tapa de sotavento (110) y una tapa de barlovento (112) están interconectadas en sus bordes longitudinales (118) por medio de las las bandas delantera y trasera (114, 116) para definir la estructura hueca que se extiende longitudinalmente (109).
- 35 8. Una pala de rotor según la reivindicación 7, en la que la tapa de sotavento (110) y/o la tapa de barlovento (112) definen una parte de un perfil aerodinámico de la pala del rotor (100).
9. Una pala de rotor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la estructura hueca que se extiende longitudinalmente define una estructura de montaje (134) con una superficie de adherencia (142) a la que una o más bandas adicionales (122) se adhieren para permitir que las fuerzas de tracción sean transferidas desde la banda adicional (122) a la estructura de montaje (134).
- 40 10. Una pala de rotor según la reivindicación 9, en la que la estructura de montaje (134) y la banda adicional (122) tienen una forma tal que las fuerzas de tracción son transferidas gradualmente desde la banda adicional (122) a la estructura de montaje (134) cuando se ve desde la porción intermedia (126) de la banda adicional (122) y hacia su extremo del buje (128) de la misma.
- 45 11. Una pala de rotor según la reivindicación 9 o 10, en la que la estructura de montaje (134) define un saliente afilado (138) que se extiende desde una superficie exterior del larguero (106), y en la que la banda adicional (122) tiene un extremo afilado (140), que se adhiere al saliente afilado (138), de tal manera que un área de sección transversal de unión de la banda adicional (122) y la estructura de montaje (134) es constante o cambia gradualmente en el área de solapado cuando se ve desde la porción intermedia (126) de la banda adicional (122) y hacia su extremo de buje (128) del mismo.
- 50

12. Una pala de rotor según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, en la que la estructura de montaje (134) define un saliente afilado (138) que se extiende desde una superficie exterior del larguero (106), y en el que la banda adicional (122) tiene un extremo afilado (140).

5 13. Una turbina eólica que comprende una pluralidad de palas de rotor (100) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

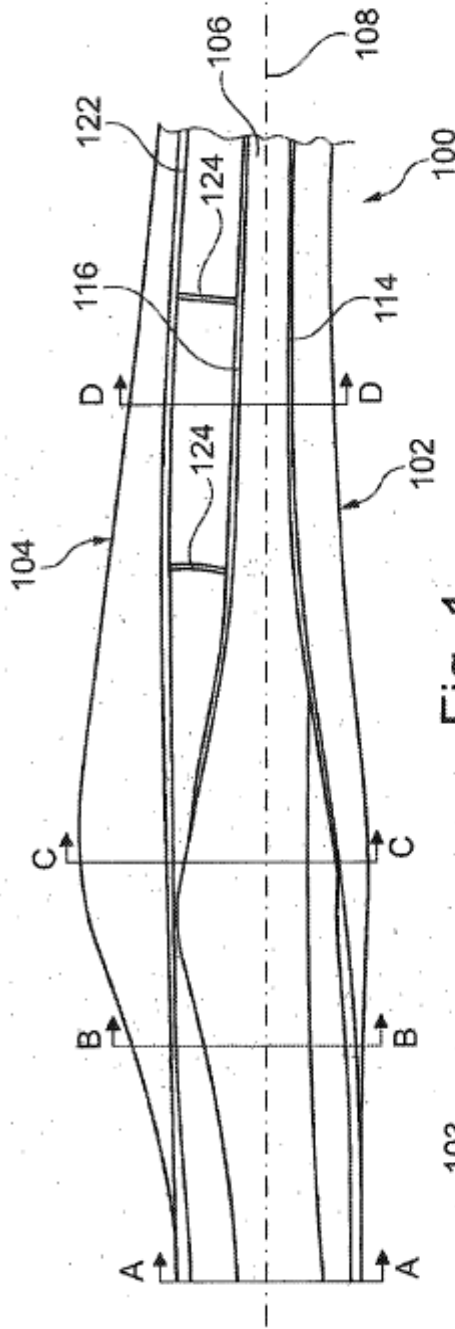


Fig. 1

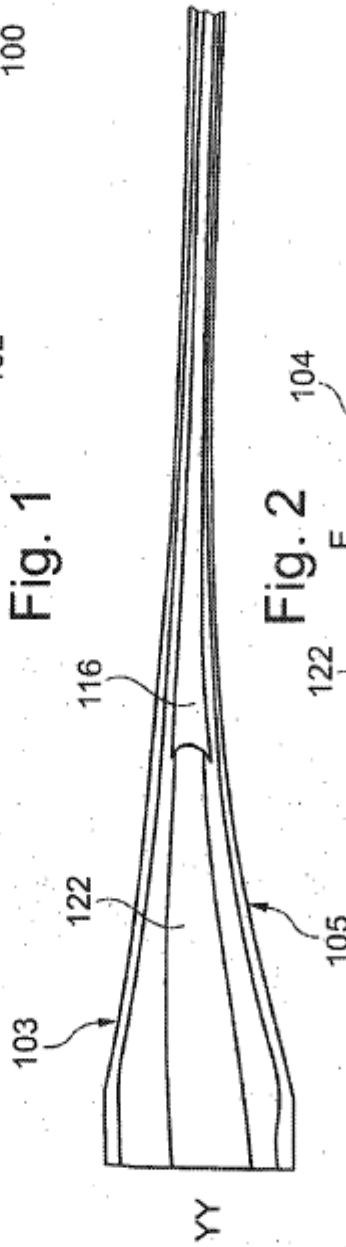


Fig. 2

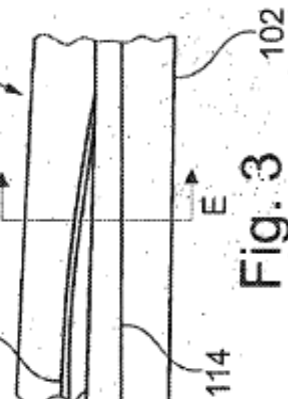


Fig. 3

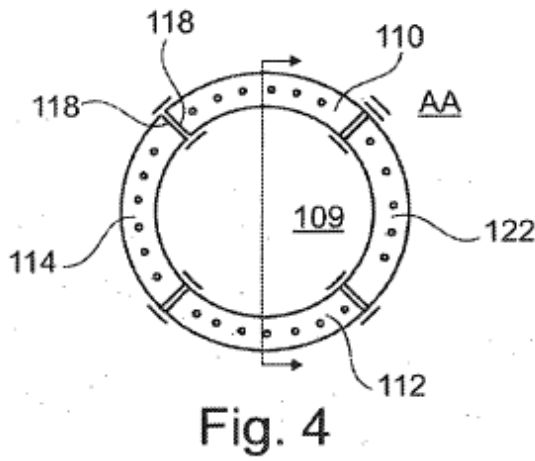


Fig. 4

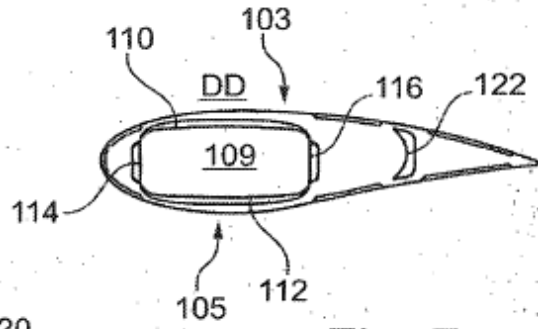


Fig. 7

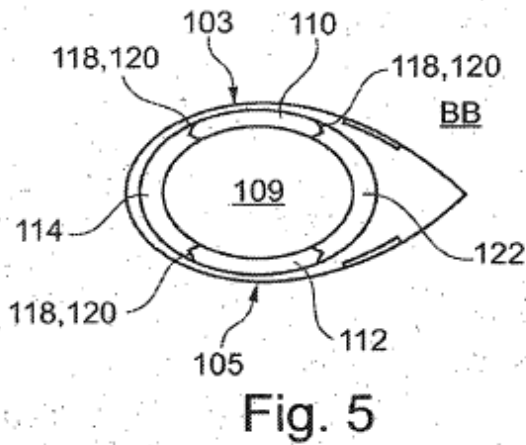


Fig. 5

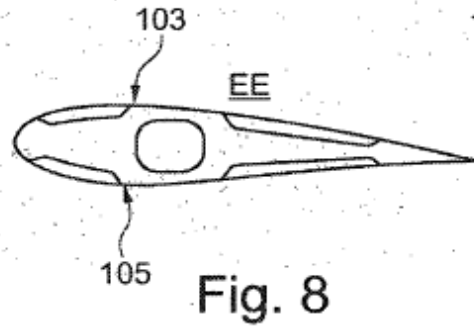


Fig. 8

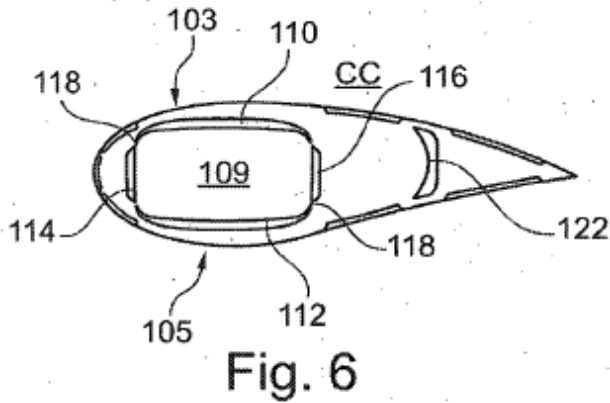
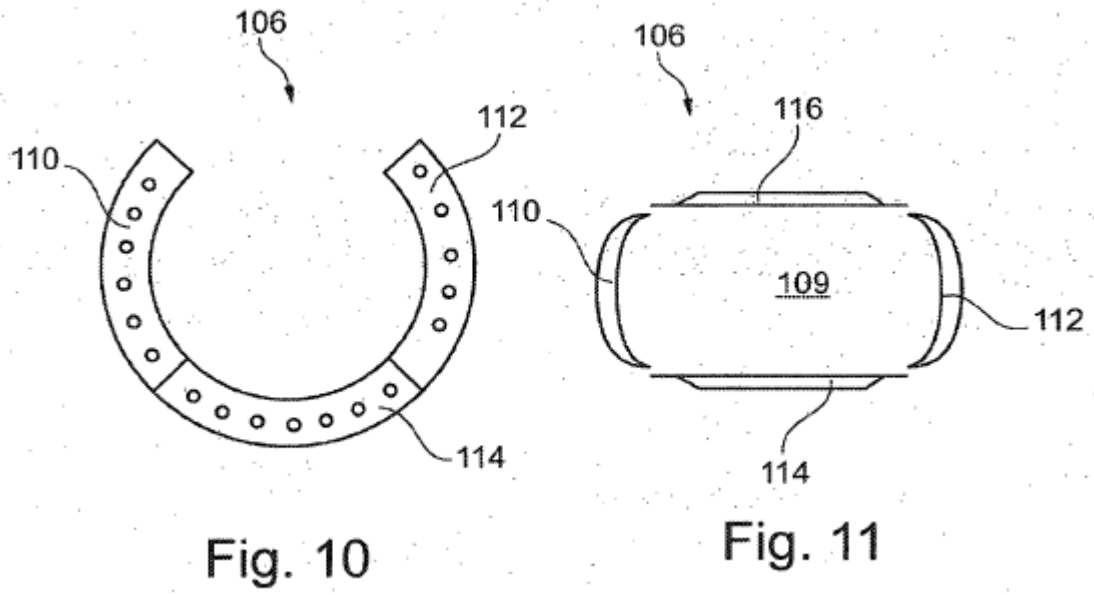
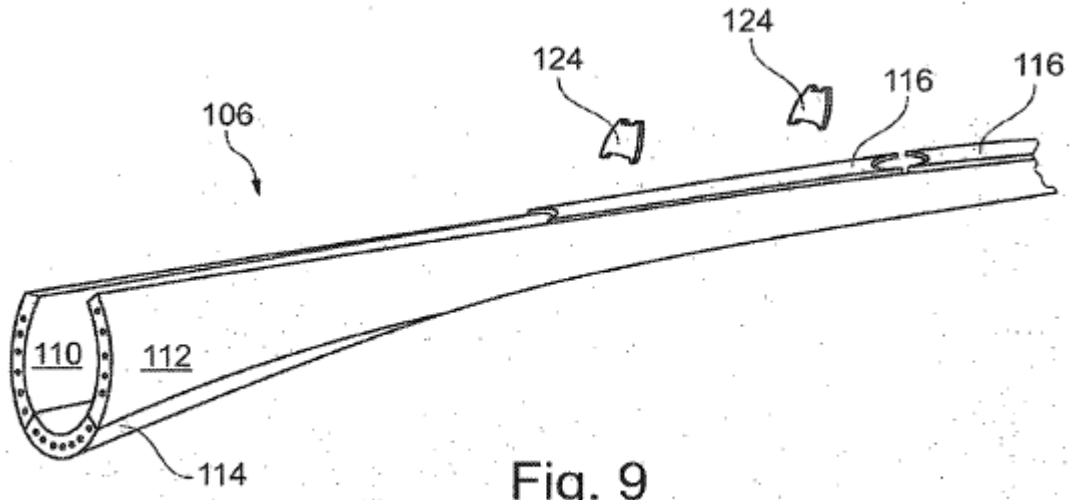


Fig. 6



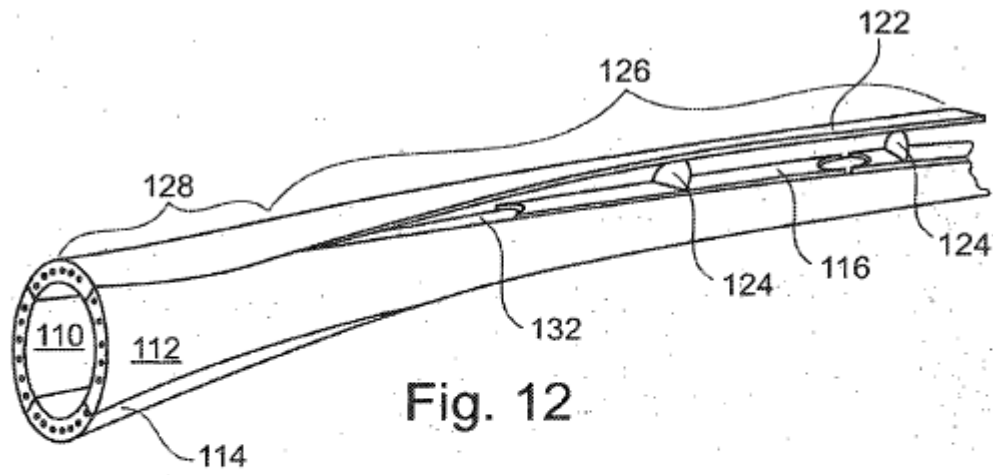


Fig. 12

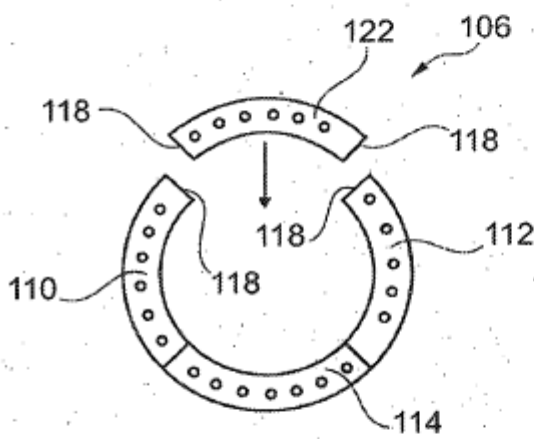


Fig. 13

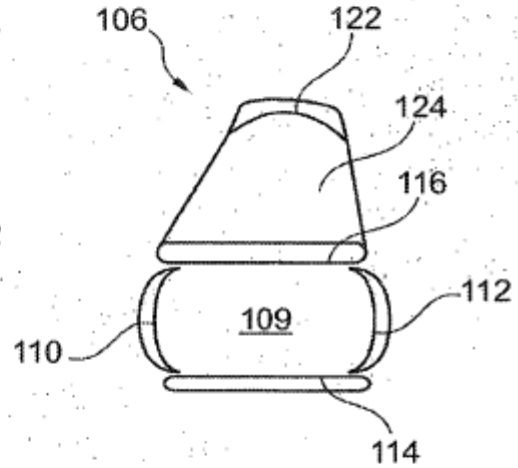


Fig. 14

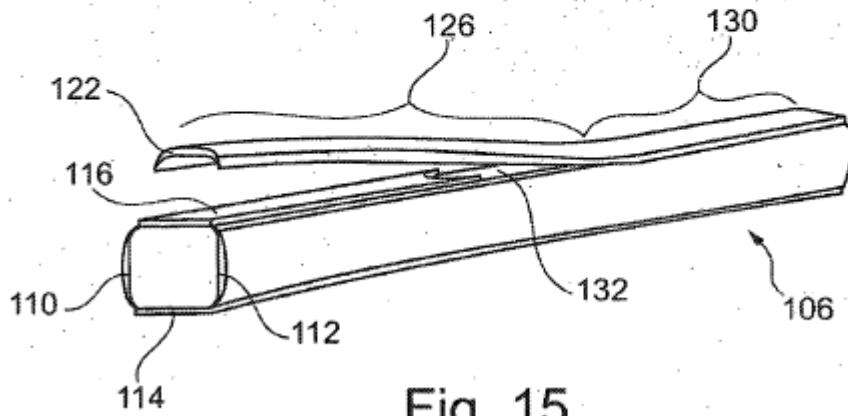


Fig. 15

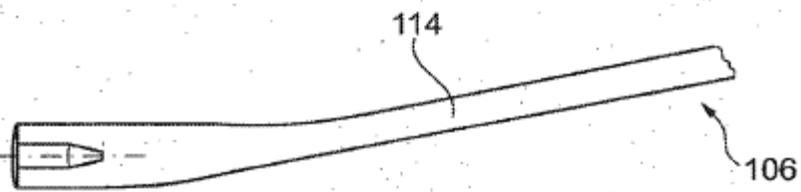
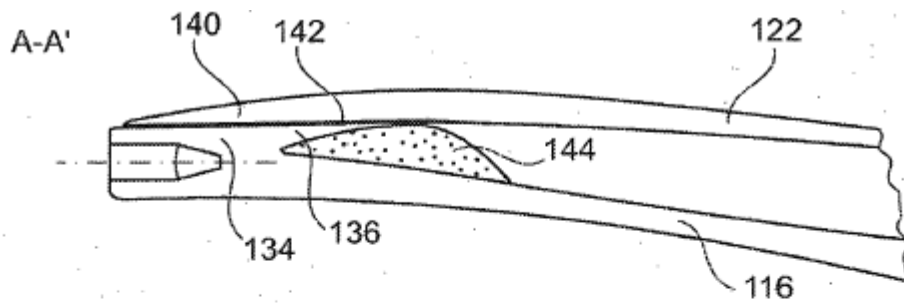


Fig. 16

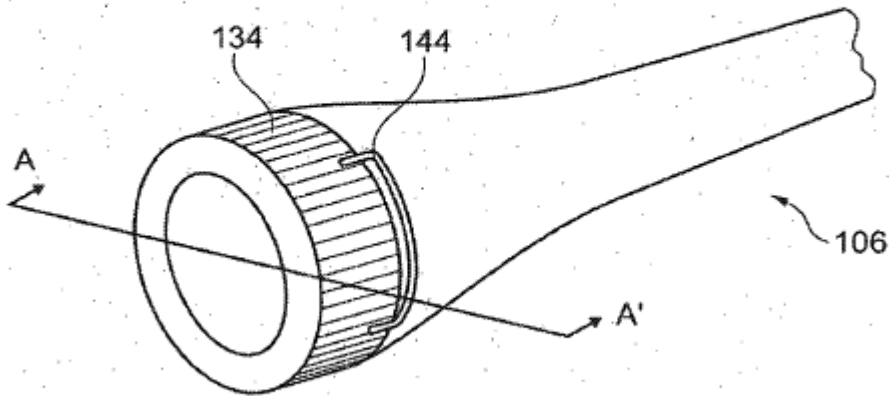


Fig. 17