

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 983 511**

51 Int. Cl.:

F03D 1/06

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.03.2020** **E 20160359 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.05.2024** **EP 3875751**

54 Título: **Pala de rotor para una turbina de energía eólica y punta de pala de rotor**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
23.10.2024

73 Titular/es:

NORDEX ENERGY SE & CO. KG (100.0%)
Langenhörner Chaussee 600
22419 Hamburg, DE

72 Inventor/es:

ÖHLERICH, NICK;
DOOSTTALAB, MEHDI y
RAUTMANN, CHRISTOF

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 983 511 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 para una turbina de energía eólica y punta de pala de rotor

La presente invención hace referencia a una pala de rotor para una turbina de energía eólica que presenta un cuerpo principal de pala de rotor y una punta de pala de rotor. La presente invención también hace referencia a una punta de pala de rotor de la clase mencionada.

Las tendencias actuales en la industria de la energía eólica se orientan a palas de rotor cada vez más largas, por ejemplo, palas de rotor de más de 80 m de longitud. Las palas del rotor están fabricadas de materiales compuestos de fibra y son huecas por dentro. En estas cavidades se encuentran correspondientemente grandes cantidades de aire. En condiciones apropiadas, como cambios de temperatura, etc., el agua contenida en el aire se puede condensar en el interior de las palas del rotor, lo que genera una acumulación de agua en las palas del rotor. Para evitar daños colaterales, esta agua debe poder salir de la pala del rotor. Uno de los problemas lo causan, por ejemplo, los rayos, en donde la elevada corriente en un tiempo acotado puede provocar la vaporización repentina del agua condensada en el interior de la pala del rotor. La presión de vapor generada por la evaporación puede provocar daños mecánicos en el interior de la pala del rotor.

A medida que la pala del rotor gira durante el funcionamiento de la turbina eólica, el agua se acumula por lo general en la zona de la punta de la pala debido a la fuerza centrífuga. Una posible solución para el drenaje del agua de la zona de la punta de la pala consiste en un orificio de drenaje, por lo general, en ángulo con respecto al eje de paso. El orificio se extiende a través del laminado y/o a través de un receptor metálico de la punta de pala hasta el borde extremo de la pala del rotor. La pala del rotor presenta sólo un pequeño grosor de perfil en la zona de la punta de la pala. Esto limita el diámetro del orificio de drenaje, con la desventaja de que la suciedad, por ejemplo, residuos de fabricación, restos de adhesivo, se puede acumular en la zona de la pala delante del orificio, obstruyendo el orificio relativamente pequeño y no permitiendo el agua drene de forma fiable. Además, en función de la temperatura y la presión atmosférica, se puede acumular una presión negativa en la pala, lo que dificulta o incluso daña la apertura de las trampillas de acceso en la raíz de la pala.

La solicitud US20110103963A1 hace referencia a un procedimiento para fabricar una pala de rotor para una turbina eólica, que presenta un orificio de drenaje en la zona de la punta de la pala del rotor, una pala de rotor para una turbina eólica con un orificio de drenaje en la zona de la punta de pala de rotor, una turbina eólica con una correspondiente pala de rotor y el uso de un elemento de superficie en una pala de rotor para una turbina eólica que presenta un orificio de drenaje en la zona de la punta de pala del rotor.

La solicitud US 2017/0335830 A1 hace referencia a un receptor de rayos para una pala de rotor de una turbina eólica, en donde el receptor de rayos se fabrica en una única pieza mediante un proceso de fundición.

Un objeto en el que se basa la presente invención consiste en especificar un concepto para una pala de rotor que contribuya a un drenaje particularmente eficaz del agua de una pala de rotor.

Se revela así una pala de rotor para una turbina de energía eólica. La pala de rotor presenta un cuerpo principal de pala de rotor que delimita una cavidad de pala de rotor. El cuerpo principal de la pala de rotor está conformado, por ejemplo, por dos semicarcasas de un material compuesto de fibras, que están unidas fijamente entre sí a lo largo del borde frontal y del borde extremo. La pala de rotor presenta una punta de pala de rotor que está firmemente conectada al cuerpo principal de la pala del rotor. El cuerpo principal de la pala del rotor y la punta de la pala del rotor pueden estar fabricados de una sola pieza, por ejemplo, de un material compuesto de fibras. Alternativamente, el cuerpo principal de la pala del rotor puede estar fabricado de un material compuesto de fibras y la punta de la pala del rotor puede estar fabricada de un material eléctricamente conductor, por ejemplo metálico, y el cuerpo principal de la pala del rotor está unido firmemente con la punta de la pala del rotor mediante una conexión adhesiva. La punta de la pala del rotor presenta un orificio de drenaje que está acoplado con conexión de fluido a la cavidad de la pala del rotor. El orificio de drenaje está abierto hacia una superficie del lado de succión de la punta de la pala del rotor, de modo que el fluido, en particular agua, puede drenar hacia el exterior desde la cavidad de la pala del rotor en la superficie del lado de succión de la punta de la pala del rotor mediante el orificio de drenaje. El eje central del orificio de drenaje está inclinado con respecto al eje de paso de tal manera que el eje central del orificio se extiende desde la dirección de una superficie del lado de presión en dirección a la superficie del lado de succión de la punta de la pala del rotor. El eje central del orificio de drenaje se extiende también con un determinado ángulo con respecto al eje de paso de la pala del rotor en dirección a un extremo de la punta de la pala del rotor del lado de la punta. En el marco de la invención se entiende por orificio de drenaje tanto un orificio recto como un conducto realizado mediante otro proceso de fabricación, que puede presentar un curso recto o levemente curvado.

En la pala de rotor descrita está previsto que el orificio de drenaje conecte de manera fluida la cavidad de la pala de rotor con la superficie del lado de succión de la carcasa de pala de rotor, de modo tal que el agua condensada se pueda drenar desde la cavidad de pala de rotor directamente al exterior a través de la punta de la pala. Un orificio de entrada del orificio de drenaje está orientado hacia la cavidad de la pala del rotor, mientras que un orificio de salida del orificio de drenaje está dispuesto en el lado de succión (superficie del lado de succión) de la punta de la pala del rotor. En otras palabras, el orificio de drenaje está abierto, por un lado, a la cavidad de las palas del rotor y, por otro lado, al lado de succión. El orificio de drenaje, por ejemplo, es un orificio sencillo, único y recto.

El orificio de drenaje descrito permite un drenaje especialmente eficaz y eficiente del agua de la pala del rotor. En particular, su colocación y salida en el lado de succión permite aspirar activamente el aire del interior de la pala en la zona de presión negativa durante el funcionamiento de la pala del rotor. Esto contribuye en gran medida a mejorar el drenaje de la pala del rotor. Además, el perfil aerodinámico de la punta de la pala no se ve afectado negativamente o sólo ligeramente. También ayuda a evitar desventajas en los costes debido a los daños colaterales causados por la entrada del agua en el interior de la pala. Además, es posible diseñar el orificio con un diámetro mayor ya que se extiende a través de una zona de la sección transversal del perfil que presenta un grosor suficiente. De este modo se puede reducir o incluso evitar la obstrucción del orificio. Esto permite lograr ahorros de costes al evitar trabajos de mantenimiento (liberar el orificio).

Gracias a su diseño como un orificio sencillo y recto, no son necesarios más orificios, por lo que el agua se puede drenar en línea recta. Esto contribuye a simplificar o reducir los trabajos de mantenimiento, ya que el orificio de drenaje se puede liberar con facilidad. Esto evita un curso angular del orificio de drenaje o de un conducto de drenaje hasta la salida de la punta de la pala, lo que aumentaría la tendencia del orificio o conducto a bloquearse o aumentaría la necesidad de servicio.

La punta de la pala del rotor es preferentemente un componente separado de la pala del rotor. La punta de la pala del rotor está diseñada para conducir corriente eléctrica, por ejemplo. La punta de la pala del rotor está fabricada, por ejemplo, de aluminio, aunque también son concebibles estructuras de varios componentes de metal, material fibroso y materiales no conductores. La punta de la pala del rotor está diseñada opcionalmente como un dispositivo de protección contra rayos, por ejemplo, como un así denominado receptor. Por lo general, en el proceso de fabricación de la pala del rotor, la punta de la pala del rotor se une con los lados de aspiración y presión de la pala del rotor, en particular, se adhiere o lamina entre las dos capas de la pala.

Según la invención, un eje central del orificio de drenaje está inclinado con respecto al eje de paso de tal manera que el eje central del orificio se extiende desde la dirección de una superficie del lado de presión en dirección a la superficie del lado de succión de la punta de la pala del rotor. En otras palabras, el eje central del orificio está inclinado con respecto a un plano de extensión principal o plano central de la punta de las palas del rotor. Esto también contribuye al hecho de que el agua se puede descargar de manera particularmente eficaz.

De acuerdo con la invención, un eje central del orificio de drenaje se extiende con un ángulo determinado con respecto a un eje de paso de la pala de rotor en dirección a un extremo de la punta de la pala de rotor del lado de la punta. El eje de paso de la pala del rotor es el eje alrededor del cual puede girar la pala del rotor. Esto establece un ángulo de ataque para la pala del rotor durante el funcionamiento. En particular, el eje central del orificio y, por lo tanto, del orificio de drenaje, no se extiende en paralelo al eje de paso. El orificio de drenaje se extiende en dirección al borde extremo del perfil, es decir, el eje central del orificio apunta en dirección al borde extremo del perfil. La alineación del eje central del orificio evita el flujo vertical sobre el orificio de drenaje y, por lo tanto, evita la resonancia aeroacústica. Esto también implica una ventaja de costes.

El ángulo predeterminado se encuentra, por ejemplo, en un intervalo de 1° a 45°, preferentemente de 1° a 15°. Así se optimizan las ventajas y funciones antes mencionadas.

Según una forma de ejecución, el orificio de drenaje está diseñado de tal manera que sólo es accesible desde el lado de succión. Esto ofrece la ventaja de que el borde extremo del perfil de la punta de la pala del rotor (borde posterior) presenta, a diferencia de las soluciones conocidas en el estado del arte, un curso cerrado y continuo. Esto permite un perfil aerodinámico especialmente eficaz en la punta de la pala del rotor y contribuye de manera significativa y positiva a las propiedades aerodinámicas de la punta de la pala del rotor y, por lo tanto, de la pala del rotor, en donde se optimizan especialmente las propiedades acústicas. En particular, el borde posterior de la punta de la pala puede estar diseñado particularmente delgado. La turbina de energía eólica con una pala de rotor de este tipo también puede funcionar en un nivel de potencia particularmente elevado.

De acuerdo con una forma de ejecución, el orificio de drenaje es de acceso libre desde el exterior en una extensión recta de su eje central de perforación. Como se indicó anteriormente, esto ayuda a garantizar que los trabajos de mantenimiento en el orificio resulten muy sencillos. En particular, un orificio obstruido por suciedad se puede volver a perforar fácilmente. De este modo se puede acceder directamente al agujero desde el exterior para realizar trabajos de mantenimiento.

Según una forma de ejecución, la superficie del lado de succión de la punta de la pala del rotor presenta un rebaje en la zona de un orificio de salida del orificio de drenaje. Esto contribuye a su vez a una mejor accesibilidad al orificio desde el exterior. El rebaje también contribuye a garantizar propiedades aerodinámicas y aeroacústicas especialmente buenas de la punta de la pala del rotor. El rebaje consiste, por ejemplo, en una ranura o depresión aplicada en la punta de la pala que se extiende como una extensión del orificio. En general, el orificio de drenaje se extiende en una zona de la pala con suficiente grosor de perfil y desemboca en el rebaje del lado de succión. En esta zona del rebaje todavía queda un "grosor residual del perfil", de modo que el lado de presión permanece cerrado.

Según una forma de ejecución, el rebaje está diseñado de tal manera que el orificio de drenaje es de acceso libre desde el exterior en una extensión recta de su eje central del orificio de drenaje, es decir, a la salida del orificio, el orificio desemboca en una superficie plana. Esto simplifica la fabricación y el mantenimiento porque, por ejemplo, es más sencillo colocar una perforadora.

Según una forma de ejecución, el rebaje está diseñado de tal manera que la superficie del lado de succión presenta un contorno esencialmente continuo en una dirección perpendicular al eje central del orificio. En otras palabras, el rebaje está diseñado sin bordes y/o escalones a lo largo del eje central del orificio, por ejemplo, redondeados. En otras palabras, el rebaje no presenta bordes transversales con respecto al flujo de aire de la pala del rotor durante el funcionamiento. Esto contribuye especialmente a un patrón de flujo óptimo, optimizando las propiedades aerodinámicas y aeroacústicas.

Según una forma de ejecución, el diámetro del orificio de drenaje es de 1 mm a 20 mm, en particular, de 8 mm, 9 mm o 10 mm.

Según una forma de ejecución, la punta de la pala del rotor está provista de una cubierta. La cubierta se coloca en la zona del rebaje (cavidad) y es permeable al agua. En el exterior presenta un contorno adaptado a la superficie de la pala del rotor, lo que permite optimizar aún más el flujo de aire en el contorno exterior.

De acuerdo con otro aspecto, se revela una punta de pala de rotor para una pala de rotor de una turbina de energía eólica. La punta de pala de rotor está diseñada para estar firmemente conectada con cuerpo principal de la pala del rotor. La punta de la pala del rotor presenta un orificio de drenaje que se puede acoplar con conexión de fluido a la cavidad de la pala del rotor y se abre hacia una superficie del lado de succión de la punta de la pala del rotor, de modo tal que el fluido puede drenar hacia el exterior desde la cavidad de la pala del rotor en la superficie del lado de succión de la punta de la pala del rotor mediante el orificio de drenaje. Un eje central del orificio de drenaje está inclinado con respecto a un eje de paso de la pala del rotor de tal manera que el eje central del orificio se extiende desde la dirección de una superficie del lado de presión en dirección a la superficie del lado de succión de la punta de la pala del rotor. El eje central del orificio de drenaje se extiende con un cierto ángulo con respecto al eje de paso de la pala del rotor en dirección a un extremo de la punta de la pala del rotor del lado de la punta.

La punta de la pala del rotor permite las ventajas y funciones mencionadas anteriormente. Los perfeccionamientos descritos también aplican para la punta de la pala del rotor.

Otras ventajas y características y perfeccionamientos de la presente invención se deducen del ejemplo de ejecución a continuación que se explica en relación con las figuras. Los elementos iguales o con funcionalidad equivalente están indicados con los mismos símbolos de referencia en todas las figuras. En aras de la claridad, no todos los elementos descritos en todas las figuras pueden estar indicados con los correspondientes números de referencia.

En las figuras se muestra:

Figura 1: una representación esquemática de una turbina de energía eólica.

Figura 2: una vista esquemática en perspectiva de un elemento de una pala de rotor.

Figuras 3 a 4: diferentes vistas de una punta de pala de rotor para una pala de rotor según un ejemplo de ejecución de la presente invención.

La figura 1 muestra una representación esquemática de una turbina de energía eólica 100. La turbina de energía eólica 100 presenta una torre 102. La torre 102 está fijada a una base mediante de un subsuelo 104. Una góndola 106 está montada de forma giratoria en un extremo de la torre 102 opuesto al subsuelo. La góndola 106 presenta, por ejemplo, un generador que está acoplado con un rotor 108 a través de un eje de rotor (aquí, no mostrado). El rotor 108 presenta una o más palas de rotor (de instalaciones de energía eólica) 110 que están dispuestas en un buje de rotor 112.

Durante el funcionamiento, el rotor 108 es puesto en rotación por un flujo de aire, por ejemplo, viento. Este movimiento de rotación se transmite al generador a través del eje del rotor y, eventualmente, a través de un mecanismo de transmisión. El generador convierte la energía cinética del rotor 108 en energía eléctrica.

La figura 2 muestra esquemáticamente una pala de rotor 110. La pala de rotor 110 tiene la forma de una pala de rotor convencional y está conformada por un cuerpo principal de pala de rotor 111 y una punta de pala de rotor 119. La punta de la pala del rotor 119 está diseñada como un elemento separado y fabricada de un material de aluminio. La punta de la pala del rotor 119 está firmemente conectada al cuerpo principal de la pala del rotor 111 mediante una conexión adhesiva. El cuerpo principal de pala de rotor 111 está conformado por dos semicarcasas interconectadas de material compuesto de fibras y es esencialmente hueco por dentro, lo que delimita una cavidad de pala de rotor 113. La pala del rotor 110 presenta un área de base de la pala del rotor 114 orientada al buje del rotor 112. El área de la base de la pala del rotor 114 presenta, por lo general, una sección transversal esencialmente circular. Una zona de transición 116 y una zona de perfil 118 de la pala del rotor 110 se unen al área de la base de la pala de rotor 114. En relación con una dirección de extensión longitudinal 120, la pala de rotor 110 presenta un lado de presión 122 y un lado de succión 124 ubicado en oposición. En la zona de la base de la pala del rotor 114 está previsto un extremo de conexión de pala de rotor 126 con una conexión de brida 128, mediante la cual la pala de rotor 110 está unida mecánicamente con un cojinete de paso o con un extensor.

La pala de rotor 110, es decir, tanto el cuerpo principal de pala de rotor 111 como la punta de pala de rotor 119, presenta un borde de extremo de perfil 140 y un borde de punta de perfil 142. Una profundidad de perfil 144 se define como la distancia desde el borde de extremo del perfil 140 hasta el borde de la punta del perfil 142 con respecto a una sección transversal del perfil. Un grosor del perfil 146 se define como la distancia desde el lado de presión 122 al lado de succión 124, que en el presente contexto significa el grosor máximo del perfil de una sección transversal del perfil. El grosor del perfil 146 se mide perpendicularmente al eje longitudinal 120 y a la profundidad del perfil 144. Una sección transversal (del perfil) se encuentra en un plano normal con respecto al eje longitudinal 120.

A continuación se describe en detalle una punta de pala de rotor 119 según un ejemplo de ejecución de la presente invención, que se describe en referencia a las figuras 3 a 5. La figura 3 muestra una vista en perspectiva mirando hacia el lado de succión 124 de la punta de la pala del rotor 119; la figura 4 muestra una vista mirando a lo largo de la punta de la pala del rotor 119 y la figura 5 muestra una vista en planta del lado de succión 124 de la punta de la pala del rotor 119.

En el ejemplo de ejecución, la punta de la pala del rotor 119 está conectada al cuerpo principal de la pala del rotor 111 de tal manera que hay una transición esencialmente sin costuras desde el cuerpo principal de la pala del rotor 111 a la punta de la pala del rotor 119 con respecto al perfil aerodinámico (contorno exterior de la pala del rotor), es decir, incluyendo el extremo del perfil y el borde de punta del perfil 140, 142. La punta de la pala del rotor 119 presenta una superficie del lado de succión 150 (el lado de succión 124) o una superficie opuesta del lado de presión 152 (el lado de presión 122).

La punta de la pala del rotor 119 presenta un orificio de drenaje 154, que se extiende desde la cavidad de la pala del rotor 113 (indicada en las figuras 3 y 4) hasta la superficie del lado de succión 150. Un orificio de entrada 156 del orificio de drenaje 154 está orientado hacia la cavidad de pala del rotor 113, y un orificio de salida 158 del orificio de drenaje 154 está dispuesto en el lado de succión 124. El orificio de drenaje 154 sólo está abierto hacia la superficie lateral de succión 150. En el ejemplo de ejecución, el orificio de drenaje 154 presenta un diámetro 170 de 8 mm.

El orificio de drenaje 154 presenta un eje central del orificio 160 que se extiende desde un eje de paso 164 en un ángulo agudo predeterminado 162, que está en el intervalo de aproximadamente 1° a 10° . El eje central del orificio 160 se encuentra en un plano principal de extensión 166 en dirección a un extremo del lado de la punta 165 de la punta de la pala del rotor 119. El plano principal de extensión 166 es, por ejemplo, un plano central de la punta de pala 119, a lo largo del cual la punta de pala presenta la mayor extensión, por ejemplo, en comparación con la extensión significativamente pequeña en una dirección de grosor de la punta de pala 119. Resulta fundamental que el eje central del orificio 160 no coincida con el eje de paso 164, de modo que se evite el flujo vertical sobre el orificio de drenaje 154 durante el funcionamiento. El orificio de drenaje 154 se

extiende a una distancia del borde de extremo del perfil 140 y del borde de la punta del perfil 142 en el interior de la punta de la pala del rotor 119.

Además, el orificio de drenaje 154 está levemente inclinado con respecto al eje de paso 164, de modo que el eje central del orificio 160 se extiende desde la dirección de la superficie del lado de presión 152 en dirección a la superficie del lado de succión 150 de la punta de la pala del rotor 119. En otras palabras, el orificio de drenaje 154 se extiende en ángulo con respecto al plano de extensión principal 166 de la punta de la pala del rotor 119.

Además, la superficie del lado de succión 150 presenta un rebaje 168 en una extensión recta del eje central del orificio 160. El rebaje 168 conecta directamente con el orificio de drenaje 154 y está diseñada como una especie de canal o artesa. El rebaje 168 está junto al orificio de salida 158 del orificio de drenaje 154. El rebaje 168 está diseñado de tal manera que el orificio de drenaje 154 es de libre acceso desde el exterior en una extensión recta del eje central del orificio 160. El rebaje 168 está conformado de tal manera que corresponde en sección transversal a por lo menos el diámetro 170 del orificio en una extensión recta del eje central del orificio 160. En otras palabras, el rebaje 168 representa una especie de salida del orificio de drenaje 154, en la que desemboca el orificio de drenaje 154.

El rebaje 168 también está diseñado de manera tan "armónica" que no se proporcionan bordes ni escalones, al menos paralelos, al eje central del orificio 160. Las líneas que delimitan el rebaje 168 hacia la superficie del lado de succión 150 representan simplemente bordes visibles. En cambio, el rebaje presenta un contorno redondeado y continuo. En otras palabras, el rebaje está optimizado en términos de propiedades aerodinámicas, evitando saltos de pendiente y bordes afilados.

El orificio de drenaje 154 descrito no está abierto hacia el lado de presión 122, de modo que la superficie del lado de presión 152 no está atravesada por el orificio de drenaje 154 y puede conformar una superficie cerrada. Sólo se puede acceder al orificio de drenaje 154 a través del lado de succión 124. En el caso de la punta de pala de rotor 119 está previsto además que el borde de punta de perfil 142 y el borde de extremo de perfil 140 presenten un curso continuo esencialmente cerrado. En particular, estos bordes 140, 142 no son atravesados por el orificio de drenaje 154.

La punta de la pala del rotor 119 descrita permite las ventajas y funciones mencionadas anteriormente. En particular, se posibilita una eliminación muy eficaz y rentable del fluido, en particular, del agua (de condensación), de la cavidad de las palas del rotor 113. El fluido, que se puede acumular en la cavidad de pala del rotor 113 como se describió anteriormente, se descarga al exterior a través del orificio de drenaje 154 solamente en la superficie del lado de succión 150. El mantenimiento del orificio de drenaje 154 es muy sencillo y rentable, ya que el orificio de drenaje 154 se puede perforar de manera muy fácil.

Lista de símbolos de referencia

100 Turbina de energía eólica

102 Torre

104 Base

106 Cabina

108 Rotor

110 Pala del rotor

111 Cuerpo principal de la pala del rotor

112 Buje del rotor

113 Cavidad de la pala del rotor

114 Área de la base de la pala del rotor

116 Zona de transición

118 Zona perfilada

- 119 Punta de la pala del rotor
- 120 Dirección de extensión longitudinal
- 122 Lado de la presión
- 124 Lado de la succión
- 5 126 Extremo de conexión de la pala del rotor
- 128 Conexión de brida
- 140 Borde del extremo de perfil
- 142 Borde de la punta de perfil
- 144 Profundidad del perfil
- 10 146 Grosor del perfil
- 150 Superficie del lado de succión
- 152 Superficie del lado de presión
- 154 Orificio de drenaje
- 156 Orificio de entrada
- 15 158 Orificio de salida
- 160 Eje central del orificio
- 162 Ángulo predeterminado
- 164 Eje de paso
- 165 Extremo del lado de la punta
- 20 166 Plano principal de extensión
- 168 Rebaje
- 170 Diámetro

REIVINDICACIONES

1. Pala de rotor (110) para una turbina de energía eólica (100) que presenta

- un cuerpo principal de pala de rotor (111), que delimita una cavidad de pala de rotor (113); y

- una punta de pala de rotor (119), que está firmemente conectada con cuerpo principal de pala de rotor (111), en donde la punta de pala de rotor (119) presenta un orificio de drenaje (154) que está acoplado con conexión de fluido a la cavidad de pala de rotor (113) y se abre hacia una superficie del lado de succión (150) de la punta de la pala del rotor (119), de tal modo que mediante el orificio de drenaje (154), el fluido puede drenar hacia el exterior desde la cavidad de la pala del rotor (113) en la superficie del lado de succión (150) de la punta de la pala del rotor (119), en donde

- un eje central del orificio (160) del orificio de drenaje (154) está inclinado con respecto a un eje de paso (164) de la pala del rotor (110) de tal manera que el eje central del orificio (160) está inclinado desde la dirección de una superficie del lado de presión (152) en dirección a la superficie del lado de succión (150) de la punta de la pala del rotor (119), caracterizada porque el eje central del orificio (160) del orificio de drenaje (154) se extiende a un cierto ángulo (162) con respecto al eje de paso (164) de la pala del rotor en la dirección de un extremo del lado de la punta (165) de la punta de la pala del rotor (119).

2. Pala de rotor (110) según la reivindicación 1, en donde el orificio de drenaje (154) está diseñado de tal manera que sólo es accesible desde el lado de succión (124).

3. Pala de rotor (110) según la reivindicación 1 ó 2, en donde una superficie del lado de presión (152) de la punta de la pala del rotor (119) no está abierta a través del orificio de drenaje (154).

4. Pala de rotor (110) según una de las reivindicaciones precedentes, en donde un borde frontal perfilado (140) de la punta de la pala del rotor (119) presenta un curso cerrado y continuo.

5. Pala de rotor (110) según una de las reivindicaciones precedentes, en donde un borde de la punta de perfil (142) de la punta de la pala de rotor (119) presenta un curso cerrado y continuo.

6. Pala de rotor (110) según una de las reivindicaciones precedentes, en donde el orificio de drenaje (154) es de libre acceso desde el exterior en una extensión recta de su eje central del orificio (160).

7. Pala de rotor (110) según una de las reivindicaciones precedentes, en donde un borde de la punta de perfil (150) de la punta de la pala de rotor (119) presenta un curso cerrado y continuo.

8. Pala de rotor (110) según la reivindicación 7, en donde el rebaje está diseñado de tal manera que el orificio de drenaje (154) es de libre acceso desde el exterior en una extensión recta de su eje central (160) del orificio de drenaje (154).

9. Pala de rotor (110) según la reivindicación 7 u 8, en donde el rebaje está diseñado de tal manera que la superficie del lado de succión (150) presenta un contorno continuo en una dirección perpendicular al eje central del orificio (160).

10. Pala de rotor (110) según una de las reivindicaciones 1 a 9, en donde el ángulo predeterminado se encuentra en un intervalo de 1° a 45°, preferiblemente, de 1° a 15°.

11. Pala de rotor (110) según una de las reivindicaciones precedentes, en donde el diámetro (170) del orificio de drenaje (154) alcanza entre 1 mm y 20 mm, en particular, es de 8 mm, 9 mm ó 10 mm.

12. Pala de rotor (110) según una de las reivindicaciones precedente, en donde la punta de la pala de rotor (119) está provista de una cubierta.

13. Punta de pala de rotor (119) para una pala de rotor (110) de una turbina de energía eólica (100), en donde la punta de pala de rotor (119) está diseñada para estar conectada firmemente a un cuerpo principal de pala de rotor (111) de la pala de rotor (110); y en donde la punta de la pala del rotor (119) presenta un orificio de drenaje (154), que se puede acoplar con conexión de fluido a la cavidad de la pala del rotor (113) y se abre hacia una superficie del lado de succión (150) de la punta de la pala del rotor (119), de tal modo que el fluido que se drena desde la cavidad de la pala del rotor (113) a la superficie del lado de succión mediante el orificio de drenaje (154) de la punta de la pala del rotor (119) se puede descargar al exterior; en donde

- un eje central del orificio (160) del orificio de drenaje (154) está inclinado con respecto a un eje de paso (164) de la pala del rotor (110) de tal manera que el eje central del orificio (160) está inclinado desde la dirección de una superficie del lado de presión (152) en dirección a la superficie del lado de succión (150) de la punta de la pala del rotor (119); y

5

- el eje central del orificio (160) del orificio de drenaje (154) se extiende en un ángulo determinado (162) con respecto al eje de paso (164) de la pala del rotor en la dirección de un extremo del lado de la punta (165) de la punta de la pala del rotor (119).

Fig. 1

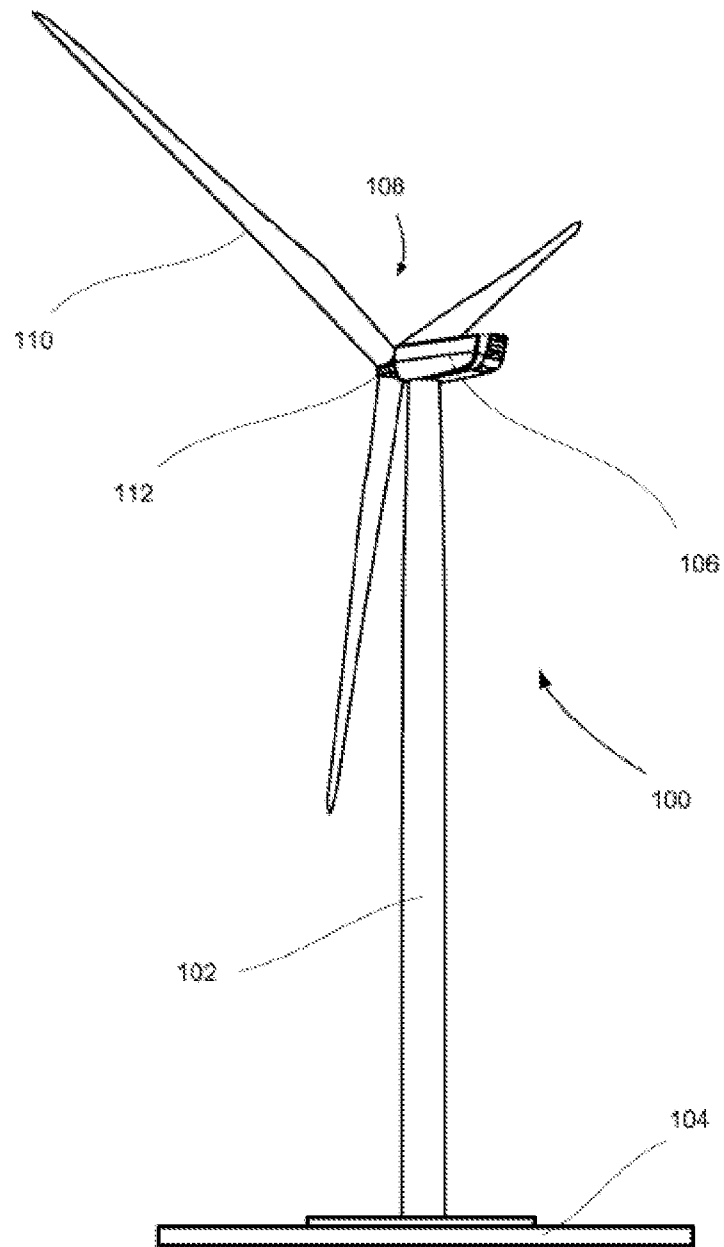


Fig. 2

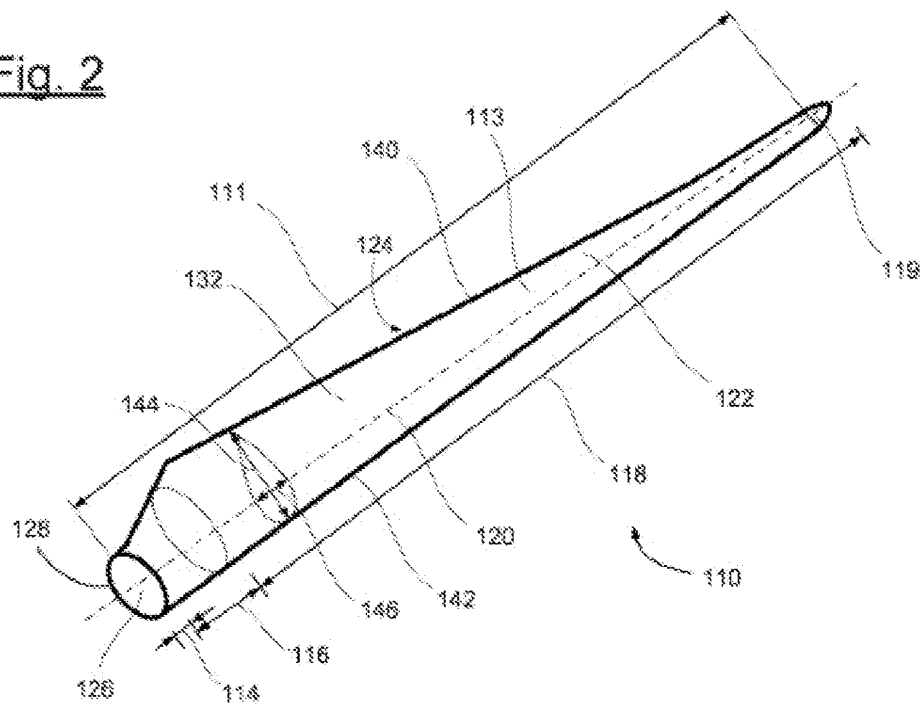


Fig. 3

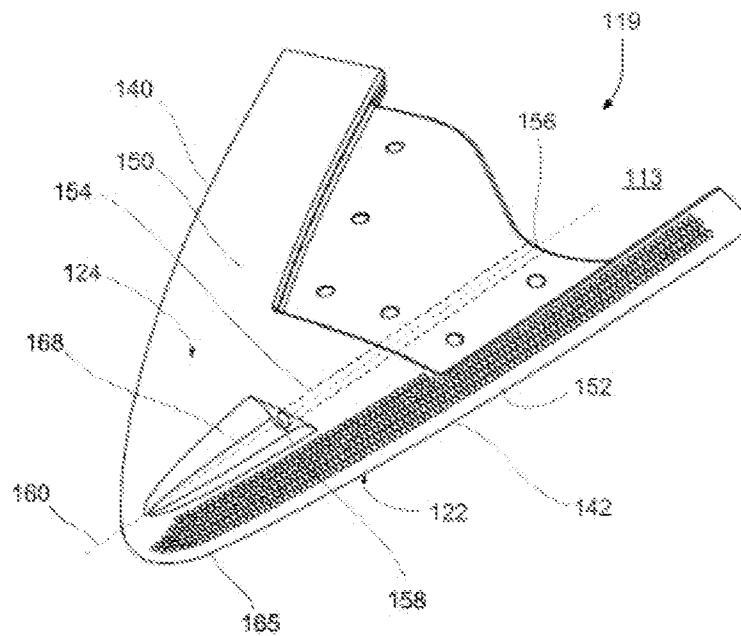


Fig. 4

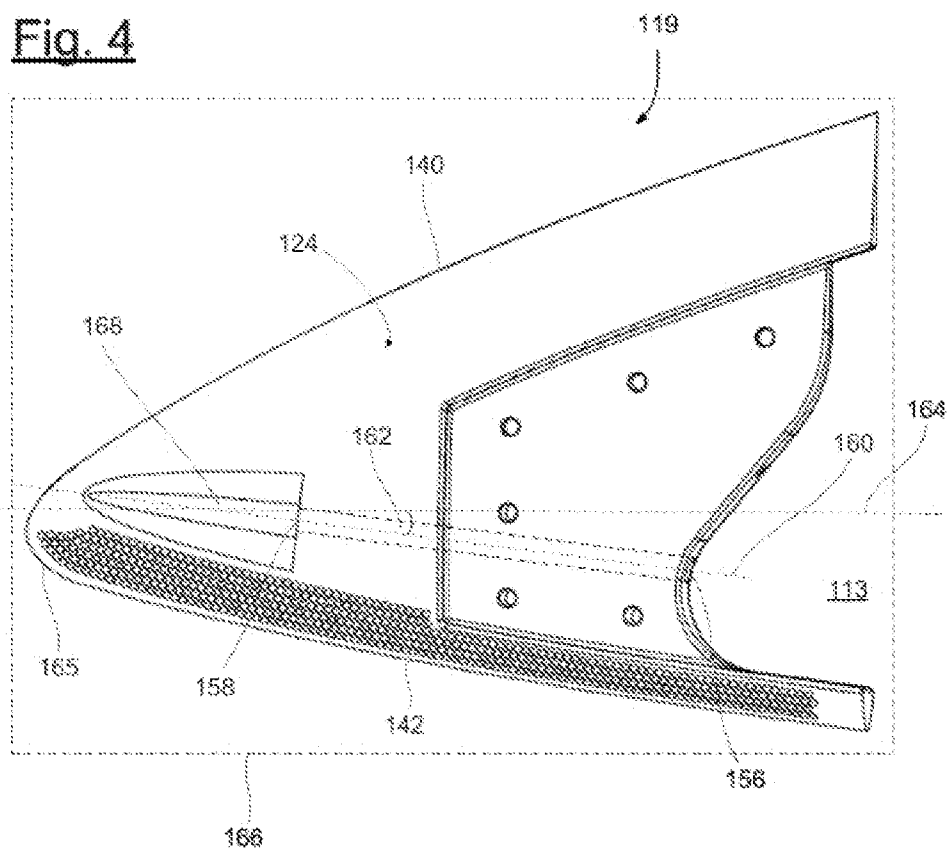


Fig. 5

