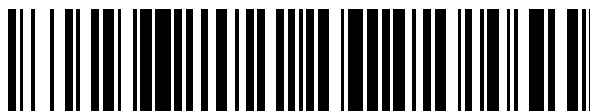


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 632 425**

51 Int. Cl.:

F03D 1/06

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.05.2013** **E 13168913 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.04.2017** **EP 2667019**

54 Título: **Cinta de borde de salida**

30 Prioridad:

25.05.2012 DK 201270280

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

13.09.2017

73 Titular/es:

ENVISION ENERGY (DENMARK) APS (100.0%)

Torvet 11 2

8600 Silkeborg, DK

72 Inventor/es:

GRABAU, PETER

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 632 425 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

Cinta de borde de salida

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a una pala de rotor de turbina eólica adecuada para una turbina eólica moderna, teniendo dicha pala de rotor de turbina eólica una longitud que se extiende desde un primer extremo, por ejemplo un extremo de raíz, a un segundo extremo, por ejemplo un extremo de punta, comprendiendo además dicha pala de rotor de turbina eólica un borde de entrada y un borde de salida, donde un lado de presión y un lado de succión se extienden entre dicho borde de entrada y dicho borde de salida y definen de esta manera una sección transversal en forma de perfil aerodinámico, donde dicho borde de salida a lo largo de al menos una parte de dicha longitud de la pala de rotor de turbina eólica comprende una parte de borde de salida, comprendiendo dicha parte de borde de salida una primera y una segunda brida de instalación cada una con una anchura, estando dichas bridas de instalación dispuestas en conexión con un elemento de extensión de borde de salida, donde dicha primera y segunda brida de instalación comprenden ambas una superficie interior para la instalación en el lado de presión y el lado de succión de dicha pala de rotor de turbina eólica.

La invención se refiere además a un método para ajustar una pala de rotor de turbina eólica con una parte de borde de salida.

Antecedentes de la invención

Es bien conocido que las turbinas eólicas modernas están sintonizadas para funcionar de forma óptima. Para obtener una producción óptima, es necesario abordar varios problemas o desafíos. Cuando se trata de diseñar y fabricar palas de rotor para turbinas eólicas es muy importante utilizar el mejor diseño posible del perfil aerodinámico, es decir, el perfil a lo largo de la pala de rotor debe tener una forma determinada y muy precisa.

La forma es muy importante debido a varios hechos. En primer lugar, la forma aerodinámica de la pala de rotor juega un papel importante en la eficiencia de la pala de rotor o el rotor que comprende un número de palas de rotor. Un perfil de pala más eficiente aumenta la producción potencial de la turbina eólica.

Otro desafío al diseñar y producir palas de rotor de turbina eólica es el ruido. El ruido es un problema bien conocido, y muchos factores influyen en el nivel de ruido generado por las palas de rotor de turbina eólica. Un factor muy importante es la forma del borde de salida de las palas de rotor de turbina eólica.

El término borde de salida es bien conocido dentro de la industria eólica y define el borde "delgado" a lo largo de la pala de rotor de turbina eólica donde se encuentran el aire desde el lado de presión y el aire desde el lado de succión del perfil aerodinámico después de barrer dicho lado de presión y succión. Con el fin de generar el menor ruido posible, es muy importante que el borde de salida sea relativamente afilado o al menos solo tenga un grosor de unos pocos milímetros, por ejemplo, un grosor de 2 a 4 milímetros que es todo un desafío a fabricar. El borde de salida muy delgado, por ejemplo, de 2 milímetros es preferible porque tal borde de salida generará vórtices con un sonido con una frecuencia por encima de 20.000 Hz. Esta frecuencia está por encima de lo audible para el oído humano.

La mayoría de las palas de rotor de turbina eólica se fabrican a partir de polímero reforzado con fibra, siendo dichas fibras normalmente fibras de vidrio, fibras de carbono u otros tipos de fibras adecuadas, y se fabrica una paleta de rotor a menudo como dos partes de cubierta pegadas entre sí para formar una paleta de rotor.

Cuando se fabrican dichas cubiertas de palas de rotor, las diversas partes de la cubierta tienen diversos grosores y algunas partes comprenden un contenido de fibras mayor que otras partes de dicha pala de rotor. El borde de salida necesita ser delgado, pero al fabricar las cubiertas de las palas de rotor es necesario tener al menos cierto grosor en el borde de salida para poder manejar la pala de rotor. Después de haber ensamblado las cubiertas de las palas de rotor para formar una pala de rotor con un lado de succión y un lado de presión, el borde de salida se conforma normalmente de manera manual amolando hasta alcanzar el grosor y la forma deseados. Esto lleva mucho tiempo y aunque el trabajo se hace con mucho cuidado hay una tendencia hacia algunas variaciones no deseadas.

Además, es bien conocido que un borde de salida dentado reducirá el ruido aerodinámico, y hay diversos ejemplos de diseños de borde de salida dentados que se han utilizado y todavía se están utilizando en el borde de salida de las palas de rotor de turbina eólica.

Con el fin de superar los problemas del ruido mencionados anteriormente, se han utilizado una serie de soluciones diferentes. El documento US 8,083,488 B2, incorporado por lo tanto como referencia, describe una solución en la que se instala una extensión de pala de rotor en el borde de salida de las palas de rotor de turbina eólica.

Según el documento US 8,083,488 B2, la extensión de pala de rotor se instala en un solo lado del borde de salida de la turbina eólica, es decir, tanto en el lado de presión como en el lado de succión. La extensión de la pala de rotor se hace con un modelo recortado que tiene una profundidad que corresponde al grosor del borde de salida para obtener una superficie alineada entre la pala del rotor y la extensión de la pala del rotor para minimizar la emisión de ruido. Además, las extensiones de las palas de rotor están diseñadas para ser más bien rígidas y tiesas y comprender muescas reductoras de tensión que aliviarán las tensiones térmicas que se producen entre la pala de rotor y las extensiones de las palas de rotor. Aún más, las extensiones de las palas de rotor se instalan preferentemente utilizando remaches o similar ajustados en orificios avellanados en la pala de rotor así como en la extensión de la pala de rotor.

El hecho de que las extensiones de las palas de rotor necesiten un modelo recortado con una profundidad correspondiente al grosor del borde de salida hace que la solución sea inutilizable en muchas situaciones.

En primer lugar, el grosor del borde de salida varía a lo largo de la pala de rotor de turbina eólica y, por lo tanto, las extensiones de las palas de rotor deben fabricarse según el tipo de palas de rotor específico o incluso según la pala de rotor específica puesto que dos palas no son idénticas al 100 %. Por lo tanto, se necesita un volumen de trabajo y tiempo considerable para el ajuste de las extensiones de las palas de rotor para utilizar la solución como se describe en el documento US 8,083,488 B2.

El documento US 2012/0134817 A1 divulga un elemento de extensión de borde de salida que comprende dos bridas con una capa adhesiva que se adhiere a los lados de presión y succión de una pala de rotor de turbina eólica respectivamente. Se dispone un elemento reforzado con fibras entre las dos bridas, donde su borde interior está en contacto con el borde granulado de la pala de rotor de turbina eólica. Se forma un hueco entre el borde granulado de la pala, el elemento y las dos bridas, ya que el elemento tiene una forma y grosor diferentes del borde granulado. Este hueco permite que la humedad y las partículas debidas a la fricción entre el elemento y la pala se formen dentro del hueco, lo que con el tiempo hará que el elemento de extensión del borde de salida falle y sea una pérdida. Las dos bridas se adhieren a la pala y entre sí en el sitio, lo que aumenta el riesgo de humedad y polvo que entran en el hueco y hacen que falle el elemento de extensión del borde de salida.

El documento WO 2011/157849 A2 divulga una parte de borde de salida que tiene un cuerpo en forma de V en el que las dos patas forman bridas de instalación configuradas para montarse en dos bridas de instalación coincidentes de una viga en doble T dispuesta en el borde de salida de la pala de turbina eólica. Esta parte de borde de salida no puede adaptarse a las palas de turbinas eólicas existentes. Esta solución tampoco puede flexionar debido a la diferencia de presión, cuando se instala, ya que la intersección entre las dos patas define el borde de salida más externo.

El documento US 2008/0107540 A1 también divulga una parte de borde de salida que tiene un cuerpo en forma de V, en el que un material dúctil está dispuesto a lo largo de las superficies interiores de las dos patas y contacta los lados de presión y succión de la pala de turbina eólica. Esta solución requiere una modificación del borde de salida de la pala de turbina eólica para instalar la parte de borde de salida de manera que las dos patas están alineadas con las superficies de los lados de presión y succión.

El documento US 2011/0142668 A1 divulga además una parte de borde de salida que tiene un cuerpo en forma de V en el que las dos patas forman bridas de instalación configuradas para montarse en dos secciones de brida de las partes de cubierta. Se dispone un material no compresible entre las dos secciones de brida y entra en contacto con la parte de borde de salida. Esta solución requiere que se forme un rebaje en las secciones de brida para instalar la parte de borde de salida de manera que las dos patas están alineadas con los lados de presión y succión, por lo que esta solución no se puede adaptar a las palas de turbinas eólicas existentes.

El documento US 2011/0018282 A1 divulga una parte de borde de salida integrada en el tubo de evacuación entre las dos partes de cubierta, donde las dos patas se intersecan en un ángulo obtuso el uno con respecto al otro. Las dos patas forman una articulación permanente, por lo que la pata más externa no se puede flexionar alrededor de esta zona de intersección debido a la diferencia de presión. Esta solución no puede adaptarse a las palas de la turbina eólica existentes ya que requiere una modificación del borde de salida.

Objetivo de la invención

Un objetivo de la invención consiste en proporcionar una paleta de rotor de turbina eólica que comprende una parte de borde de salida que se instala fácilmente y que es universal y se ajusta al borde de salida de una pala de rotor de turbina eólica incluso si el grosor y la forma general del borde de salida varía a lo largo de la longitud de la pala de rotor de turbina eólica y/o de una pala de rotor a otra.

Además, un objetivo de la invención consiste en proporcionar un borde de salida flexible que pueda instalarse durante la fabricación de una pala de rotor de turbina eólica o, alternativamente, adaptarse en el sitio.

Descripción de la invención

Como se ha mencionado anteriormente, la invención se refiere a una pala de rotor de turbina eólica adecuada para una turbina eólica moderna, teniendo dicha pala de rotor de turbina eólica una longitud que se extiende desde un primer extremo, por ejemplo, un extremo de raíz y un segundo extremo, por ejemplo, un extremo de punta, comprendiendo además dicha pala de rotor de turbina eólica un borde de entrada y un borde de salida, donde un lado de presión y un lado de succión se extienden entre dicho borde de entrada y dicho borde de salida y define de esta manera una sección transversal en forma de perfil aerodinámico.

Al menos a lo largo de una parte de dicha longitud de la pala de rotor de turbina eólica, dicho borde de salida comprende una parte de borde de salida, dicha parte de borde de salida comprende una primera y una segunda brida de instalación cada una con una anchura, estando dichas bridas de instalación dispuestas en conexión con un elemento de extensión de borde de salida, donde dichas primera y segunda bridas de instalación comprenden ambas una superficie interior para la instalación en el lado de presión y el lado de succión de dicha pala de turbina eólica.

Normalmente, una parte de borde de salida tendrá una longitud, por ejemplo, de 50 a 100 centímetros o incluso más y se instalará en el borde de salida de la pala de rotor de turbina eólica, donde existe la necesidad de mejorar el borde de salida. Al tener dichas dos bridas de instalación, se consigue una instalación muy robusta y segura y en comparación con la solución de la técnica anterior mencionada en el documento US 8,083,488 B2, no existe riesgo de que la parte de borde de salida se rompa a lo largo del borde de salida de la pala de rotor de turbina eólica debido a un efecto de muesca que ocurrirá evidentemente cuando la parte de borde de salida en el documento US 8.083,488 B2 tenga un modelo recortado y esté fijado únicamente en un lado de la pala de rotor de turbina eólica. Además, una ventaja notable consiste en que, independientemente de cómo se conforme el borde de salida, el grosor o la forma general de la parte de borde de salida estarán siempre alineados con ambos lados, es decir, el lado de presión y el lado de succión de la pala de rotor de turbina eólica.

Normalmente, las bridas de instalación tendrán un grosor de 0,1 a 0,3 milímetros, que es tan pequeño que no habrá alteración del flujo de aire laminar o turbulento sobre el lado de presión y sobre el lado de succión de la pala de rotor.

Una parte de borde de salida según la invención comprende dos bridas de instalación y por lo tanto el borde de salida de la pala de rotor de turbina eólica está cubierto completamente desde el exterior y no hay que incorporar nada entre las dos partes de cubierta durante la fabricación de la pala de rotor, que es muy ventajoso. Además, existe una gran ventaja en que la parte de borde de salida está fijada tanto al lado de presión como al lado de succión de la pala de rotor, ya que la parte de borde de salida, por lo tanto, no presenta una zona con una muesca que con el tiempo conducirá al fallo de la parte de borde de salida.

Como ya se ha mencionado anteriormente, una pala de rotor de turbina eólica según la invención puede tener una parte de borde de salida que comprende una zona en la intersección entre dichas dos bridas de instalación y dicho elemento de extensión de borde de salida, donde un material dúctil, por ejemplo, un adhesivo de alta viscosidad está dispuesto en dicha zona, en el que el material dúctil es deformable para presionarse contra el borde de salida de la pala de rotor de turbina eólica para asegurar un buen contacto llenando un hueco entre dicho borde de salida y dicha zona y para crear una zona flexible en la que el elemento de extensión del borde de salida puede doblarse según la diferencia de presión entre el lado de presión y el lado de succión. Esto permitirá que la parte de borde de salida se fije en el borde de salida (romo o afilado) y para compensar un vacío, o para llenar un hueco en el borde de salida muy exterior. Al mismo tiempo, tal parte deformable de la parte de borde de salida permitirá que la parte de borde de salida se ajuste a cualquier borde de salida aunque haya una diferencia de grosor y/o forma a lo largo de la longitud de una pala de rotor de turbina eólica. Con este fin se puede utilizar un adhesivo de alta viscosidad, tal como un caucho butílico, pero también se pueden utilizar con éxito otros tipos de material de este tipo. Sin embargo, es importante que dicho material dúctil y/o de alta viscosidad tenga la capacidad de mantener sus propiedades en cuanto a flexibilidad para poder funcionar en una articulación conjuntamente con las bridas de instalación y el elemento de extensión del borde de salida en la zona de intersección de estas partes.

Una pala de rotor de turbina eólica según la invención puede tener una parte de borde de salida en el elemento de extensión del borde de salida que comprende uno o más elementos incorporados, teniendo dichos elementos incorporados una rigidez más alta que las bridas de instalación. Las bridas de instalación se fabricarán, normalmente, a partir de un material bastante blando y deformable tal como el poliuretano o similar que se doble y siga fácilmente el contorno del borde de salida de una pala de rotor. Por lo tanto, la zona entre las bridas de instalación y el elemento de extensión del borde de salida actuará como una articulación entre dichas bridas de instalación y la parte del elemento de extensión. La parte de borde de salida no aumentará las cargas aerodinámicas que actúan sobre la pala de rotor, ya que es flexible debido a la menor rigidez en las bridas de instalación, y los elementos incorporados evitarán el aleteo debido a la mayor rigidez en la parte del elemento de extensión.

La parte de borde de salida puede construirse a partir de, por ejemplo, dos capas de lámina dispuestas en ambos lados de uno o más elementos para incorporar dichos elementos entre dichas capas. Las capas así como los elementos se pueden pegar entre sí con un pegamento adecuado, pero también se puede utilizar cualquier tipo de

proceso de soldadura adecuado, así como cualquier proceso de vulcanización adecuado para unir las diversas partes.

Además, una parte de borde de salida que comprende dos bridas de instalación, una parte de elemento de extensión y una zona de intersección entre dichas partes pueden moldearse en una pieza, o en más de una pieza, y se pueden colocar elementos de diferente rigidez y/o material en dicho molde e incorporarse durante el moldeo.

Los elementos incorporados en una parte de borde de salida se pueden hacer a partir de cualquier polímero y/o metal adecuados o incluso pueden estar hechos a partir de componentes prefabricados reforzados con fibras que comprenden fibras de vidrio, fibras de carbono o cualquier otro tipo de fibras incluyendo mezclas de cualquier tipo de fibras.

Una manera de construir una parte de borde de salida para una pala de rotor de turbina eólica según la invención consiste en que dicho uno o más elementos incorporados estén dispuestos entre dos capas de lámina, donde dichas dos capas de lámina se extienden desde el elemento de extensión del borde de salida y constituyen dichas bridas de instalación. Una lámina o cinta con una primera rigidez y un elemento incorporado con una segunda y mayor rigidez evitará que el elemento de extensión del borde de salida aletee en el viento, mientras que todavía se puede ajustar según las diferencias de presión entre el flujo de aire desde el lado de presión y el lado de succión de una pala de turbina eólica. La parte de borde de salida puede fabricarse a partir de dos tiras de una cinta flexible y resistente para formar un borde de salida afilado y para encerrar una tira ancha/gruesa de 5 a 15 milímetros de un material dúctil o de alta viscosidad como, por ejemplo, el caucho butílico para permitir una geometría lisa desde el borde de salida hasta la parte de borde de salida. Cuanto más grueso está el borde de salida en la pala de rotor, más material dúctil se necesita para llenar el hueco. En la práctica, por ejemplo, tres o cuatro tipos prefabricados diferentes de partes de borde de salida con el material dúctil o de alta viscosidad encerrado pueden cubrir todos los grosores del borde de salida de 2 a 15 milímetros ya que el material dúctil y/o de alta viscosidad se deformarán durante la instalación para llenar el hueco entre el borde de salida y la zona de intersección entre las bridas de instalación y la parte del elemento de extensión en la parte de borde de salida.

Una pala de rotor de turbina eólica según la invención puede, por ejemplo, comprender una parte de borde de salida que, en dicha superficie interior de dichas bridas de instalación sobre la parte de borde de salida, es autoadhesiva. La lámina o cinta que constituye las bridas de instalación puede ser una lámina de poliuretano, por ejemplo, un tipo de lámina también conocida como "cinta de helicóptero" que se ha utilizado como una cubierta a lo largo del borde de entrada de las palas de rotor de turbina eólica para evitar la erosión. Al tener las superficies interiores autoadhesivas, la instalación se hace muy sencilla y fácil de llevar a cabo, lo cual es especialmente ventajoso cuando se hace la instalación en las palas de rotor ya instaladas. La instalación de las partes de borde de salida en las palas de rotor que no están instaladas es más fácil cuando las bridas de instalación son autoadhesivas.

Además, las bridas de instalación pueden hacerse autoadhesivas ya que el elemento incorporado en la parte del elemento de extensión puede estar dispuesto entre dos capas autoadhesivas de lámina o cinta. Entonces únicamente el lado interior de las bridas de instalación tendrá una cinta de soporte protectora.

Una pala de rotor de turbina eólica según la invención puede tener una parte de borde de salida que comprende un borde de salida más o menos recto en el borde de extremo más exterior del elemento de extensión del borde de salida.

Una pala de rotor de turbina eólica según la invención puede tener una parte de borde de salida que comprenda un borde de salida dentado en el borde de extremo más exterior del elemento de extensión del borde de salida.

El borde de extremo más exterior del elemento de extensión del borde de salida puede ser recto o dentado dependiendo del trabajo específico para resolver un problema específico.

La invención comprende además un método para ajustar una pala de rotor de turbina eólica con una parte de borde de salida según la descripción anterior, donde dicho método comprende al menos dos de las siguientes etapas:

- preparar el borde de salida de una pala de rotor de turbina eólica para la instalación de una parte de borde de salida;
- seleccionar una parte de borde de salida de una selección de partes de borde de salida;
- disponer la parte de borde de salida seleccionada a lo largo del borde de salida de la pala de rotor de turbina eólica de manera que un material deformable y dúctil se presione contra el borde de salida de la pala de turbina eólica para asegurar un buen contacto llenando un hueco entre dicho borde de salida y dicha zona y para crear una zona flexible en la que el elemento de extensión del borde de salida pueda doblarse según la diferencia de presión entre el lado de presión y el lado de succión;
- adherir una primera de dos bridas de instalación al lado de presión o al lado de succión de una pala de rotor de turbina eólica y a lo largo del borde de salida;
- adherir una segunda de dos bridas de instalación a la otra del lado de presión o del lado de succión de una pala de rotor de turbina eólica y a lo largo del borde de salida.

La instalación de una parte de borde de salida según la invención puede, por ejemplo, comprender el uso de varios tipos diferentes de partes de borde de salida, ya que el grosor del borde de salida de la pala de rotor puede variar en toda la longitud. Un tipo de parte de borde de salida puede, por ejemplo, diseñarse para cubrir un grosor del borde de salida de 1 a 5 milímetros y otro tipo para cubrir un grosor del borde de salida de 5 a 10 milímetros y otro tipo para cubrir de 10 a 20 milímetros.

Además, se puede diseñar una parte de borde de salida según la invención con diversas formas en el borde de extremo más exterior del elemento de extensión del borde de salida. Puede ser recta o dentada de muchas maneras diferentes, y la parte del elemento de extensión puede diseñarse con una longitud diferente que coincida a diversas situaciones. Una parte del elemento de extensión puede, por ejemplo, tener un borde de extremo más exterior y recto con una longitud de 30 a 70 milímetros o incluso más y un grosor en la parte del elemento de extensión, por ejemplo, de 1 a 3 milímetros, por ejemplo, 2 milímetros.

Un método según la invención puede comprender además al menos las siguientes etapas:

- retirar una cinta de soporte de la superficie interna de una primera de dos bridas de instalación, descubriendo de esta manera un adhesivo sobre la superficie interior de dicha brida de instalación;
- presionar dicha brida de instalación contra la superficie del lado de presión o el lado de succión de dicha pala de rotor de turbina eólica;
- retirar una cinta de soporte de la superficie interna de una segunda de dos bridas de instalación, descubriendo de esta manera un adhesivo sobre la superficie interior de dicha brida de instalación;
- presionar dicha brida de instalación contra la superficie del otro del lado de presión o del lado de succión de dicha pala de rotor de turbina eólica.

Un método según la invención normalmente comprenderá también preparar el borde de salida de una pala de rotor de turbina eólica para la instalación de una parte de borde de salida, donde dicha preparación puede incluir al menos una de las siguientes etapas:

- limpieza;
- molienda;
- imprimación; y/o
- pulido de una zona a lo largo del borde de salida en el lado de presión, así como en el lado de succión de una pala de rotor de turbina eólica antes de instalar dicha parte de borde de salida.

Dependiendo de la forma y condición del borde de salida y de la especificación del adhesivo que se va a utilizar, puede haber reivindicaciones diferentes, más o menos exigentes, para cumplir con el fin de obtener una adhesión adecuada entre el borde de salida y la parte de borde de salida.

El exterior de las bridas de instalación y también de la parte del elemento de extensión de la parte de borde de salida puede cubrirse con una lámina de protección delgada. Dicha lámina de protección evitará que la parte de borde de salida se dañe durante la fabricación y especialmente durante la instalación, ya que es necesario que al menos las bridas de instalación se trabajen durante la instalación en el borde de salida. Las bridas de instalación normalmente se adherirán al borde de salida y tendrán que empujarse contra el borde de salida/el lado de succión/el lado de presión, por ejemplo, mediante algún tipo de herramienta de rodillos o mediante frotamiento manual con una mano. Después de una instalación satisfactoria, la lámina protectora se puede retirar fácilmente mediante un simple desprendimiento.

Una parte de borde de salida según la invención no aumenta las cargas aerodinámicas sobre la pala de rotor, ya que es flexible y seguirá el viento, reducirá considerablemente el ruido aerodinámico y es barato de fabricar y barato de instalar, por ejemplo, en el sitio antes de la instalación de una pala de rotor o con la pala de rotor instalada en la turbina eólica.

Descripción del dibujo

Una realización de la invención se describirá entonces únicamente a modo de ejemplo y con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 muestra una turbina eólica.

La figura 2 muestra una sección transversal de una pala de rotor de turbina eólica.

La figura 3 muestra una parte de borde de salida en la que el borde de extremo más exterior del elemento de extensión del borde de salida es recto.

La figura 4 muestra una parte de borde de salida en la que el borde de extremo más exterior del elemento de extensión del borde de salida está dentado.

La figura 5 muestra una parte de una sección transversal de una pala de rotor de turbina eólica y de una parte de borde de salida.

La figura 6 muestra una parte de una sección transversal de una pala de rotor de turbina eólica con una parte de borde de salida instalada.

La figura 7 muestra una pala de rotor de turbina eólica con una parte de borde de salida recta.

La figura 8 muestra una pala de rotor de turbina eólica con una parte de borde de salida dentada.

En el siguiente texto las figuras se describirán una por una, y las diferentes partes y posiciones vistas en las figuras se contarán con los mismos números en las diferentes figuras. No todas las partes y posiciones indicadas en una figura específica se indicarán necesariamente junto con esa figura.

Lista de números de posición

1	turbina eólica
2	torre
3	cimentación
4	góndola
5	buje
6	pala de rotor de turbina eólica
7	primer extremo de la pala
8	segundo extremo de la pala
9	sección transversal de una pala de turbina eólica
10	borde de entrada
11	borde de salida
12	lado de presión
13	lado de succión
14	parte de borde de salida
15	primera brida de instalación
16	segunda brida de instalación
17	elemento de extensión del borde de salida
18	zona de intersección
19	material dúctil en la zona de intersección
20	borde de extremo más exterior del elemento de extensión del borde de salida
21	parte roma del borde de salida
22	parte incorporada en el elemento de extensión del borde de salida

Descripción detallada de la invención

En la figura 1 se indica una turbina eólica 1 típica que comprende una torre 2 instalada en una cimentación 3. En la parte superior de la torre 2, se indica una góndola 4 que comprende, por ejemplo, una caja de cambios, un generador y otros componentes. En la góndola 4 también se instala un eje para sostener un rotor que comprende un buje 5 y tres palas de rotor de turbina eólica 6. Las palas de rotor 6 se disponen en el buje 5 en un primer extremo 7 denominado extremo de raíz de la pala de rotor 6. El segundo extremo 8 de las palas de rotor 6 constituye un extremo de punta.

La figura 2 muestra una sección transversal de una pala de rotor de turbina eólica 6 con un borde de entrada 10 y un borde de salida 11 conectado mediante un lado de presión 12 y un lado de succión 13 del perfil de lámina de aire específico. Tanto el borde de entrada 10 como el borde de salida 11 se representan como una zona detrás de una línea, ya que los términos "borde de entrada 10" y "borde de salida 11" se refieren más o menos a una zona y no a una línea bien definida. Se podría argumentar que al menos el borde de salida 11 está muy bien definido, ya que es el borde de extremo más exterior de la pala 6, donde el flujo de aire desde el lado de presión 12 se encuentra con el flujo de aire desde el lado de succión 13, pero el borde de salida 11 es muy difícil de fabricar y manejar con un borde afilado, que es un nivel teórico óptimo, y a veces el perfil aerodinámico está diseñado como un perfil truncado, en el que el borde de salida 11 es romo. En este caso, los términos borde de entrada 10 y borde de salida 11 se deben entender como una zona adyacente a los bordes exteriores extremos.

La figura 3 muestra una parte de borde de salida 14 que comprende una primera y una segunda bridas de instalación 15, 16, un elemento de extensión del borde de salida 17, una zona de intersección 18, donde la primera y segunda bridas de instalación 15, 16 se encuentran con el elemento de extensión del borde de salida 17. En dicha zona de intersección 18 se dispone un material dúctil o de alta viscosidad 19. El material dúctil o de alta viscosidad 19 sirve para ser deformable para presionarse contra el borde de salida 11 de la pala de rotor de turbina eólica 6 para asegurar un buen contacto y para crear una zona flexible en la que el elemento de extensión del borde de salida 17 pueda doblarse según la diferencia de presión entre el lado de presión 12 y el lado de succión 13. El material dúctil o de alta viscosidad 19 puede, por tanto, ser una clase adecuada de caucho, por ejemplo, un caucho butílico y también puede ser una clase de adhesivo que también puede ser una clase de caucho butílico u otro material adecuado. En la figura 3, el borde de extremo 20 más exterior del elemento de extensión del borde de salida 17 es recto y solo tiene unos pocos milímetros de grosor.

La figura 4 muestra principalmente lo mismo que la figura 3, pero en esta figura la parte del borde de salida 14 se indica con el borde de extremo 20 más exterior del elemento de extensión del borde de salida 17 dentado. Las dentaduras son triángulos pero también podrían haber sido de una forma diferente pero también de una forma adecuada para reducir el ruido generado de manera aerodinámica desde el borde de salida 11/elemento de extensión del borde de salida 17.

La figura 5 muestra una parte de una sección transversal de una pala de rotor de turbina eólica 6 y una parte del borde de salida 14. En esta figura se indica claramente que la parte del borde de salida 14 comprende una lámina o cinta que constituye la primera brida de instalación 15 que se ajustará en el lado de presión 12 de la pala de rotor de turbina eólica 6 y que comprende además una lámina o cinta que constituye la segunda brida de instalación 16 que se ajustará en el lado de succión 13 de la pala de rotor de turbina eólica 6. Además dicha lámina incorpora uno o más elementos 21 para dar cierta rigidez estructural al elemento de extensión del borde de salida 17 para evitar que el elemento de extensión del borde de salida 17 aletee debido a la turbulencia en el flujo del aire. En la zona de intersección 18 se dispone un material dúctil o de alta viscosidad 19 que tiene un grosor y una forma que se pueden ajustar manualmente mediante deformación plástica durante la instalación para ajustar la parte roma 21 del borde de salida 11 cuando se instala la parte del borde de salida 14.

La figura 6 muestra una parte de una sección transversal de una pala de rotor de turbina eólica 6 con una parte de borde de salida 14 instalada. Aquí se indica el material dúctil y/o de alta viscosidad 19 contiguo a la parte roma 22 del borde de salida 11, y las primeras y segundas bridas de instalación 15, 16 se indican instaladas en las superficies 12, 13 respectivas. La lámina o cinta que constituye la piel de la parte del borde de salida puede estar hecha de cualquier material adecuado, por ejemplo, el poliuretano, que es resistente y fuerte, sería adecuado. En la figura 6 en el borde de extremo 20 más exterior del elemento de extensión del borde de salida 17, las dos capas de piel se fijan entre sí para formar un borde muy delgado. Las bridas de instalación 15, 16 pueden ser fabricadas como autoadhesivas, lo que conducirá a una instalación muy sencilla en el borde de salida 11. Además, el elemento o elementos 22 pueden disponerse entre dos capas de lámina/cinta y fijarse mediante adhesivo que se aplica durante el montaje o mediante una capa autoadhesiva sobre la lámina/cinta. La parte del borde de salida 14 completa también puede moldearse en una forma deseada en lugar de montarse a partir de partes.

En la figura 7 y 8, se indica una pala de rotor de turbina eólica 6 con una parte de borde de salida 14 recto respectivamente como se indica en la figura 3 y con una parte de borde de salida 14 dentado como se indica en la figura 4. La parte del borde de salida 14 está instalada en la pala de rotor de turbina eólica como una sección hacia el extremo de punta 8 de la pala, donde normalmente existe una razón específica para instalar tal parte de borde de salida 14 para reducir el ruido aerodinámico.

La invención no se limita a las realizaciones descritas en el presente documento, y puede modificarse o adaptarse sin apartarse del alcance de la presente invención como se describe más adelante en las reivindicaciones de patente.

REIVINDICACIONES

1. Una pala de rotor de turbina eólica (6) adecuada para una turbina eólica (1) moderna, teniendo dicha pala de rotor de turbina eólica (6) una longitud que se extiende desde un primer extremo (7), por ejemplo un extremo de raíz, a un segundo extremo (8), por ejemplo un extremo de punta, comprendiendo además dicha pala de rotor de turbina eólica (6) un borde de entrada (10) y un borde de salida (11), donde se extiende un lado de presión (12) y un lado de succión (13) entre dicho borde de entrada (10) y dicho borde de salida (11) y define de este modo una sección transversal (9) en forma de perfil aerodinámico, donde dicho borde de salida (11) a lo largo de al menos una parte de dicha longitud de la pala de rotor de turbina eólica (6) comprende una parte de borde de salida (14) comprendiendo dicha parte de borde de salida (14) una primera (15) y una segunda (16) brida de instalación cada una con una anchura, caracterizada por que dichas bridas de instalación (15, 16) están dispuestas en conexión con un elemento de extensión de borde de salida (17), donde dichas primera y segunda brida de instalación (15, 16) comprenden ambas una superficie interior para la instalación en el lado de presión (12) y el lado de succión (13) de dicha pala de rotor de turbina eólica (6) por lo que dicha parte de borde de salida (14) comprende una zona (18) en la intersección entre dichas dos bridas de instalación (15, 16) y dicho elemento de extensión de borde de salida (17), donde un material (19) dúctil, por ejemplo un adhesivo de alta viscosidad, está dispuesto en dicha zona (18), en la que el material (19) dúctil es deformable para ser presionado contra el borde de salida (11) de la pala de rotor de turbina eólica (6) para asegurar un buen contacto al llenar un hueco entre dicho borde de salida (11) y dicha zona (18) y para crear una zona flexible en la que el elemento de extensión de borde de salida (17) pueda doblarse según la diferencia de presión entre el lado de presión (12) y el lado de succión (13).
2. Una pala de rotor de turbina eólica (6) según la reivindicación 1, caracterizada por que dicha parte de borde de salida (14) en el elemento de extensión de borde de salida (17) comprende uno o más elementos (22) incorporados, teniendo dichos elementos (22) incorporados una mayor rigidez que las bridas de instalación (15, 16).
3. Una pala de rotor de turbina eólica (6) según la reivindicación 2, caracterizada por que dichos uno o más elementos (22) incorporados están dispuestos entre dos capas de lámina, donde dichas dos capas de lámina se extienden desde el elemento de extensión de borde de salida (17) y constituyen dichas bridas de instalación (15, 16).
4. Una pala de rotor de turbina eólica según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizada por que dicha superficie interior de dichas bridas de instalación sobre la parte de borde de salida es autoadhesiva.
5. Una pala de rotor de turbina eólica (6) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizada por que dicha parte de borde de salida (14) comprende un borde de salida más o menos recto en el borde de extremo más exterior (20) del elemento de extensión de borde de salida (17).
6. Una pala de rotor de turbina eólica según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizada por que dicha parte de borde de salida (14) comprende un borde de salida dentado en el borde de extremo más exterior (20) del elemento de extensión de borde de salida (17).
7. Un método de ajuste de una pala de rotor de turbina eólica (6) con una parte de borde de salida (14) según las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que dicho método comprende al menos tres de las etapas siguientes:
 - preparar el borde de salida (11) de una pala de rotor de turbina eólica (6) para la instalación de una parte de borde de salida (14);
 - seleccionar una parte de borde de salida (14) de una selección de partes de borde de salida (14);
 - disponer la parte de borde de salida (14) seleccionada a lo largo del borde de salida (11) de la pala de rotor de turbina eólica (6) de manera que se presiona un material (19) deformable y dúctil contra el borde de salida (11) de pala de rotor de turbina eólica (6) para asegurar un buen contacto llenando un hueco entre dicho borde de salida (11) y dicha zona (18) y para crear una zona flexible en la que el elemento de extensión de borde de salida (17) puede doblarse según la diferencia de presión entre el lado de presión (12) y el lado de succión (13);
 - adherir una primera de dos bridas de instalación (15, 16) al lado de presión (12) o al lado de succión (13) de una pala de rotor de turbina eólica (6) y a lo largo del borde de salida (11);
 - adherir una segunda de dos bridas de instalación (15, 16) al otro del lado de presión (12) o del lado de succión (13) de una pala de rotor de turbina eólica (6) y a lo largo del borde de salida (11).
8. Un método según la reivindicación 7, caracterizado por que dicho método comprende además al menos las etapas de:
 - retirar una cinta de soporte de la superficie interior de una primera de dos bridas de instalación (15, 16), descubriendo de esta manera un adhesivo sobre la superficie interior de dicha brida de instalación (15, 16);
 - presionar dicha brida de instalación (15, 16) contra la superficie del lado de presión (12) o del lado de succión (13) de dicha pala de rotor de turbina eólica (6);
 - retirar una cinta de soporte de la superficie interna de una segunda de dos bridas de instalación (15, 16), descubriendo de esta manera un adhesivo sobre la superficie interior de dicha brida de instalación (15, 16);

- presionar dicha brida de instalación (15, 16) contra la superficie del otro del lado de presión (12) o el lado de succión (13) de dicha pala de rotor de turbina eólica (6).

5 9. Un método según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 8, caracterizado por que la preparación del borde de salida (11) de una pala de rotor de turbina eólica (6) para la instalación de una parte de borde de salida (14) incluye al menos una de las siguientes etapas:

10 - limpieza;
- molienda;
- imprimación; y/o
- pulido de una zona a lo largo del borde de salida (11) en el lado de presión (12), así como en el lado de succión (13) de una pala de rotor de turbina eólica (6) antes de instalar dicha parte de borde de salida (14).

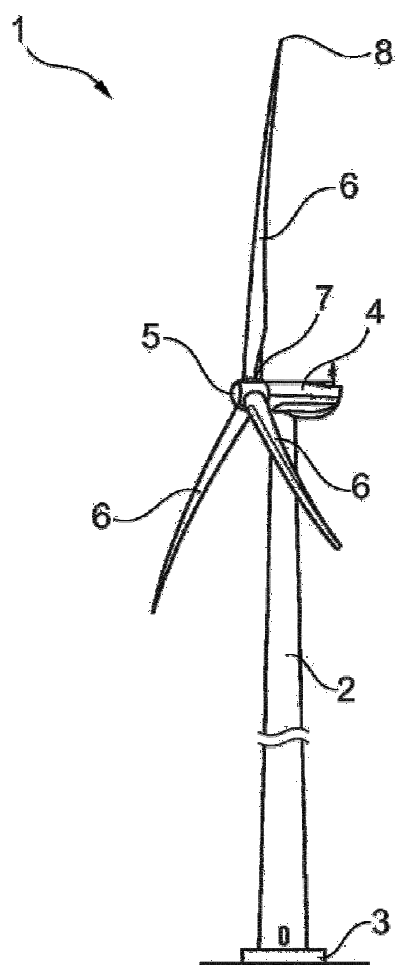


Fig. 1

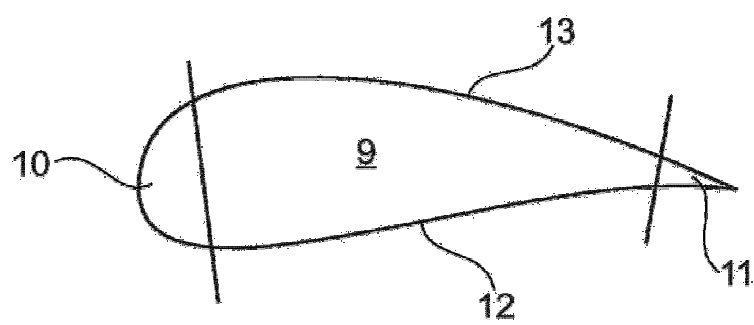


Fig. 2

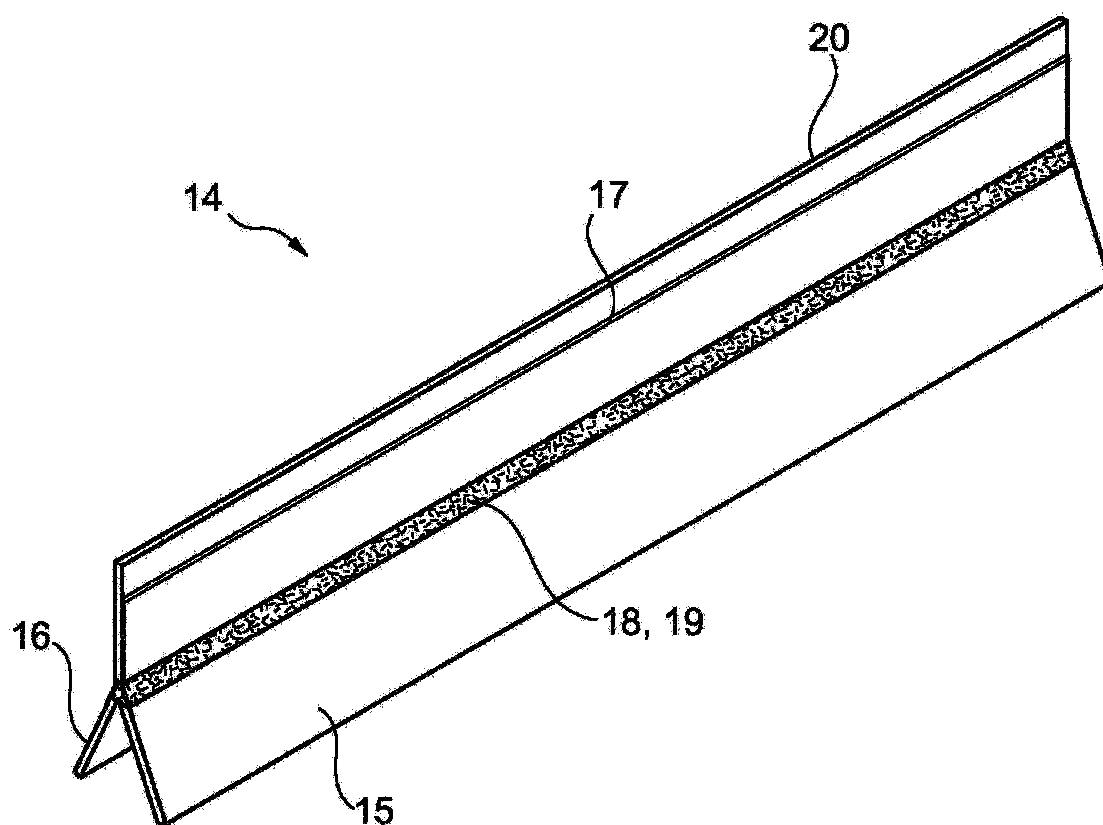


Fig. 3

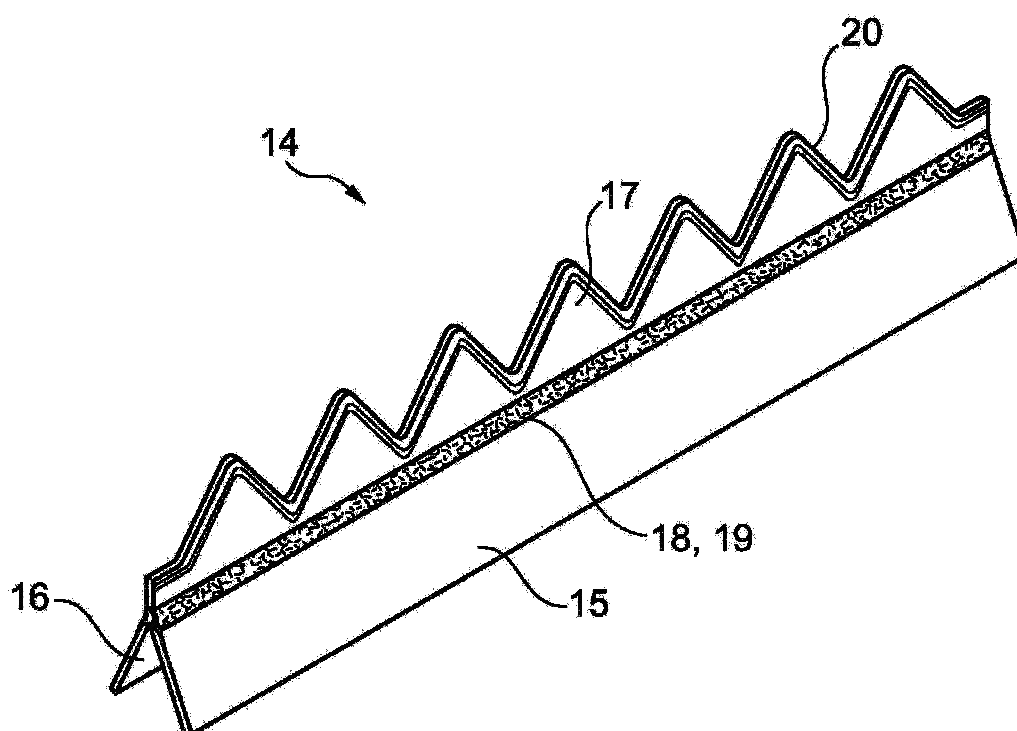


Fig. 4

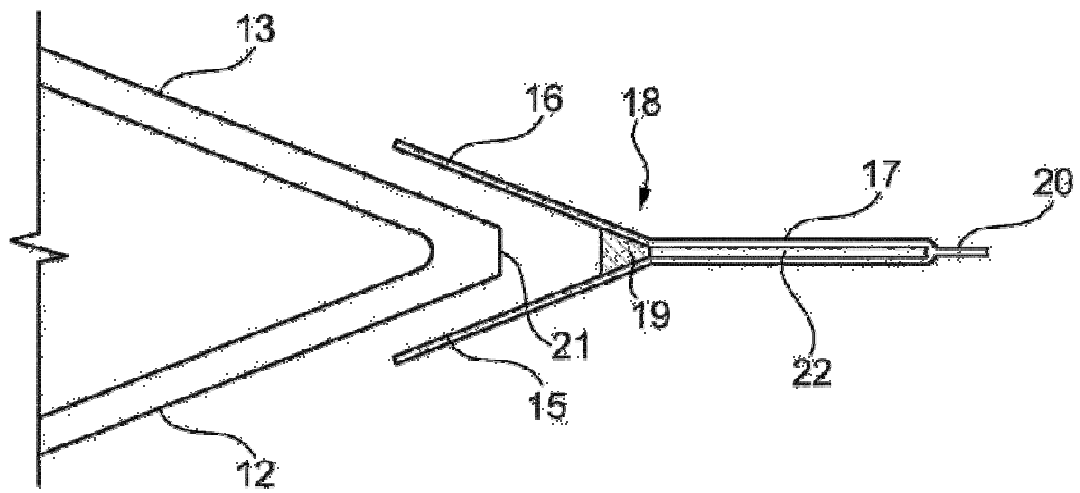


Fig. 5

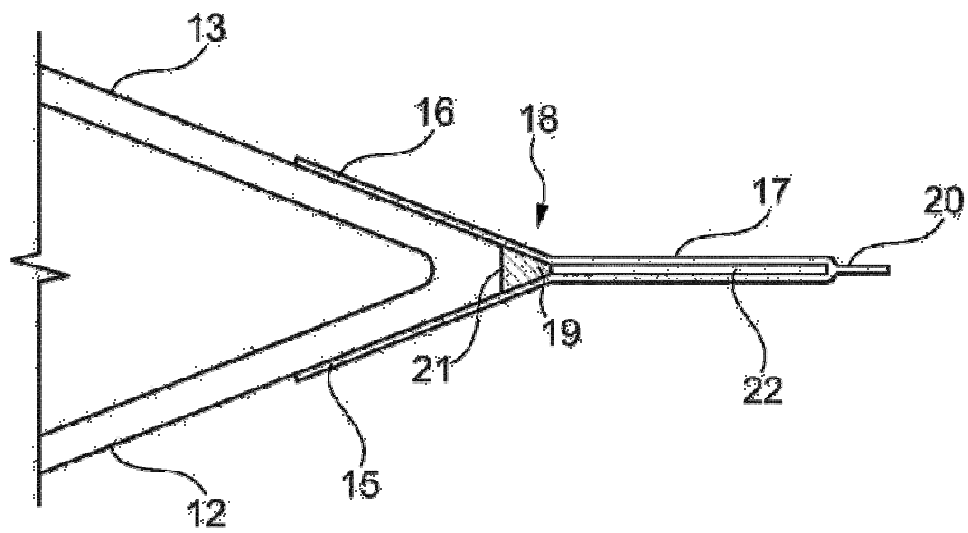


Fig. 6

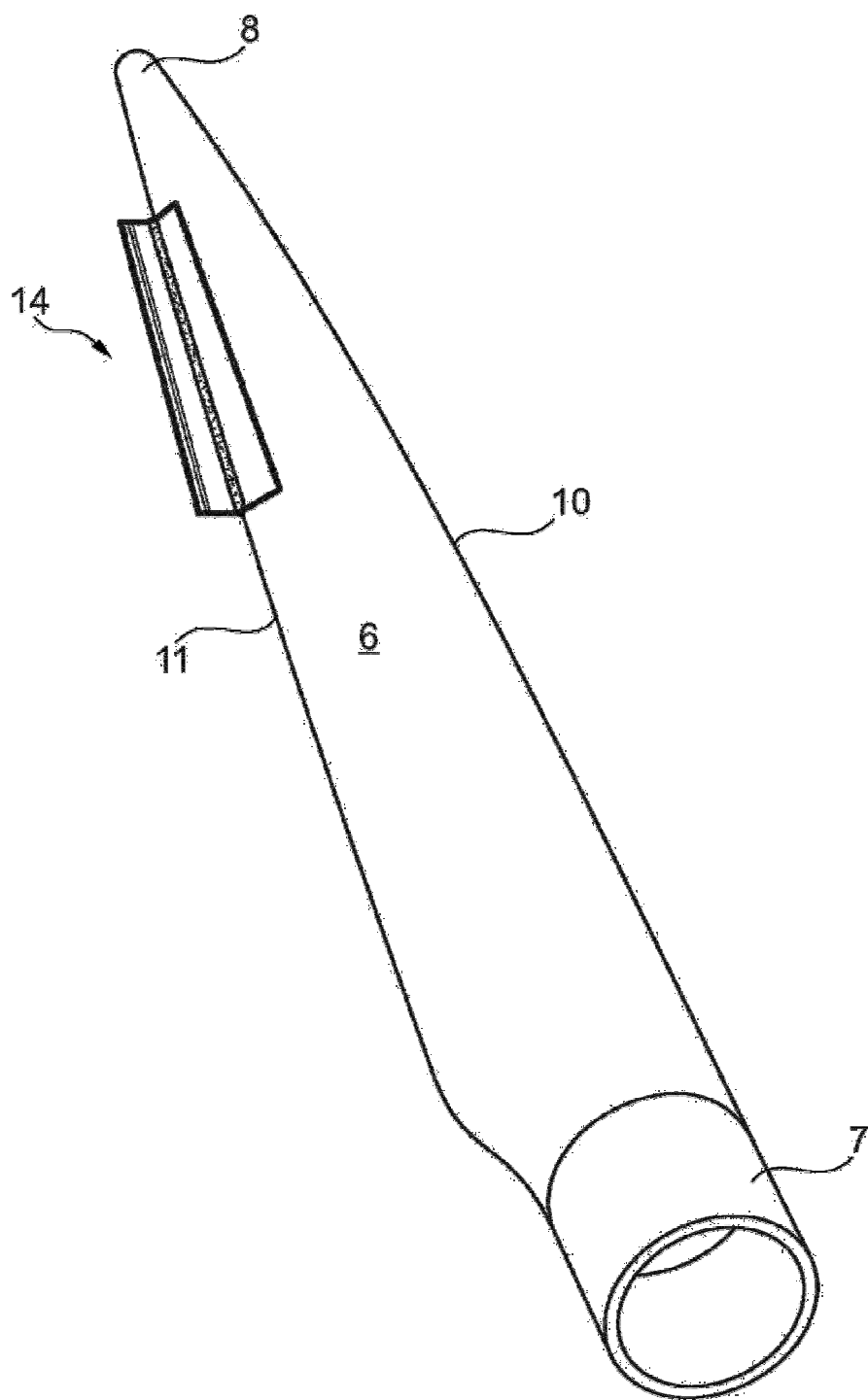


Fig. 7

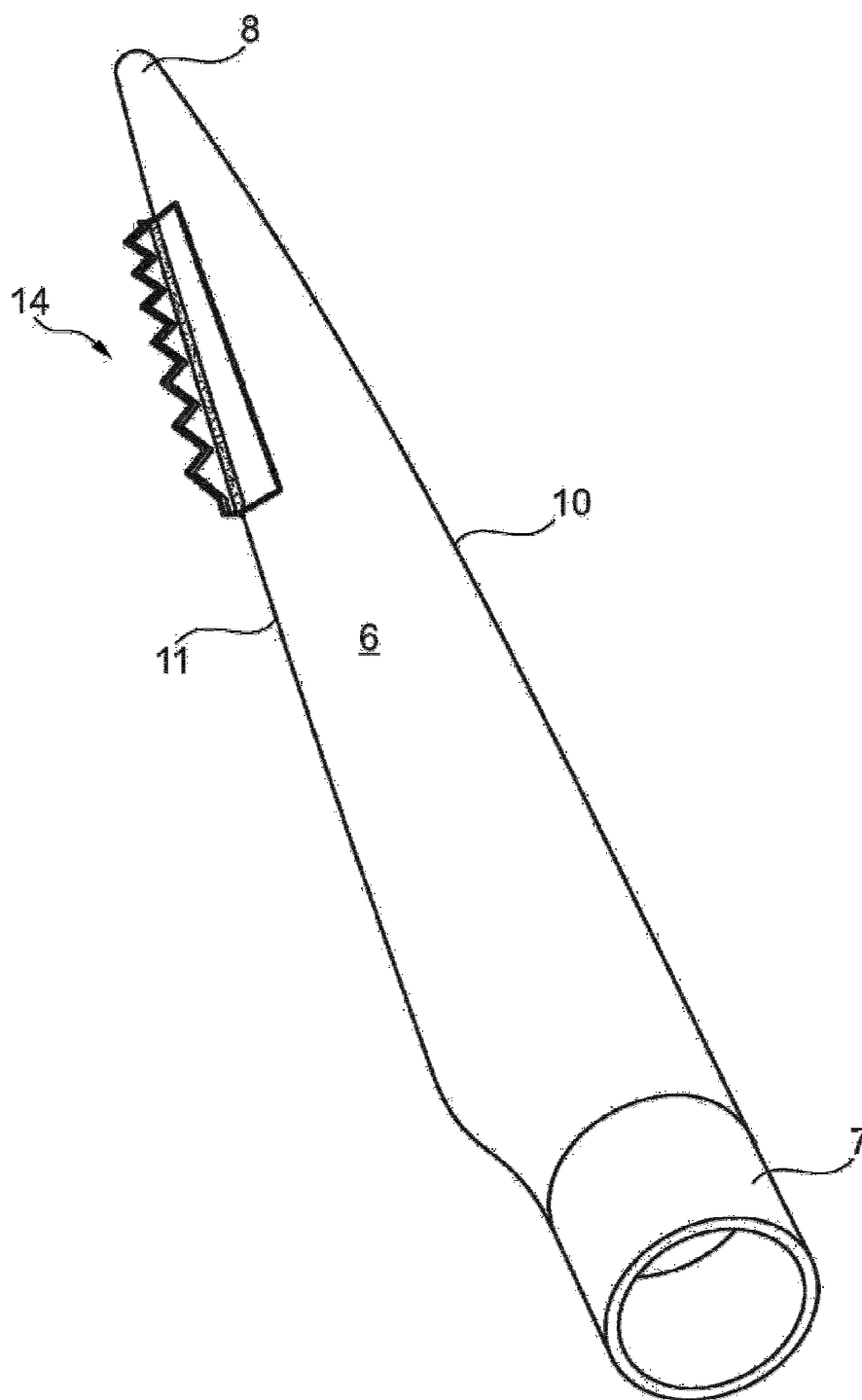


Fig. 8