

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 674 982**

51 Int. Cl.:

B29C 65/50 (2006.01)

B29L 31/08 (2006.01)

F03D 1/06 (2006.01)

B29C 65/48 (2006.01)

B29C 65/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.10.2013 PCT/DK2013/050316**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.04.2014 WO14059989**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.10.2013 E 13779511 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.03.2018 EP 2909474**

54 Título: **Turbina eólica con rebordes de encolado externos cerca de un panel plano del dorso**

30 Prioridad:

16.10.2012 DK 201270630

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

05.07.2018

73 Titular/es:

**ENVISION ENERGY (DENMARK) APS (100.0%)
Randersvej 2a
8600 Silkeborg, DK**

72 Inventor/es:

RUIJTER, WOUT

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 674 982 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

Turbina eólica con rebordes de encolado externos cerca de un panel plano del dorso

Sector técnico de la invención

La presente invención se refiere a una turbina eólica, que comprende:

- 5 - una torre de turbina eólica;
- una góndola dispuesta en la torre de turbina eólica;
- un cubo del rotor montado de manera giratoria en la góndola;
- uno o varios álabes de turbina eólica que tienen un extremo de la punta y una raíz del álabe, donde el álabe de turbina eólica comprende además un lado de presión y un lado de succión conectados entre sí por medio de un
- 10 borde de ataque y un borde de salida, en la que el álabe de turbina eólica comprende una primera parte de carcasa que tiene una superficie interior y una superficie exterior, y una segunda parte de carcasa que tiene una superficie interior y una superficie exterior, donde la primera parte de carcasa comprende un primer reborde que tiene una primera superficie de encolado, y la segunda parte de carcasa comprende una segunda superficie de encolado situada frente a la primera superficie de encolado, y donde las dos superficies de encolado están configuradas para ser encoladas conjuntamente utilizando una cola cuando las dos partes de carcasa están situadas una sobre la otra.
- 15

Antecedentes de la invención

20 Durante los últimos años, el tamaño y la potencia de las turbinas eólicas ha aumentado junto con la eficiencia de las turbinas eólicas. Al mismo tiempo, los álabes de turbina eólica han aumentado en tamaño y longitud, y ha cambiado asimismo el diseño aerodinámico. El álabe de turbina eólica tiene un perfil en sección transversal en forma de perfil alar, donde los tamaños de los perfiles en forma de perfil alar disminuyen hacia la punta del álabe de turbina eólica. El álabe de turbina eólica está, en el otro extremo, configurado para ser conectado a un cubo del rotor de la turbina eólica, donde este extremo tiene habitualmente un perfil en sección transversal circular y una estructura reforzada.

25 Los álabes de turbina eólica comprenden una estructura intercalada con dos partes de carcasa encoladas conjuntamente a lo largo de dos líneas de encolado situadas habitualmente en el borde de ataque y el borde de salida. La patente GB 2481842 A da a conocer una estructura de este tipo. La estructura de las dos partes de carcasa se refuerza habitualmente utilizando una serie de elementos de soporte en forma de bandas cortantes, encofrados de vigas u otros elementos de soporte a los que se pueden encolar las dos partes de carcasa. Las bandas cortantes pueden estar situadas sobre tapas de larguero integradas en las partes de carcasa. Los elementos de soporte pueden estar dispuestos a lo largo de los perfiles en sección transversal y/o a lo largo de la longitud del

30 álabe de la turbina eólica. Las dos partes de carcasa se fabrican habitualmente en dos moldes independientes, donde los elementos de soporte se disponen a continuación en uno de los moldes. El otro molde se sitúa a continuación encima del otro molde después de que las partes de carcasa se han encolado conjuntamente utilizando un adhesivo. El inconveniente de esta configuración es que las líneas de encolado forman puntos débiles en la estructura que se pueden agrietar o romper debido a cargas dinámicas, tales como torsión y curvado a lo largo del flap/a lo largo del borde. Esto haría que las dos partes de carcasa se separaran e incluso se desprendieran en funcionamiento.

35

40 El problema de la deslaminación se puede resolver, tal como se da a conocer en la patente GB 2481842 A, disponiendo un sensor de temperatura en la línea de encolado antes de intercalar conjuntamente las dos partes de carcasa. El sensor puede ser una fibra óptica que se extiende a lo largo de toda la longitud de la línea de encolado y se utiliza para controlar el proceso de curado y detectar cualquier despegue en las líneas de encolado. Las dos partes de carcasa forman un ángulo agudo entre sí en el borde de salida, formando de ese modo un área estrecha de encolado en el borde, a la que se puede aplicar la cola. Aunque el proceso de curado se puede mejorar utilizando el sensor de temperatura, la estructura de las partes de carcasa en la zona de encolado sigue siendo la misma. Esto significa que las líneas de encolado siguen formando puntos débiles que probablemente se agrieten o se rompan durante el funcionamiento.

45

50 El borde de salida puede estar configurado como un dorso plano que forma un borde de salida virtual, donde las líneas de encolado están situadas en el dorso plano en lugar de estar configuradas como un borde de salida afilado. Cada una de las partes de carcasa comprende habitualmente una mitad de un panel plano del dorso, donde las dos mitades se encolan conjuntamente utilizando un reborde de encolado conectado a cada una de las dos mitades y que se extiende hacia el interior en dirección a los elementos de soporte. Esta configuración permite que el álabe de turbina eólica tenga un perfil en sección transversal más grueso, con una mayor resistencia estructural y un comportamiento de sustentación superior comparado con un álabe de turbina eólica con un verdadero borde de salida que tenga la misma cuerda. Sin embargo, las líneas de encolado siguen formando puntos débiles en la estructura que se pueden agrietar o romper debido a las cargas dinámicas. Esto se puede producir principalmente

55 en la zona de transición donde el borde de salida cambia de un perfil truncado a un perfil delgado que se extiende hacia el exterior, dada la configuración de cambio de las superficies de encolado en el interior de los perfiles en

sección transversal. En esta zona de transición, el reborde de encolado que se extiende hacia el interior tiene que estar orientado hacia fuera para asegurar una transición suave a las superficies de encolado en la superficie interior de las partes de carcasa.

5 La patente EP 2341241 A1 da a conocer un álabe de turbina eólica que tiene un dorso plano dispuesto en el borde de salida. Una de las dos carcasas que forman el álabe de turbina eólica comprende un reborde en forma de L que se extiende hacia el exterior desde la superficie interior del lado de succión/presión y hacia la carcasa exterior. El extremo libre del reborde en forma de L se extiende hacia el interior en dirección a los elementos de soporte en el interior del perfil, donde una superficie interior correspondiente de la otra carcasa se encola al extremo libre utilizando un adhesivo. En otra realización, la carcasa inferior comprende un reborde de encolado que se extiende hacia el exterior desde la superficie interior y se inclina hacia dentro en dirección a los elementos de soporte. La carcasa superior comprende un panel plano del dorso que se extiende hacia el exterior y alejándose de la superficie interior, donde la superficie interior del panel plano del dorso es encolada al reborde de encolado de la carcasa inferior. Estas realizaciones describen ambas un reborde de encolado que se extiende hacia dentro a lo largo de la superficie interior; esto significa que el reborde de encolado no se puede formar en la misma etapa de fabricación que la carcasa, dado que no puede ser extraído del molde conjuntamente con la carcasa. Para formar el reborde de encolado, se requieren etapas de fabricación adicionales con el fin de añadir el reborde a la carcasa. El proceso de encolado no se puede controlar de una muy manera eficaz, debido a que el reborde que se extiende hacia el interior depende de su propia resistencia durante el proceso de montaje. Esto significa que existe un mayor riesgo de que el reborde de encolado se curve o se flexione durante el proceso lo que, a su vez, significa que se puede aplicar menos presión a las superficies de encolado cuando las dos carcasas son apretadas entre sí.

La patente WO 2012/019610 A1 da a conocer asimismo unos rebordes de encolado que se extienden hacia el interior en dirección a los elementos de soporte del álabe. Los rebordes de encolado están situados en un perfil de dorso plano independiente que se encola al borde de salida de las dos partes de carcasa en una etapa de fabricación adicional. Es necesario utilizar un dispositivo de posicionamiento para mantener en posición este perfil durante el proceso de montaje. El dispositivo de posicionamiento utiliza pinzas o vacío para mantener en posición el perfil del dorso plano. Esto se añade al proceso global de fabricación y aumenta la complejidad y los costes de fabricación. Los rebordes que se extienden hacia el interior dependen de su resistencia estructural para garantizar un contacto íntimo con las partes de carcasa, lo que significa que probablemente se flexionen o se curven durante el montaje y, de ese modo, aumentan el riesgo de despegue. La patente EP 1695813 da a conocer la fabricación de un álabe de turbina eólica con una primera y una segunda partes de carcasa encoladas entre sí.

Objetivo de la invención

Un objetivo de esta invención es dar a conocer un álabe de turbina eólica con una disposición de línea de encolado que sea menos sensible a las cargas y tensiones generadas en el álabe de turbina eólica.

Un objetivo de esta invención es dar a conocer un álabe de turbina eólica con una disposición de línea de encolado que se pueda inspeccionar más rápida y fácilmente.

Un objetivo de esta invención es dar a conocer un álabe de turbina eólica donde los rebordes de encolado se puedan fabricar en la misma etapa de fabricación que las dos partes de carcasa que forman el álabe de turbina eólica.

Un objetivo de esta invención es dar a conocer un proceso de montaje más simple y sencillo para las dos partes de carcasa que forman el álabe de turbina eólica.

Descripción de la invención

Un objetivo de la invención se consigue mediante una turbina eólica que tiene un álabe de turbina eólica, caracterizada por que:

- el primer reborde está dispuesto en el borde de salida de la primera parte de carcasa y se extiende hacia el exterior y alejándose de la superficie exterior de la primera parte de carcasa, y

- un segundo reborde está dispuesto en el borde de salida de la segunda parte de carcasa y se extiende hacia el exterior y alejándose de la superficie exterior de la segunda parte de carcasa, donde los dos rebordes forman dos superficies de encolado sustancialmente paralelas y un flap configurado para mejorar las propiedades aerodinámicas del álabe de turbina eólica.

Esta configuración permite sacar la línea de encolado definida por la primera y la segunda superficies de encolado fuera del área definida por las dos partes de carcasa, de tal modo que el proceso de encolado se puede controlar de manera más efectiva, y proporciona por lo tanto un proceso más simple y sencillo de montaje de las dos carcasas lo que, a su vez, reduce los costes globales de fabricación. Esta configuración permite una inspección más rápida y fácil de la línea de encolado, dado que la inspección se puede llevar a cabo desde el exterior del álabe de turbina eólica ya sea visualmente o mediante la utilización de un dispositivo de medición o inspección. Al disponer los rebordes en la superficie exterior del álabe de turbina eólica, los dos rebordes pueden ser soportados por los moldes

- de las partes de carcasa durante el proceso de montaje, en lugar de depender de su propia resistencia. Esto permite apretar entre sí las dos partes de carcasa de manera más efectiva, dado que se puede aplicar una mayor presión a las superficies de encolado, por ejemplo, mediante la utilización de los dos moldes. Esto proporciona una manera mejor y más eficaz de eliminar aire de la línea de encolado. Después del proceso de encolado se puede pulir cualquier exceso de material o de cola. Los dos rebordes forman un flap, por ejemplo un flap Gurney, que mejora las propiedades aerodinámicas, es decir aumenta la sustentación aerodinámica, del álabe de turbina eólica. Esta configuración permite que los dos rebordes tengan la misma forma y configuración a lo largo de toda la longitud del álabe de turbina eólica.
- Los dos rebordes pueden formar dos superficies de encolado sustancialmente paralelas que se extienden hacia el exterior desde el borde de salida en una dirección hacia el lado de presión o de succión. Esto proporciona un área superficial bastante grande a la que adherir la cola o el adhesivo; aumentando por lo tanto la resistencia de las líneas de encolado y reduciendo de ese modo el riesgo de despegue. Los rebordes pueden tener una forma plana o pueden estar conformados para seguir sustancialmente la curvatura del lado de presión o de succión.
- De acuerdo con una realización, la primera parte de carcasa comprende un panel plano del dorso conectado al primer reborde y a la primera parte de carcasa.
- Esto permite que el panel plano del dorso tenga una superficie exterior plana o curvada que completa el borde de salida del álabe de turbina eólica, lo que permite que el panel plano del dorso funcione como un borde de salida truncado o de dorso plano para los perfiles en sección transversal del álabe de turbina eólica. El panel plano del dorso se extiende desde un primer punto en, o cerca de la raíz del álabe hasta un segundo punto situado a una distancia del extremo de la punta. La línea de encolado y, por lo tanto, los dos rebordes pueden estar situados en el lado de presión que se extiende por lo menos a lo largo del panel plano del dorso. Los rebordes se pueden extender, por lo menos, desde el primer punto hasta el segundo punto. Esta configuración permite aumentar el grosor y la resistencia estructural del perfil en sección transversal. Esto permite asimismo reducir la cuerda manteniendo al mismo tiempo el comportamiento de sustentación.
- De acuerdo con una realización particular, el panel plano del dorso está configurado como un reborde que tiene una superficie exterior con radios de curvatura, que se curva hacia el interior en dirección al borde de ataque.
- Esto permite que la conexión entre la superficie exterior del panel plano del dorso y la superficie exterior de la primera parte de carcasa se forme como un borde que se extiende hacia el exterior con una forma curvada o redondeada. El borde puede formar en cambio un borde sustancialmente afilado bien definido. Dado que la altura del panel plano del dorso disminuye hacia el extremo de la punta, la forma del borde puede cambiar de un borde liso a una transición continua entre las dos superficies. La conexión entre la superficie exterior del panel plano del dorso y la superficie exterior del primer reborde puede estar formada como un borde liso o una transición continua entre los dos rebordes. El radio o los radios de curvatura a lo largo de la longitud del panel plano del dorso pueden ser constantes o disminuir/aumentar hacia la raíz del álabe. El panel plano del dorso puede, cerca de la raíz del álabe, seguir la curvatura de la raíz del álabe. Esto permite extraer más fácilmente la carcasa del molde y proporciona un almacenaje más fácil del material laminado que forma la parte de carcasa. Si la turbina eólica se tuerce hacia la raíz del álabe, el panel plano del dorso sigue la torsión del álabe de turbina eólica.
- De acuerdo con otra realización particular, el panel plano del dorso está configurado como un reborde que tiene una superficie exterior con radios de curvatura, que se curva hacia el exterior alejándose del borde de ataque.
- Esto permite que la conexión entre la superficie exterior del panel plano del dorso y la superficie exterior de la primera parte de carcasa se forme como un borde que se extiende hacia el exterior con una forma redondeada o lisa, lo que, a su vez, permite un flujo de aire más laminar sobre el borde. Esto permite que la parte de carcasa sea extraída más fácilmente del molde y proporciona un almacenaje más fácil del material laminar que forma la parte de carcasa. La conexión entre la superficie exterior del panel plano del dorso y la superficie exterior del primer reborde se puede formar análogamente como un borde liso o una transición continua entre los dos rebordes.
- De acuerdo con una realización, el primer reborde está situado en un ángulo de 90° o más con respecto a la tangente de la superficie exterior o la superficie interior de la primera parte de carcasa o el panel plano del dorso.
- El primer reborde está posicionado en un "ángulo positivo" (de 90° o mayor) con respecto a la superficie interior o exterior de la primera parte de carcasa. Esto permite fabricar el primer reborde en la misma etapa de fabricación que la primera parte de carcasa, dado que el primer reborde no se extiende hacia atrás sobre la superficie de la primera parte de carcasa (lo que en ocasiones se denomina un "ángulo negativo"). Esto permite que el primer reborde se fabrique en el mismo molde que la primera parte de carcasa, de tal modo que forma parte de la primera parte de carcasa. Esto reduce el número de etapas de fabricación requeridas para disponer una superficie de encolado para la segunda parte de carcasa. Si el primer reborde está conectado al panel plano del dorso, el primer reborde puede formar parte del panel plano del dorso.
- De acuerdo con una realización particular, el panel plano del dorso está situado en un ángulo de 90° o más con respecto a la tangente de la superficie exterior o la superficie interior de la primera parte de carcasa.

Esto permite que el panel plano del dorso se fabrique en la misma etapa de fabricación que la primera parte de carcasa y el primer reborde, de tal modo que tanto el panel plano del dorso como el primer reborde forman parte de la primera parte de carcasa. Reduciendo por lo tanto el número total de etapas de fabricación para preparar y encolar conjuntamente las dos partes de carcasa. Dado que ni el panel plano del dorso ni el primer reborde se extienden hacia atrás sobre la superficie anterior (formando un "ángulo negativo"), los dos rebordes se pueden fabricar en el mismo molde que la primera parte de carcasa y ser extraídos del molde conjuntamente con la primera parte de carcasa.

De acuerdo con una realización, el segundo reborde está situado en un ángulo de 90° o más con respecto a la tangente de la superficie exterior o interior de la segunda parte de carcasa.

El segundo reborde está posicionado en un "ángulo positivo" con respecto a la superficie interior o exterior de la segunda parte de carcasa. Esto permite fabricar el segundo reborde en la misma etapa de fabricación que la segunda parte de carcasa, dado que el segundo reborde no se extiende hacia atrás sobre la superficie de la segunda parte de carcasa (formando un "ángulo negativo"). Igual que el primer reborde, esto permite fabricar el segundo reborde en el mismo molde que la segunda parte de carcasa, de tal modo que forma parte de la segunda parte de carcasa y permite que sea extraído del molde junto con la segunda parte de carcasa. Esto elimina la etapa de disponer una superficie de encolado en la superficie interior de la segunda parte de carcasa después de que ésta se ha extraído del molde.

De acuerdo con una realización, la cola tiene una gran viscosidad.

El adhesivo utilizado para unir o encolar conjuntamente las dos partes de carcasa puede ser una cola adecuada para un proceso de unión y no un proceso de infusión, tal como la resina utilizada para infundir las capas de material utilizadas en las partes de carcasa. El adhesivo puede ser una resina epoxi con gran viscosidad, por ejemplo, una cola epoxi de dos componentes o un poliuretano. El adhesivo puede asimismo ser una cinta adhesiva con una capa adhesiva adecuada para su utilización en un álabe de turbina eólica.

De acuerdo con una realización, una tercera superficie de encolado y una cuarta superficie de encolado están dispuestas en, o cerca del borde de ataque en la primera y la segunda partes de carcasa, respectivamente.

Esto permite que los bordes de ataque de las partes de carcasa sean encolados conjuntamente a lo largo de una línea de encolado dispuesta en el exterior o el interior de las dos partes de carcasa. La segunda parte de carcasa puede comprender un reborde de encolado que se extiende hacia el interior, que tiene una superficie de encolado situada frente a la superficie interior de la primera parte de carcasa. La primera parte de carcasa comprende una superficie de encolado configurada para ser encolada a la superficie de encolado en el reborde. La primera parte de carcasa puede comprender un segundo reborde en el que está situada la superficie de encolado.

En una realización particular, el panel plano del dorso puede estar configurado para formar parte de la segunda parte de carcasa y no de la primera parte de carcasa, y se extiende hacia el exterior y alejándose de la superficie interior de la segunda parte de carcasa. El panel plano del dorso puede estar dispuesto entre las superficies exteriores de la segunda parte de carcasa y del segundo reborde. El primer reborde puede estar conectado a la superficie exterior de la primera parte de carcasa, y extenderse hacia el exterior y alejándose de la misma. Los rebordes pueden formar un flap que se extiende en una dirección hacia el lado de succión o sigue sustancialmente la curvatura del lado de succión.

De acuerdo con una realización, el primer y segundo rebordes tienen una anchura del 2 al 10 %, preferentemente del 5 %, con respecto a la cuerda del álabe de turbina eólica.

Esto permite que el primer y el segundo rebordes formen una superficie de encolado lo suficientemente grande para el proceso de encolado, de tal modo que se puede conseguir una conexión fuerte entre las dos partes de carcasa. Esto permite que la línea de encolado absorba y/o distribuya por lo menos parte de las fuerzas/cargas generadas en las dos partes de carcasa. La anchura permite que los rebordes formen un flap lo suficientemente grande, que puede mejorar la sustentación aerodinámica del álabe de turbina eólica. La anchura del primer y el segundo rebordes se puede definir con respecto a la cuerda máxima del álabe de turbina eólica, o en función de la cuerda a lo largo de la longitud del álabe de turbina eólica.

Los rebordes pueden tener una anchura de como mínimo 2 cm, por lo menos entre el primer y el segundo puntos que definen el panel plano del dorso o a lo largo de la parte más larga en la envergadura del álabe de turbina eólica. La anchura puede estar entre 2 y 15 cm, o 2 y 10 cm, o 2 y 5 cm. Los rebordes pueden tener una anchura constante entre estos dos puntos, que a continuación disminuye gradualmente hacia el extremo de la punta y/o hacia la raíz del álabe.

El álabe de turbina eólica puede estar configurado como, por lo menos, una de las secciones del álabe de un álabe de turbina eólica con inclinaciones parciales, que comprende dos o más secciones del álabe donde por lo menos una de las secciones del álabe está configurada para estar inclinada con respecto a por lo menos una de las otras secciones del álabe. El álabe de turbina eólica puede estar configurado asimismo como, por lo menos, una de las secciones del álabe de un álabe de turbina eólica modular que comprende dos o más secciones del álabe

5 configuradas para montarse conjuntamente. Si el ábabe de turbina eólica está configurado como una sección interior del ábabe, el extremo de la punta puede en cambio formar un extremo exterior del ábabe configurado para montarse en otra sección del ábabe y/o en un sistema de inclinación dispuesto entre las secciones del ábabe. Si el ábabe de turbina eólica está configurado como una sección intermedia del ábabe, la raíz del ábabe y el extremo de la punta pueden en cambio formar extremos interior y exterior del ábabe configurados para montarse en otra sección del ábabe y/o en el sistema de inclinación. Si el ábabe de turbina eólica está configurado como una sección exterior del ábabe, la raíz del ábabe puede en cambio formar un extremo interior del ábabe configurado para montarse en otra sección del ábabe y/o en el sistema de inclinación. El ábabe de turbina eólica puede asimismo estar configurado como un ábabe de turbina eólica tradicional fabricado de una única sección que se extiende desde la raíz del ábabe hasta el extremo de la punta.

10 En otra realización particular, uno o varios flaps controlables pueden estar dispuestos frente a la superficie exterior del panel plano del dorso y/o a lo largo del borde de salida. Los flaps pueden estar montados de manera giratoria o pivotante en el ábabe de turbina eólica. Los flaps pueden estar conectados a una unidad de control configurada para controlar, por lo menos, la rotación o la inclinación de los flaps. Los flaps pueden estar dispuestos en uno o varios rebajes formados en el borde de salida del ábabe de turbina eólica. Alternativamente, los rebordes pueden estar configurados para formar un flap flexible configurado para girar o inclinarse con respecto al ábabe de turbina eólica utilizando los medios de rotación o de inclinación dispuestos en el interior del ábabe de turbina eólica.

Descripción de los dibujos

La invención se describe solamente como ejemplo y haciendo referencia a los dibujos, en los que:

- 20 la figura 1 muestra una realización a modo de ejemplo de una turbina eólica;
- la figura 2 muestra una realización a modo de ejemplo de un perfil en sección transversal de un ábabe de turbina eólica;
- la figura 3 muestra una imagen a mayor escala de la sección del borde de salida mostrada en la figura 2;
- la figura 4 muestra una vista en perspectiva del borde de salida mostrado en la figura 3;
- 25 la figura 5 muestra una segunda realización a modo de ejemplo de un ábabe de turbina eólica;
- la figura 6 muestra un primer perfil en sección transversal del ábabe de turbina eólica mostrado en la figura 5;
- la figura 7 muestra un segundo perfil en sección transversal del ábabe de turbina eólica mostrado en la figura 5; y
- la figura 8 muestra un tercer perfil en sección transversal del ábabe de turbina eólica mostrado en la figura 5.
- 30 En el texto que sigue se describirán una por una las figuras, y las diferentes partes y posiciones que se ven en las figuras se numerarán con los mismos números en las diferentes figuras. No todas las partes y posiciones indicadas en una figura específica se explicarán necesariamente conjuntamente con dicha figura.

Descripción detallada de la invención

35 La figura 1 muestra una realización a modo de ejemplo de una turbina eólica 1 que comprende una torre de turbina eólica 2 y una góndola 3 montada en la parte superior de la torre de turbina eólica 2. La torre de turbina eólica 2 puede comprender una o varias secciones de la torre montadas unas sobre otras. Un cubo del rotor 4 puede estar montado de manera giratoria en la góndola 3 por medio de un eje del rotor. Uno o varios ábabes de turbina eólica 5 pueden estar montados en el cubo del rotor 4 por medio de un eje que se extiende hacia el exterior desde el centro del cubo del rotor. Dos o tres ábabes de turbina eólica 5 pueden estar montados en el cubo del rotor 4, donde los ábabes de turbina eólica 5 forman un plano de rotación. La torre de turbina eólica 2 puede estar montada sobre un cimiento 6 que se extiende por encima del nivel del suelo 7.

40 El ábabe de turbina eólica 5 puede comprender una raíz del ábabe 8 configurada para estar montada en el cubo del rotor 4. El ábabe de turbina eólica 5 puede comprender un extremo de la punta 9 dispuesto en el extremo libre del ábabe 5. El ábabe de turbina eólica 5 tiene un perfil aerodinámico a lo largo de la longitud del ábabe. El ábabe de turbina eólica 12 puede estar fabricado de plástico reforzado con fibra o de materiales compuestos, por ejemplo con fibras fabricadas de vidrio, carbono o fibras orgánicas, que forman un material laminar. El material laminar puede ser infundido utilizando una resina, por ejemplo resina epoxi, suministrada por un sistema externo, por ejemplo un sistema de infusión en vacío.

45 La raíz del ábabe 15 puede comprender una serie de elementos de conexión (no mostrados) dispuestos cerca de la periferia de la raíz del ábabe 15. Los elementos de conexión pueden estar configurados para ser montados en una serie de elementos de conexión de recepción, por ejemplo orificios, dispuestos en el cubo del rotor 11. Los elementos de conexión pueden estar configurados como vástagos o pernos en T que están configurados para ser montados en la raíz del ábabe 15 o encolados a la misma. Alternativamente, los vástagos o pernos en T pueden en

cambio estar dispuestos en el cubo del rotor 11. La utilización de pernos en T permite un fácil montaje en el cubo del rotor 11 y los pernos en T tienen una gran fiabilidad para cargas estáticas y de fatiga.

La figura 2 muestra una realización a modo de ejemplo de un perfil en sección transversal de un álabe de turbina eólica 5. El álabe de turbina eólica 5 puede comprender un lado de presión 10 y un lado de succión 11 que están conectados entre sí por medio de un borde de ataque 12 y un borde de salida 13. El álabe de turbina eólica 5 puede comprender una primera parte de carcasa 14 y una segunda parte de carcasa 15 que forman una serie de perfiles en sección transversal 16. La primera parte de carcasa 14 puede comprender una superficie interior y una superficie exterior que forma asimismo la superficie exterior del lado de succión 11. La segunda parte de carcasa 15 puede comprender una superficie interior y una superficie exterior que forma asimismo la superficie exterior del lado de presión 10.

La primera parte de carcasa 14 puede comprender una superficie de encolado (no mostrada) dispuesta en, o cerca de su borde de ataque. La segunda parte de carcasa 15 puede comprender una superficie de encolado (no mostrada) dispuesta en, o cerca de su borde de ataque. Las dos superficies de encolado están situadas una frente a otra y están configuradas para entrar en contacto mutuo cuando las dos partes de carcasa 14, 15 se colocan una sobre la otra. Las superficies de encolado forman una línea de encolado dispuesta en el interior de las dos partes de carcasa y están configuradas para ser encoladas conjuntamente utilizando una cola.

La figura 3 muestra una imagen a mayor escala del borde de salida 13 del álabe de turbina eólica 5 mostrado en la figura 2. Un primer reborde 17 puede estar dispuesto en el borde de salida de la primera parte de carcasa 14, y conectado al mismo, y se extiende hacia el exterior alejándose de la superficie exterior de la primera parte de carcasa 14. El primer reborde 17 puede comprender una superficie interior situada frente a un segundo reborde 18 y una superficie exterior situada de espaldas al segundo reborde 18. El segundo reborde 18 puede estar dispuesto en el borde de salida de la segunda parte de carcasa 15, y conectado al mismo, y se extiende hacia el exterior alejándose de la superficie exterior de la segunda parte de carcasa 15. El segundo reborde 18 puede comprender una superficie interior situada frente al primer reborde 17 y una superficie exterior situada de espaldas al primer reborde 17. Las superficies interiores de los rebordes 17, 18 forman dos superficies de encolado para las dos partes de carcasa 14, 15, que están configuradas para ser encoladas juntas utilizando la cola cuando las dos partes de carcasa 14, 15 se colocan una sobre la otra. Las superficies de encolado forman una línea de encolado 19 situada en el exterior de una zona interior definida por las superficies interiores de las dos partes de carcasa 14, 15, tal como se muestra en las figuras 2 y 3.

Un panel plano del dorso 20 puede estar dispuesto entre la superficie exterior de la primera parte de carcasa 14 y el primer reborde 17, y conectado a los mismos. El panel plano del dorso 20 puede tener una forma que completa el borde de salida 13 del álabe de turbina eólica 5, de tal modo que se forma un borde de salida virtual en la superficie exterior del panel plano del dorso 20. El panel plano del dorso 20 está configurado para funcionar como un borde de salida truncado o de dorso plano para los perfiles en sección transversal 16.

El primer reborde 17 puede estar situado en un ángulo de 90° o más, preferentemente entre 90° y 270° , con respecto a una tangente a la superficie exterior del panel plano del dorso 20 en su punto de conexión. El panel plano del dorso 20 puede análogamente estar situado en un ángulo de 90° o más, preferentemente entre 90° y 270° , con respecto a una tangente a la superficie exterior de la primera parte de carcasa 14 en su punto de conexión. El primer reborde 17 y/o el panel plano del dorso 20 se pueden fabricar en el mismo molde que la primera parte de carcasa 14, de tal modo que el primer reborde 17 y/o el panel plano del dorso 20 forman parte de la primera parte de carcasa 14. El segundo reborde 18 puede estar situado en un ángulo de 90° o más, preferentemente entre 90° y 270° , con respecto a una tangente a la superficie exterior de la segunda parte de carcasa 15 en su punto de conexión. El segundo reborde 18 se puede fabricar en el mismo molde que la segunda parte de carcasa 15, de tal modo que el segundo reborde forma parte de la segunda parte de carcasa 15.

La figura 4 muestra una vista en perspectiva del borde de salida 13 mostrado en la figura 3, entre un primer perfil en sección transversal 16a y un segundo perfil en sección transversal 16b. El panel plano del dorso 20 se puede extender desde un primer punto (no mostrado) en, o cerca de la raíz del álabe 8 hasta un segundo punto (no mostrado) situado a una distancia del extremo de la punta 9. Los rebordes 17, 18 se pueden procesar, por ejemplo pulir, a un perfil deseado una vez se ha completado el proceso de encolado. Los rebordes 17, 18 se pueden configurar para funcionar como un flap, por ejemplo un flap Gurney, y pueden tener la misma configuración a lo largo de toda la longitud del álabe de turbina eólica 5. La anchura del flap se puede determinar de acuerdo con la cuerda máxima de los perfiles en sección transversal 16.

El panel plano del dorso 20 se puede conformar como un reborde curvado con una superficie exterior con radios de curvatura, que se curva hacia el exterior alejándose del borde de ataque 13. El panel plano del dorso 20 puede estar configurado para formar un borde que se extiende hacia el exterior entre el panel plano del dorso 20 y la superficie exterior de la primera parte de carcasa 14, donde el borde forma un borde redondeado o liso.

La figura 5 muestra una segunda realización a modo de ejemplo de un álabe de turbina eólica 21 configurado para ser montado en el cubo del rotor 4. El álabe de turbina eólica 21 puede comprender una serie de perfiles en sección transversal 22, 23, 24 dispuestos a lo largo de la longitud del álabe, tal como se muestra en la figura. Un panel plano del dorso 25 puede estar dispuesto en el borde de salida 13 del álabe de turbina eólica 21 y puede estar, en un

extremo, conectado a una primera parte de carcasa 26. En el otro extremo, el panel plano del dorso 25 puede estar conectado al primer reborde 17 que se extiende hacia el exterior y alejándose de la superficie exterior del panel plano del dorso 25. El segundo reborde 18 puede estar dispuesto en un borde de salida de una segunda parte de carcasa 27, y conectado al mismo. Los dos rebordes 17, 18 comprenden cada uno una superficie de encolado situadas una frente a la otra, que forman una línea de encolado 28.

El panel plano del dorso 25 puede tener en, o cerca de la raíz del álabe 8, una superficie exterior con radios de curvatura, que se curva hacia el exterior alejándose del borde de ataque 12. La superficie exterior del panel plano del dorso 25 puede seguir en este punto la misma curvatura que la raíz del álabe 8. La superficie exterior del panel plano del dorso 25 puede a continuación cambiar a una superficie exterior con radios de curvatura, que se curva hacia el interior en dirección al borde de ataque 12 a lo largo, por lo menos, de una parte de la longitud del álabe 21, tal como se muestra en la figura. El grosor o la anchura del panel plano del dorso 25 puede disminuir gradualmente hacia el extremo de la punta 9 hasta el punto en el que el primer reborde 17 está conectado a la primera parte de carcasa 26.

La figura 6 muestra un primer perfil en sección transversal 22 del álabe de turbina eólica 21 mostrado en la figura 5. En este perfil 22, el primer reborde 17 puede estar conectado a una primera parte de carcasa 26, y la conexión puede formar un borde liso o una transición continua en la superficie exterior, que permite un flujo de aire sustancialmente laminar sobre el borde. El segundo reborde 18 puede estar conectado a la segunda parte de carcasa 27 y se puede extender hacia el exterior y alejándose de la superficie exterior de la segunda parte de carcasa 27. En la superficie exterior, la conexión entre la segunda parte de carcasa 27 y el segundo reborde 18 puede formar un borde liso.

La figura 7 muestra un segundo perfil en sección transversal 23 del álabe de turbina eólica 21 mostrado en la figura 5. En este perfil, el panel plano del dorso 25 puede conectar el primer reborde 17 con la primera parte de carcasa 26. El panel plano del dorso 25 puede estar configurado como un reborde que tiene una superficie exterior con radios de curvatura, que se curva hacia el interior en dirección al borde de ataque 12. El panel plano del dorso curvado 25 puede formar un borde redondeado o liso entre las superficies exteriores de la primera parte de carcasa 26 y el panel plano del dorso 25. Dado que el grosor del panel plano del dorso 25 aumenta hacia la raíz del álabe 8, la forma del borde puede cambiar desde la transición continua, tal como se muestra en la figura 6, a un borde liso, tal como se muestra en la figura 8. El panel plano del dorso 25 se puede posicionar con respecto a la primera parte de carcasa, por ejemplo la superficie interior, de tal modo que la tangente a lo largo de la curvatura del panel plano del dorso 25 esté posicionada en un ángulo de 90° o más con respecto a la superficie interior de la primera parte de carcasa 26 en la conexión.

La figura 8 muestra un tercer perfil en sección transversal 24 del álabe de turbina eólica 21 mostrado en la figura 5. En este perfil, el panel plano del dorso 25 puede tener un grosor o anchura próximos a su valor máximo. El radio o los radios de curvatura a lo largo de la longitud del panel plano del dorso 25 pueden ser constantes. El panel plano del dorso 25 se puede torcer hacia la raíz del álabe 8, de tal modo que la curvatura del panel plano del dorso 25 se mantiene en un "ángulo positivo" con respecto a la primera parte de carcasa 26, tal como se muestra en la figura. La torsión del panel plano del dorso puede seguir la torsión del álabe de turbina eólica 21 desde el extremo de la punta 9 hacia la raíz del álabe 8.

REIVINDICACIONES

1. Una turbina eólica (1), que comprende:
- una torre de turbina eólica (2);
 - una góndola (3) dispuesta en la torre de turbina eólica (2);
- 5 - un cubo del rotor (4) montado de manera giratoria en la góndola (3);
- uno o varios álabes de turbina eólica (5, 21) que tienen un extremo de la punta (9) y una raíz del álabe (8), donde el álabe de turbina eólica (5, 21) comprende además un lado de presión (10) y un lado de succión (11) conectados entre sí por medio de un borde de ataque (12) y un borde de salida (13), en la que el álabe de turbina eólica (5, 21) comprende una primera parte de carcasa (14, 26) que tiene una superficie interior y una superficie exterior, y una
- 10 segunda parte de carcasa (15, 27) que tiene una superficie interior y una superficie exterior, donde la primera parte de carcasa (14, 26) comprende un primer reborde (17) que tiene una primera superficie de encolado, y la segunda parte de carcasa (15, 27) comprende una segunda superficie de encolado situada frente a la primera superficie de encolado, y donde las dos superficies de encolado están configuradas para ser encoladas conjuntamente utilizando una cola cuando las dos partes de carcasa (14, 15, 26, 27) están situadas una sobre la otra
- 15 **caracterizada por que**
- el primer reborde (17) está dispuesto en el borde de salida (13) de la primera parte de carcasa (14, 26) y se extiende hacia el exterior y alejándose de la superficie exterior de la primera parte de carcasa (14, 26), y
 - un segundo reborde (18) está dispuesto en el borde de salida (13) de la segunda parte de carcasa (15, 27) y se extiende hacia el exterior y alejándose de la superficie exterior de la segunda parte de carcasa (15, 27), en la que los
- 20 dos rebordes (17, 18) forman dos superficies de encolado sustancialmente paralelas y un flap configurado para mejorar las propiedades aerodinámicas del álabe de turbina eólica (5, 21).
2. Una turbina eólica según la reivindicación 1, en la que la primera parte de carcasa comprende un panel plano del dorso (20, 25) conectado al primer reborde (17) y a la primera parte de carcasa (14, 21).
- 25 3. Una turbina eólica según la reivindicación 2, en la que el panel plano del dorso (25) está configurado como un reborde que tiene una superficie exterior con radios de curvatura, que se curva hacia el interior en dirección al borde de ataque (12).
4. Una turbina eólica según la reivindicación 2, en la que el panel plano del dorso (20) está configurado como un reborde que tiene una superficie exterior con radios de curvatura, que se curva hacia el exterior alejándose del borde de ataque (12).
- 30 5. Una turbina eólica según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en la que el primer reborde (17) está situado en un ángulo de 90° o más con respecto a la tangente de la superficie exterior o la superficie interior de la primera parte de carcasa (14, 26) o el panel plano del dorso (20, 25).
6. Una turbina eólica según la reivindicación 5, en la que el panel plano del dorso (20, 25) está situado en un ángulo
- 35 de 90° o más con respecto a la tangente de la superficie exterior o la superficie interior de la primera parte de carcasa (14, 26).
7. Una turbina eólica según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en la que el segundo reborde (18) está situado en un ángulo de 90° o más con respecto a la tangente de la superficie exterior de la segunda parte de carcasa (15, 27).
- 40 8. Una turbina eólica según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en la que la cola es una cola de resina epoxi de dos componentes o un poliuretano.
9. Una turbina eólica según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en la que una tercera superficie de encolado y una cuarta superficie de encolado están dispuestas en, o cerca del borde de ataque (12) en la primera y la segunda partes de carcasa (14, 15, 26, 27), respectivamente.
- 45 10. Una turbina eólica según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en la que el primer y el segundo rebordes (17, 18) tienen una anchura del 2 al 10 %, preferentemente del 5 %, con respecto a la cuerda del álabe de turbina eólica (5, 21).

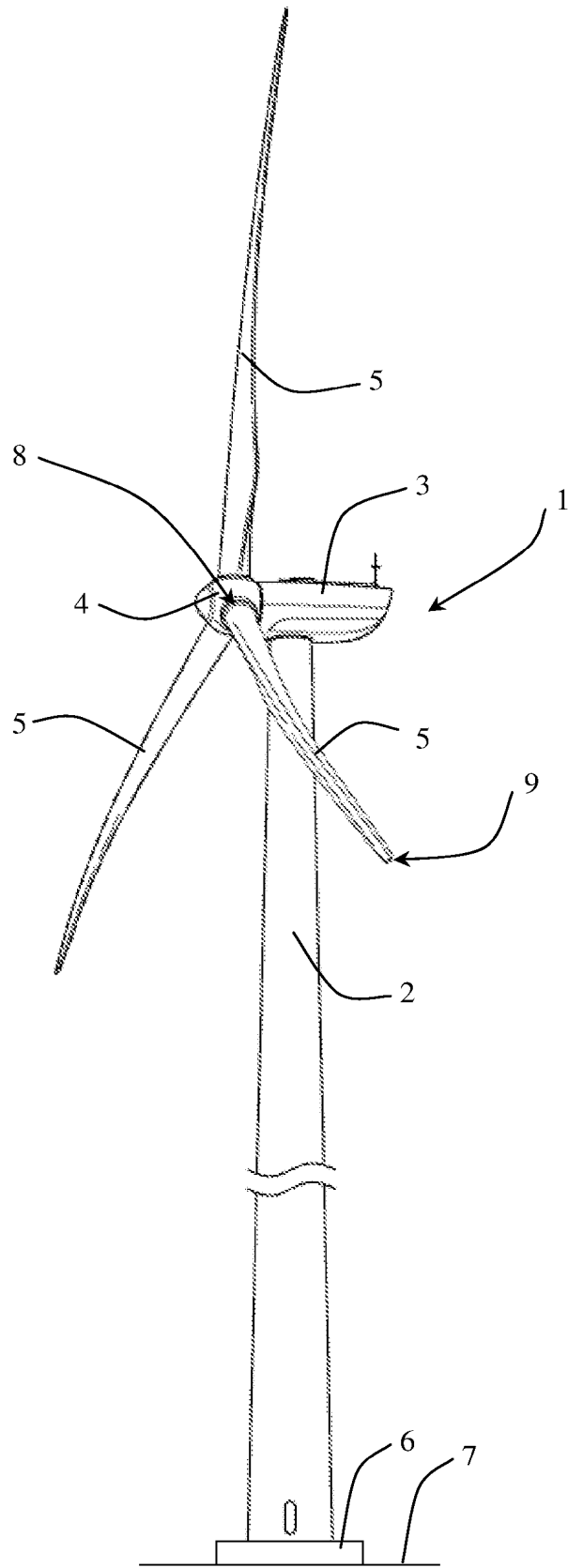


Fig. 1

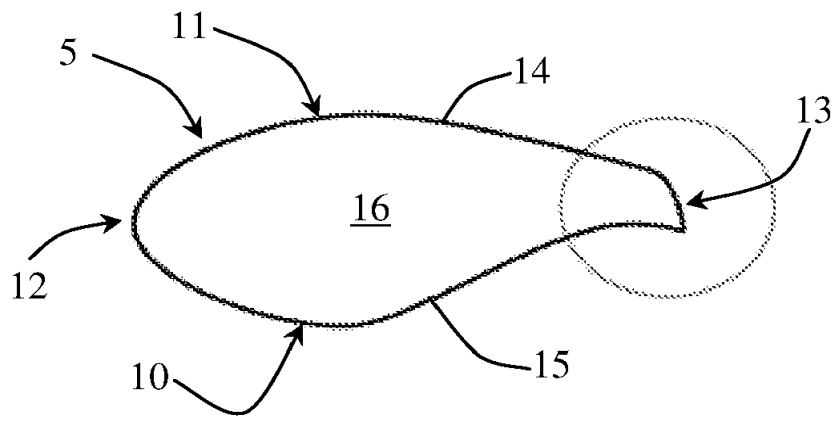


Fig. 2

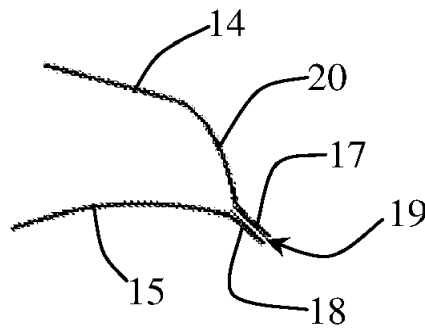


Fig. 3

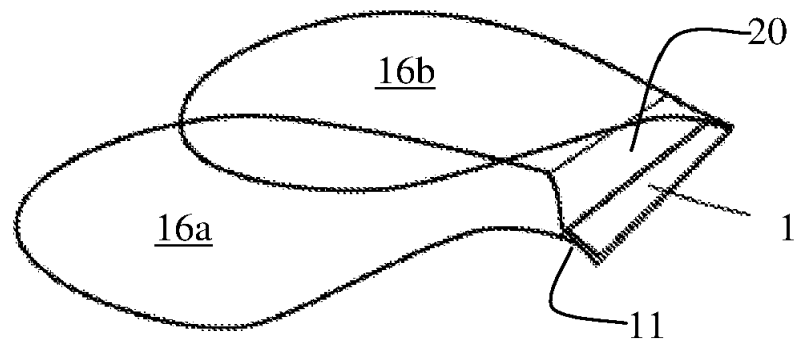


Fig. 4

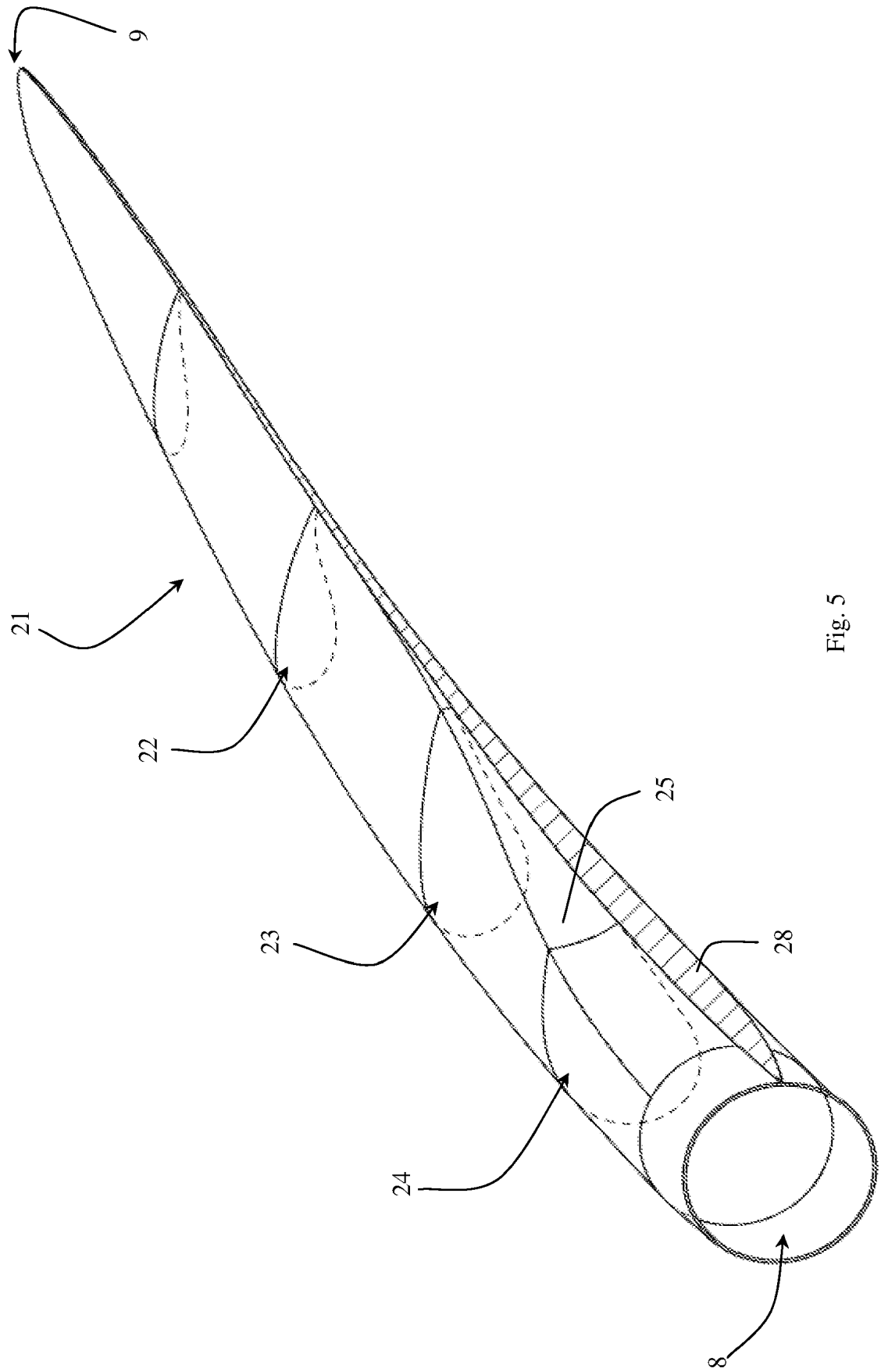


Fig. 5

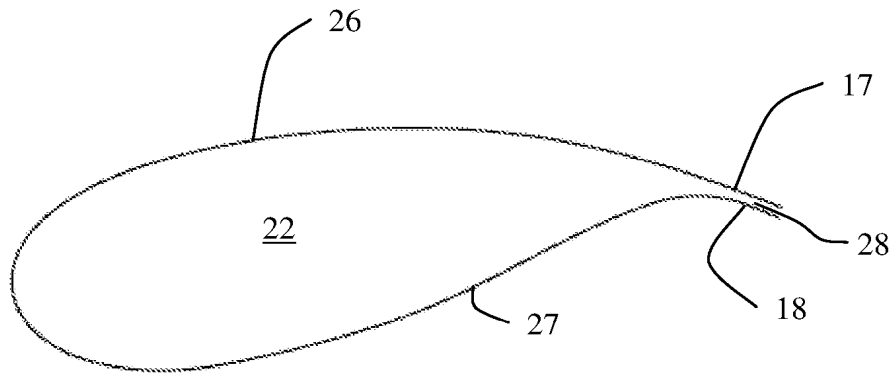


Fig. 6

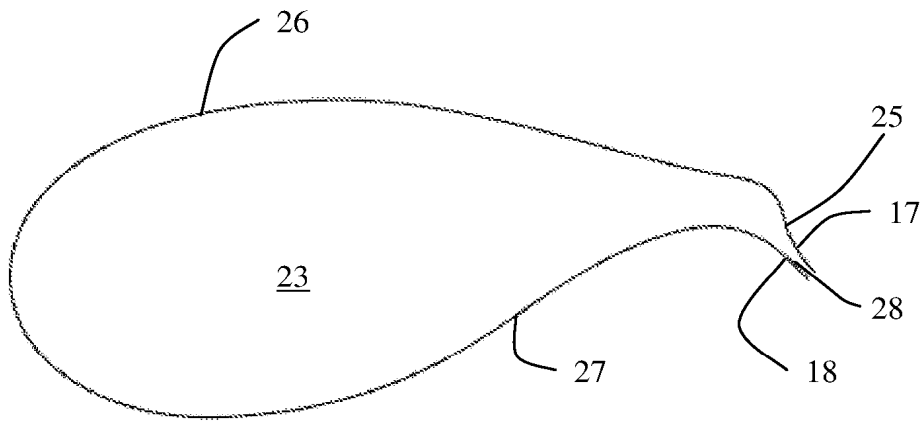


Fig. 7

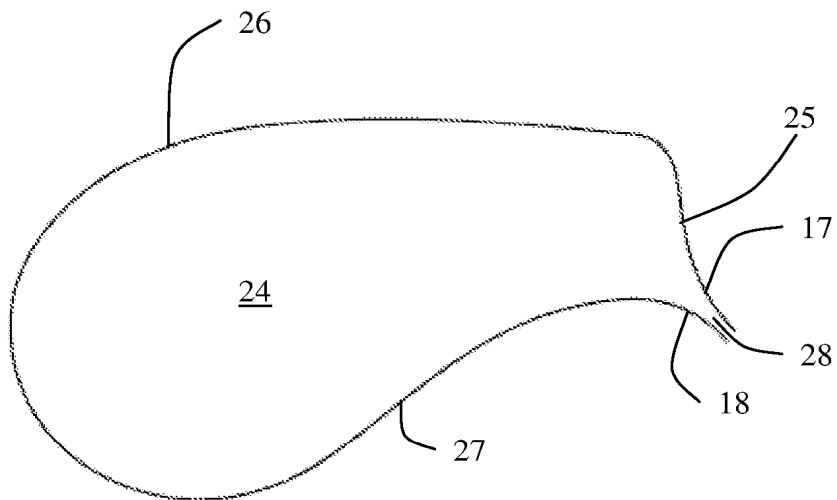


Fig. 8