

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 392 928**

51 Int. Cl.:

B29C 70/84 (2006.01)

B29C 65/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09768913 .7**

96 Fecha de presentación: **11.06.2009**

97 Número de publicación de la solicitud: **2288488**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.03.2011**

54 Título: **Procedimiento para la fabricación de una pala de rotor para una instalación de energía eólica**

30 Prioridad:

27.06.2008 DE 102008030132

31.07.2008 DE 102008035588

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:

17.12.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:

17.12.2012

73 Titular/es:

REPOWER SYSTEMS AG (100.0%)

Überseering 10

22297 Hamburg, DE

72 Inventor/es:

KULENKAMPFF, JENS y

FAULKNER, BENN

74 Agente/Representante:

BOTELLA REYNA, Antonio

ES 2 392 928 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

Procedimiento para la fabricación de una pala de rotor para una instalación de energía eólica

5 La invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de una pala de rotor para una instalación de energía eólica, que en el estado preparado para el funcionamiento se extiende longitudinalmente desde una zona de raíz de las palas para la conexión a un cubo del rotor de la instalación de energía eólica hasta una punta de la pala, y que se encuentra dividida para su fabricación en al menos dos segmentos, en donde la pala de rotor se segmenta para su fabricación en más de dos segmentos, en donde al menos para alguno de estos segmentos se prevén moldes de
10 fabricación a emplear por separado, paralelos en el tiempo, y para la fabricación final de la pala de rotor los segmentos se unen entre sí para formar una pala de rotor o una parte de la pala de rotor fuera de un molde de fabricación, en donde al menos la unión de los segmentos se realiza en un dispositivo de unión independiente, particularmente en un bastidor de encolado.

15 Palas de rotor divididas o segmentadas para una instalación de energía eólica son conocidas por principio desde hace tiempo, por ejemplo por el documento DE3113079A1, para facilitar su fabricación, su transporte y su montaje. Puesto que en el estado de la técnica se debe de facilitar preferentemente también el transporte, los segmentos de la pala de rotor se ensamblan preferentemente sólo en el lugar de montaje de la instalación de energía eólica y están también concebidos para ello.

20 El documento US2007/0140858A1 se refiere a una pala de rotor construida de forma modular con un borde anterior y un borde posterior con una pluralidad de secciones de pala de rotor unidas entre sí a lo largo de bordes de colisión comunes así como un procedimiento de fabricación de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1. Entre las secciones del borde anterior y del borde posterior está definido un borde de colisión en la dirección longitudinal de la
25 pala de rotor. Al menos otro borde de colisión está orientado para alejarse de este borde de colisión que se extiende en dirección longitudinal. De este modo la pala de rotor se segmenta en su extensión longitudinal.

En el documento WO2006/002621A1 se publican palas de rotor para instalaciones de energía eólica formadas por al menos dos secciones separadas, así como un procedimiento para su ensamblaje, en donde los extremos de las
30 secciones presentan una o varias estructuras de refuerzo, que en el estado ensamblado de la pala de rotor encajan entre sí, con lo que se aumenta la superficie de unión. De este modo la pala de rotor segmentada en su extensión longitudinal se refuerza en sus puntos de unión.

Frente a todo ello, la invención tiene el objeto de facilitar y reducir en el tiempo la fabricación de la pala de rotor,
35 particularmente para una fabricación en serie.

Este objetivo se resuelve de acuerdo con la invención mediante el objeto de la reivindicación 1, en donde la pala de rotor se segmenta para su fabricación en más de dos segmentos, en donde al menos para alguno de estos segmentos se prevén moldes de fabricación a emplear por separado, paralelos en el tiempo, y donde para la
40 fabricación final de la pala de rotor los segmentos se unen entre sí para formar una pala de rotor o una parte de la pala de rotor fuera de un molde de fabricación, en donde al menos la unión de los segmentos se realiza en un dispositivo de unión independiente, particularmente en un bastidor de encolado, en donde mediante dos subdivisiones de la pala de rotor que discurren sustancialmente en la dirección de extensión longitudinal de la pala de rotor se conforma un segmento longitudinal central de la pala de rotor, que comprende las correas y los nervios.

45 Mediante el procedimiento de acuerdo con la invención se pueden fabricar de forma ventajosa segmentos más pequeños de forma paralela en el tiempo, y de este modo reducir el ciclo global de fabricación y conformar los moldes de fabricación y segmentos implicados de una forma más manejable, frente a una fabricación en la que se fabrica una pala de rotor, eventualmente compuesta por dos semicubiertas, en su totalidad en un molde de
50 fabricación de gran tamaño con un largo tiempo de fabricación. De este modo se incrementa la productividad de un modo ventajoso. También se facilita un control de calidad, puesto que en caso de que se produzca el desecho de piezas debido a un fallo en la fabricación, eventualmente sólo se verá afectado un único segmento y no la pala de rotor en su totalidad. Para la unión de los segmentos para formar la pala de rotor final no es necesario ni está previsto ventajosamente de acuerdo con la invención ningún costoso molde de fabricación, sino que está concebida
55 una unión para la fabricación final fuera de uno o cualquiera de estos moldes de fabricación.

Un perfeccionamiento de la invención prevé además que la pala de rotor o la parte de la pala de rotor se pueda tratar posteriormente también fuera de un molde de fabricación, por ejemplo, un templado posterior.

Otro perfeccionamiento del procedimiento de acuerdo con la invención prevé que la pala de rotor o la parte de la pala de rotor reciba su tratamiento final fuera de un molde de fabricación, por ejemplo, se endurezca, se eliminen restos de pegamento o restos de resina o similares. Una forma preferida de realización del procedimiento de acuerdo con la invención se caracteriza porque los segmentos se fabrican mediante una técnica de plásticos. Para 5
 10 ello entra en consideración particularmente que en la técnica de plásticos se emplee al menos una resina y al menos una capa de fibra, particularmente de fibras de vidrio y/o fibras de carbono. Preferentemente se emplea de acuerdo con la invención una técnica de extrusión (moldeo por transferencia de resina; RTM) o una técnica de infusión (moldeo por infusión de resina; RIM), particularmente una técnica de infusión ayudada por vacío (infusión de resina ayudada por vacío; VAR). No obstante, de forma alternativa o además de ello también se puede emplear una técnica de laminado.

Un siguiente perfeccionamiento de la invención prevé que esté prevista al menos una subdivisión que discurre aproximadamente en la extensión longitudinal de la pala de rotor para la segmentación de la pala de rotor. Esto contribuye a que se reduzcan los tiempos de uso de los moldes de fabricación implicados sin afectar al mismo 15
 tiempo a la estructura y resistencia de la pala de rotor fabricada, dado que a pesar de ello se pueden seguir extendiendo ya durante la fabricación partes y segmentos que transmiten y/o transfieren la fuerza de forma ininterrumpida sustancialmente a lo largo de toda la longitud de la pala de rotor. Aun así, también es posible de acuerdo con la invención, prever además de ello o de forma alternativa unas divisiones que discurran perpendicularmente a la extensión longitudinal de la pala de rotor y unir entre sí los segmentos conformados de este 20
 modo de una forma rápida y segura, sin mermas de calidad.

Un perfeccionamiento de la invención prevé que en un dispositivo de unión se unan entre sí uno o varios nervios, una o varias correas, uno o varios elementos de la raíz de la pala de rotor, al menos un segmento de la punta de la pala de rotor, segmentos de cubierta y/o cubiertas de pala de rotor formadas a partir de segmentos. Particularmente, 25
 en el dispositivo de unión se pueden pegar segmentos y/u (otras) piezas entre sí.

Otro perfeccionamiento de la invención prevé que para el calentamiento, temperado, secado y/o endurecimiento de piezas y/o de uniones de piezas se emplee al menos un dispositivo de calefacción, preferentemente en la zona del dispositivo de unión.

30
 Un siguiente perfeccionamiento de la invención se caracteriza porque en primer lugar se endurecen o curan previamente los segmentos y/u otras piezas, se introducen a continuación en el dispositivo de unión, donde se unen entre sí, y a continuación se seca y/o endurece la unión y/o la unión de los segmentos y/u otras piezas, lo que también puede ocurrir de forma ventajosa en el dispositivo de unión sin ocupar un molde de fabricación.

35
 Otro perfeccionamiento de la invención se caracteriza de forma especialmente ventajosa porque se realiza una fabricación de piezas paralela en el tiempo, en la que las piezas a fabricar se conciben o están concebidas particularmente en lo que respecta a su tipo, constitución y/o tamaño de tal forma que los tiempos de ocupación de los moldes de los moldes de fabricación empleados para ello en paralelo se adecuan entre sí y/o se minimiza el 40
 tiempo de ocupación del molde de fabricación a ocupar el mayor tiempo, que determina el tiempo de ciclo de un ciclo de fabricación, lo que da lugar o contribuye a un incremento considerable de la productividad.

Particularmente, además de ello, de acuerdo con un perfeccionamiento del procedimiento de la invención, mediante la segmentación se puede prefabricar al menos un grupo constructivo formado por correa-nervio, e introducirlo en el 45
 dispositivo de unión para la unión con otros segmentos de la pala de rotor. Para ello, el grupo constructivo formado por correa-nervio se puede fabricar preferentemente sustancialmente a modo de un larguero cajón, que comprende al menos dos correas y dos nervios.

De acuerdo con la invención está previsto que mediante dos subdivisiones de la pala de rotor que discurren 50
 sustancialmente en dirección de la extensión longitudinal del rotor se conforme un segmento longitudinal central de la pala de rotor, que comprende las correas y los nervios. Además de ello puede estar previsto que la pala de rotor esté dividida en al menos un segmento de borde anterior y un segmento de borde posterior mediante al menos una subdivisión que discurre sustancialmente en dirección de extensión longitudinal de la pala de rotor.

55
 Un perfeccionamiento de la invención tiene preferentemente previsto que las subdivisiones de la pala de rotor estén previstas hasta alcanzar los elementos de raíz de la pala de rotor, de tal forma que, por ejemplo, piezas insertadas para una raíz de pala de rotor también puedan estar segmentadas o pertenecer a segmentos.

Otro perfeccionamiento de la invención prevé que en la pala de rotor esté previsto un lado de aspiración y un lado de

presión o una cubierta superior y una cubierta inferior, divididas entre sí para la segmentación. Mediante subdivisiones adicionales de acuerdo con la invención de la pala de rotor en dirección longitudinal se pueden conformar conjuntamente de este modo, por ejemplo, particularmente divisiones en cuatro partes o divisiones en seis partes de la pala de rotor para una segmentación.

5

En el dibujo están representados ejemplos de realización, a partir de los cuales se deducen también otras características inventivas, pero a los cuales no está limitado el alcance de la invención. Muestran esquemáticamente respectivamente:

10 la fig. 1 una vista desde arriba sobre una semicubierta de una pala de rotor,

la fig. 2 un ejemplo de realización de una segmentación de acuerdo con la invención de una pala de rotor,

la fig. 3 un ejemplo de una segmentación de una pala de rotor, y

15

la fig. 4 otro ejemplo de una segmentación de una pala de rotor.

Se debe de anticipar que en las figuras del dibujo se muestran sólo ejemplos por principio y ejemplos de realización referidos a la invención, sobre los que son posibles múltiples variaciones en el ámbito de la invención. Además, ninguna de las figuras está dibujada a escala o ni tan siquiera con medidas exactas. Los ejemplos de realización representados tan sólo están esbozados de forma esquemática a modo de posibilidades fundamentales.

La fig. 1 muestra una vista desde arriba sobre una semicubierta 1 de la pala de rotor. La semicubierta 1 mostrada puede estar dividida en varios segmentos 2 a 5. De estos segmentos 2 a 5, todos o algunos de ellos pueden estar fabricados o prefabricados sustancialmente paralelos entre sí en el tiempo, y unirse a continuación de la forma representada en la fig. 1 para formar una semicubierta 1 de una pala de rotor, lo que puede ocurrir en un dispositivo de unión correspondiente. En este dispositivo de unión se pueden por ejemplo pegar los segmentos 2 a 5 entre sí.

Está previsto que un segmento esté formado por una denominada raíz de pala de rotor 2 y que el resto de la semicubierta esté dividida en tres segmentos 2 a 4. Los segmentos 3 a 5 están concebidos mediante divisiones transversales 6 a 8 de tal forma que son aproximadamente de igual tamaño y se pueden fabricar aproximadamente igual de rápido. Estos segmentos 3 a 5 podrían estar también divididos por ejemplo mediante una división longitudinal aún en otros segmentos más o la semicubierta 1 podría también, por ejemplo, estar dividida o segmentada sólo mediante divisiones longitudinales.

35

Por encima de los segmentos 2 a 5 discurre una correa no dividida que une estos segmentos, que también sirve particularmente para la transmisión de fuerza por la carga ejercida sobre una pala de rotor dispuesta en una instalación de energía eólica. En lugar de una correa también pueden estar previstas eventualmente dos o más correas que discurren con una distancia mutua de separación sustancialmente paralelas entre sí, esto es, por ejemplo, una denominada correa de borde anterior y una correa de borde posterior, en referencia al borde de la pala de rotor al cual se encuentran más próximos respectivamente.

Una pala de rotor completa se conforma por ejemplo a modo de cuerpo hueco, mediante la colocación sobre una semicubierta 1 de una segunda semicubierta especularmente invertida a la semicubierta 1 y uniendo ambas semicubiertas 1 entre sí. En este cuerpo hueco se puede introducir por ejemplo aire caliente, para temperar aún más la pala de rotor y endurecerla completamente. Las semicubiertas 1 o sus segmentos se conforman preferentemente mediante una técnica de plásticos al introducir o superponer, por ejemplo, unas capas de fibra de vidrio y/o de fibra de carbono en un molde de fabricación que predefine la conformación tridimensional de estos segmentos, y recubrir a continuación el conjunto con una lámina de vacío. Esta lámina de vacío se cierra de forma hermética al vacío alrededor a lo largo de los bordes sobre el molde de fabricación mediante, por ejemplo, líneas de pegado a modo de goma o cintas adhesivas por ambos lados. De este modo, esta lámina de vacío forma el molde contrario flexible al molde rígido de fabricación. En la denominada técnica de fusión por vacío se genera a continuación una presión negativa, un "vacío", mediante la extracción de aire entre la lámina de vacío y el molde de fabricación. Mediante esta presión negativa, las capas de fibra se presionan unas contra otras y se embebe una resina desde un depósito debajo de la lámina de vacío, que se reparte uniformemente por todo el molde y une las capas de fibra una vez endurecidas de forma fija entre sí para formar una pieza de molde de plástico rígida, el segmento correspondiente. Una distribución uniforme de la resina se puede lograr mediante la colocación de varias conducciones de entrada para la resina y la introducción en el interior del molde de capas reticulares o de rejilla adecuadas, que favorecen y guían la distribución y la circulación laminar de la resina.

50

55

Las figs. 2 a 4 muestran cada una esquemáticamente y en perspectiva reducida y con vistas a una raíz de pala de rotor 2 segmentaciones a modo de ejemplo de una pala de rotor.

La fig. 2 muestra un ejemplo de realización de una segmentación de acuerdo con la invención de una pala de rotor.

5 En esta segmentación está conformado un segmento longitudinal central 11 de la pala de rotor mediante dos subdivisiones 9, 10 que discurren sustancialmente en la dirección de extensión longitudinal de la pala de rotor, que comprende las correas 12 y los nervios 13. Al mismo tiempo están conformadas de este modo al menos un segmento de borde anterior 14 y un segmento de borde posterior 15. Las subdivisiones 9, 10 se prolongan hasta la raíz de la pala de rotor 2. Con esta segmentación se generan de este modo sustancialmente tres segmentos 11, 14, 10 15 que se fabrican paralelos en el tiempo, y con ello más rápidamente, en diferentes moldes de fabricación, y se pueden unir posteriormente entre sí, fuera de cada uno de los moldes de fabricación, para formar una pala de rotor completa, con lo que se crea una pala de rotor que no desmerece a una pala de rotor conocida desde un punto de vista cualitativo y particularmente con respecto a la transmisión de fuerza y capacidad de carga.

15 La fig. 3 muestra otro ejemplo de una segmentación de una pala de rotor. También aquí se generan mediante dos divisiones longitudinales 9, 10 un segmento de borde anterior 14 y un segmento de borde posterior 15. Sin embargo, en este caso, en lugar de un segmento central se emplean además correas 12 y nervios 13 individuales para la conformación de la pala de rotor.

20 La fig. 4 muestra otro ejemplo de una segmentación de una pala de rotor. En este ejemplo, la pala de rotor está dividida en una cubierta inferior 16 y en una cubierta superior 17. Al mismo tiempo, estas dos cubiertas 16, 17 están segmentadas a su vez mediante una división longitudinal 18, 19 cada una. También aquí las subdivisiones 18, 19 se extienden a través de la raíz de la pala de rotor 2 y la pala de rotor queda finalmente sustancialmente dividida en cuatro partes.

25

Para finalizar, se vuelven a destacar de nuevo algunas características y ventajas de la invención. Sin embargo, esta remarcación o reiteración tampoco debe de significar o determinar limitación alguna del alcance de la invención.

En primer lugar, se puede establecer como idea básica de la invención la fabricación de segmentos individuales de una pala de rotor, cada uno de los cuales se puede fabricar en moldes propios de fabricación de forma paralela en el tiempo entre sí. En una fabricación en paralelo de segmentos de pala en diferentes moldes, el molde de la pieza con el tiempo de ciclo más largo determina el tiempo de ciclo del proceso global, que de este modo se puede reducir de forma ventajosa correspondientemente. Una segmentación inteligente del rotor permite de este modo por un lado una adecuación de los tiempos de conformación entre sí y de este modo un elevado grado de utilización, y por otro 35 lado una reducción del tiempo de ciclo con lo que se puede aumentar el tiempo de ciclo del proceso global y con ello el régimen de producción de palas.

Para lograr una determinada demanda de palas por encima de una demanda a cubrir a partir de un juego único de moldes, no es necesario multiplicar todo el juego de moldes, sino tan sólo aquellos moldes con un tiempo de ciclo 40 próximo al tiempo de ciclo global. Moldes con un tiempo de ciclo menor se pueden utilizar varias veces para servir al resto de moldes. De este modo se reduce la necesidad de espacio y se aumenta la productividad al mismo tiempo. Al mismo tiempo se reduce también la necesidad de inversión. Del mismo modo, por ejemplo, procesos de pegado y temperado de segmentos se pueden realizar fuera de los moldes y en paralelo. Tampoco debido a la necesidad eventual en este caso de un bastidor de pegado se aumenta sustancialmente la necesidad de espacio y la 45 necesidad de inversión.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la fabricación de una pala de rotor para una instalación de energía eólica, que en el estado preparado para el funcionamiento se extiende longitudinalmente desde una zona de raíz de las palas para la conexión a un cubo del rotor de la instalación de energía eólica hasta una punta de la pala, y que se encuentra dividida para su fabricación en al menos dos segmentos, en donde la pala de rotor se segmenta para su fabricación en más de dos segmentos 11, 14, 15, en donde al menos para alguno de estos segmentos se prevén moldes de fabricación a emplear por separado, paralelos en el tiempo, y para la fabricación final de la pala de rotor los segmentos se unen entre sí para formar una pala de rotor o una parte de la pala de rotor fuera de un molde de fabricación, en donde al menos la unión de los segmentos se realiza en un dispositivo de unión por separado, particularmente en un bastidor de encolado, caracterizado porque mediante dos subdivisiones 9, 10 de la pala de rotor que discurren sustancialmente en dirección longitudinal de extensión de la pala de rotor se conforma un segmento longitudinal central 11 de la pala de rotor, que comprende las correas 12 y los nervios 13.
- 15 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la pala de rotor o parte de pala de rotor se trata posteriormente fuera de un molde de fabricación, en donde particularmente la pala de rotor o parte de pala de rotor se somete al tratamiento final fuera de un molde de fabricación.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque los segmentos se fabrican mediante una técnica de plásticos, en donde particularmente en la técnica de plásticos se emplea al menos una resina y al menos una capa de fibra, particularmente de fibras de vidrio y/o fibras de carbono.
- 20 4. Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado porque se emplea una técnica de extrusión (moldeo por transferencia de resina; RTM).
- 25 5. Procedimiento según la reivindicación 3 o 4, caracterizado porque se emplea una técnica de infusión (moldeo por infusión de resina; RIM), particularmente una técnica de infusión ayudada por vacío (infusión de resina ayudada por vacío; VAR).
- 30 6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, caracterizado porque se emplea una técnica de laminado.
7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque en el dispositivo de unión se unen entre sí uno o varios nervios, una o varias correas, uno o varios elementos de la raíz de la pala de rotor, al menos un segmento de la punta de la pala de rotor, segmentos de cubierta y/o cubiertas de pala de rotor formadas a partir de segmentos, en donde particularmente en el dispositivo de unión se pegan segmentos y/u (otras) piezas entre sí, en donde particularmente para el calentamiento, temperado, secado y/o endurecimiento de piezas y/o de uniones de piezas se prevé al menos un dispositivo de calefacción, preferentemente en la zona del dispositivo de unión.
- 35 40 8. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque en primer lugar se endurecen o endurecen previamente los segmentos y/u otras piezas, se introducen a continuación en el dispositivo de unión donde se unen entre sí, y a continuación se seca y/o endurece la unión y/o la unión de los segmentos y/u otras piezas.
- 45 9. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se realiza una fabricación de piezas paralela en el tiempo, en la que las piezas a fabricar se conciben o están concebidas particularmente en lo que respecta a su tipo, constitución y/o tamaño de tal forma que los tiempos de ocupación de los moldes de fabricación empleados para ello en paralelo se adecuan entre sí y/o se minimiza el tiempo de ocupación del molde de fabricación a ocupar el mayor tiempo, que determina el tiempo de ciclo de un ciclo de fabricación.
- 50 10. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque mediante la segmentación se prefabrica al menos un grupo constructivo correa-nervio, y se introduce en el dispositivo de unión para la unión con otros segmentos de la pala de rotor, en donde particularmente el grupo constructivo correa-nervio se fabrica sustancialmente a modo de un larguero cajón, que comprende al menos dos correas y dos nervios.
- 55 11. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la pala de rotor está dividida en al menos un segmento de borde anterior y un segmento de borde posterior mediante al menos

una subdivisión que discurre sustancialmente en dirección de extensión longitudinal de la pala de rotor.

12. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque las subdivisiones de la pala de rotor se prevén hasta a través de las partes de la raíz de la pala de rotor.

5

13. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque en la pala de rotor se dividen entre sí un lado de aspiración y un lado de presión para la segmentación.

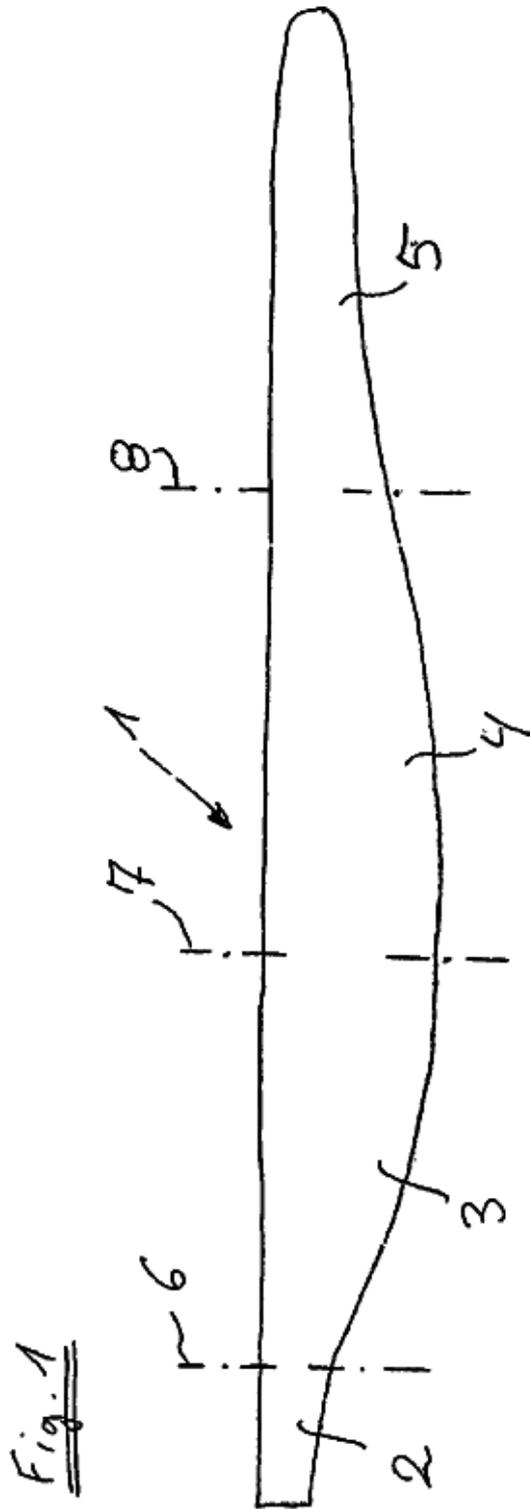


Fig. 2

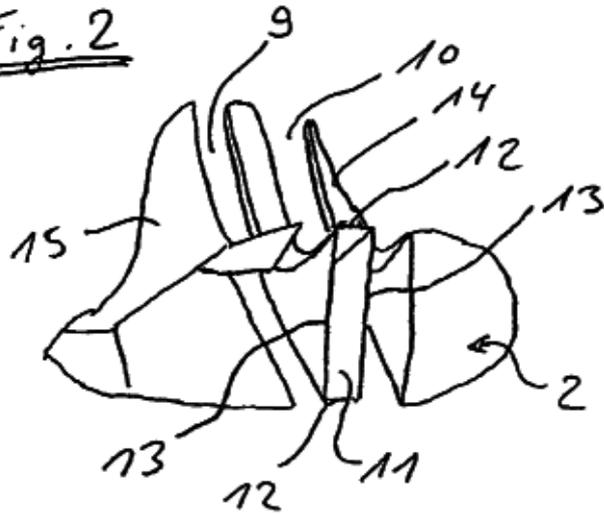


Fig. 3

