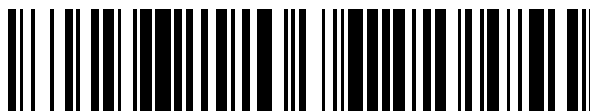


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 462 755**

51 Int. Cl.:

F03D 1/06 (2006.01)

B29C 70/30 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.09.2009** **E 09741201 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.04.2014** **EP 2329139**

54 Título: **Pala de rotor que consta de un ala cuya anchura va disminuyendo en sentido longitudinal, procedimiento de fabricación de la pala del rotor y dispositivo de ayuda para la colocación de las tiras de fijación del ala**

30 Prioridad:

25.09.2008 DE 102008049016

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

26.05.2014

73 Titular/es:

**SENVION SE (100.0%)
Überseering 10
22297 Hamburg , DE**

72 Inventor/es:

SCHUBERT, MATTHIAS

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 462 755 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Pala de rotor que consta de un ala cuya anchura va disminuyendo en sentido longitudinal, procedimiento de fabricación de la pala del rotor y dispositivo de ayuda para la colocación de las tiras de fijación del ala

La presente invención hace referencia a una pala de rotor para una instalación de energía eólica con al menos un ala que discurre en una dirección longitudinal desde el arranque de la pala del rotor hasta una punta de la pala del rotor y a un procedimiento para la fabricación de la pala del rotor.

5 A nivel técnico se conocen bastante bien las palas de rotor con bordes. Las palas de rotor de las instalaciones más modernas de energía eólica presentan longitudes de 60 metros y más. Las palas de rotor pueden tener diámetros de varios metros en particular en la zona de arranque de la pala del rotor. El problema en el caso de palas de rotor largas y básicamente huecas es la obtención de una suficiente resistencia a la abolladura. Para incrementar la resistencia a la abolladura de las palas del rotor se colocan alas en la dirección longitudinal dentro y a lo largo de la pared interior de la pala del rotor de la cubierta superior e inferior. Además se montan unos bordes o perfiles que sobresalen perpendicularmente a la dirección longitudinal de las alas. Tanto las alas como los bordes están en peligro de ser abolladas.

10 15 Las alas se fabrican en un proceso de laminado normalmente a base de unas tiras de fijación o posicionamiento de un ancho constante. Las alas se pueden configurar desde el arranque de la pala del rotor hasta la punta de la pala del rotor cada vez más delgadas y con una terminación gradual de las tiras de fijación. En el arranque de la pala del rotor las alas tienen un grosor importante y una elevada resistencia al abollamiento y a medida que nos acercamos a la punta de la pala del rotor el grosor de las alas disminuye de forma constante, por lo que su resistencia al abollamiento también desciende.

20 Para lograr una efectividad elevada las alas deben tener una forma ancha. Sin embargo, esto hace que las alas por un lado no se puedan prorrogar o sea no puedan alcanzar la punta de la pala del rotor más externa y por otro lado se requiera mucho material para la fabricación de las tiras para las alas.

25 De la documentación técnica recientemente publicada WO 2009/095175 A2 se conoce una pala de rotor para instalaciones de energía eólica, en la que un ala está formada por varias tiras o cintas de fibra situadas unas junto a las otras, de manera que cada una de las tiras de fibra presenta una longitud distinta en la dirección longitudinal de la pala del rotor.

30 En la US 4.137.007 se informa sobre una pala de rotor con un ala que se va haciendo más delgada a medida que se avanza hacia la punta de la pala del rotor.

35 De la US 2007/0189902 A1 se conoce una pala de rotor con un ala, cuya anchura va disminuyendo en la dirección longitudinal de la pala del rotor. El ala es de fibras de carbono y de filamentos de vidrio E con resina infundida.

El cometido de la invención es por tanto poder disponer de una pala de rotor que presente suficiente resistencia al abollamiento y se pueda fabricar con poco gasto de material. En lo referente al procedimiento el cometido de la invención consiste en disponer de un procedimiento de fabricación para una pala de rotor de este tipo.

40 En lo que se refiere a la pala del rotor el cometido se resuelve mediante una pala de rotor como la mencionada al principio, con al menos un ala, cuya anchura disminuya a lo largo de la dirección longitudinal conforme a la invención. Debido a la reducción de la anchura conforme a la invención el ala se puede extender casi hasta la punta de la pala del rotor y se necesita menos material para su fabricación.

45 Las alas aumentan la resistencia al abollamiento de la pala del rotor. Preferiblemente en el espacio interior de la pala del rotor las alas opuestas están firmemente unidas por al menos un borde que sobresale de ambas alas.

50 Por dirección o sentido longitudinal se entiende aquí una dirección desde el arranque de la pala del rotor hasta la punta de la pala del rotor. Entre una dirección longitudinal del ala, de la semicubierta de la pala del rotor o de la pala del rotor no se establece ninguna diferencia. Aquí se entiende que coinciden.

55 Por el ancho del ala se entiende a continuación la extensión del ala que atraviesa la dirección longitudinal, preferiblemente perpendicular a la dirección longitudinal. Por dirección transversal se entiende asimismo una dirección transversal a la dirección longitudinal, preferiblemente perpendicular a la dirección longitudinal.

60 De acuerdo con la invención las palas de los rotores están expuestas a un gran peligro de abollamiento especialmente en la zona del arranque de la pala del rotor. Para incrementar la resistencia al abollamiento se necesitan por lo tanto unas alas especialmente anchas a lo largo del interior de la pala del rotor. Por "fuera" y "dentro" o "interior" y "exterior" se define aquí y a continuación la posición del segmento de la pala del rotor o bien del componente descrito respecto a la instalación de energía eólica en un estado montado. Es decir, los segmentos

exteriores de la pala del rotor están dispuestos en la punta de la pala del rotor y los segmentos interiores están en la zona de la raíz o arranque de la pala del rotor.

5 Básicamente se puede pensar que el ancho del ala puede disminuir de forma distinta en la dirección de la punta del ala del rotor. Preferiblemente la anchura del ala va disminuyendo gradualmente o por etapas. Las etapas son preferiblemente etapas o escalones transversales. Estos escalones transversales se pueden distribuir en una dirección longitudinal sobre un segmento largo de la pala del rotor o sobre un segmento del ala. El segmento puede tener una longitud, que corresponda al menos a la mitad de la longitud de la pala del rotor. Los escalones transversales se pueden distribuir entre un 70%, 80% o más de la longitud de la pala del rotor.

10 Un ala se ha fabricado al menos preferiblemente a base de tiras de fijación superpuestas en un procedimiento de laminado. En la fabricación del ala se han dispuesto una multitud de tiras de fijación, unas sobre otras, a partir de la raíz o del arranque de la pala del rotor. Las tiras de fijación pueden adquirir una estructura distinta unas sobre otras. Puede tratarse de tiras de tejido, tiras de fibra de vidrio o bien tiras similares.

15 La longitud de las tiras de fijación puede ser distinta en la dirección longitudinal, de manera que en un mismo trozo o segmento transversal las tiras de fijación que empiezan en el arranque de la pala del rotor terminen en distintos segmentos en un sentido longitudinal de la pala del rotor. En los respectivos segmentos el ala es cada vez más delgada en función del grosor de la tira de fijación que termina en el segmento. El ala se puede ir reduciendo en varias etapas a lo largo de su dirección longitudinal en su grosor de ala. Preferiblemente todas las tiras de fijación empiezan en un mismo segmento en el arranque de la pala del rotor. De acuerdo con la invención, las tiras de fijación deberían ser tanto más pequeñas en su anchura cuanto más alejadas están del arranque o raíz de la pala del rotor. Fundamentalmente distintas tiras de fijación pueden empezar a distancias diferentes del arranque de la pala del rotor y desde allí seguir en la dirección longitudinal.

20 Conforme a la invención las tiras de fijación exteriores de un ala son más cortas que las tiras de fijación interiores del ala. Por "exterior" e "interior" se entienden aquí y seguidamente las direcciones a lo largo del segmento transversal de la pala del rotor. "Exterior" indica una dirección hacia la pared de la pala del rotor e "interior" indica una dirección en el espacio interior de la pala del rotor.

25 Por lo tanto las tiras de fijación exteriores transcurren desde el arranque de la pala del rotor hacia adelante y las tiras de fijación interiores transcurren por encima de los escalones transversales creados por la terminación de las tiras de fijación exteriores en dirección a la punta de la pala del rotor. Los escalones transversales transcurren preferiblemente en línea recta en la dirección transversal.

30 Preferiblemente cada tira de fijación interior adyacente a una tira de fijación exterior es más larga que la tira de fijación exterior. En esta configuración preferida de la invención las tiras de fijación exteriores terminan en la dirección de la punta de la pala del rotor y forman en cada final un escalón transversal por el cual pasan las tiras de fijación interiores.

35 Las configuraciones descritas de la invención permiten que las alas se vayan estrechando desde el arranque de la pala del rotor hasta la punta de la pala del rotor.

40 Preferiblemente la anchura del ala disminuye de forma continuada en la dirección longitudinal. Por lo que es imaginable que cada una de las tiras de fijación superpuestas se estrechen de forma cónica hacia la punta de la pala del rotor, de manera que el ala se acabe finalmente en la punta de la pala del rotor.

45 En una configuración preferida de la invención las tiras de fijación son diferentes en anchura unas de otras. Por lo tanto cada una de las tiras de fijación o bien todas las tiras de fijación pueden presentar una anchura que se mantenga uniforme durante toda la longitud. Preferiblemente las tiras de fijación más anchas que parten del arranque o raíz de la pala del rotor en dirección a la punta terminan antes, mientras que las tiras de fijación más estrechas terminan en lugares más alejados de la pala del rotor. Mediante esta configuración de las tiras de fijación es posible que el ala se vaya haciendo más pequeña o estrecha en un sentido longitudinal. La anchura del ala se reduce gradualmente, por lo que la reducción escalonada de la anchura se realiza en el mismo segmento transversal en el que transcurre una etapa transversal que es producida o atribuida a la terminación de la tira de fijación.

50 Preferiblemente todas las tiras de fijación presentan una anchura constante a lo largo de toda su extensión longitudinal. Pero también se puede pensar que el ancho de la tira de fijación varía por si solo, en particular, que se reduce en la dirección longitudinal. Preferiblemente la disminución del ancho del ala se consigue mediante la disposición por capas de tiras de fijación más largas y más anchas, de manera que cada tira de fijación mantenga una anchura constante a lo largo de su extensión longitudinal.

55 Preferiblemente las tiras de fijación exteriores son más anchas que las tiras de fijación interiores del ala. En una configuración especialmente preferida de la invención cada tira de fijación interior adyacente a una tira de fijación exterior es más delgada que la tira de fijación exterior. El ala adquiere una forma tipo pirámide en un perfil transversal en esta configuración.

60

65

Debido a la distinta anchura de las tiras de fijación se forman unos escalones longitudinales entre las tiras de fijación en un sentido longitudinal. Los escalones longitudinales presentan una altura de escalón que corresponde a una tira de fijación interior, más delgada. Para nivelar los escalones longitudinales se pueden moldear los cierres en forma de cuña en dirección longitudinal. Puede tratarse de tiras o de trozos de madera de balsa en forma de cuña, que se dispongan lateralmente en la tira de fijación interior más delgada, y que se laminen o adhieran a la tira de fijación exterior más ancha.

La nivelación puede realizarse para cada uno de los escalones longitudinales. Mediante la laminación de las tiras de fijación, que incluye las cuñas en sentido longitudinal, se forma un ala principal con una zona interior más bien plana y recta, que puede servir como superficie del escalón recta para tareas de mantenimiento. Para ello se adapta la anchura y el grosor de cada una de las tiras de fijación a la curvatura del perfil transversal de la pala del rotor, de manera que las tiras de fijación terminen prácticamente todas en la superficie del escalón.

En una configuración preferida de la invención se nivelan los escalones transversales mediante cierres en forma de cuña.

La problemática de los escalones transversales es que las tiras de fijación interiores únicamente serían trasladables a las tiras de fijación exteriores colindantes formando espacios huecos sobre los escalones transversales. El ala se expondría al peligro del abollamiento en las secciones de escalones transversales. De acuerdo con la invención los espacios huecos se rellenan de piezas de cierre colocadas en sentido transversal.

Preferiblemente las tiras de fijación terminan en una dirección longitudinal en un canto recto en sentido transversal. El canto forma así un escalón transversal recto. El escalón transversal se alisa conforme a la invención mediante una pieza de cierre que discurre transversalmente en forma de una cuña. Las piezas a modo de cuña que discurren transversalmente son preferiblemente más puntiagudas que las piezas que transcurren longitudinalmente. La pieza en forma de cuña que discurre transversalmente se moldea exactamente en el escalón transversal correspondiente. Se adapta a la tira de fijación exterior terminada y transfiere una zona interior de la tira de fijación en una inclinación con muy poca pendiente, de unos pocos grados, de un modo continuo al interior de la tira de fijación exterior colindante o bien a la pared interior de la semicubierta de la pala del rotor.

Sobre el escalón transversal así alisado se puede desplazar la tira de fijación interior colindante sin que ésta se exponga a un peligro elevado de abollamiento.

Preferiblemente las piezas o trozos de cierre que transcurren transversalmente en forma de cuña se han configurado asimismo de madera de balsa. La madera de balsa es fácil de manipular y puede en particular en el proceso de laminado incorporarse a las capas de laminación.

Pero los trozos o piezas de cierre que discurren longitudinalmente y/o perpendicularmente pueden presentar las formas más diferentes, en especial una sección transversal en forma de cuña se puede modificar a lo largo de la respectiva extensión longitudinal de la pieza de cierre.

En combinación con la configuración antes descrita, si las cintas de fijación exteriores terminan primero en una dirección longitudinal, es posible que las alas puedan ser más pequeñas y más delgadas asimismo en la dirección longitudinal.

Podemos hablar de un ala principal pero también de un ala secundaria. La invención se aplica también a las alas principales y secundarias de la misma pala del rotor.

En lo que se refiere al método el cometido se resuelve de manera que se aplica un ala con una anchura que disminuye en sentido longitudinal a una pared interior de la pala del rotor.

El procedimiento es aplicable también a alas principales y/o secundarias.

Preferiblemente las tiras de fijación con distintas anchuras y longitudes van formando capas. Las tiras de fijación con distinta longitud se eligen de manera que cuanto más largas son las tiras de fijación partiendo de la raíz de la pala del rotor en un sentido longitudinal, más pequeño se elige su anchura media, preferiblemente constante. La secuencia de tiras de capas puede ser cualquiera, para lograr una reducción del ancho del ala correspondiente.

Lo más adecuado es que inicialmente se coloquen tiras de fijación, cortas y anchas, exteriores, sobre la pared interior de la semicubierta de la pala del rotor y luego tiras de fijación más largas y más estrechas por el interior, hasta formar una estructura completa a modo de capa. Las tiras de fijación formarán una estructura laminada.

Preferiblemente se colocan tiras de fijación anchas, cortas, sucesivas, por el exterior, preferiblemente sobre la pared interior de la pala del rotor y tiras de fijación más largas y más estrechas colindantes por el interior sobre las tiras de fijación exteriores. Sin embargo también es posible que las siguientes tiras de fijación no sean necesariamente siempre más largas y más estrechas sino que también es posible que las tiras de fijación interiores sean más cortas

- 5 que las tiras de fijación exteriores colindantes o bien que las tiras de fijación interiores sean más anchas que las tiras de fijación exteriores colindantes. No obstante las tiras de fijación más anchas deberían terminar primero en dirección longitudinal y las tiras de fijación más anchas siguientes deberían terminar en segundo lugar y así sucesivamente, de manera que al final solamente una tira de fijación o pocas tiras de fijación con el ancho más estrecho llegue a la punta de la pala del rotor. También puede ser posible que varias tiras de fijación presenten la misma longitud y/o anchura y se empleen para la fabricación de la pala del rotor.
- 10 En una configuración preferida de la invención los extremos de las tiras de fijación que terminan en dirección longitudinal forman unos escalones transversales, sobre los que se disponen las piezas de conexión en forma de cuña y por el interior se puede colocar una tira de fijación adyacente sobre las tiras de fijación terminadas y la pieza de cierre en forma de cuña.
- 15 En esta configuración preferida de la invención una tira de fijación ancha termina, preferiblemente en una línea recta perpendicular al sentido longitudinal y en el escalón formado al terminar la tira de fijación se moldea un cierre que discurre transversalmente, que atraviesa de forma continuada el plano o nivel de tiras de fijación, que es adyacente por el exterior a la tira de fijación. En el proceso de laminado siguiente la tira de fijación exterior y el cierre se superponen y por tanto se unen firmemente al revestimiento del ala.
- 20 Lo más adecuado es que los escalones longitudinales preferiblemente laterales configurados en el ala en una dirección longitudinal según los diferentes anchos de cada una de las tiras de fijación se nivelen a través de las conexiones que transcurren en dirección longitudinal. Las conexiones laterales se pueden extender por toda la longitud de la tira de fijación dispuesta a una altura similar.
- 25 Las conexiones laterales que también circulan en sentido longitudinal se superpondrán con las tiras de fijación en el proceso de laminado.
- 30 Las piezas de conexión que circulan en dirección transversal y en dirección longitudinal se pueden configurar en un perfil transversal en forma de cuña. Pueden presentar madera de balsa o estar formada íntegramente por ella. La pendiente de las piezas de conexión laterales así como la anchura de las tiras de fijación se elige de manera que el ala en el espacio interior de la pala del rotor forme una superficie a ser posible recta y lisa.
- 35 Las alas principales y/o secundarias fabricadas conforme a la invención no tienen en cada punto la misma anchura sino que en un perfil transversal en sus extremos exteriores las alas son más delgadas que en un perfil transversal en la zona media. De este modo por un lado se ahorra material y la resistencia al abollamiento de las alas se mantiene suficientemente elevada para que la carga de las alas en los bordes laterales sea algo inferior a la carga en la zona del centro.
- 40 El cometido se resuelve en su tercer aspecto mediante una ayuda de colocación no reivindicada para las tiras de fijación de un ala de una semicubierta de la pala del rotor de una instalación de energía eólica con un tope para las tiras de fijación y un dispositivo de sujeción, con el cual el tope se mantiene fijo en su posición frente a la tira de fijación que se coloca frente a él y con un dispositivo de ajuste de altura y un dispositivo de ajuste de anchura del tope frente a la pala del rotor.
- 45 La ayuda de colocación comprende un tope, que preferiblemente se extiende en su totalidad por la extensión longitudinal de la pala del rotor o bien de la semicubierta de la pala del rotor. Las palas del rotor se fabrican preferiblemente de tal manera que inicialmente se configuran dos semicubiertas de la pala del rotor en las formas de fabricación. En las semicubiertas de la pala del rotor se colocan las alas a láminas. Sin embargo, también se puede pensar que se fabrican láminas a base de grupos de alas en las semicubiertas de la pala del rotor. Puesto que el ala conforme a la invención puede presentar varias tiras de fijación, que son diferentes en anchura, es necesario que las tiras de fijación se dispongan en un sentido horizontal de manera que su posición relativa lateral se mantenga constante en el sentido horizontal. Para ello el tope de la ayuda de colocación se puede colocar fijo en posición respecto a la semicubierta de la pala del rotor y respecto a las tiras de fijación allí dispuestas, y la tira de fijación correspondiente se mantiene al mismo nivel con su lateral a lo largo del tope.
- 50 Por tanto para que se pueda emplear la ayuda de colocación incluso para la colocación de otras tiras de fijación, que están dispuestas en el interior o exterior y son más estrechas y/o más anchas, el tope se ajustará preferiblemente a su altura frente a la pared interior de la pala del rotor o bien en un sentido transversal. Por consiguiente, el tope se puede emplear incluso para otras tiras adhesivas dispuestas en el interior al incrementar la altura frente a la pared interior de la pala del rotor y mediante el ajuste del tope en una dirección transversal mediante un dispositivo de ajuste amplio, el tope también se puede ajustar para tiras de fijación estrechas o más anchas.
- 60 La ayuda de colocación puede presentar también un tope más corto en un sentido longitudinal. La ayuda de colocación presente además un dispositivo de desplazamiento en dirección longitudinal.
- 65 En una configuración especialmente preferida de la ayuda de colocación el dispositivo de sujeción se ha configurado como un arco, el cual por un lado está firmemente unido al tope y por otro lado es orientable con un molde de

fabricación para esta semicubierta de pala de rotor. De este modo es posible que, por ejemplo, inicialmente la semicubierta de la pala del rotor se fabrique en un proceso de laminado, luego el tope por medio del arco pueda girar en la semicubierta de la pala del rotor y en los pasos siguientes las tiras de fijación del ala principal y/o del ala secundaria se dispongan en la pared interior de la semicubierta de la pala del rotor con el dispositivo de ayuda de colocación y finalmente se proceda al laminado.

El dispositivo de ayuda de colocación dispondrá preferiblemente de un pie, con el cual el tope orientable en la semicubierta de la pala del rotor se pueda sujetar a la pared interior de la semicubierta de la pala del rotor. Es preferible que el dispositivo de ajuste de altura presente un dispositivo de extracción para al menos un pie.

La invención se ha descrito con ayuda de los ejemplos de las seis figuras siguientes:

Figura 1 un perfil transversal de una pala de rotor convencional en una primera configuración,
 Figura 2 un perfil transversal de una pala de rotor convencional en una segunda configuración,
 Figura 3 un perfil transversal de una pala de rotor conforme a la invención,
 Figura 4 una vista en planta de una semicubierta inferior de una pala de rotor conforme a la invención,
 Figura 5 una visión en perspectiva del escalón en la figura 4,
 Figura 6 una ayuda de colocación, no reivindicada, con un tope no ajustable.

Las figuras representan la invención de una forma esquemática. Se puede pensar en múltiples configuraciones. Los dibujos representados en las figuras son a escala.

El perfil transversal representado en la figura 1 de una pala de rotor 1 convencional muestra un espacio interior de la pala del rotor hueco, que se forma al conectar una semicubierta inferior 2 de la pala del rotor y una semicubierta superior 3 de la pala del rotor. Durante el proceso de fabricación de la pala del rotor 1 se fabrican por separado las semicubiertas de la pala del rotor 2, 3 en un proceso de laminado. Para cada una de las semicubiertas de la pala del rotor 2,3 se ha previsto una forma de fabricación propia, en la cual se moldea mediante la superposición de las tiras de fijación que son luego sometidas al proceso de laminado. Como proceso de laminado se puede emplear la infusión al vacío.

Las palas de rotor 1 de las modernas instalaciones de energía eólica pueden presentar longitudes de 60 metros o más. En lo que se refiere al tamaño se emplean diferentes formas de fabricación para la fabricación de las semicubiertas 2,3. Ambas semicubiertas de las palas del rotor 2,3 se puede fabricar en una sola pieza mediante un proceso de laminado, en el que se incluyen las tiras de fijación en toda su extensión. Sin embargo, también se puede pensar en fabricar segmentos de las semicubiertas de las palas del rotor 2,3 que luego se unirán mediante técnicas de laminado.

Durante el proceso de fabricación las alas 4,5 tienen forma de lámina en las semicubiertas 2,3, y se fabrican en una dirección longitudinal de la semicubierta de la pala del rotor por la pared interior de cada una de las semicubiertas de la pala del rotor 2,3. El ala principal inferior 4 y el ala principal superior 5 discurren preferiblemente en línea recta en una dirección longitudinal L de la semicubierta de la pala del rotor 2,3 correspondiente. Las alas 4,5 representadas en la figura 1 son las llamadas alas principales 4,5 y se disponen preferiblemente en la zona más abombada del perfil transversal de la pala del rotor. Ambas alas principales 4,5 se encuentran en el espacio interior de la pala del rotor una frente a la otra y están unidas sólidamente y firmemente a una brida 7 perpendicular a ambas alas principales 4,5. La brida 7 representada en la figura 1 es una brida de doble T.

La brida 7 se puede fabricar asimismo en un proceso de laminado a base de tiras de fijación. Por un lado es posible que durante la fabricación de una semicubierta de la pala del rotor 2,3 se fabrique a láminas la brida 7 de doble T en el ala principal 4 inferior laminada en la semicubierta de pala de rotor 2 inferior, y por otro lado se puede concebir que se fabriquen por separado el ala principal inferior 4 junto con la brida de doble T 7 como grupo o módulo y seguidamente se fabriquen a láminas el ala principal inferior 4 con la brida 7 de doble T como grupo de montaje sobre la pared interior de la semicubierta de la pala del rotor 2 inferior.

Ambas alas principales representadas en la figura 1, el ala principal 4 inferior y el ala principal 5 superior, que se han fabricado a láminas en las respectivas semicubierta de pala de rotor 2 inferior y semicubierta de pala de rotor 3 superior, presentan en toda su extensión longitudinal en la dirección L de la pala del rotor 1 un ancho de ala similar B. En general el grosor de ala D, que en la figura 1 equivale a la extensión vertical del ala principal inferior y superior 4,5 de la pala del rotor 11, va disminuyendo en un sentido horizontal L de la pala del rotor 1 en dirección a la punta de la pala del rotor 12. La reducción del grosor de ala D no tiene que ser continuada en toda la extensión longitudinal sino que se puede presentar zonas más gruesas en las alas principales 4, 5 de las palas del rotor. Al hablar de la reducción del grosor del ala D en un sentido longitudinal L de la pala del rotor 1 entendemos que es una disminución media.

Normalmente las alas principales 4,5 se fabrican colocando varias tiras de fijación unas sobre otras. La tira de fijación más externa, es decir la tira de fijación que descansa sobre la pared interior de la semicubierta de la pala del rotor inferior 2,3, se extiende desde el borde exterior de la raíz de la pala del rotor 11 en dirección L hasta la punta

de la pala del rotor 12. Por "interior" y "exterior" se entienden aquí datos de posicionamiento de secciones de la pala del rotor o de componentes en lo que se refiere a la posición de la pala del rotor montada en la instalación de energía eólica. Las secciones interiores de la pala del rotor son por tanto secciones de la pala del rotor adyacentes a la raíz de la pala del rotor 11 y las secciones exteriores de la pala del rotor son adyacentes a la punta de la pala del rotor 12.

Las tiras de fijación discurren de forma sucesiva desde la raíz de la pala del rotor 11 hacia fuera, partiendo de la tira de fijación más interna. Por "interior" y "exterior" se entiende que se hace referencia al espacio interior de la pala del rotor o bien a la pared exterior de la pala del rotor. La tira de fijación más interna de ambas alas principales 4,5 discurre desde la raíz de la pala del rotor 11 hacia fuera como la primera, la segunda tira de fijación como la segunda y así sucesivamente, mientras que la tira de fijación más externa se extiende hasta casi la punta de la pala del rotor 12 más externa. Por tanto el grosor D del ala principal inferior y superior 4,5 va disminuyendo desde la raíz de la pala del rotor 11 hasta la punta de la pala del rotor 13, aunque el ancho B a lo largo de la extensión longitudinal de las alas 4, 5 se mantiene constante.

Para conseguir una efectividad especialmente grande de las alas principales 4,5, las alas principales 4,5 se diseñan lo más anchas posible.

En una segunda configuración convencional de una sección transversal de una pala de rotor 1 ambas alas principales 4,5 se colocan firmemente unidas mediante unas bridas de perfil en U 16, 17. El método de fabricación así como el montaje principal de las alas 4,5 y bridas 7, 16, 17 en las figuras 1 y 2 es el mismo.

Un inconveniente del ala principal 4,5 convencional inferior y superior en la figura 1 es el hecho de que el ancho B de ambas alas principales 4,5 a lo largo de las alas principales 4,5 se mantenga constante. En las alas principales 4,5 de la figura 2 existe el peligro de que ambas alas principales 4,5 puedan abombarse especialmente por el medio. En las secciones externas de la pala del rotor las alas principales 4,5 son especialmente delgadas y existe aquí el riesgo de que se abomben entre ambas bridas de perfil en U 15, 17.

La figura 3 muestra la sección transversal de una pala de rotor 1 conforme a la invención. Aquí la pala del rotor 1 se ha representado mucho más abombada que lo que en realidad es. La sección transversal de la pala del rotor 1 conforme a la invención equivale básicamente a las secciones transversales de la pala del rotor representadas en las figuras 1,2. Las alas principales inferior y superior se encuentran a láminas sobre la semicubiertas de la pala del rotor 2,3 inferior y superior. Cada una de estas alas 4,5 consta de tiras de fijación superpuestas 20, 21, 22, 26, 27, 28. En general las tiras de fijación 20, 21, 22, 26, 27, 28 difieren en su anchura respectiva B, es decir su extensión en sentido transversal de la pala del rotor 1. Las tiras de fijación superiores e inferiores externas 20, 26 son anchas, mientras que las tiras de fijación interiores, superiores e inferiores 22, 28 son más delgadas que las tiras de fijación 20, 26 exteriores, superiores e inferiores 20, 26. La figura 3 muestra las alas principales 4,5 inferiores y superiores por las que cruzan tres tiras de fijación inferiores 20, 21, 22 o bien tres tiras de fijación superiores 26, 27, 28. Las tiras de fijación inferiores y las superiores 20, 21, 22 o bien 26, 27, 28 van disminuyendo en su amplitud desde las tiras de fijación exteriores 20, 26 hasta la tira de fijación interior 22 o 28. Sin embargo también es posible que se configuren con una anchura similar.

Las zonas medias en la dirección transversal de ambas alas principales 4,5 están unidas con una brida en doble T 7.

En la dirección transversal se forman escalones entre cada una de las tiras de fijación. Los escalones se pueden nivelar mediante la disposición lateral de listones de madera de balsa inclinados (no mostrados), preferiblemente listones de madera de balsa que se extienden en dirección longitudinal L. Debido a la configuración abombada de ambas semicubiertas de pala de rotor 2,3 se puede configurar de este modo en el espacio interior de ambas semicubiertas de pala de rotor 2,3 una zona plana, muy viable 31, 32, a través de las paredes interiores de ambas alas principales 4,5. La forma plana de las paredes interiores se representa en la figura 3 mediante dos líneas discontinuas.

La figura 4 muestra la semicubierta inferior del rotor 2 en la figura 3 en una visión en planta. La semicubierta superior 3 no aparece. En la figura 4 se puede ver como el ala principal 4 inferior es más estrecha desde la raíz de la pala del rotor 11 hasta la punta de la pala del rotor 13 pasando por dos escalones 41, 42 en la dirección longitudinal L de la semicubierta de la pala del rotor 2. No obstante en la dirección longitudinal L se pueden imaginar una diversidad de escalones 41, 42, que correspondan a un número reducido de tiras de fijación 20, 21, 22 del ala principal inferior 4. La figura 4 muestra la tira de fijación interior 20, que se ha configurado como más corta en una dirección longitudinal L y como más ancha en una dirección transversal si se compara con las tiras de fijación usuales 21, 22 del ala 4 inferior.

La figura 4 muestra la tira de fijación central 21, que discurre en dirección longitudinal L hasta la mitad de la semicubierta de la pala del rotor 2, allí termina y se dispone entre la tira de fijación más interna y más externa 20 o 22 en lo que se refiere a anchura B. La tira de fijación más interna 22 se ha diseñado como la más estrecha de las tiras de fijación inferiores 20, 21, 22, y se extiende desde la raíz de la pala del rotor 11 hasta casi toda la punta de la

pala del rotor 13. La figura 4 muestra que los escalones 41, 42 pueden inclinarse en dirección longitudinal L debido a los listones de madera de balsa 51, 52.

5 El ala principal 4 está en peligro de abombarse en la sección de ambos escalones 41, 42. El escalón externo 42 se ha representado en la figura 5 en una visión en perspectiva.

10 En la sección del escalón 42 externo existen dos tiras de fijación 21, 22. El escalón externo 42 se moldea al terminar la tira de fijación inferior 21 y tras desplazarse la tira de fijación 22 interior hacia la pared interior de la pala del rotor. El ala principal inferior 4 presenta tres tiras de fijación 20, 21, 22. La tira de fijación externa inferior 20 es la más ancha y más corta de las tres tiras de fijación 20, 21, 22. Una tira de fijación media interior 21 es más corta y más larga que la tira de fijación externa inferior 20 pero más ancha y más corta que la tira de fijación inferior interna 22.

15 Puesto que la tira de fijación media 21 termina en una sección media de la pala del rotor en dirección longitudinal L y forma un escalón 42 en esa terminación, la tira de fijación interior 22 debe pasar por el escalón 42. Esta tira de fijación interior 22 tiene peligro de abombarse en la sección del escalón 42. La figura 5 muestra que la tira de fijación interior 22 va disminuyendo hacia la pared interior de la semicubierta de la pala del rotor 2 a través de una cuña de madera de balsa algo inclinada 52 y en contacto íntegro con la superficie interior de la cuña de madera de balsa 52. La cuña de madera de balsa 52 sobresale lateralmente de la anchura B de la tira de fijación interior 22 y termina en el extremo de la tira de fijación media 21 y conduce la tira de fijación media 21 directamente hacia la pared interior de la semicubierta de la pala del rotor 2.

20 En la figura 6 se representa una ayuda de posicionamiento 60 con un tope 61 ajustable en anchura y altura. La ayuda de posicionamiento 60 es una herramienta con la cual se pueden aplicar las tiras de fijación 21, 22 durante el proceso de fabricación del ala principal inferior 4 sobre las paredes interiores de la pala del rotor de la semicubierta de la pala del rotor inferior 2. La ayuda de posicionamiento 60 se ha podido emplear para colocar todas las tiras de fijación 20, 21, 22 tanto del ala principal inferior 4 como también del ala principal superior 5. Asimismo es posible el uso de todas las tiras de fijación de eventuales alas secundarias.

25 Las tiras de fijación 21, 22 deben estar colocadas fijas y rectas durante varios metros en una dirección longitudinal L y en sus desplazamientos hacia los bordes deben seguir manteniendo esta posición. Este tipo de disposición se consigue mediante la ayuda de posicionamiento 60 que se muestran en la figura 6. El tope 61 puede extenderse por toda la longitud de la semicubierta de la pala del rotor 2 y, por ejemplo, disponerse sobre un arco 62 en el borde o desviación del molde de fabricación de la semicubierta de la pala del rotor 2. Tras la fabricación de la semicubierta de la pala del rotor 2, se puede desplazar la ayuda de posicionamiento 60 en el arco 62, hasta que los pies 63 descansen en la pared interior de la semicubierta de la pala del rotor 2. La altura del tope 61 sobre la semicubierta de la pala del rotor 2 se puede ajustar mediante un dispositivo de ajuste de altura VH, por ejemplo, de manera que los pies 63 queden abatibles. El tope 61 de la ayuda de posicionamiento 60 se ajustará en su anchura por medio de un dispositivo de ajuste de anchura VB. Todo ello permite calcular las distintas alturas B de las tiras de fijación 21, 22.

40 Listado de referencia:

- 1 Pala de rotor 1
- 2 Semicubierta de la pala del rotor inferior 2
- 3 Semicubierta de la pala del rotor superior 3
- 4 Ala principal inferior 4
- 5 Ala principal superior 5
- 6
- 7 Brida 7
- 8
- 9
- 10
- 11 Raíz o arranque de la pala del rotor 11
- 12 Punta de la pala del rotor 12
- 13
- 14
- 15
- 16 Brida de perfil en U 16
- 17 Brida de perfil en U 17
- 18
- 19
- 20 Tira de fijación 20
- 21 Tira de fijación 21
- 22 Tira de fijación 22
- 23 Escalón longitudinal 23
- 24 Cuña de madera de balsa que discurre en dirección longitudinal 24

ES 2 462 755 T3

	25	
	26	Tira de fijación 26
	27	Tira de fijación 27
5	28	Tira de fijación 28
	29	Escalón longitudinal 29
	30	Cuña de madera de balsa que discurre en dirección longitudinal 30
	31	Área o zona accesible o viable 31
	32	Área o zona accesible o viable 32
10	33	
	34	
	35	
	36	
	37	
15	38	
	39	
	40	
	41	Escalón transversal 41
	42	Escalón transversal 42
20	43	
	44	
	45	
	46	
	47	
25	48	
	49	
	50	
	51	Cuña de madera de balsa que discurre en dirección transversal 51
	52	Cuña de madera de balsa que discurre en dirección transversal 52
30	53	
	54	
	55	
	56	
	57	
35	58	
	59	
	60	Ayuda de posicionamiento 60
	61	Tope 61
	62	Arco 62
	63	Pies 63
40	B	Ancho de ala, ancho de recorrido de la tira de fijación
	D	Grosor de ala
	VH	Dispositivo de ajuste de altura del tope
	VB	Dispositivo de ajuste de anchura del tope
45	L	Dirección o sentido longitudinal

REIVINDICACIONES

- 5 1. Pala de rotor para un sistema de energía eólica con al menos un ala (4,5) que transcurre en una dirección longitudinal (L) de la pala del rotor, donde un ancho (B) del ala (4,5) disminuye a lo largo de la dirección longitudinal (L), que se caracteriza por que al menos un ala (4,5) tiene unas tiras de o fijación superpuestas y de diferente anchura (20, 21, 22, 26, 27, 28) con distintas longitudes en el sentido longitudinal (L) y por que las tiras de fijación (20, 21, 22, 26, 27, 28) tienen un diseño tal que se van estrechando a medida que se alejan del arranque del ala del rotor (11) y por que las tiras de fijación externas (20, 21, 26, 27) de al menos un ala (4,5) son más cortas que las tiras de fijación (21, 22, 27, 28) del ala (4,5) que están dispuestas por el lado interior de las tiras de fijación externas (20, 21, 26, 27), y por que las tiras de fijación (21, 22, 27, 28) dispuestas en el interior de una tira de fijación externa (20, 21, 26, 27) de al menos un ala (4,5) son más estrechas, preferiblemente en toda la sección o básicamente en toda su extensión en la dirección longitudinal (L) que la tira de fijación externa (20, 21, 26, 27) del ala (4,5).
- 10 2. Pala del rotor conforme a la reivindicación 1, que se caracteriza por que el ancho de al menos un ala disminuye gradualmente en la dirección longitudinal (L).
- 15 3. Pala del rotor conforme a la reivindicación 1, que se caracteriza por que cada tira de fijación (21, 22, 27, 28) adyacente por el interior a una tira de fijación exterior (20, 21, 26, 27) es más larga que la tira de fijación exterior (20, 21, 26, 27).
- 20 4. Pala de rotor conforme al menos a una de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por que un extremo de una tira de fijación (20, 21, 22, 26, 27, 28) que transcurre en dirección transversal termina en una dirección longitudinal (L) y forma un escalón transversal (41, 42) en el que se forma un cierre a modo de cuña preferiblemente, liso, y que transcurre en dirección transversal (51, 52) que corresponde a la altura y/o anchura de la tira de fijación terminada (20, 21, 22, 26, 27, 28).
- 25 5. Pala del rotor conforme al menos a una de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por que un extremo que transcurre en dirección longitudinal (L) de una tira de fijación terminada en sentido transversal (20, 21, 22, 26, 27, 28) forma un escalón longitudinal (23, 29), en el que se forma un cierre a modo de cuña preferiblemente, liso, y que transcurre en dirección transversal (24,30), que corresponde preferiblemente a la altura y/o anchura de la tira de fijación terminada (20, 21, 22, 26, 27, 28).
- 30 6. Pala del rotor conforme al menos a una de las reivindicaciones 4 ó 5, que se caracteriza por que el cierre (24,30) que transcurre en sentido longitudinal (L) y/o el cierre (51, 52) que transcurre transversalmente presenta madera de balsa.
- 35 7. Pala del rotor conforme al menos a una de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por que cada tira de fijación (20, 21, 27, 28) adyacente por el exterior a una tira de fijación interior (21, 22, 27, 28) es más ancha y más corta que la tira de fijación interior (21, 22, 27, 28).
- 40 8. Procedimiento para fabricar una pala de rotor (1) conforme a una de las reivindicaciones anteriores, en la que al menos un ala (4,5) con su anchura (B) que decrece en la dirección longitudinal (L) se aplica a una pared interior de una pala de rotor, que se caracteriza por que las tiras de fijación (20, 21, 22, 26, 27, 28) con diferentes anchuras (B) y/o diferentes longitudes se superponen una sobre otra y se seleccionan de manera que cuanto se extienden las tiras de fijación (20, 21, 22, 26, 27, 28) en la dirección longitudinal (L) más estrechas se vuelven las tiras de fijación (20, 21, 22, 26, 27, 28).
- 45 9. Procedimiento conforme a la reivindicación 8, que se caracteriza por que los extremos de las tiras de fijación (20, 21, 22, 26, 27, 28) terminadas en dirección longitudinal (L) forman unos escalones transversales (41, 42), a los que se añaden o adjuntan cierres (51, 52) que van en sentido transversal y se alisan y/o los extremos de las tiras de fijación terminadas en dirección transversal (20, 21, 22, 26, 27) forman unos escalones longitudinales (23, 29), a los que se añaden unos cierres (24, 30) que van en sentido longitudinal (L) y que son alisados, en particular sobrelaminados y para los que se emplean cuñas de madera de balsa (24, 30, 51, 52) como cierres (24, 30, 51, 52).
- 50 10. Procedimiento conforme a una de las reivindicaciones 8 ó 9, que se caracteriza por que las tiras de fijación interiores (21, 22, 27, 28) se eligen más pequeñas que las tiras de fijación exteriores colindantes (20, 21, 26, 27) y la disminución de la anchura se determina de manera que se tiene en cuenta una contracción de la pared interior de la pala del rotor formándose una superficie de ala interior lisa.
- 55 60

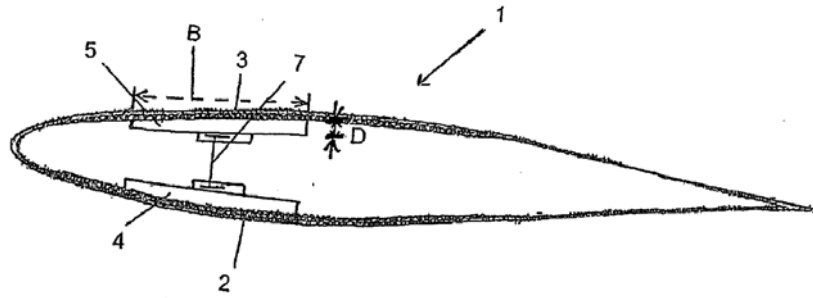


Fig. 1

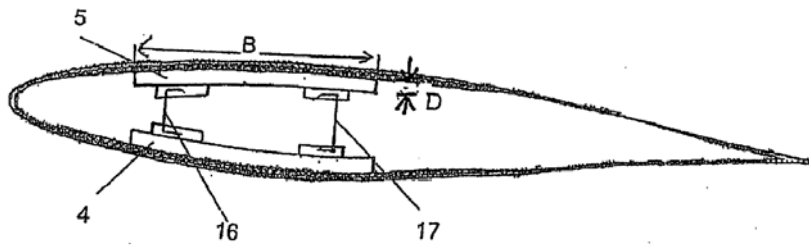


Fig. 2

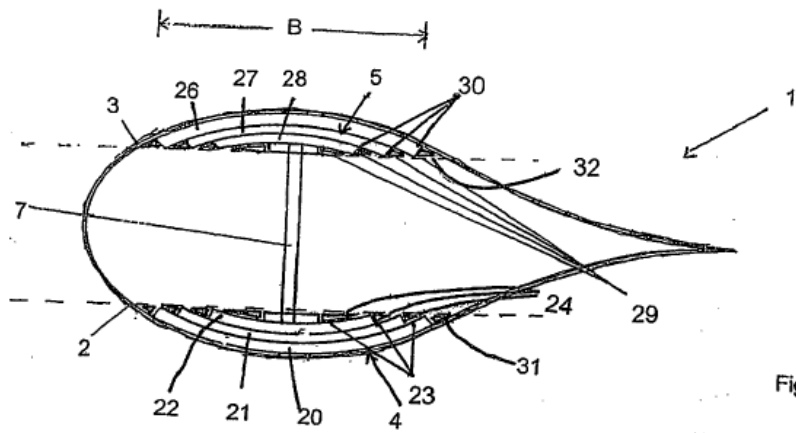


Fig. 3

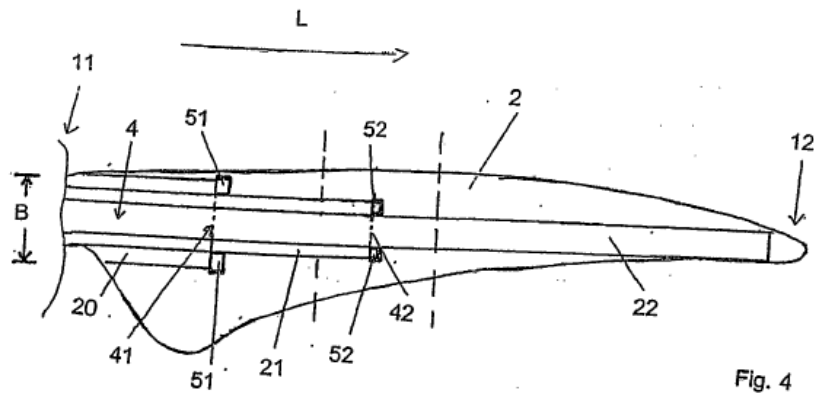


Fig. 4

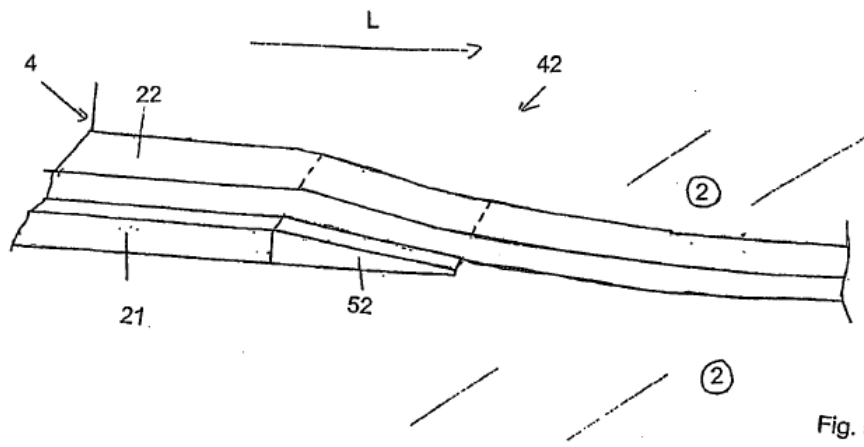


Fig. 5

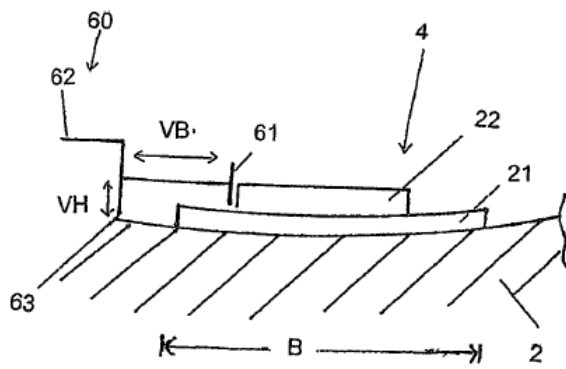


Fig. 6