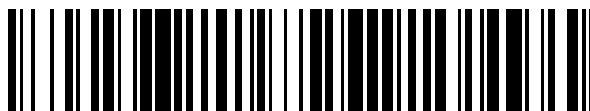


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 939 168**

51 Int. Cl.:

F03D 1/06

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.06.2017 E 17176048 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.01.2023 EP 3260697**

54 Título: **Correa de borde de salida con sección transversal rectangular**

30 Prioridad:

24.06.2016 DE 102016007675

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

19.04.2023

73 Titular/es:

**SIEMENS GAMESA RENEWABLE ENERGY
SERVICE GMBH (100.0%)
Beim Strohhause 17-31
20097 Hamburg, DE**

72 Inventor/es:

**BENDEL, URS;
WERNER, MARKUS;
RAMM, JULIAN;
EYB, ENNO y
ZELLER, LENZ**

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 939 168 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

Correa de borde de salida con sección transversal rectangular

5 La invención se refiere a una pala de rotor según la reivindicación 1 y a un procedimiento para producir una pala de rotor según la reivindicación 10.

10 Naturalmente las palas de rotor para aerogeneradores son suficientemente conocidas en el estado de la técnica. En el documento DE 10 2012 107 932 B4 se divulga una pala de rotor que se compone de un sistema de compuesto de fibra. A este respecto, inicialmente se producen semicarcasas de pala de rotor y se adhieren entre sí. Para estabilizar la semicarcasa de pala de rotor en la dirección de impacto, es decir, en perpendicular a la dirección de pivotado, o plano de rotor en el que gira la pala de rotor, entre las semicarcasas de pala de rotor están previstas almas que están adheridas a lo largo de correas a las semicarcasas de pala de rotor. Las correas y almas configuran en la sección transversal un soporte en forma de doble T. En palas de rotor, en las semicarcasas de pala de rotor está prevista en cada caso una correa principal que discurre esencialmente a lo largo de la línea de las mayores alturas de perfil. Las correas principales enfrentadas están unidas entre sí a través de un alma.

20 Por el documento US 2014/0301859 A1 se conoce una pala de rotor con correas principales integradas en las semicarcasas de pala de rotor.

Por el documento CA 2 738 123 se conoce una pala de rotor con correas principales y secciones de refuerzo que discurren a lo largo del borde de salida.

25 En el documento US 2009/0169392 A1 se describen a su vez correas principales integradas en las semicarcasas de pala de rotor que están unidas entre sí a través de almas principales.

El documento DE 10 2014 221 966 A1 se refiere a palas de rotor con correas de borde principal y de salida integradas en la semicarcasa de pala de rotor.

30 En el documento US 2012/0141282 A1 se describe una pala de rotor con correas principales integradas en las semicarcasas de pala de rotor que están unidas entre sí a través de almas principales.

En el documento US 2011/008175 A1 se divulga una pala de rotor con dos almas que discurren paralelas entre sí que están dispuestas aproximadamente en el centro en la carcasa de pala de rotor.

35 En el documento DE 10 2012 019 351 A1 se conoce un procedimiento para ensamblar una pala de rotor de aerogenerador compuesta de un segmento en el lado de la raíz de pala y un segmento en el lado de la punta de pala, en donde un alma doble discurre en el centro y un alma discurre a lo largo del borde de salida de pala de rotor.

40 El documento US 2011/0206529 A1 desvela una pala de rotor con un alma doble configurada de una sola pieza en el interior de pala de rotor, así como un alma acodada dispuesta entre el alma doble y el borde de salida de pala de rotor.

45 Por lo demás, corresponde al estado de la técnica prever en palas de rotor para aerogeneradores correas compuestas de fibras que discurren esencialmente en la dirección de la dirección longitudinal de la pala de rotor que se colocan directamente a lo largo del borde de salida de la pala de rotor. A este respecto, ambas semicarcasas, que son componente de la pala de rotor presentan respectivamente una correa de borde de salida que se adhieren directamente la una a la otra como en el estado de la técnica a lo largo del borde de salida.

50 En las palas de rotor conocidas, es desventajoso el hecho de que debe emplearse más material para la configuración de la correa de borde de salida de lo que sería necesario para cumplir los requisitos de rigidez, dado que esta configuración correspondiente al estado de la técnica tiende en gran medida a una inestabilidad por alabeo cuando el borde de salida de la pala de rotor se somete a presión. Por lo tanto, deben introducirse capas adicionales de productos semiacabados de fibra para lograr la seguridad requerida contra el alabeo. Sin embargo, dado que la distancia entre la superficie del lado de presión aerodinámico de la pala de rotor y su lado de succión aerodinámico es reducida, también es reducido el porcentaje de largueros que provoca cada capa adicional de producto semiacabado de fibra. Por lo tanto, la efectividad de capas adicionales de productos semiacabados de fibra en el borde de salida para aumentar la seguridad contra inestabilidades por alabeo es muy reducida, y se requiere un mayor número adicional de capas de productos semiacabados de fibra, lo que encarece de forma innecesaria la pala de rotor.

60 Por lo tanto, es objetivo de la presente invención mejorar una pala de rotor del tipo mencionado al principio en el sentido de que se gaste menos material con la misma seguridad frente a inestabilidades por alabeo y con las mismas dimensiones externas de la pala de rotor.

65 Otro objetivo de la presente invención es poner a disposición un procedimiento con cuya ayuda pueda fabricarse una pala de rotor según la invención.

En cuanto a la pala de rotor el objetivo se resuelve mediante una pala de rotor mencionada al principio con las características de la reivindicación 1.

5 La pala de rotor según la invención presenta dos semicarcasas de pala de rotor fabricadas en cada caso en un procedimiento de laminación que presentan en cada caso una franja que circunda las semicarcasas de pala de rotor casi por completo, a lo largo de la cual se adhieren entre sí ambas semicarcasas de pala de rotor. Únicamente en una raíz de la pala de rotor queda una abertura a través de la cual la pala de rotor puede fijarse con una conexión en un buje de rotor. En cada una de las dos semicarcasas está dispuesta en cada caso al menos una correa de borde de salida, preferiblemente en cada caso exactamente una correa de borde de salida. Según la invención las correas de borde de salida discurren a lo largo de la franja de borde de salida de la semicarcasa de pala de rotor en una dirección longitudinal, y están configuradas rectangulares en una sección transversal transversalmente, preferiblemente en perpendicular a su dirección longitudinal al menos a lo largo de una sección en dirección longitudinal. Por rectangular se entiende en este caso también una forma de sección transversal esencialmente rectangular. Las esquinas pueden estar ligeramente redondeadas. Preferiblemente la sección transversal es rectangular por secciones, de manera preferida exactamente rectangular. También puede estar prevista una sección transversal cuadrada. Preferiblemente la sección transversal rectangular está configurada de modo que la correa de borde de salida, al menos a lo largo de la extensión predominante a lo largo de su anchura, presenta una superficie interior recta que indica hacia el interior de pala de rotor y una altura igual de la correa de borde de salida de pala de rotor a lo largo de esta anchura. Sin embargo, la correa de borde de salida de pala de rotor puede estar configurada en los bordes longitudinales biselada, redondeada o aplanada discurriendo en la pared interior de pala de rotor de manera que no queden al descubierto bordes cortantes o sensibles. También las secciones transversales lisas anteriormente descritas se denominan en este caso todavía rectangulares, al menos en la medida en que la superficie interior recta constituya al menos la mitad de la anchura.

10

15

20

25 Preferiblemente dos correas de borde de salida se sitúan enfrentadas, y cada una de las dos correas de borde de salida enfrentadas presenta, en cada caso, a lo largo de una sección que se extiende en la dirección longitudinal, una sección transversal rectangular transversalmente, preferiblemente en perpendicular a la dirección longitudinal. Por la dirección longitudinal se entiende en este caso una dirección longitudinal de la correa de borde de salida a lo largo de la sección respectiva que puede variar a lo largo de la correa de borde de salida y también puede desviarse algo de la dirección longitudinal de la pala de rotor.

30

Ambas correas de borde de salida están situadas enfrentadas cuando se enfrentan la una a la otra con sus caras interiores anchas.

35 Según la invención, la correa de borde de salida en la sección en la que la al menos una correa de borde de salida está moldeada rectangular en la sección transversal está más alejada de la franja de borde de salida asociada a ella que en otras secciones.

40 Favorablemente, un borde de salida de la pala de rotor en la sección presenta como máximo un primer grosor, y la correa de borde de salida a lo largo de la sección está más distanciada por todas partes de la franja de borde de salida que en otra sección en la que la pala de rotor presenta un grosor mayor que el primer grosor. Por grosor se entiende en este caso la distancia de dos puntos de la envoltura externa de pala de rotor en perpendicular a la cuerda de pala de rotor o a la línea media de perfil. Por la sección se entiende en este caso la zona en la que está prevista la correa de borde de salida. Por consiguiente, la correa de borde de salida está más distanciada de la franja de borde de salida asociada a ella en el lugar donde la pala de rotor presenta un primer grosor que, sin embargo es reducido, al menos más reducido que en otras secciones en las que la correa de borde de salida es más compacta en el borde de salida.

45

Preferiblemente, cada una de las correas de borde de salida está tan distanciada de las franjas de borde de salida asociadas a ella que una distancia mínima entre ambas semicarcasas de pala de rotor, en esta zona en la que se encuentran las correas de borde de salida es de al menos 3 mm. Por la distancia se entiende en este caso la distancia interior de dos puntos del revestimiento interno de pala de rotor perpendicularmente a la cuerda de pala de rotor o a la línea media de perfil.

50

Según la invención, la correa de borde de salida se desplaza al menos por secciones desde el borde de salida en la dirección al borde delantero para realizar así un momento de inercia de superficie mayor de las correas de borde de salida con respecto a la cuerda de referencia cuando la superficie de sección transversal de la correa de borde de salida sigue siendo invariable con respecto a una realización del estado de la técnica. Al mismo tiempo en una disposición de las correas de borde de salida en la pala de rotor según la invención ha resultado ser ventajoso para el desarrollo de la fabricación el diseñar la sección transversal de la correa esencialmente rectangular.

55

60

Favorablemente la correa de borde de salida discurre a lo largo del borde de salida. Por tanto, puede presentar distintas distancias desde el borde de salida a lo largo de la dirección longitudinal. Favorablemente la correa de borde de salida está configurada rectangular en la sección transversal en el lugar donde el borde de salida presenta un grosor reducido. Puede estar más distanciada en estas secciones del borde de salida que en otras secciones.

65

Adicionalmente, según la invención está prevista una unión entre las correas de borde de salida enfrentadas mediante un alma o larguero. Se produce así una disposición que presenta una relación notablemente mejorada de masa utilizada respecto a la seguridad ante el pandeo.

- 5 Según la invención, la correa de borde de salida presenta una sección transversal significativamente menor que la correa principal en la misma distancia con respecto a la raíz de pala.

10 Se ha demostrado que las correas con una sección transversal rectangular son más fáciles de producir que otras formas de sección transversal. Por tanto, las correas de borde de salida a lo largo de una sección están configuradas rectangulares en su dirección longitudinal en la sección transversal, en donde, no obstante, la superficie de sección transversal, en particular la altura del rectángulo puede variar.

15 Según la invención, sin embargo, las correas de borde de salida rectangulares en la sección transversal ya no están colocadas, como se conoce en el estado de la técnica, por todas partes directamente a lo largo del borde de salida de pala de rotor, sino que presentan una distancia variable y preferiblemente mayor por secciones con respecto al borde de salida de pala de rotor. En particular, en zonas estrechas en la sección transversal del borde de salida, las correas de borde de salida de pala de rotor están más distanciadas de la franja de borde de salida de pala de rotor que por ejemplo en la zona de raíz de mayor dimensión de la pala de rotor. La fijación de la distancia entre correa de borde de salida y borde de salida de la pala de rotor es un objetivo de optimización en el que la superficie de sección transversal de la correa de borde de salida y su distancia con respecto al borde de salida de la pala de rotor, que determina la distancia de las correas de borde de salida entre sí mediante la forma de perfil, se deben elegir de modo que resulte un mínimo de la relación de masa utilizada con respecto a seguridad ante el pandeo alcanzada.

25 En la sección aerodinámica de la pala de rotor provista con una altura menor del interior de pala de rotor esta distancia mayor del borde de salida de la pala de rotor debería proporcionarse para que las correas de borde de salida durante el cierre de las semicarcasas de pala de rotor durante la producción no se toquen y siga siendo posible una unión adhesiva entre las dos franjas de semicarcasa de pala de rotor. Las dos correas de borde de salida no deben chocar delante de las franjas de semicarcasa de pala de rotor ni impedir un cierre completo de las semicarcasas de pala de rotor. Favorablemente, ambas correas de borde de salida están distanciadas de sus franjas de borde posterior de manera que una distancia mínima es de aproximadamente 3,0 mm y una distancia máxima de aproximadamente 20 mm - 50 mm entre las caras interiores dirigidas unas hacia otras de las dos correas de borde de salida en la dirección de grosor de perfil de la pala de rotor, ambas correas de borde de salida, es decir, en el procedimiento de producción durante el cierre de las palas de rotor, no se tocan e incluso presentan una distancia interior la una de la otra que se cubre mediante un alma, preferiblemente a través de un larguero.

35 Debido a la distancia máxima de las dos correas de borde de salida de entre preferiblemente 2 cm a 5 cm es conveniente unir mediante un larguero, en lugar de un alma, la correa de borde de salida de la semicarcasa de pala en el lado de succión con la correa de borde de salida de la semicarcasa de pala de rotor en el lado de presión.

40 Un larguero es preferiblemente asimismo un componente de compuesto de fibra que en la sección transversal, sin embargo, está configurado no como un alma en forma rectangular con una altura mayor en un múltiplo que una anchura, sino como un componente en el que la altura del componente es menor que la anchura del componente. Así, la altura del larguero es, por ejemplo, de 2 cm a 5 cm, mientras que la anchura del larguero es aproximadamente de 20 cm a 30 cm. La altura y la anchura de construcción varían sin embargo a lo largo de la extensión longitudinal de la pala de rotor.

50 En una forma de realización especialmente ventajosa de la invención el larguero presenta una sección transversal trapezoidal, por lo que puede integrarse perfectamente en la fabricación de la carcasa de pala correspondiente, p.ej. en la infusión.

55 Ambas correas de borde de salida de ambas semicarcasas de pala de rotor presentan preferiblemente una anchura de 20 cm a 30 cm. La anchura de las correas de borde de salida a lo largo de toda la expansión longitudinal de la correa de borde de salida es esencialmente igual, preferiblemente exactamente igual. Por ello es posible una fabricación sencilla de la correa de borde de salida.

60 Convenientemente la correa de borde de salida está formada por varias capas de un producto semielaborado de fibras colocadas unas encima de otras y/o unas al lado de otras. El producto semielaborado de fibras puede ser una estructura de fibras naturales, de plástico, vidrio o de carbono o similar que se impregna con una resina y después se cura. Sin embargo, la configuración según la invención de la pala de rotor debe comprender también otras formas de productos semielaborados de fibra como productos preimpregnados y perfiles pultruidos.

El número de capas de la correa de borde de salida se adapta a los requisitos de resistencia y seguridad frente al alabeo en la sección de pala de rotor respectiva.

65 Preferiblemente las correas de borde de salida presentan una altura de menos de 1 cm en los extremos en el lado de la raíz o de la punta y hasta de 7 - 10 cm en su punto más grueso.

En cuanto al procedimiento, la invención se resuelve mediante un procedimiento con las características de la reivindicación 10. El procedimiento es adecuado en particular para la fabricación de una de las palas de rotor anteriormente mencionadas.

5 Las palas de rotor se componen preferiblemente de componentes fabricadas por separado, como semicarcasas de pala de rotor, almas, largueros y correas. Los componentes independientes se fabrican en este caso en moldes de fabricación determinados para ellos individualmente. En los moldes de fabricación inicialmente varias capas, por ejemplo capas que contienen fibras de fibras de vidrio y/o de carbono y/o plásticos y/o también sustancias naturales como espumas y balsa, etc., se colocan unas sobre otras y unas junto a otras. Las capas dispuestas de este modo configuran un producto semiacabado preferiblemente seco. El producto semiacabado se impregna con un sistema de resina en procedimientos como, por ejemplo, moldeo por inyección de resina (procedimiento RIM) o el moldeo por transferencia de resina (procedimiento RTM) con un sistema de resina. Después del curado del sistema de resina los componentes se aglutinan y la pala de rotor se termina de fabricar. Sin embargo, también se incluyen procedimientos de producción como la utilización de productos preimpregnados y perfiles pultruidos en la fabricación según la invención de la pala de rotor.

20 En particular, en cuanto a la fabricación de las correas está previsto, aunque no pertenece a la invención, que las correas ya sean componente integral de las semicarcasas de pala de rotor, es decir, se producen de manera integral simultáneamente durante el procedimiento de fabricación de las semicarcasas de pala de rotor. Sin embargo, también pueden adherirse posteriormente a las caras interiores de las semicarcasas de pala de rotor o, sin pertenecer a la invención, se introducen como componentes prefabricados en la fabricación de las semicarcasas de pala de rotor.

25 En particular, las correas de borde de salida discurren convenientemente lo más pegadas posible al borde de salida de pala de rotor para aumentar en gran medida la rigidez en la dirección de pivotado. A este respecto, sin embargo surge el problema de que, en particular, en la zona aerodinámica de la pala de rotor a lo largo del borde de salida de pala de rotor queda disponible solo muy poco interior libre, en particular no de gran altura en la pala de rotor. En particular esto lleva a que las correas de borde de salida de pala de rotor según el estado de la técnica, al menos a lo largo de su lado longitudinal que indica hacia el borde de salida de pala de rotor estén redondeadas o aplanadas hacia el borde de salida para que cuando se cierran o se plieguen las dos semicarcasas de pala de rotor, no choquen e impidan una adherencia completa de las semicarcasas de pala de rotor. Esto, en el estado de la técnica, produce una seguridad frente al pandeo muy reducida, a menudo demasiado reducida, de manera que debe preverse material adicional en las correas de borde de salida, lo que encarece la pala de rotor.

35 Habitualmente, y también según la invención las semicarcasas de pala de rotor se producen en moldes de semicarcasa independientes que están dispuestos unos junto a otros y pueden pivotar unos hacia otros a través de una unión articulada. Este mecanismo pivotante permite posicionar las franjas circundantes unas sobre otras casi al completo de las dos semicarcasas de pala de rotor en una posición exacta y después de la aplicación de una capa de adhesivo a lo largo de las dos o al menos una de las dos franjas.

40 Antes del cierre de los dos moldes de semicarcasa se pegan convenientemente también las almas, largueros y correas en las semicarcasas de pala de rotor.

45 El procedimiento según la invención hace uso de la idea de producir las correas de borde de salida mediante una superposición preferiblemente exacta de capas, es decir, capas de fibra de los materiales más diversos, en donde el producto semiacabado formado por las capas superpuestas se somete a infusión, p.ej. con un sistema de resina que se cura a continuación. También son concebibles otros procedimientos de fabricación, como, p.ej. la utilización de productos preimpregnados o perfiles pultruidos. Surge una sección transversal cuadrangular de la correa de borde de salida, en donde la correa de borde de salida debe estar adaptada naturalmente a la forma aerodinámica de la pared interior de pala de rotor a lo largo de la extensión longitudinal, es decir, en particular, en dirección longitudinal no discurre exactamente recta, sino que sigue arqueada al borde de salida y a la superficie de la pala de rotor para que pueda integrarse por todas partes en la estructura de carcasa de pala.

55 Sin embargo, las correas de borde de salida presentan, al menos en la sección aerodinámica, una distancia desde la franja de borde de salida. Por una distancia se entiende en este caso una distancia de un borde longitudinal de la correa de borde de salida adyacente a la franja de borde de salida con respecto a la franja de borde de salida que preferiblemente no es de cero, sino de algunos centímetros. Se superponen tantas capas que la correa de borde de salida presenta un grosor de 1 cm a 10 cm, preferiblemente de hasta 7 - 8 cm después de la infusión de resina.

60 La correa de borde de salida de pala de rotor puede estar configurada de una sola pieza o de varias piezas, en donde las piezas individuales se pegan después unas a otras en las semicarcasas de pala de rotor y se unen entre sí.

65 Las capas de fibra individuales de la correa de borde de salida de pala de rotor presentan preferiblemente una anchura igual de modo que los bordes longitudinales de las capas de tejido se posicionan exactamente unas sobre otras, en donde pueden preverse biseles de desmoldeo.

Se ha demostrado que, en el caso de una superficie de sección transversal igual de la correa de borde de salida de pala de rotor, esta forma rectangular presenta una resistencia contra el alabeo más alta también en el caso de una distancia mayor del borde de salida de pala de rotor que las correas convencionales que discurren exactamente a lo largo del borde de salida de pala de rotor con bordes longitudinales biselados o redondeados.

De manera especialmente preferida, las caras interiores de las correas de borde de salida enfrentadas en el interior de pala de rotor están unidas con largueros. Los largueros, debido a su mayor anchura con respecto a las almas y a la sección transversal preferiblemente trapezoidal son más sencillos de realizar que las almas en la construcción de la carcasa de pala.

La invención se describe mediante un ejemplo de realización en seis figuras; a este respecto, muestran:

Fig. 1 una vista interior de una pala de rotor convencional con una correa principal y una correa de borde de salida,

Fig. 2 una vista seccionada de una pala de rotor convencional a lo largo de una línea II - II de la Fig. 1,

Fig. 3 una vista seccionada de una estructura de una correa de borde de salida según el estado de la técnica,

Fig. 4 una vista interior de una semicarcasa de pala de rotor según la invención con una correa principal y una correa de borde de salida según la invención,

Fig. 5 una vista seccionada de una pala de rotor según la invención a lo largo de una línea V - V en la Fig. 4,

Fig. 6 una vista seccionada de la estructura de una correa de borde de salida según la invención.

En la Fig. 1 se representa una semicarcasa 1 de pala de rotor en el lado de succión de una pala de rotor convencional. La Fig. 1 muestra una vista interior de la semicarcasa 1 de pala de rotor. Las figuras no están representadas a escala.

Las palas de rotor se componen preferiblemente de componentes producidos por separado como semicarcasas 1 de pala de rotor, correas, almas o largueros. Los componentes independientes se producen en moldes de fabricación determinados individualmente para ellos. En los moldes de fabricación inicialmente varias capas, por ejemplo, capas que contienen fibra, espumas, balsa etc., se colocan unas por encima de otras y/o unas junto a otras. Las capas dispuestas de este modo configuran un producto semiacabado preferiblemente seco. El producto semiacabado está situado en una cara interior de un molde de fabricación y se pega en el lado opuesto al molde de fabricación con una lámina para vacío. El molde de fabricación o la lámina para vacío presentan una multitud de aberturas de entrada y aberturas de salida. El producto semiacabado se impregna en el procedimiento, como por ejemplo el procedimiento RIM (moldeo por inyección de resina) o el procedimiento (RTM moldeo por transferencia de resina), con un sistema de resina. Para ello, el producto semiacabado bajo la lámina para vacío, es decir, entre la pared interior del molde de fabricación y la lámina para vacío se somete a vacío al succionarse aire a través de las aberturas de salida. También, mediante el vacío, el sistema de resina líquido o viscoso se aspira en el producto semiacabado e impregna el producto semiacabado por completo. El procedimiento se lleva a cabo hasta que también el sistema de resina se escapa por las aberturas de salida. Pero también pueden utilizarse productos preimpregnados y/o perfiles pultruidos.

Según el estado de la técnica, las semicarcasas 1 de pala de rotor se fabrican individualmente y en cada caso en una pieza. Las palas de rotor modernas presentan longitudes entre 40 m y 60 m y de hasta 75 m e incluso más. Para su producción pueden estar previstos moldes de producción con longitudes correspondientes de hasta 70 m, 75 m o incluso moldes de producción todavía más largos.

Después del curado de las semicarcasas 1 de pala de rotor, en la cara interior de ambas semicarcasas de pala de rotor se adhiere en cada caso una correa principal 2 y una correa 3 de borde de salida. En la Fig. 1 se representa una cara interior de una de las dos semicarcasas de pala de rotor de una pala de rotor. En la Fig. 1 se representa la semicarcasa 1 de pala de rotor en el lado de succión. Según una realización no reivindicada, sin embargo, también es posible colocar la correa 3 de borde de salida como componente prefabricado durante la fabricación de las semicarcasas de pala de rotor en el molde de fabricación correspondiente, y dado el caso, unirla con la infusión con las otras capas y materiales.

Cada una de las semicarcasas 1 de pala de rotor presenta un extremo 4 en el lado de la punta y un extremo 5 en el lado de la raíz, así como un borde 6 de ataque y un borde 7 de salida. La nomenclatura correspondiente se aplica también para la pala de rotor compuesta por dos carcasas de pala de rotor.

Circundando casi por completo la semicarcasa 1 de pala de rotor está prevista una franja 8 de semicarcasa de pala de rotor que presenta una anchura de preferiblemente 3 a 25 cm. La franja 8 discurre a lo largo de la arista 6 de ataque de pala de rotor alrededor del extremo 4 en el lado de la punta de la semicarcasa 1 de pala de rotor y a lo largo de todo el borde 7 de salida de pala de rotor. Las dos semicarcasas 1 de pala de rotor presentan en cada caso la franja 8 y las carcasas 1 de pala de rotor se adhieren unas a otras a lo largo de sus dos franjas 8. La anchura de la franja 8 puede variar por secciones, en donde las transiciones están realizadas preferiblemente de manera continua. Para ello,

los moldes de fabricación están dispuestos unos junto a otros, y un molde de semicarcasa abatible puede hacerse pivotar a través de un molde de semicarcasa de posición fija de manera que, después de la producción de las dos semicarcasas de pala de rotor en los dos moldes de semicarcasa y su curado, así como, dado el caso, la adhesión de otros componentes como correas y almas, el molde de semicarcasa plegable puede plegarse a lo largo del molde de posición fija.

También es concebible que ambos moldes de semicarcasa puedan plegarse simultánea o sucesivamente y se cierren el uno sobre el otro.

Sobre la semicarcasa de pala de rotor producida en el molde de semicarcasa de posición fija se aplica un adhesivo a lo largo de toda la franja 8 de semicarcasa de pala de rotor. Ambas semicarcasas 1 de pala de rotor se adhieran a lo largo de sus dos franjas 8 con ayuda del adhesivo. Para comprimir los dos moldes de semicarcasa pueden estar previstos cierres de apriete en los moldes de semicarcasa que generan una presión suficiente entre ambas semicarcasas 1 de pala de rotor y con ello sobre la masa adhesiva.

A lo largo de la línea del mayor grosor de perfil se coloca la correa principal 2. La correa principal 2 puede producirse por separado o, algo que no se reivindica, configurarse al mismo tiempo durante el proceso de fabricación de la semicarcasa 1 de pala de rotor en la cara interior de la semicarcasa 1 de pala de rotor de manera integral.

La correa principal 2 y la correa 3 de borde de salida presentan asimismo capas de fibra que discurren en una dirección longitudinal L, en donde las capas de fibra de las correas 2, 3, pero también de las semicarcasas 1 de pala de rotor, o de las almas, pueden presentar fibras de vidrio, fibras de carbono, fibras que contienen plástico, fibras naturales, pero también otros tipos de fibras. Las capas de fibra individuales pueden estar configuradas en cada caso de una sola pieza. Sin embargo, también en el caso de correas largas 2, 3 puede ser conveniente fabricar las correas 2, 3 por piezas a lo largo de la dirección longitudinal L y después montarlas en la semicarcasa 1 de pala de rotor. Se aplica lo correspondiente también para otros componentes.

Las correas 2, 3 se curan asimismo impregnadas con resina en un procedimiento de infusión por vacío y después se adhieren sobre la cara interior de la semicarcasa 1 de pala de rotor o, algo que no se reivindica, se conforman simultáneamente durante el procedimiento de producción de la semicarcasa 1 de pala de rotor de manera integral. Sin embargo, en una realización no reivindicada, es posible producir previamente las correas 2, 3 y después integrarlas durante la construcción de la semicarcasa al unirse p.ej. durante la infusión con otros materiales de la semicarcasa de pala de rotor. La correa principal 2 sirve para aumentar la resistencia la flexión de la pala de rotor en la dirección de impacto.

Las explicaciones anteriores se refieren no solo a las palas de rotor según el estado de la técnica, sino también a las palas de rotor según la invención.

Adicionalmente, según el estado de la técnica, la correa 3 de borde de salida está colocada a lo largo de una franja 8a de borde de salida de semicarcasa de pala de rotor. La correa 3 de borde de salida discurre directamente a lo largo del borde 7 de salida a una distancia de pocos centímetros de la franja 8, preferiblemente a una distancia de como mucho de tres a cuatro centímetros. La distancia de la correa 3 de borde de salida respecto a la franja 8a de borde de salida de semicarcasa de pala de rotor a lo largo de toda la extensión longitudinal de la correa 3 de borde de salida según el estado de la técnica es esencialmente igual, pero en cualquier caso muy reducida y es de unos pocos centímetros. La correa 3 de borde de salida según la invención discurre a lo largo de otra línea en la semicarcasa 1 de pala de rotor como la correa 3 de borde de salida conocida.

La Fig. 2 muestra una sección transversal de una pala 20 de rotor según el estado de la técnica a lo largo de una línea que tiene aproximadamente la altura de la línea de sección transversal II - II dibujada en la Fig. 1. No obstante, en la Fig. 1 solo se ha dibujado una semicarcasa 1 de pala de rotor, mientras que la Fig. 2 muestra una sección transversal de toda la pala 20 de rotor. Las dos semicarcasas 1, 21 de pala de rotor, presentan en cada caso una franja 8a, 22a de semicarcasa de pala de rotor asociada, y están adheridas la una a la otra a lo largo de sus franjas 8a, 22a de semicarcasa de pala de rotor.

A este respecto, ambas correas principales 2, 23 están situadas enfrentadas aproximadamente paralelas dentro de la pala 20 de rotor. Ambas correas principales 2, 23 están adheridas a través de un alma 24 que asimismo está fabricada por separado en un procedimiento de laminación mediante dos uniones adhesivas entre lados longitudinales de alma y caras interiores de correa. El alma 24 presenta en sus lados longitudinales pestañas adhesivas que producen una superficie de contacto mayor entre correa principal 2, 23 y alma 24.

Dado que las correas 3, 25 de borde de salida están dispuestas muy pegadas a la franja 8a, 22a de borde de salida respectiva, y también en la zona aerodinámica de la pala 20 de rotor central en dirección longitudinal L muy ceñidas a la franja 8a, 22a de borde de salida de semicarcasa de pala de rotor respectiva, ambas correas 3, 25 de borde de salida deben estar biseladas hacia la franja 8a, 22a de borde de salida para que cuando las dos semicarcasas 1, 21 de pala de rotor se cierran la una sobre la otra, las dos correas 3, 25 de borde de salida no se toquen, en particular no se toquen antes que las dos franjas 8a, 22a de borde de salida de semicarcasa de pala de rotor y hagan así imposible

o al menos impidan una adhesión. En las Figuras 1 y 2 ambas correas 3, 25 de borde de salida están configuradas en la sección transversal aproximadamente en forma de media lente o ligeramente curvadas hacia dentro.

En la Fig. 3 se muestra una estructura conocida de la correa 3 de borde de salida. A este respecto, las capas 31 de fibra del mismo ancho aproximadamente, de manera preferida exactamente del mismo ancho no se colocan exactamente las unas sobre las otras, sino que se superponen desplazadas a lo largo de una anchura B de la pala 20 de rotor o de la semicarcasa 1, 21 de pala de rotor, de modo que en una zona central vista a lo largo de la anchura B se sobreponen más capas de fibra que en las franjas longitudinales de las correas 3, 25 de borde de salida, es decir, cuanto más se aleje a lo largo de la anchura en la dirección del borde 6 de ataque y del borde 7 de salida, menos capas 31 de fibra en cada caso se sobreponen entre sí, y por consiguiente se produce una forma de media lente en la sección transversal. La forma de media lente se produce tras la infusión con el sistema de resina al someterse a infusión las capas de fibra con un sistema de resina.

La Fig. 4 muestra una semicarcasa 1 de pala de rotor según la invención. Lo expuesto en relación con las Fig. 1, 2, 3 puede transmitirse también a la pala 20 de rotor según la invención, excepto a lo referente a la disposición de la correa 3 de borde de salida. Por lo tanto, también se seleccionan los mismos números de referencia.

Las propias semicarcasas 1, 21 de pala de rotor pueden producirse en un procedimiento de producción convencional, p.ej. en el procedimiento de infusión. Asimismo, las correas principales 2, 23 pueden producirse de manera conocida. La posición de las dos correas 3, 25 de borde de salida en ambas semicarcasas 1, 21 de pala de rotor se diferencia del estado de la técnica según la Fig. 1 y Fig. 2.

Inicialmente la correa 3 de borde de salida según la Fig. 4 ya no se guía a lo largo de toda la dirección longitudinal L de la semicarcasa 1 de pala de rotor pegada a lo largo de la franja 8a de borde de salida, sino que presenta preferiblemente una distancia diferente de la franja 8a de borde de salida. En la zona aerodinámica de la pala de rotor, la distancia de la franja de borde 7 de salida es mayor que en la zona del extremo 5 en el lado de raíz.

La Fig. 5 muestra una sección transversal según la invención de una pala 20 de rotor según la invención a lo largo de una línea que está dispuesta aproximadamente a la altura V - V en la Figura 4, en donde en la Fig. 4 se representa precisamente solo una semicarcasa 1 de pala de rotor, mientras que en la Fig. 5 se representa una sección transversal de una pala 20 de rotor completa. Las dos correas 3, 25 de borde de salida están más distanciadas de las franjas 8a, 22a de borde de salida en comparación con la Fig. 2, en particular ambas correas 3, 25 de borde de salida están tan distanciadas del borde 7 de salida de pala de rotor que en la sección transversal están configuradas rectangulares, de manera preferida exactamente rectangulares. La distancia de la franja 8a, 22 a de borde de salida de semicarcasa de pala de rotor está dimensionada en cada caso de modo que, cuando las dos semicarcasas 1, 21 de pala de rotor se cierran la una sobre la otra, a pesar de la forma rectangular en la sección transversal de ambas correas 3, 25 de borde de salida, ambas correas 3, 25 de borde de salida no se tocan, mientras que sin embargo ambas franjas 8a, 22a de borde de salida estén enfrentadas tan juntas que puedan adherirse la una a la otra. Ambas correas 3, 25 de borde de salida están unidas entre sí con un larguero 50 a través de uniones adhesivas.

La Fig. 6 muestra la sección transversal de una de las correas 3 de borde de salida, 25 según la invención. La estructura de capa puede seleccionarse como ya se conoce, es decir, el tipo de material de las capas y el número de las capas pueden seleccionarse según el estado de la técnica como la estructura en la Fig. 3. Sin embargo pueden seleccionarse también otras secuencias de capas y otro número de capas diferentes al estado de la técnica. Sin embargo, es esencial para la invención el hecho de que las capas individuales ya no están desplazadas, sino que preferiblemente están posicionadas exactamente superpuestas de manera que sus franjas laterales están dispuestas superpuestas en paralelo y en vertical en la cara interior de la semicarcasa 1 de pala de rotor. Esto, a diferencia del estado de la técnica, configura una forma esencialmente rectangular de las correas 3, 25 de borde de salida en la sección transversal. Las correas 3, 25 de borde de salida rectangulares en la sección transversal presentan una resistencia contra el alabeo más alta con la misma superficie de sección transversal frente a las correas con forma de mitad de elipse en la sección transversal. Las correas 3, 25 de borde de salida son propensas al alabeo cuando el extremo 4 en el lado de la punta se curva debido a fuerzas externas en contra de la dirección de giro del rotor en la dirección de la borde 7 de salida y el borde 7 de salida por ello se somete a una carga de presión. Se ha demostrado que con una superficie de sección transversal igual en la sección transversal las correas 3, 25 de borde de salida rectangulares presentan una resistencia contra el alabeo más alta que las correas 3, 25 de borde de salida con forma de mitad de elipse en la sección transversal. Gracias a la invención puede ahorrarse material sin reducir la seguridad frente al alabeo del borde de salida o de las correas de borde de salida de la pala de rotor.

Lista de referencias

	1	Semicarcasa de pala de rotor
5	2	Correa principal
	3	Correa de borde de salida
	4	Extremo en el lado de la punta
10	5	Extremo en el lado de la raíz
	6	Borde de ataque de pala de rotor
15	7	Borde de salida de pala de rotor
	8	Franja de semicarcasa de pala de rotor
	8a	Franja de borde de salida de semicarcasa de pala de rotor
20	20	Pala de rotor
	21	Semicarcasa de pala de rotor
25	22	Borde de semicarcasa de pala de rotor
	22a	Franja de borde de salida de semicarcasa de pala de rotor
	23	Correa principal
30	24	Alma
	25	Correa de borde de salida
35	31	Capas de fibra
	50	Largueros
	L	Dirección longitudinal
40	B	Anchura

REIVINDICACIONES

1. Pala de rotor de un aerogenerador con dos semicarcasas (1, 21) de pala de rotor con una franja (8a, 22a) de borde de ataque y de borde de salida en cada caso que están adheridas la una a la otra a lo largo de las franjas (8a, 22a) de borde de salida y que presentan en cada caso una correa (3, 25) de borde de salida, en donde ambas correas (3, 25) de borde de salida al menos a lo largo de una sección en una dirección longitudinal (L) presentan una sección transversal rectangular transversalmente a la dirección longitudinal (L), y ambas correas (3, 25) de borde de salida están adheridas en una cara interior de las semicarcasas (1, 21) de pala de rotor y están unidas entre sí con un larguero (50) a través de uniones adhesivas y una distancia de la correa (3, 25) de borde de salida respectiva en una zona aerodinámica de la pala de rotor respecto a la franja (8a, 22a) de borde de salida es mayor que en una zona de un extremo (5) en el lado de la raíz, en donde la correa (3, 25) de borde de salida respectiva en la sección en la que la correa (3, 25) de borde de salida está conformada rectangular en la sección transversal, está más alejada de la franja (8a, 22a) de borde de salida asociada a ella que en las otras secciones.
2. Pala del rotor según la reivindicación 1, **caracterizada por que** las dos correas (3, 25) de borde de salida están dispuestas enfrentadas.
3. Pala del rotor según la reivindicación 1 o 2, **caracterizada por que** un borde (7) de salida de la pala (20) de rotor en la sección presenta como máximo un primer grosor, y la correa (3, 25) de borde de salida respectiva a lo largo de la sección por todas partes está más distanciada de las franjas (8a, 22a) de borde de salida que en otra sección en la que la pala (20) de rotor presenta un grosor mayor que el primer grosor.
4. Pala de rotor según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** cada una de las correas (3, 25) de borde de salida está tan distanciada de las franjas (8a, 22a) de borde de salida asociadas a ellas que una distancia mínima entre ambas semicarcasas (1, 21) de pala de rotor en la zona en la que se encuentran las correas (3, 25) de borde de salida es de al menos 3 mm.
5. Pala de rotor según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** una distancia máxima entre las dos semicarcasas (1, 21) de pala de rotor en la zona en la que se encuentran las correas (3, 25) de borde de salida es de como máximo 5 - 6 cm
6. Pala de rotor según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** entre correas (3, 25) de borde de salida enfrentadas al menos por secciones el larguero (50) está dispuesto discurriendo a lo largo de la expansión longitudinal de ambas correas (3, 25) de borde de salida.
7. Pala de rotor según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** cada una de las dos correas (3, 25) de borde de salida presenta una anchura (B) de 20 cm a 40 cm, preferiblemente una anchura (B) de 20 cm - 30 cm.
8. Pala de rotor según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** cada una de las dos correas (3, 25) de borde de salida presenta una altura de 1 mm a 80 mm.
9. Pala de rotor según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** una distancia mayor de cada una de las dos correas (3, 25) de borde de salida con respecto a la franja (8a, 22a) de borde de salida es de como máximo 20 cm a 60 cm, preferiblemente como máximo 30 cm - 45 cm.
10. Procedimiento para producir una pala de rotor produciendo dos semicarcasas (1, 21) de pala de rotor y colocando a lo largo de franjas (8a, 22a) de borde de salida de ambas semicarcasas (1, 21) de pala de rotor una correa (3, 25) de borde de salida en cada caso que se produce posicionando capas (31) de la misma anchura con sus franjas longitudinales unas sobre otras y después infundiendo un sistema de resina en las capas (31), en donde, después del curado del sistema de resina, las dos correas (3, 25) de borde de salida se adhieren en una cara interior de las semicarcasas (1, 21) de pala de rotor y se unen entre sí con un larguero (50) y la correa (3, 25) de borde de salida respectiva se dispone en una zona aerodinámica de la pala de rotor más distanciada de la franja (8a, 22a) de borde de salida que en una zona de un extremo (5) en el lado de la raíz y la correa (3, 25) de borde de salida respectiva, en una sección en la que la correa (3, 25) de borde de salida se conforma rectangular en la sección transversal, está más alejada de la franja (8a, 22a) de borde de salida asociada a ella que en otras secciones.

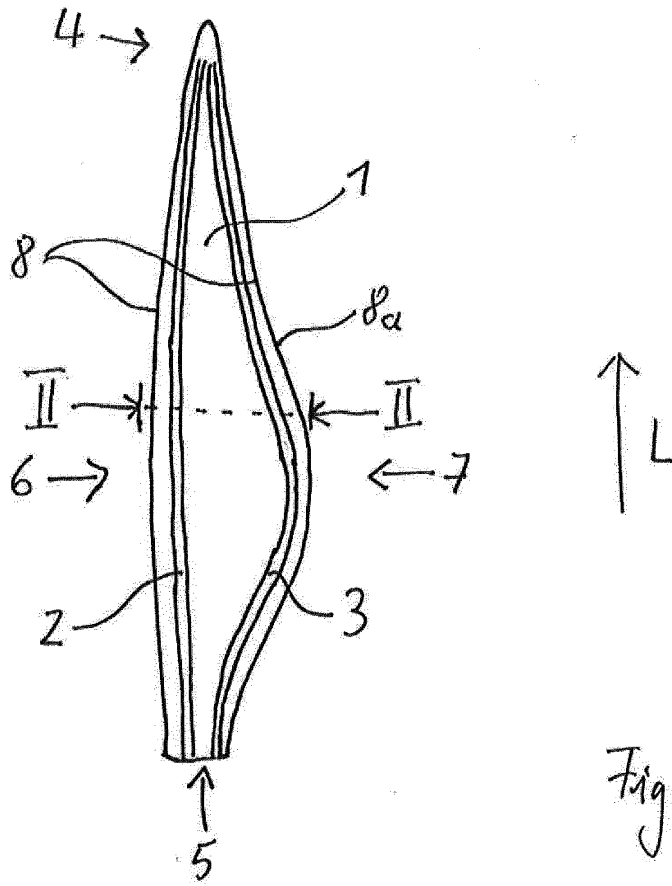


Fig. 1

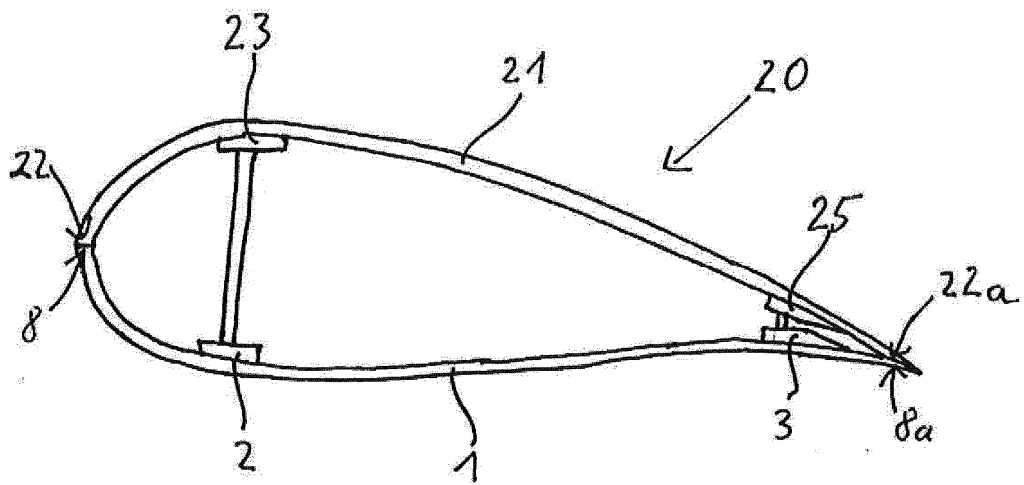


Fig. 2

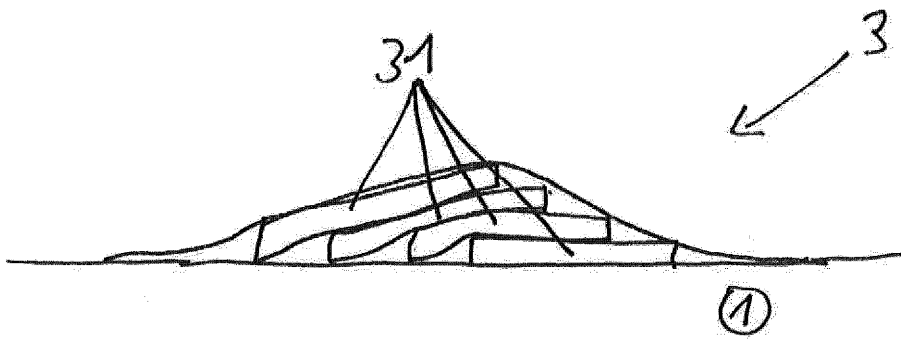


Fig. 3
↓

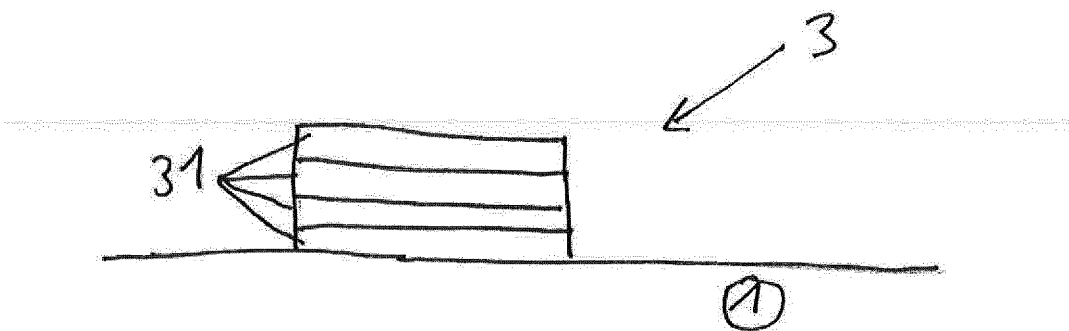


Fig. 6
↓

