

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 781 948**

51 Int. Cl.:

F03D 1/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.09.2017** E 17190853 (6)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.01.2020** EP 3299613

54 Título: **Pala del rotor con nervadura o brida de cierre**

30 Prioridad:

22.09.2016 DE 102016011757

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

09.09.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

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

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 781 948 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 del rotor con nervadura o brida de cierre

La invención hace referencia a una pala de rotor para una instalación de energía eólica con una brida de cierre en el borde posterior, que está dispuesta entre una semiprotección por el lado de la succión y una por el lado de la presión. La invención hace referencia también a un procedimiento para la fabricación de una pala de rotor con brida de cierre en el borde posterior de una instalación de energía eólica.

5 Las palas de rotor con bridas de cierre en el borde posterior se conocen por ejemplo de la DE 10 2014 203 936 A1 a nivel técnico. Fundamentalmente las bridas de cierre en el borde posterior tienen la función de elevar la resistencia de las palas de rotor en la zona de los cantos posteriores. Las bridas de cierre en el borde posterior se han previsto especialmente en la zona próxima a la raíz de la pala del rotor. En particular la zona próxima a la raíz de la sección aerodinámica de la pala del rotor está expuesta a elevadas cargas, y por tanto también las transiciones entre la brida de cierre en el borde posterior y las semiprotecciones de la pala del rotor.

10 Por tanto el cometido de la presente invención es disponer de una pala de rotor con una brida de cierre en el borde posterior, que tenga una resistencia elevada en la zona de la transición de la brida de cierre en el borde posterior a la semiprotección de la pala del rotor, y en un segundo aspecto el cometido de la invención consiste en disponer de un procedimiento para la fabricación de dicha pala de rotor.

15 El cometido se resuelve en cuanto a su primer aspecto mediante una pala de rotor con las propiedades de la reivindicación 1, las configuraciones preferidas son el objeto de las subreivindicaciones.

20 La pala del rotor conforme a la invención se caracteriza por que la brida de cierre en el borde posterior se ha diseñado como un componente laminado en una estructura sándwich, con un primer material del núcleo, que tiene una primera densidad específica y un segundo material del núcleo, que presenta una segunda densidad específica, dispuesto a lo largo de una zona de transición entre la brida de cierre y la semiprotección de la pala del rotor, y la segunda densidad específica es mayor que la primera densidad específica.

25 El cometido de la densidad específica se refiere aquí y a continuación al material del núcleo antes del laminado, es decir, antes que al material del núcleo se atribuya in sistema de resina.

30 En el caso del primer y segundo material del núcleo se trata en particular de primeras y segundas espumas que durante el procedimiento de laminado mediante por ejemplo una infusión al vacío reciben sistemas de resinas. De ese modo la densidad del compuesto del sistema de resina y espuma es naturalmente mayor que la densidad específica de la espuma espumada sola.

35 La invención hace uso de la idea de mantener la estructura de sándwich para la brida de cierre en el borde posterior. En la estructura sándwich se han previsto un forro o revestimiento interior y uno exterior, que pueden tener varios tejidos y/o capas de tejido. Entre el forro exterior y el interior se ha dispuesto el material del núcleo, compuesto preferiblemente de, por ejemplo, espumas sintéticas, madera de balsa o material alveolar, que puede estar configurado como una espuma homogénea, que se extiende por todo el grosor entre el forro interior y el exterior de la brida de cierre en el borde posterior. Sin embargo, también se puede imaginar que el material del núcleo varía a lo largo de la magnitud de la brida de cierre y se emplean distintos materiales del núcleo.

40 De acuerdo con la invención el material del núcleo varía en lo que se refiere a su densidad específica a lo largo de la brida de cierre, de manera que la segunda densidad específica de una segunda espuma, que se ha previsto a lo largo de la zona de paso o transición entre la brida de cierre en el borde posterior y la semiprotección de la pala del rotor, se ha elegido mayor que la primera densidad específica de una primera espuma. Preferiblemente se ha previsto el segundo material del núcleo a lo largo de toda la zona de paso en el sentido longitudinal de la pala del rotor entre la brida de cierre en el borde posterior y la semiprotección de la pala del rotor. El segundo material del núcleo forma también parte del material del núcleo de la brida de cierre en el borde posterior, rozando el primer material del núcleo en un sándwich y rozando la semiprotección de la pala del rotor, en particular, un material del núcleo, la capa de posicionamiento o un ala del canto posterior de la semiprotección de la pala del rotor.

45 Por semiprotección de la pala del rotor se entiende aquí la semiprotección de una pala del rotor por el lado de la presión y/o de la absorción. Por lo que no es necesario que ambas semiprotecciones de la pala del rotor sean fabricadas en un procedimiento de laminado aparte determinado con o sin una parte o pieza de la brida de cierre en el borde posterior. También resulta imaginable que la protección de la pala del rotor se fabrique de una sola pieza en una sección transversal perpendicular al sentido o dirección longitudinal, al menos en un sentido longitudinal, y que a lo largo del saliente de la protección de la pala del rotor no exista ninguna línea adhesiva en un sentido longitudinal.

50 Sin embargo se ha previsto preferiblemente que las semiprotecciones de la pala del rotor se fabriquen inicialmente con trozos o piezas de la brida de cierre en un procedimiento de laminado aparte una por una y luego se peguen.

El uso de materiales del núcleo de distinta densidad específica a lo largo de la altura de la brida de cierre en el borde posterior aumenta considerablemente la resistencia de la pala del rotor en una zona de paso entre la brida de cierre en el borde posterior y la semiprotección de la pala del rotor.

5 Preferiblemente la segunda densidad específica tiene un valor superior a 200 kg/m^3 , en particular tiene un valor mayor de 300 kg/m^3 .

10 La primera densidad específica corresponde a un valor de 60 kg/m^3 si se utiliza espuma de PVC, de unos 100 kg/m^3 en el uso de espuma de PET, de manera que en ambos casos se recogen tolerancias de $\pm 20 \text{ kg/m}^3$ o bien algo superiores.

15 Gracias a la gran diferencia en las densidades específicas se puede fabricar por un lado de un modo relativamente económico, puesto que las espumas con densidad poco específica son básicamente más baratas en lo que se refiere a su compra que las espumas con densidad específica alta. Sin embargo si la resistencia aumenta se ha previsto la espuma más estable con la segunda densidad específica en la zona de transición.

20 Preferiblemente se ha previsto además que la densidad de la brida de cierre en el borde posterior de una sección central, en la cual se encuentra el primer material del núcleo, en una sección de paso, en la cual se encuentra el segundo material del núcleo, aumente preferiblemente de forma continuada. Mediante la configuración más gruesa de la brida de cierre en el borde posterior se consigue más resistencia.

25 En una configuración de la invención especialmente preferida se ha previsto en un lateral interior de la pala del rotor a lo largo de la zona de transición o paso entre la semiprotección de la pala del rotor y la brida de cierre en el borde posterior al menos una regleta interior con un tercer material del núcleo con una tercera densidad específica, que se encuentre laminado con la semiprotección de la pala del rotor y la brida de cierre en el borde posterior. La regleta interior se coloca en particular en la zona de la brida de cierre en el borde posterior, en la cual el ángulo entre la brida de cierre en el borde posterior y la semiprotección del rotor de la pala se sitúa entre 130° y 90° . Se ha observado que al aplicar una capa a modo de regleta guía, en forma de triángulo preferiblemente, directamente en la línea de contacto entre la semiprotección de la pala del rotor y la brida de cierre en el borde posterior se incrementa de nuevo la resistencia de la zona de transición, en particular cuando la regleta interior de un tercer material del núcleo consta de una tercera densidad específica, que presenta un valor similar o preferiblemente superior al de la segunda densidad específica. El material del núcleo de la regleta interior puede ser asimismo una espuma con una densidad específica elevada, pero puede también tratarse de básicamente regletas de resina epoxi endurecida o previamente endurecida, que se han colocado dentro de la semiprotección de la pala del rotor antes del proceso de laminado.

40 Se ha previsto convenientemente, además o en lugar de la regleta interior en un lateral exterior de la pala del rotor a lo largo de la zona de transición, preferiblemente directamente en una línea de contacto entre la semiprotección de la pala del rotor y la brida de cierre en el borde posterior, disponer de una regleta exterior con una cuarta densidad específica, donde la cuarta densidad específica es preferiblemente mayor que la primera, segunda y tercera densidad específica. En particular la regleta exterior puede estar formada de una regleta de resina epoxi endurecida o previamente endurecida, que se adapte a una escotadura de forma triangular en un perfil respecto a la dirección longitudinal, configurada en un encuentro del material del núcleo y el revestimiento o forro exterior de la pala del rotor.

45 Las regletas interiores y/o exteriores se revestirán junto con el material del núcleo de la brida de cierre en el borde posterior y el material del núcleo de la semiprotección de la pala del rotor de un forro interior o exterior común.

50 En particular el montaje adicional de las regletas interior y exterior produce una resistencia todavía mayor de la resistencia de la pala del rotor.

55 La invención se resuelve en su segundo aspecto mediante un procedimiento con las características de la reivindicación 9, de manera que en una zona o sección de paso que se extiende a lo largo de un canto posterior de la semiprotección de la pala del rotor entre la brida de cierre en el borde posterior y la semiprotección de la pala del rotor se dispone un segundo material del núcleo con una segunda densidad específica y a lo largo del segundo material del núcleo en un lateral opuesto a una de las semiprotecciones de la pala del rotor se dispone un primer material del núcleo con una primera densidad específica y la segunda densidad específica se ha elegido mayor que la primera densidad específica y el primer y el segundo material del núcleo se infunden con un sistema de resina.

60 En el procedimiento no necesariamente se fabrica la brida de cierre en el borde posterior completa en una pieza, sino que se puede fabricar una parte de la brida de cierre en el borde posterior, en cada una de ambas semiprotecciones de la pala del rotor.

65 Preferiblemente las semiprotecciones de la pala del rotor se fabrican por separado y una semiprotección de la pala del rotor por el lado de la absorción y una semiprotección de la pala del rotor por el lado de la presión se comunica

con la brida de cierre en el borde posterior. Sin embargo, también es imaginable que la protección de la pala del rotor sea de una sola pieza o al menos vista desde el sentido longitudinal sea de una sola pieza o se fabrique como semiprotección por el lado del saliente y semiprotección por el lado del canto posterior.

5 Preferiblemente las semiprotecciones de la pala del rotor por el lado de la absorción y por el lado de la presión fabricadas por separado están conectadas a una brida de cierre en el borde posterior.

10 De un modo conveniente se coloca el primer material del núcleo y el segundo material del núcleo de la brida de cierre en el borde posterior así como la regleta interior, inicialmente en una capa interior y exterior de la semiprotección. De ese modo se estabiliza en particular la zona de paso mediante un forro interior y exterior.

15 La brida de cierre en el borde posterior se fabrica en una estructura modo sándwich. Asimismo la semiprotección de la pala del rotor se puede fabricar en una estructura tipo sándwich, donde el material del núcleo de la semiprotección de la pala del rotor puede constar de una espuma o de varias espumas. Sin embargo también es imaginable que la semiprotección de la pala del rotor se haya construido en todo su grosor a base de capas de tejido o de tejido. Sin embargo, se ha previsto preferiblemente que a lo largo del canto posterior de la semiprotección de la pala del rotor discorra un ala del canto posterior, que presente una resistencia elevada en particular una resistencia a la tracción en sentido longitudinal y de ese modo la resistencia a la flexión y también la resistencia contra la deformación aumenten.

20 El ala del canto posterior se puede fabricar previamente como un componente aparte y luego puede ser introducido en la semiprotección de la pala del rotor, pero también se puede pensar que el producto semiacabado que forma el ala del canto posterior, junto con los productos semiacabados que constituyen la semiprotección de la pala del rotor y la brida de cierre en el borde posterior, se pueden introducir en la semiprotección del molde y ser embebidos con la matriz de resina en un proceso de infusión común. Asimismo es posible configurar como premolde la semiprotección de la pala del rotor y/o la brida de cierre en el borde posterior en conjunto o por secciones e introducirlo junto con el resto de productos semiacabados en la semiprotección del molde.

25 Un premolde consta de capas de fibras secas y materiales del núcleo adicional, de manera que las capas de fibra y el material del núcleo se adhieren de forma desmontable gracias a una sustancia adhesiva, y es posible una infusión de matriz de resina posterior.

30 En una configuración especialmente preferida del procedimiento conforme a la invención se dispone a lo largo del canto posterior de la semiprotección de la pala del rotor y directamente sobre el segundo material del núcleo y directamente sobre el canto posterior de la semiprotección de la pala del rotor un tercer material del núcleo, cuya densidad específica tiene preferiblemente un valor más elevado que la primera y la segunda densidad específica. Para estabilizar además el paso entre la semiprotección de la pala del rotor y la brida de cierre del canto posterior, se dispone preferiblemente dentro sobre la línea de contacto directo entre la semiprotección de la pala del rotor y la brida de cierre el tercer material del núcleo; el tercer material del núcleo está integrado en el laminado de la pala del rotor y está revestido por el lado de dentro del forro interior de la pala del rotor y por su disposición eleva la resistencia en una zona de paso entre la semiprotección de la pala del rotor y la brida de cierre del canto posterior.

35 Del modo correspondiente se pueden disponer en otra configuración preferida del procedimiento conforme a la invención adicionalmente o en lugar de un cuarto material del núcleo por fuera a lo largo del canto interior de la pala del rotor y directamente sobre el segundo material del núcleo y sobre el canto posterior de la semiprotección de la pala del rotor. La densidad específica del cuarto material del núcleo tiene preferiblemente un valor todavía mayor que la primera, segunda e incluso tercera densidad específica.

40 En particular en la cara exterior de la zona de paso actúan elevadas cargas sobre la protección de la pala del rotor, de manera que mediante el empleo de una densidad especialmente alta se consigue una resistencia determinada. Se ha previsto preferiblemente que el cuarto material del núcleo se componga de una regleta de resina epoxi que se adapte con exactitud en una escotadura triangular entre el segundo material del núcleo y el canto posterior de la pala del rotor.

45 El tercer y cuarto material se puede extender por la totalidad de la extensión longitudinal de la zona de paso entre la semiprotección de la pala del rotor y la brida de cierre del canto posterior.

50 Preferiblemente el cuarto material del núcleo se dispondrá a lo largo de un ala del canto posterior y se dispondrá favorablemente a lo largo de su extensión en base al ala del canto posterior.

55 La invención se describe con ayuda de dos ejemplos de configuración en dos figuras. Estas muestran:

60 Fig.1 Vista seccional o en corte de una zona o región de una protección de la pala del rotor en la zona entre una semiprotección de la pala del rotor y una brida de cierre del canto posterior en una primera configuración,

65

Fig.2 Vista seccional o en corte de una zona o región de la protección de la pala del rotor en la zona entre la semiprotección de la pala del rotor y la brida de cierre del canto posterior en una segunda configuración.

- 5 Las palas del rotor conforme a la invención están compuestas preferiblemente en esencial de dos semiprotecciones de pala de rotor, que se han fabricado previamente por separado. En general se pueden incorporar también componentes adicionales, como alas principales y bridas principales o similares al espacio interior de la pala del rotor. Se puede disponer de éstas como componentes aparte.
- 10 De acuerdo con la invención se fabrica previamente la semiprotección de la pala del rotor 1 por el lado de la presión o de la aspiración junto con, respectivamente, un segmento o trozo de una brida de cierre del canto posterior 2.
- 15 Las palas del rotor pueden presentar no solo un pequeño canto posterior en un corte transversal perpendicular a su sentido longitudinal L, sino que en otras configuraciones de palas de rotor están recortadas en cierto modo por una brida de cierre del canto posterior 2. La brida de cierre del canto posterior 2 se inicia pues en el sentido longitudinal L de la pala del rotor, preferiblemente en el extremo por el lado de la raíz de la pala del rotor, pero también pueden empezar a una distancia y extenderse preferiblemente hasta en la zona entre un 30% y un 50% de la longitud de la pala del rotor.
- 20 La brida de cierre 2 cierra totalmente un espacio interior de la pala del rotor respecto al canto posterior.
- 25 Una altura de la brida de cierre del canto posterior 2 es variable respecto a la longitud de la pala del rotor. Los componentes separados se fabrican en moldes de fabricación determinados. En el molde de fabricación se colocan inicialmente varias capas, por ejemplo capas de tejido que tienen fibra, capas o tiras de posicionamiento que tienen fibra, espumas, etc... unas sobre otras o junto a otras. Las capas así dispuestas forman un producto semiacabado preferiblemente seco. El producto semiacabado es infundido siguiendo un método, por ejemplo, Resin Injection Moulding (método RIM) o bien Resin Transfer Moulding (método RTM) con un sistema de resina. El sistema de resina se endurece en una reacción inicialmente química exotérmica y la posterior adición de calor dentro del producto semiacabado. Al producto semiacabado embebido por la resina se le añade calor externo después de que en la reacción exotérmica haya superado un denominado pico exotérmico, para mantener una temperatura adecuada del proceso. A la temperatura del proceso el sistema de resina se endurece totalmente y se reticula.
- 30 Normalmente los productos semiacabados se colocan en las capas preestablecidas en los laterales interiores de las semiprotecciones del molde para la construcción de la semiprotección de la pala del rotor y tras la estratificación completa se reviste de una lámina de vacío en los bordes de la semiprotección del molde. La lámina de vacío y/o la semiprotección del molde presentan varias entradas y salidas, a través de las cuales se puede introducir el sistema fluido de resina en el producto semiacabado. En el caso del sistema de resina se trata preferiblemente de una resina duroplástica como pueden ser las resinas epoxi, las resinas de esteres de vinilo o las resinas de poliuretano.
- 35 Habitualmente los componentes se fabrican en una construcción a modo de sándwich como componentes laminados y se dispone de ellos. Por una construcción a modo de sándwich se entiende una estructura de un componente, que en un corte o perfil presenta un laminado interior y un laminado exterior, que forman el forro o revestimiento interior o bien exterior tras el endurecimiento. En el laminado interior y exterior se trata habitualmente de tejidos y/o capas de tejido de fibras de vidrio, fibras de carbono y otras fibras embebidas con un sistema de resina.
- 40 Entre el forro interior y el exterior se ha previsto un núcleo sándwich, que consta de una espuma sintética o madera balsa y aquí en una configuración preferida una espuma sintética. Por tanto un núcleo sándwich puede presentar distintos tipos de espuma y estar configurado por secciones de distintos tipos de espuma. Se puede tratar de espumas de PVC, SAN o poliuretano, que puedan presentar trozos de madera de balsa. Pero también se puede tratar de espumas como el poliestireno, por ejemplo, Compaxx 90 de la empresa Dow Chemical.
- 45 Lo esencial de la invención está en la construcción, que en la brida de cierre del canto posterior 2 la segunda espuma empleada 4 en la zona de la transición a la semiprotección de la pala del rotor 1 presente una densidad superior que la primera espuma 3 en una zona central de la brida de cierre del canto posterior 2 vista a lo largo de una altura H. La segunda espuma 4 se estira a lo largo de la zona de contacto entre la brida de cierre del canto posterior 2 y la semiprotección de la pala del rotor 1.
- 50 La figura 1 muestra materiales del núcleo 3,4,6 en una sección transversal de la brida de cierre del canto posterior 2, un primer material del núcleo 3 al utilizar espuma de PVC presenta una primera densidad específica del orden de 60 kg/m³ y si se utiliza espuma de PET de unos 100 kg/m³, respectivamente con un ancho de oscilación de ± 20 kg/m³. Del primer material del núcleo 3 únicamente se representa una parte. La sección central completa, que está definida por la primera espuma 3 se extiende en la figura 1 hacia arriba y hacia una segunda espuma 4, que limita con la semiprotección de la pala del rotor no representada.
- 55
- 60

Al indicar la densidad específica eso equivale al peso específico de la espuma por metro cúbico, es decir el peso de la espuma por metro cúbico tras su espumación, pero antes de la estructura laminada y por tanto la primera espuma espumada 3 embebida con resina en un procedimiento de infusión.

5 Entre la semiprotección de la pala del rotor 1 y la primera espuma 3 se ha previsto una tira de la segunda espuma 4, que tiene una densidad específica claramente elevada, es decir no mayor de 200 kg/m^3 , preferiblemente no mayor de 300 kg/m^3 . Aquí también el dato de la densidad específica se refiere a la espuma espumada por la infusión de resina. La brida de cierre del canto posterior 2 tiene en la zona de la primera espuma 3 una primera densidad D. En la dirección de la semiprotección de la pala del rotor 1, es decir en la figura 1 en la dirección del extremo inferior de la figura 1, la densidad D de la brida de cierre del canto posterior 2 aumenta preferiblemente en principio de forma cónica, para luego presentar una segunda densidad D equilibrada en la dirección de la semiprotección de la pala del rotor 1, que es preferiblemente mayor de la primera densidad D.

10
15 En una tira a lo largo de la segunda espuma 4 se ha previsto una regleta interior 5 de forma triangular que une la segunda espuma 4 con la semiprotección de la pala del rotor 1. La regleta interior 5 tiene un material del núcleo de una tercera espuma 6. La tercera espuma 6 es todavía más densa que la primera y la segunda espuma 3,4. Pero la regleta interior 5 puede ser de una resina de epoxi pura. La regleta interior 5 se adapta exactamente al lateral interior de la segunda espuma 4. Esta se extiende a lo largo de toda la extensión longitudinal de la brida de cierre del canto posterior 2 preferiblemente en la zona, en la que el ángulo entre la semiprotección de la pala del rotor 1 y la brida de cierre del canto posterior 2 es claramente menor de 180° .

20
25 Por el lateral interior de la primera espuma 3, de la segunda espuma 4, la regleta interior 5 así como el producto semiacabado de la semiprotección de la pala del rotor 1 se colocan las capas de un forro interior 7. En el forro interior 7 se puede hablar de capas de tejidos y/o bien tiras que contienen fibras de vidrio, fibras de carbono o bien otras fibras. De antemano se colocan sobre la semiprotección del molde las capas de un forro exterior 8; también en este caso puede tratarse de capas de tejido y/o tiras que contienen fibras de vidrio, fibras de carbono y otras fibras. Tras la disposición del producto semiacabado que incluye el forro exterior y el forro interior 8,7 sobre el lateral interior de la semiprotección del molde, se reviste la disposición por el lateral interior con una lámina de vacío y se infunde con un sistema de resina tal como se ha indicado al principio. Tras endurecerse la pieza se pega la semiprotección de la pala del rotor 1 a una pieza de la brida de cierre del canto posterior 2 asignada a ella con una semiprotección de la pala del rotor correspondiente con una pieza de la brida de cierre del canto posterior 2 correspondiente atribuida a ella a la pala del rotor con la brida de cierre del canto posterior.

30
35 Por un lado la brida de cierre del canto posterior 2 en la zona del segundo material del núcleo, por ejemplo de la segunda espuma 4, presenta una zona de paso en la que la densidad D del segundo material del núcleo, por ejemplo, de la segunda espuma 4, sube de la densidad D del primer material del núcleo, por ejemplo de la primera espuma 3, a la densidad D deseada, preferiblemente superior del segundo material del núcleo. El segundo material del núcleo tiene una zona en la que la densidad D del segundo material del núcleo básicamente se mantiene constante. La densidad D del segundo material del núcleo es preferiblemente mayor que cualquier densidad del primer material del núcleo.

40
45 Gracias a la densidad D de la brida de cierre del canto posterior 2 que crece hacia la semiprotección de la pala del rotor 1 se pueden recibir mejor las elevadas cargas que aparecen en los lugares de paso entre la semiprotección de la pala del rotor 1 y la brida de cierre del canto posterior 2, y se puede disponer de una estructura o construcción con mejor resistencia, en particular frente a los esfuerzos o fuerzas de flexión. Con esta finalidad se emplea también el material del núcleo de mayor densidad en esta zona.

50 En la figura 2 se representa otra configuración de la sección entre la semiprotección de la pala del rotor 1 y la brida de cierre del canto posterior 2. Por tanto también se representa la estructura de la semiprotección de la pala del rotor 1, que se ha creado en una estructura sándwich, donde el núcleo sándwich consta de un material del núcleo con una resina sintética, el cual tiene asimismo una densidad de unos $60 \text{ kg/m}^3 \pm 20 \text{ kg/m}^3$ al emplear espuma de PVC o bien de resina balsa.

55 Directamente en el canto interior de la pala del rotor se ha dispuesto un ala del canto del rotor 11 en un sentido longitudinal L de la pala del rotor. El ala del canto del rotor 11 se ha construido a base de capas de tejido y/o tiras dispuestas por toda la densidad D de la semiprotección de la pala del rotor, que se superponen a modo de producto semiacabado y se mezclan con el sistema de resina en un proceso de infusión. El ala del canto posterior 11 tiene preferiblemente una dirección de las fibras principales a lo largo del sentido longitudinal L de la pala del rotor. El ala del canto posterior 11 es claramente más estable que la zona restante tipo sándwich de la semiprotección de la pala del rotor 1 con respecto a las fuerzas de tracción en un sentido longitudinal L. Directamente en el ala del canto posterior 11 como parte de la semiprotección de la pala del rotor 1 se encuentra la brida de cierre del canto posterior 2 en forma de láminas. La brida de cierre del canto posterior 2, como en la primera configuración mencionada, tiene un material del núcleo de una densidad estándar, inicialmente a una distancia de la semiprotección de la pala del rotor 1, mientras que en una zona que está en contacto con la semiprotección de la pala del rotor 1, se emplea un material del núcleo con una densidad superior. En ambos casos se trata preferiblemente de espumas. La espuma

ES 2 781 948 T3

estándar tiene una densidad del orden de $60 \text{ kg/m}^3 \pm 20 \text{ kg/m}^3$ al emplear espuma de PVC, la espuma más densa una densidad de $200\text{-}300 \text{ kg/m}^3$, preferiblemente densidades superiores.

5 El ala del canto posterior 11 se puede moldear hacia fuera en forma de arco en una sección perpendicular a la dirección longitudinal L, y equivale básicamente a una sección rectangular.

10 En la zona de contacto entre la brida de cierre del canto posterior 2 y la semiprotección de la pala del rotor 1 la pala del rotor tiene por un lado la regleta interior 5 a modo de perfil en forma de triángulo mencionada antes, de un material con una tercera densidad específica, donde la tercera densidad específica es preferiblemente mayor que la primera y la segunda densidad.

15 Una regleta exterior 9 a modo de perfil en forma de triángulo se ha dispuesto a lo largo del lateral exterior de la línea de contacto entre la brida de cierre del canto posterior 2 y la semiprotección de la pala del rotor 1. La regleta exterior 9 presenta una cuarta densidad específica. La semiprotección de la pala del rotor 1 contacta por detrás con el ala del canto posterior 11. En el caso de la regleta exterior 9 se puede tratar asimismo de una regleta de una resina de epoxi endurecida. Las regletas interior y exterior 5,9 son incrustadas en arrastre de forma antes del proceso de infusión en el producto semiacabado de la la semiprotección de la pala del rotor 1 y de la brida de cierre del canto posterior 2, y revestidas del forro interior 7 y del forro exterior 8. Mediante el proceso de infusión el producto acabado se pega al material del núcleo de la brida de protección del canto posterior 2 y a las regletas interior y exterior 5,9 formando un laminado que luego se endurece. El lugar de paso entre la brida de cierre del canto posterior 2 y la semiprotección de la pala del rotor 1 es por un lado más estable debido a la densidad D de la brida de cierre del canto posterior 2 que se hace más grande en la zona de contacto debido por un lado posiblemente a densidades D superiores del material del núcleo de la brida de cierre del canto posterior 2, por otro lado también debido a la penetración de la regleta interior 5 y de la regleta exterior 6, por otro lado la unión adhesiva será más estable porque el material del núcleo presenta una densidad media superior que en las zonas más alejadas del lugar de contacto entre la brida de cierre del canto posterior 2 y la semiprotección de la pala del rotor 1.

Listado de referencia

30 1 semiprotección de la pala del rotor
2 brida de cierre del canto posterior
3 primera espuma
4 segunda espuma
35 5 regleta o guía interior
6 tercera espuma
7 forro interior
8 forro exterior
9 regleta exterior
40 11 ala del canto posterior
L dirección longitudinal
D densidad
H altura

45

50

REIVINDICACIONES

- 5 1. Pala del rotor para una instalación de energía o fuerza eólica con una brida de cierre en el borde de salida o
borde posterior (2) que está dispuesto entre una semiprotección por el lado de la succión y una por el lado de la
presión, **que se caracteriza por que** la brida de cierre en el borde posterior o de salida (2) se ha configurado
como componente laminado en una estructura tipo sándwich con un primer material del núcleo (3), que presenta
una densidad específica y un segundo material del núcleo (4) dispuesto a lo largo de una zona de transición
10 entre la brida de cierre en el borde de salida (2) y la semiprotección de la pala del rotor (1), que presenta una
segunda densidad específica y la segunda densidad específica es mayor que la primera densidad específica.
- 15 2. Pala del rotor conforme a la reivindicación 1, **que se caracteriza por que** la segunda densidad específica tiene
un valor superior a 200 kg/m^3 .
- 20 3. Pala del rotor conforme a la reivindicación 2, **que se caracteriza por que** la segunda densidad específica tiene
un valor superior a 300 kg/m^3 .
- 25 4. Pala del rotor conforme a la reivindicación 1,2 ó 3, **que se caracteriza por que** la primera densidad específica
tiene un valor de $60 \text{ kg/m}^3 \pm 20 \text{ kg/m}^3$, cuando se emplea una espuma de PET y cuando se emplea una espuma
de PVC tiene un valor de $100 \text{ kg/m}^3 \pm 20 \text{ kg/m}^3$
- 30 5. Pala del rotor conforme a una de las anteriores reivindicaciones anteriores, **que se caracteriza por que** en un
lateral interior de la pala del rotor a lo largo de la zona de transición entre la semiprotección de la pala del rotor
(1) y la brida de cierre en el borde de salida (2) discurre una regleta guía interior (5) con un tercer material del
núcleo (6) con una tercera densidad específica que se encuentra laminada junto con la semiprotección de la pala
del rotor (1) y la brida de cierre en el borde de salida (2).
- 35 6. Pala del rotor conforme a la reivindicación 5, **que se caracteriza por que** la tercera densidad específica antes
del laminado tiene un valor igual o superior a la segunda densidad específica.
- 40 7. Pala del rotor conforme a una de las anteriores reivindicaciones anteriores, **que se caracteriza por que** en un
lateral exterior de la pala del rotor a lo largo de la zona de transición se ha dispuesto regleta guía exterior (9) con
una cuarta densidad específica que es mayor que la primera, segunda y tercera densidad específica.
- 45 8. Pala del rotor conforme a la reivindicación 7, **que se caracteriza por que** a la largo de los cantos posteriores de
ambas semiprotecciones de la pala del rotor (1) discurre un ala del canto posterior (11) y el segundo material del
núcleo (4) y/o el tercer material del núcleo (6) están directamente en contacto con el ala del canto posterior (11).
- 50 9. Procedimiento para la fabricación de una pala de rotor con una brida de cierre en el borde de salida (2) de una
instalación de energía eólica, donde en una zona de transición que se extiende a lo largo de un canto posterior
de la semiprotección de la pala del rotor entre la brida de cierre en el borde de salida (2) y una semiprotección de
la pala del rotor (1) se ha dispuesto un segundo material del núcleo (4) con una segunda densidad específica, a
lo largo del segundo material específico (4) se ha dispuesto en un lateral opuesto a una de las semiprotecciones
de la pala del rotor (1) un primer material del núcleo (3) con una primera densidad específica y la segunda
densidad específica se ha elegido mayor que la primera densidad específica.
- 55 10. Procedimiento conforme a la reivindicación 9, **que se caracteriza por que** la disposición conjunta del producto
semiacabado en la semiprotección de la pala del rotor (1) y la brida de cierre en el borde de salida (2) incluyendo
el primer y segundo material del núcleo (3,4) y una regleta interior (5) y una regleta exterior (6) se ha infundido
con un sistema de resina duroplástica.
- 60 11. Procedimiento conforme a la reivindicación 9 o 10, **que se caracteriza por que** una semiprotección de la pala
del rotor (1) por el lado de succión y por el lado de presión están conectadas con la brida de cierre en el borde de
salida (2).
- 65 12. Procedimiento conforme a la reivindicación 10, **que se caracteriza por que** en una semiprotección del molde se
disponen capas exteriores y capas interiores, que protegen el primer y segundo material del núcleo (3,4) de la
brida de cierre en el borde de salida (2) y la guía interior (5) y la guía exterior (6).
13. Procedimiento conforme a una de las reivindicaciones 9 hasta 12, **que se caracteriza por que** dentro a lo largo
del canto posterior de la semiprotección de la pala del rotor y directamente sobre el segundo material del núcleo
(4) y sobre el canto posterior de la semiprotección de la pala del rotor se ha dispuesto un tercer material del
núcleo (6), cuya densidad específica tiene un valor superior a la primera y/un valor igual o superior a la segunda
densidad específica.

14. Procedimiento conforme a las reivindicaciones 10 y 13, **que se caracteriza por que** fuera a lo largo del canto interior de la semiprotección de la pala del rotor y directamente sobre el segundo material del núcleo (4) y sobre el canto interior de la semiprotección de la pala del rotor se ha dispuesto la regleta exterior (9), cuya densidad específica tiene un valor superior a la primera, segunda y tercera densidad específica.

5 15. Procedimiento conforme a la reivindicación 14, **que se caracteriza por que** un cuarto material del núcleo de la regleta exterior (9) consta de una resina de epoxi o de una resina de poliuretano.

10

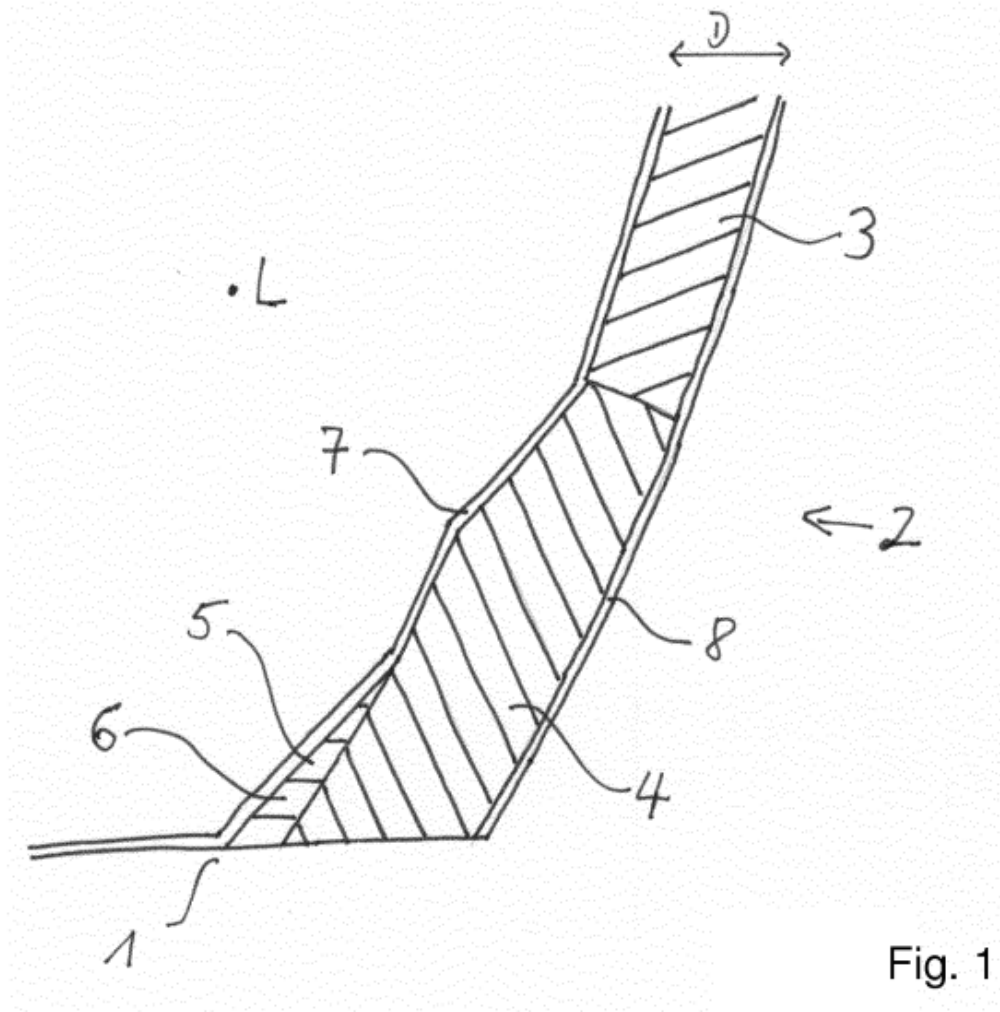


Fig. 1

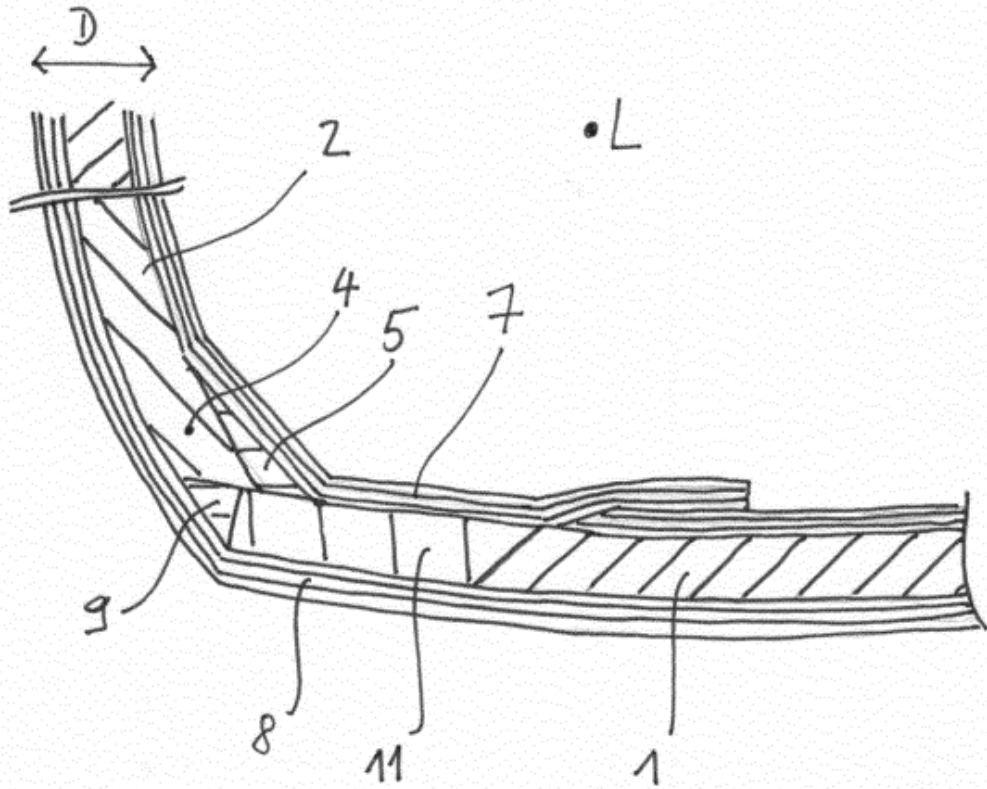


Fig. 2