

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 395 226**

51 Int. Cl.:

B29C 70/84 (2006.01)

B29C 65/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.06.2009 E 09768910 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la solicitud europea: **02.03.2011 EP 2288487**

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

30 Prioridad:

27.06.2008 DE 102008030132

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

11.02.2013

73 Titular/es:

**REPOWER SYSTEMS SE (100.0%)
Überseering 10 (Oval Office)
22297 Hamburg , DE**

72 Inventor/es:

**BENDEL, URS;
EYB, ENNO y
KNOPS, MARTIN**

74 Agente/Representante:

BOTELLA REYNA, Antonio

ES 2 395 226 T3

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

DESCRIPCIÓN

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

5 La invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de una pala de rotor para una instalación de energía eólica, que en el estado preparado para el funcionamiento se extiende longitudinalmente desde una zona de raíz de las palas para la conexión a un cubo del rotor de la instalación de energía eólica hasta una punta de la pala, y que se encuentra dividida para su fabricación en al menos dos segmentos, en donde está prevista al menos una subdivisión aproximadamente transversal a su extensión longitudinal entre la zona de raíz de la pala y la punta de la
10 pala.

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

El documento US20070140858A1 publica una pala de rotor construida de forma modular a partir de una pluralidad de secciones de pala de rotor que están pegadas entre sí.
20

El documento US20080069699A1 publica una pala de rotor de una instalación de energía eólica que presenta al menos dos secciones de pala de rotor, que comprenden una o varias estructuras de refuerzo, en donde las estructuras de refuerzo están unidas entre sí en un punto de unión, así como un procedimiento de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1. Las estructuras de refuerzo encajan entre sí en los puntos de unión.
25

Frente a todo ello, la invención tiene el objeto de facilitar y reducir en el tiempo la fabricación de la pala de rotor, particularmente para una fabricación en serie y, a pesar de ello, ofrecer la pala de rotor fabricada como una pala de rotor unitaria habitual.

30 Este objetivo se resuelve de acuerdo con la invención en lo que respecta al procedimiento mediante el objeto de la reivindicación 1, en donde particularmente se unen al menos dos segmentos entre sí en un dispositivo de integración.

De acuerdo con la invención se pueden unir de forma ventajosa segmentos o partes de una pala de rotor si bien preferentemente al menos fabricadas previamente o prefabricadas por separado, lo que tiene la ventaja de que una fabricación se puede realizar al menos en parte paralela en el tiempo, si bien a continuación se integran los segmentos o partes de la pala de rotor entre sí para formar una pala de rotor unitaria. Más allá de las ventajas de tiempo en la fabricación asociadas a ello, los eventuales moldes de fabricación son más fáciles y económicos de fabricar, más fáciles de confeccionar para una fabricación en serie y, al igual que las propias partes o segmentos,
40 más fáciles de manejar.

Una fabricación aún más eficiente de partes de la pala de rotor de acuerdo con la invención es posible mediante el proceso de acuerdo con la invención haciendo que preferentemente estén previstas al menos dos subdivisiones aproximadamente perpendiculares a la extensión longitudinal de la pala de rotor entre la zona de la raíz de la pala y
45 la punta de la pala para la formación de al menos tres segmentos.

Otro perfeccionamiento del procedimiento de acuerdo con la invención tiene previsto que la pala de rotor se divida sustancialmente en una semicubierta inferior y en una semicubierta superior y la segmentación esté prevista por cada semicubierta.
50

De acuerdo con otro perfeccionamiento del procedimiento de acuerdo con la invención puede estar previsto que (también) estén previstas subdivisiones que discurran aproximadamente en la extensión longitudinal de la pala de rotor para la segmentación de la pala de rotor.

55 De acuerdo con otro perfeccionamiento de la invención está previsto unir entre sí en el dispositivo de integración uno o varios nervios, una o varias correas, uno o varios elementos de la raíz de la pala de rotor, segmentos que han sido fabricados o prefabricados en otra parte, particularmente de forma paralela en el tiempo, y/o cubiertas de pala de rotor formadas por segmentos. Para ello, los nervios, correas, elementos de la raíz de la pala de rotor y/o segmentos han sido preferentemente fabricados previamente mediante una técnica de plásticos.

60 Básicamente, para el procedimiento de acuerdo con la invención se puede emplear preferentemente una técnica de plásticos como técnica de fabricación, en la que al menos se emplea una resina y al menos una capa de fibras, particularmente de fibras de vidrio y/o fibras de carbono. En este caso se puede tratar particularmente de una técnica de extrusión (moldeo por transferencia de resina; RTM), una técnica de infusión (moldeo por infusión de resina; RIM), particularmente una técnica de infusión ayudada por vacío (infusión de resina ayudada por vacío; VAR) o una técnica similar o comparable. Sin embargo, también se puede emplear total o parcialmente, por ejemplo, una
65

técnica de laminado.

En el dispositivo de integración se pueden pegar segmentos y/u (otras) piezas entre sí. Sin embargo, está previsto preferentemente que en el dispositivo de integración se unan entre sí segmentos y/u (otras) piezas mediante una de las técnicas de plásticos anteriormente mencionadas, de tal forma que, tal y como se ha explicado ya con anterioridad, si bien se fabrican piezas individuales por motivos de incremento de la producción, se pueden integrar no obstante para formar una pala de rotor unitaria, que no desmerece a una pala de rotor fabricada de forma unitaria en un único molde de fabricación, compuesta eventualmente por dos semicubiertas, particularmente también las segmentaciones de la pala de rotor a partir de la preproducción de acuerdo con la invención no llaman la atención ni resultan molestas ni tienen un efecto perjudicial de cualquier tipo sobre la pala de rotor terminada después de su integración.

Particularmente puede estar además previsto que en el dispositivo de integración se unan entre sí segmentos y/u otras piezas mediante uniones no positivas y/o positivas o una unión no positiva y/o positiva, particularmente mediante embridado, ensamblaje, solapadura biselada, ranurado y unión por lengüeta o similares, preferentemente para afianzar aún más las uniones o conformarlas sin costuras.

Otro perfeccionamiento del procedimiento de acuerdo con la invención para la fabricación de una pala de rotor para una instalación de energía eólica, para el cual también se reivindica protección independiente, se caracteriza porque se rebordea al menos una de las piezas que se va a unir con al menos otra pieza. Particularmente, para el rebordeado se puede emplear madera de balsa o un sándwich de madera de balsa. Preferentemente se rebordea al menos una correa. De este modo se suavizan las transiciones y se fijan las uniones y se mejoran o garantizan las trayectorias de fuerza y transmisiones de fuerza, también en diferentes direcciones, preferentemente con un material que es para ello especialmente adecuado y que aporta poco peso adicional.

Otro perfeccionamiento del procedimiento de acuerdo con la invención prevé que durante la introducción en el dispositivo de integración, se deje una ranura entre dos piezas a unir entre sí, particularmente entre dos segmentos, para su unión para la introducción de al menos un material de unión, para también de este modo conformar la unión de una forma más segura y sin costuras. Para ello puede estar previsto que la ranura se utilice para la entrada de un material de unión nada o poco viscoso y para un material sólido, preferentemente un material de fibras, particularmente una capa de las mismas.

Para el calentamiento, secado y/o endurecimiento de piezas y/o de uniones de piezas se puede emplear ventajosamente al menos un dispositivo eléctrico de calefacción, preferentemente un dispositivo de microondas o una manta eléctrica. También se puede emplear, por ejemplo, aire u otro medio, que tendría la ventaja de poder ser utilizado también para un enfriamiento en caso de que fuera necesario.

Preferentemente está previsto de acuerdo con la invención que en primer lugar se endurezcan o pre-endurezcan las piezas, que a continuación se introduzcan las piezas en el dispositivo de integración, se unan ahí entre sí y a continuación se seque y/o endurezca la unión y/o el enlace de las piezas.

Una ventaja particular del procedimiento de acuerdo con la invención puede consistir en que para la fabricación de piezas se pueden emplear moldes de fabricación que se pueden utilizar de forma paralela en el tiempo. Particularmente podría estar previsto que se realice una fabricación de piezas paralela en el tiempo, en la que las piezas a fabricar estén o sean concebidas particularmente en lo que respecta a su tipo, constitución y/o tamaño de tal forma que se puedan preparar las piezas en su conjunto en un plazo de 24 horas para el dispositivo de integración. En su conjunto se podría de este modo lograr que la fabricación de las piezas y su integración en el dispositivo de integración se planifique y realice de tal forma que una o la pala de rotor se pueda preparar sustancialmente en 48 horas.

Otro perfeccionamiento de la invención, para el cual también se reivindica protección independiente, está caracterizado porque un dispositivo de integración se emplea como molde de fabricación para una semicubierta de un ala de pala de rotor, en donde la fabricación se realiza preferentemente mediante una técnica de plásticos anteriormente mencionada y en donde en el dispositivo de integración se introduce al menos un primer segmento prefabricado o semi-prefabricado, y al menos un segundo segmento sólo se fabrica en el dispositivo de integración en el primer segmento o bajo integración del primer segmento. De este modo, en el dispositivo de integración se realiza de forma especialmente ventajosa una fabricación y una integración al mismo tiempo. El coste de ocupación del dispositivo como molde de fabricación también se reduce por el hecho de que se utiliza como dispositivo de integración y se puede realizar una fabricación parcial incluso antes o en paralelo en otro molde de fabricación diferente, más pequeño. Aun así, en el dispositivo de integración como molde de fabricación se obtiene una pala de rotor integrada o una semicubierta que, mediante la confección que se realiza a continuación en el dispositivo de integración con todas las ventajas anteriores y las ventajas aportadas de acuerdo con la invención, de tipo técnico y económico, aparenta estar fabricada de forma unitaria.

Preferentemente, la dotación de elementos y ocupación se puede realizar de acuerdo con la invención de tal forma que en el dispositivo de integración durante la fabricación de la semicubierta de la pala de rotor un primer segmento

fabricado o semifabricado y un segundo segmento a fabricar se intercambien espacialmente entre sí durante la ocupación del dispositivo de integración. En la integración se puede incluir especialmente bien el segmento fabricado o semifabricado en la fabricación del segmento a fabricar, y la ocupación se realiza prácticamente de la forma habitual, si bien de una forma notablemente más rápida y sencilla.

5 Particularmente, de acuerdo con la invención, también se puede prefabricar al menos una correa y al menos un nervio e integrarse o unirse en el dispositivo de integración con una semicubierta de una pala de rotor. Para ello al menos una correa o un nervio puede puentear una separación entre dos segmentos de la semicubierta y de este modo servir para otra unión segura posterior y transmisión de fuerza.

10 Otro perfeccionamiento de la invención o invención independiente, para el cual también se reivindica protección independiente, se caracteriza porque se prefabrica al menos un grupo constructivo correa-nervio y se entrega al dispositivo de integración para la unión con una cubierta de la pala de rotor. También esta medida de acuerdo con la invención hace más económico el uso y ocupación del dispositivo de integración. Para ello puede estar previsto que
15 la semicubierta esté prefabricada al menos parcialmente en el dispositivo de integración, que el dispositivo de integración se utilice de este modo también como molde de fabricación, y que para ello el grupo constructivo correa-nervio se integre en la semicubierta, de tal forma que mediante este procedimiento de acuerdo con la invención también se utilice el molde de fabricación de una forma más económica.

20 Se puede emplear al menos una capa, particularmente una capa de fibras, en la fabricación de la semicubierta o para su fabricación para la unión de la semicubierta con el grupo constructivo correa-nervio. Otro perfeccionamiento del procedimiento de acuerdo con la invención tiene previsto que para la fabricación de la semicubierta mediante el uso de una técnica de infusión ayudada por vacío o cualquier otra técnica de plásticos ayudada por vacío, se realice una hermetización al vacío con al menos una lámina y que el grupo constructivo correa-nervio se incluya en la
25 hermetización para la fabricación de la semicubierta para su unión con la semicubierta.

De este modo también se puede producir la unión del grupo constructivo correa-nervio con la cubierta durante la técnica de fabricación y preparar de este modo una pala de rotor integrada. Está preferentemente previsto que se fabrique un grupo constructivo correa-nervio sustancialmente en forma de L, de tal forma que una correa y un nervio
30 queden orientados sustancialmente en forma de L entre sí. Para ello, la forma de L se puede unir a continuación con la cubierta de una pala de rotor, preferentemente de tal forma que el nervio sobresalga de la cubierta y que esta forma de L forme sustancialmente una forma de carcasa con una forma de L correspondiente de otra cubierta en la unión de las dos cubiertas entre sí. Ya un molde de fabricación para el grupo correa-nervio puede estar concebido de tal forma que para la fabricación de la forma en L se emplee un molde de fabricación, en el que la correa y el
35 nervio implicados en la forma en L estén dispuestos y/o fabricados en el ángulo correcto entre sí. Para ello, al menos la correa o el nervio se podrían introducir prefabricados en el molde de fabricación y la otra pieza fabricarse (en ella) preferentemente mediante capas para una técnica de plásticos.

Otro perfeccionamiento del procedimiento de acuerdo con la invención o invención independiente, para el cual
40 también se reivindica protección independiente, se caracteriza porque al menos una pieza, preferentemente al menos la correa o el nervio, se fabrican de piezas prefabricadas, los denominados prepregs. El uso de los denominados prepregs puede reducir de forma ventajosa el tiempo de fabricación, concretamente en el concepto del procedimiento de acuerdo con la invención no se debe temer por otro lado ninguna merma de calidad.

45 Otro perfeccionamiento del procedimiento de acuerdo con la invención prevé que al menos una capa para la fabricación de al menos la correa o el nervio se introduzca en el molde de fabricación de tal forma que puentee una junta entre ambas piezas, preferentemente la rodee de tal forma que durante la fabricación de la correa y/o del nervio se cree una unión entre las piezas también a través de esta capa. De este modo, por ejemplo, se incluye en
50 cierto modo en unión positiva de forma ventajosa una pieza ya fabricada en la fabricación de una pieza aún por fabricar, lo que favorece la unión y particularmente también la transmisión de fuerzas.

Por ejemplo, el nervio también se podría conformar sustancialmente aproximadamente en forma de C para la conformación de bridas de unión para una correa.

55 El molde de fabricación para un grupo correa-nervio anteriormente reivindicado podría prever que el molde de fabricación presente una concavidad sustancialmente aproximadamente en forma de V para la introducción de material en forma de L. Particularmente, para una mejor y más cómoda ocupación puede estar además previsto que el molde de fabricación pueda girar alrededor de un eje sustancialmente horizontal.

60 También se reivindica protección independiente para una pala de rotor para una instalación de energía eólica de acuerdo con la invención, que en el estado preparado para el funcionamiento se extiende longitudinalmente desde una zona de raíz de las palas para la conexión a un cubo del rotor de la instalación de energía eólica hasta una punta de la pala, y que se encuentra dividida para su fabricación en al menos dos segmentos, en donde está prevista al menos una subdivisión aproximadamente transversal a su extensión longitudinal entre la zona de raíz de
65 la pala y la punta de la pala, y que como solución independiente del objetivo propuesto se caracteriza porque los al menos dos segmentos están unidos en un dispositivo de integración.

Las ventajas obtenidas mediante esta solución de acuerdo con la invención ya se han descrito suficientemente en relación con el procedimiento de acuerdo con la invención.

5 Preferentemente, está previsto de acuerdo con la invención que estén previstas al menos dos subdivisiones aproximadamente perpendiculares con respecto a la extensión longitudinal de la pala de rotor entre la zona de raíz de la pala y la punta de la pala para la formación de al menos tres segmentos. Preferentemente, la pala de rotor está dividida sustancialmente en una semicubierta inferior y una semicubierta superior y la segmentación está prevista por cada semicubierta.

10 También puede estar previsto de acuerdo con la invención que esté prevista al menos una subdivisión que discurre aproximadamente en la extensión longitudinal de la pala de rotor para la segmentación de la pala de rotor.

15 Una integración de acuerdo con la invención de piezas de la pala de rotor de acuerdo con la invención fabricadas al menos en parte en paralelo para formar una unidad con la calidad habitual se realiza preferentemente haciendo que en el dispositivo de integración se unan entre sí uno o varios nervios, una o varias correas, elementos de la raíz de la pala de rotor, segmentos y/o cubiertas de pala de rotor formadas por segmentos.

20 Preferentemente, los nervios, correas, elementos de la raíz de la pala de rotor y/o segmentos están fabricados mediante una técnica de plásticos, en donde preferentemente mediante la técnica de plásticos está fabricada al menos una pieza con el uso de al menos una resina y al menos una capa de fibras, particularmente de fibras de vidrio y/o fibras de carbono.

25 Los segmentos y/u (otras) piezas pueden estar, por ejemplo, pegados entre sí y/o más preferentemente unidos entre sí mediante una de las técnicas de plásticos anteriormente mencionadas.

30 Alternativamente o de forma adicional, los segmentos y/o piezas pueden estar unidos entre sí mediante uniones no positivas y/o positivas o una unión no positiva y/o positiva, particularmente mediante embridado, ensamblaje, solapadura biselada, ranurado y unión por lengüeta o similares.

35 Otro perfeccionamiento de la invención o invención independiente, para el cual también se reivindica protección independiente y que ya se ha descrito anteriormente en relación con el procedimiento de acuerdo con la invención, prevé que al menos una de las piezas que se va a unir con al menos otra pieza esté rebordeada. Este rebordeado comprende preferentemente madera de balsa o un sándwich de madera de balsa. Preferentemente se rebordea una correa.

40 Un siguiente perfeccionamiento de la pala de rotor de acuerdo con la invención está caracterizado porque para una fabricación de piezas paralela en el tiempo, las piezas a fabricar estén concebidas particularmente en lo que respecta a su tipo, constitución y/o tamaño de tal forma que se puedan preparar las piezas en su conjunto en un plazo de 24 horas para el dispositivo de integración. Preferentemente está previsto de acuerdo con la invención que los segmentos estén concebidos de tal forma que tengan o cubran superficies de aproximadamente el mismo tamaño.

45 En la pala de rotor de acuerdo con la invención están preferentemente prefabricados al menos una correa y al menos un nervio e integrados o pre-unidos con una semicubierta de una pala de rotor. Además de ello, al menos una correa o un nervio podría puentear una separación entre dos segmentos de la semicubierta. Preferentemente está prefabricado incluso un grupo constructivo correa-nervio y pre-unido con una semicubierta de la pala de rotor. En un ejemplo de realización al respecto, se puede emplear al menos una capa, particularmente una capa de fibras, en la fabricación de la semicubierta para la unión de la semicubierta con el grupo constructivo correa-nervio.

50 La pala de rotor de acuerdo con la invención comprende de acuerdo con otro perfeccionamiento un grupo constructivo correa-nervio en sustancialmente forma de L. Para ello, la forma en L se puede unir con una cubierta de una pala de rotor de tal forma que el nervio sobresalga de la cubierta y que esta forma de L forme sustancialmente una forma de carcasa con una forma de L correspondiente de otra cubierta en la unión de las dos cubiertas entre sí.
55 De ello se obtiene una fabricación rápida, precisa y estable, y una pala de rotor correspondientemente ventajosa.

Otro perfeccionamiento de la invención prevé que al menos una pieza, preferentemente al menos la correa o el nervio, estén fabricados de piezas prefabricadas, los denominados prepregs, en donde esto puede ocurrir más fácilmente en la correa que en el delgado nervio, quizás compuesto por una única capa de fibras.

60 Para ello puede estar previsto que al menos una capa para la fabricación de al menos la correa o el nervio puentee una junta entre dos piezas, preferentemente la rodee, de tal forma que a través de esta capa también se dé una unión entre las piezas. Por ejemplo, el nervio podría estar conformado sustancialmente en forma de C para la conformación de bridas de unión.

65 También se reivindica protección independiente para un molde de fabricación para la fabricación de una pala de

rotor para una instalación de energía eólica que se caracteriza de acuerdo con la invención porque un dispositivo de integración previsto para la unión de al menos dos segmentos o piezas está conformado como molde de fabricación para una semicubierta de una pala de rotor, en el que se realiza la fabricación preferentemente mediante una técnica de plásticos anteriormente mencionada y en el que se puede introducir al menos un primer segmento prefabricado o semi-prefabricado y al menos un segundo segmento se fabricará ya en el dispositivo de integración en el primer segmento o bajo integración del primer segmento. De acuerdo con la invención se obtiene por lo tanto un molde de fabricación que de forma ventajosa es o comprende un dispositivo de integración y de este modo tiene una característica cuasi híbrida especialmente ventajosa para la fabricación de las palas de rotor. Un molde de fabricación de acuerdo con la invención de este tipo puede estar concebido y previsto para la integración de una pala de rotor en su conjunto, particularmente un molde de fabricación de acuerdo con la invención de este tipo también puede estar concebido y previsto para la conformación integrativa de un grupo correa-nervio y está caracterizado porque está prevista para la fabricación de una forma en L formada por una correa y un nervio, en la que la correa y el nervio implicados en la forma en L se deben de situar y/o fabricar en el ángulo correcto entre sí.

15 De acuerdo con un perfeccionamiento, este molde especial de fabricación puede presentar una concavidad sustancialmente aproximadamente en forma de V para la introducción de material en forma de L.

Cualquier molde de fabricación imaginable de acuerdo con la invención, aunque particularmente el molde de fabricación para la conformación de un grupo correa-nervio, puede girar alrededor de un eje sustancialmente horizontal para un mejor y más cómodo uso del mismo.

Mediante la formulación de "aproximadamente perpendicular con respecto a la extensión longitudinal o con respecto a su extensión longitudinal" se entiende en el marco de la invención particularmente perpendicular con respecto a la extensión longitudinal, preferentemente sustancialmente perpendicular o perpendicular con respecto a la extensión longitudinal.

En tanto en el marco de esta solicitud se hubiera situado un término entre paréntesis, se entiende el contenido de los paréntesis como variante especialmente preferida.

Por el término "semi-prefabricado" se entiende en el marco de la invención particularmente parcialmente prefabricado. Para ello esto se puede entender particularmente que se invirtió sustancialmente la mitad del tiempo de fabricación o del coste de fabricación, particularmente en lo que respecta a la cantidad empleada.

Por el término "ángulo correcto" se entiende en el marco de la invención particularmente un ángulo predeterminado o predeterminable o predefinido.

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

- la fig. 1 una vista desde arriba sobre una semicubierta de una pala de rotor,
- la fig. 2 una sección a través de una zona de costura entre dos segmentos de una semicubierta de una pala de rotor en un primer ejemplo de realización,
- la fig. 3 una sección a través de una zona de costura entre dos segmentos de una semicubierta de una pala de rotor en un segundo ejemplo de realización,
- la fig. 4 una sección transversal de un molde de fabricación para un grupo correa-nervio,
- la fig. 5 la sección transversal del molde de fabricación de acuerdo con la fig. 4, con las piezas introducidas,
- la fig. 6 un detalle de la sección transversal de acuerdo con la fig. 5 con otros ejemplos de piezas,
- la fig. 7 dos grupos correa-nervio de acuerdo con la invención antes de su unión,
- la fig. 8 una sección transversal a través de una pieza de una semicubierta de una pala de rotor a fabricar, con inclusión de un grupo correa-nervio, y
- la fig. 9 una sección transversal de un molde de fabricación para una semicubierta de una pala de rotor con ocupación de acuerdo con la fig. 8.

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

La fig. 1 muestra una vista desde arriba sobre una semicubierta de una pala de rotor. De acuerdo con la invención, la semicubierta mostrada está dividida en varios segmentos 1 a 4. De estos segmentos 1 a 4, todos o algunos se pueden fabricar o prefabricar paralelos en el tiempo e integrar a continuación de la forma representada en la fig. 1 para formar una semicubierta de una pala de rotor, lo que puede ocurrir en un dispositivo de integración correspondiente. Sin embargo, este dispositivo de integración también se puede aprovechar como molde de fabricación, al fabricar algunos de los segmentos ya en este molde de fabricación y/o terminar la fabricación de la semicubierta mediante, en parte, segmentos prefabricados y, en parte, segmentos aún por fabricar.

10 Preferentemente está previsto de acuerdo con la invención que un segmento esté formado por una denominada raíz de pala de rotor 1 y que el resto de la semicubierta esté dividido en tres segmentos 2 a 4. Los segmentos 2 a 4 están concebidos mediante divisiones transversales 6 a 8 de tal forma que tienen aproximadamente el mismo tamaño y se pueden fabricar aproximadamente igual de rápido. Estos segmentos 2 a 4 podrían estar divididos, por ejemplo, mediante una subdivisión longitudinal 9 pero también en otros segmentos adicionales.

15 Por encima de los segmentos 1 a 4 discurre preferentemente una correa 5 no dividida que une a estos segmentos, que también sirve particularmente para la transmisión de fuerza por la carga sobre una pala de rotor dispuesta en una instalación de energía eólica. En lugar de una correa 5 también pueden estar previstas eventualmente dos o más correas que discurren con una distancia mutua de separación sustancialmente paralelas entre sí, esto es, por ejemplo, una denominada correa de borde anterior y una correa de borde posterior, en referencia al borde de la pala de rotor al cual se encuentran más próximos respectivamente.

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

40 Un ejemplo preferido de realización del procedimiento de acuerdo con la invención considerando la fig. 1, prevé prefabricar los segmentos 1 y 3 en moldes de fabricación independientes, más manejables, y a continuación introducirlos en la posición correcta mostrada en la fig. 1 en el dispositivo de fabricación e integración para la semicubierta en su conjunto. La semicubierta en su conjunto puede tener, por ejemplo, más de 60 metros de longitud, mientras que los segmentos son correspondientemente más cortos y de este modo también los moldes de fabricación necesarios para ello. La solicitud del molde de fabricación para la semicubierta en su conjunto puede ser de este modo tan corta como sea posible de acuerdo con la invención.

Los segmentos 2 y 4 se fabrican preferentemente ya en el molde de fabricación para la semicubierta en su conjunto. Para ello, tal y como se muestra, se introducen unas capas de fibra correspondientes en el molde de fabricación. Los segmentos 1 y 3 prefabricados se introducen en el molde de fabricación de tal forma que los huecos correspondientes para los segmentos 2 y 4 aún no fabricados quedan en el molde de fabricación, pero para los cuales están previstas las capas de fibras en el molde de fabricación. Los segmentos 1 y 3 y las capas de fibras se introducen de tal forma en el molde de fabricación que los segmentos 1 y 3 y las capas de fibras de los segmentos 2 y 4 están integrados, y están unidos con éstos durante y después de la fabricación de los segmentos 2 y 4, y concretamente para formar una semicubierta de una única pieza que, en principio, tiene una apariencia y se puede cargar como la habitual. Para ello se coloca y hermetiza la lámina de vacío para la fabricación de los segmentos 2 y 4 por ejemplo incluyendo todos los segmentos a lo largo de toda la longitud del molde de fabricación, y se inunda el molde de fabricación con resina.

60 La correa 5 se puede colocar posteriormente sobre la semicubierta en principio fabricada y, por ejemplo, pegarse con ésta, pero también se podría integrar de acuerdo con la invención junto con la semicubierta. Sobre la correa se coloca de canto además al menos un nervio, que sigue el recorrido de la correa y que en la pala de rotor terminada une las dos semicubiertas o sus correas entre sí. De acuerdo con la invención, se prefabrica preferentemente un grupo correa-nervio y se integra a continuación en la semicubierta en el dispositivo de fabricación e integración.

Se debe fijar la atención particularmente de acuerdo con la invención en la zona de costura entre dos segmentos.

La fig. 2 muestra en su sección una primera posibilidad de realización a modo de ejemplo para una zona de costura de este tipo. Estas posibilidades no sólo pueden ser válidas para segmentos, sino para piezas a unir en general. Una de estas piezas está identificada con el número 10 en la fig. 2. Para ello, en el ejemplo se podría tratar de un segmento 3 terminado. La pieza a unir a ella se tiene que fabricar sobre la misma, por ejemplo, un segmento 4. Para su fabricación están previstas sustancialmente las capas de fibras 12, 13 anteriormente mencionadas. La conformación de las capas puede ser naturalmente sustancialmente más compleja que lo indicado aquí y particularmente se pueden emplear más o menos capas de fibras. Estas capas de fibras tampoco tienen que ser continuas, sino que también pueden ser, por ejemplo, secciones que se solapan o también que no se solapan entre sí. Preferentemente contienen fibras orientadas, que, por ejemplo, discurren en un mayor porcentaje en dirección longitudinal de la semicubierta, para garantizar particularmente una gran capacidad de carga, flexibilidad y resistencia a la rotura de la pala de rotor.

15 Durante la fabricación de la pieza aún por fabricar, por ejemplo del segmento 4, se pueden emplear además o en determinadas circunstancias también de forma alternativa piezas fabricadas, los denominados prepregs 11, o también núcleos de espuma o similares, para, por ejemplo, acelerar la ocupación del molde de fabricación y con ello la fabricación y limitar mediante suministros los trabajos en las propias instalaciones.

20 La fig. 3 muestra por el contrario en su sección una posibilidad de unión de dos piezas 14, 15 o segmentos, en donde ambas ya están prefabricadas. Para ello pueden estar previstas uniones en unión positiva y además emplear capas de fibras de unión 12, 13. Además de ello podría estar prevista para una unión adicional la correa 5 continua o también otra pieza adecuada.

25 La fig. 4 muestra en su sección transversal un ejemplo de realización de un molde de fabricación 16 de acuerdo con la invención para un grupo correa-nervio de acuerdo con la invención, en el que una correa y un nervio deben de formar en primer lugar una forma en L entre sí. También está ya predefinido correspondientemente el molde sólido de fabricación.

30 La fig. 5 muestra una posibilidad de fabricar el denominado grupo correa-nervio en el molde de fabricación 16. Para una ocupación más cómoda del molde de fabricación 16, éste está conformado de forma giratoria o abatible alrededor de un eje horizontal.

Al igual que se ha indicado anteriormente con respecto a la semicubierta en relación con la fig. 1, también aquí una de las piezas puede estar prefabricada, mientras que la otra pieza sólo se fabrica en el molde de fabricación 16 y se integra con la pieza ya fabricada.

En el ejemplo anteriormente mostrado de la fig. 5, la correa 31 o 5 ya se encuentra en principio fabricada y se muestra como una pieza 17. El nervio 32 sólo se fabrica a partir de las capas 18, 19, 20 (número nuevamente variable). Estas capas están introducidas de tal forma que rodean parcialmente a la pieza 17 ya fabricada y de este modo la implican en la fabricación del nervio 32 aún por fabricar. Para ello, las capas colocadas presentan particularmente acodamientos de brida 18a, 19a, 20a. También en la otra cara del nervio a fabricar quedan este tipo de acodamientos 18b, 19b, 20b preferentemente sobresaliendo, para poder unir posteriormente mejor al nervio 32 con la correa 31 de la otra semicubierta. El nervio 32 obtiene de este modo en principio una especie de forma de C.

45 El molde de fabricación en su conjunto se recubre finalmente con una lámina de vacío 21, que se hermetiza cerrado al vacío con las líneas de pegado 22, 23 con respecto al molde de fabricación 16.

La fig. 6 muestra en su sección una vez más un detalle de un molde de fabricación 16 con una ocupación ligeramente diferente. La correa 31 puede estar aquí, en principio, ya fabricada y estar presente en forma de pieza fabricada o prepreg 24. Sin embargo, el nervio 32 se fabrica esta vez a partir de capas 27, 28, 29, 30 y prepregs 25, 26.

La fig. 7 muestra en la sección la posible unión de dos grupos correa-nervio para formar una especie de forma de carcasa para dos semicubiertas de una pala de rotor con los números de referencia de la fig. 5.

55 La fig. 8 muestra en su sección transversal un detalle de una semicubierta de una pala de rotor en su fabricación de acuerdo con la invención. El detalle está delimitado a izquierda y derecha de la representación mediante líneas de trazos y puntos. En la fig. 8 no está mostrado el molde sólido de fabricación para la semicubierta.

60 Tal y como se ha indicado anteriormente, para la fabricación de la semicubierta se pueden emplear capas de fibras 37, 38. Sobre estas capas de fibras 37, 38 se puede colocar de acuerdo con la invención un grupo correa-nervio 31, 32 terminado para su integración en la semicubierta. Además de ello, podrían encontrar su uso prepregs 33, 34. Además de ello, pueden estar previstas capas de unión 39 que se superponen a la costura. Finalmente, las ranuras o espacios intermedios se podrían rellenar con, por ejemplo, piezas 35, 36 de (núcleo de) espuma o madera de balsa. La correa 31 (5) también se puede rebordar particularmente de acuerdo con la invención con madera de balsa, antes de ser situada o colocada.

Finalmente, el conjunto se recubre con láminas de vacío 40, que están hermetizadas en sus bordes de forma hermética al vacío mediante líneas de pegado 42, 43, por ejemplo también con una especie de cinta adhesiva por ambos lados, y concretamente aquí, de acuerdo con la invención, de tal forma que sólo el nervio 32, con respecto
 5 del cual también se ha hermetizado, sobresalga parcialmente. Las hermetizaciones al vacío 42, 43 en los nervios podrían estar ya dispuestas en el grupo correa-nervio, eventualmente incluso ya con las láminas de vacío 40, antes de que este grupo constructivo se sitúe en el dispositivo de integración y sobre la semicubierta, para evitar que el material de la semicubierta posiblemente tenga que ser pisado para fijar las láminas de vacío 40 al nervio que sobresale. También se podría pensar en renunciar totalmente a las hermetizaciones al vacío 42, 43 en el nervio 32 y
 10 situar la lámina de vacío 40 sin dividir por encima del nervio 32 en su totalidad.

La fig. 9 muestra de nuevo sustancialmente una representación similar a la de la fig. 8 con los mismos números de referencia, si bien esta vez con el molde sólido de fabricación 41 como subestructura y a lo largo de toda la anchura de este molde de fabricación 41. En este punto se debe volver a recordar que en las representaciones no se logra
 15 ninguna escala exacta, lo que resulta particularmente evidente en la comparación de las figs. 8 y 9 entre sí.

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

20 En primer lugar, se puede establecer como idea básica de la invención la fabricación de segmentos individuales de una pala de rotor, cada uno de los cuales no presenta la longitud total de la pala. Esto puede ayudar a optimizar el uso de los moldes de fabricación implicados y reducir el tiempo de producción, esto es, hacer la producción más productiva en su conjunto. Particularmente se puede lograr una fabricación en serie, en la que los segmentos para una pala de rotor se pueden fabricar en 24 horas y confeccionar la pala de rotor en otras 24 horas a partir de los
 25 segmentos y el resto de piezas de la pala de rotor. Por lo tanto, la propia pala de rotor se puede fabricar en su conjunto en serie y con la misma cualidad en un total de 48 horas, y, por cierto, también palas de rotor que miden más de 60 metros de longitud. A saber, este tipo de palas representan un desafío técnico de fabricación debido a que no sólo son tan largas, sino que presentan correspondientemente también una superficie proyectada mayor de, por ejemplo, aproximadamente 190 metros cuadrados y también una masa mayor, de, por ejemplo,
 30 aproximadamente 21 toneladas.

Por lo tanto se construyen, por ejemplo, segmentos (cubiertas de pala) divididos de tal forma que éstos se pueden construir en la denominada primera etapa de fabricación. En la segunda etapa de fabricación se podrían rebordear todas las piezas individuales y prepararse para su integración, que se realiza a continuación en un dispositivo de
 35 integración independiente, por ejemplo con un pegamento de unión rápida. En una pala de rotor de entre aproximadamente 60 a 65 metros de longitud podrían estar previstos preferentemente entre 2 y 3 segmentos o cubiertas de pala para una semicubierta completa.

Para la fabricación de los segmentos y piezas restantes entran en consideración diferentes técnicas de plásticos,
 40 particularmente también la técnica de infusión ayudada por vacío.

En zonas de puntos de costura, particularmente entre segmentos, además de las capas de fibra, se puede vaciar un espacio en sándwich, y una capa interior y una capa exterior de los segmentos se pueden unir mediante una solapadura biselada, por ejemplo en un material de apoyo. La unión real se puede producir a continuación mediante
 45 pegado, para el cual se podría prever un receso en al menos uno de los segmentos. Otra alternativa consistiría por ejemplo en unir los segmentos por empuje y a continuación sobrelaminar los puntos de costura. Sin embargo también puede estar previsto, por ejemplo, dejar terminar una capa interior, una capa exterior y un material de apoyo eventual en escalones y pegar una pieza prefabricada en este punto de separación, para de este modo establecer la unión entre segmentos. Otra posibilidad podría consistir en prever una brida en forma de L en puntos de separación,
 50 en los que desemboca un laminado interior y un laminado exterior y sobre el que se une directamente un material de apoyo. Los segmentos se pegan a continuación directamente con la ayuda de esta brida. Eventualmente se puede aplicar desde el exterior una capa anidada, para reducir la carga por escarpado de la unión.

En cualquier caso, la fabricación también se podría realizar en su conjunto mediante laminado manual clásico o por
 55 ejemplo mediante moldeo por transferencia de resina u otras técnicas de plásticos. En el uso del moldeo por transferencia de resina se debería dejar entre piezas endurecidas una ranura de aproximadamente entre 1 y 3 milímetros a modo de compañero de soldadura para su unión, en la cual se podría colocar un medio, por ejemplo un tejido, un fieltro o una capa intermedia, que garantice un buen flujo de la resina. De este modo se pueden compensar irregularidades en la superficie de los compañeros de soldadura y se obtendría una adhesión sin
 60 rechupes.

Las adhesiones se podrían endurecer rápidamente mediante calentamiento local, por ejemplo con mantas eléctricas o microondas, antes de pegar las semicubiertas entre sí. Una semicubierta de acuerdo con la invención podría consistir, por ejemplo, en al menos una correa principal, de borde anterior y/o de borde posterior, al menos dos
 65 segmentos de la semicubierta y una pieza de raíz con una conexión a pala eventual. Estas piezas individuales se pueden concebir mediante divisiones que discurren perpendiculares a la extensión longitudinal de la pala de rotor,

cuyas posiciones se podrían indicar, por ejemplo, como relativas con respecto a la longitud total L, que tras la inserción de la raíz podría empezar en 0,0 L para la cubierta en sí en su totalidad. El primer segmento se podría extender desde, por ejemplo, 0,0 L hasta aproximadamente 0,23 L, el segundo segmento desde aproximadamente 0,23 L hasta aproximadamente 0,5 L y el tercer segmento desde aproximadamente 0,5 L hasta aproximadamente 1,0 L. Para ello, el primer segmento y el tercer segmento podrían presentar cada uno aproximadamente un 30% de la superficie proyectada de la pala de rotor y el segundo segmento aproximadamente un 40%.

Para todas estas piezas individuales podrían existir moldes de fabricación propios e individuales, que pueden estar conformados de forma similar al principio de moldes de semicubiertas. Además de estos moldes de fabricación existe un dispositivo de integración adicional, en el cual se podrían posicionar las piezas individuales entre sí, pero el cual se puede utilizar además o de forma alternativa también como un molde de fabricación para la semicubierta, particularmente para la postproducción de zonas de la semicubierta para las cuales aún no existe ninguna pieza individual. Particularmente ventajosamente se puede combinar esta fabricación con la integración y unión de piezas individuales. Particularmente se podrían prefabricar la inserción de la raíz o brida y un segmento medio de la semicubierta, y fabricar a continuación durante la integración un primer y un tercer segmento en el dispositivo de integración que forma para ello un molde principal.

Las piezas individuales fabricadas de acuerdo con la invención también se pueden someter individualmente antes de su integración a una comprobación de la calidad, de tal forma que también queda más limitado un desecho eventual.

La pala de rotor ensamblada se podría también endurecer al final en una cámara de temperado independiente.

De acuerdo con la invención puede estar particularmente también previsto prefabricar grupos correa-nervio. Un grupo de este tipo se puede integrar en la semicubierta del lado de aspiración y en la semicubierta del lado de presión en la semicubierta correspondiente y al unir las dos semicubiertas entre sí también se unen preferentemente entre sí los dos grupos para formar una forma de carcasa. De acuerdo con la invención se puede crear una semicubierta integrada sin pegado de capa gruesa.

El grupo correa-nervio de acuerdo con la invención se fabrica preferentemente de tal forma que se crea un grupo constructivo integral con una correa y con un nervio. Para ello se necesita preferentemente un molde sustancialmente en forma de L, uno de cuyos lados se ha retirado de la superficie de la cubierta de la pala y que recibe las capas de la correa y cuyo otro lado representa la geometría sustancialmente plana del nervio. El molde de fabricación se apoya preferentemente de forma giratoria, de tal forma que o bien el lado de la correa queda situado en horizontal o bien el lado del nervio queda situado en horizontal o se adopta una posición situada entre ambas que resulte especialmente ventajosa para la introducción y/o la infusión. Además, el molde de fabricación podría estar realizado de forma divisible para facilitar la retirada del molde.

Preferentemente se introducen en primer lugar las capas de la correa en el molde de fabricación y se fijan mediante, por ejemplo, cinta adhesiva de rejilla. A continuación se introducen las capas del nervio y se solapan con las capas de la correa de tal forma que se obtiene sustancialmente una forma de C para el nervio. La correa también puede estar fabricada de material prepreg. El nervio se fabrica sobre éste mediante técnica de plásticos. Puesto que el material prepreg es algo pegajoso, incluso para un posicionamiento no es necesario ningún medio de fijación adicional. Para una correa también se puede emplear un material prepreg de mayor grosor. Los pesos superficiales de la fibra de este tipo de materiales pueden ser ventajosamente mayores que aproximadamente 1000 gramos por metro cuadrado, eventualmente incluso mayores que 2000 gramos por metro cuadrado.

En el pegado de la semicubierta del lado de aspiración con la semicubierta del lado de presión para formar una pala de rotor también se pueden pegar de acuerdo con la invención los grupos correa-nervio de estos lados entre sí, preferentemente para formar una forma de carcasa y preferentemente mediante pegado de capa gruesa.

Mediante el concepto de fabricación de acuerdo con la invención se puede aumentar notablemente la frecuencia de fabricación, puesto que es posible prefabricar piezas esenciales fuera del molde principal, por ejemplo también en paralelo, mediante, por ejemplo, el uso de dos equipos. Preferentemente también desaparece la etapa del endurecimiento y pegado de los nervios, que fácilmente puede requerir él solo más de 3 horas por pala de rotor. De este modo aumenta significativamente el rendimiento de la fabricación.

En la infusión de correas existe el peligro de la formación de ondas, particularmente para un endurecimiento demasiado rápido y descontrolado. Esto se puede evitar de acuerdo con la invención mediante el uso de prepregs, lo que al mismo tiempo acelera también aquí la etapa de fabricación. El uso de prepregs gruesos, eventualmente también en los segmentos, reduce aún más el tiempo de colocación, sin modificar de forma agravante los costes del material. Tampoco se modifican las características de resistencia de la pala de rotor.

Además se ha demostrado de acuerdo con la invención que mediante técnica de plásticos se pueden unir bien y de forma segura en superficies de división prepregs o piezas correspondientemente prefabricadas aún no endurecidas, pero eventualmente en todo caso preendurecidas o temperadas, con material de infusión aún no endurecido, al menos igual de bien que con pegamentos, puesto que las resinas se unen fácilmente en las superficies de

separación. En cambio se reduce el riesgo del proceso en comparación con el pegado. Se pueden reducir los costes y desaparecen los errores de pagado, como, por ejemplo, rechupes, capas de pegamento demasiado gruesas, fragilidades o similares.

- 5 Particularmente se han descrito los siguientes ejemplos de realización en el marco de la publicación de la presente solicitud de patente:
1. Procedimiento para la fabricación de una pala de rotor para una instalación de energía eólica, que en el estado preparado para el funcionamiento se extiende longitudinalmente desde una zona de raíz de las palas para la
10 conexión a un cubo del rotor de la instalación de energía eólica hasta una punta de la pala, y que se encuentra dividida para su fabricación en al menos dos segmentos, en donde está prevista al menos una subdivisión aproximadamente transversal a su extensión longitudinal entre la zona de raíz de la pala y la punta de la pala, caracterizado porque en un dispositivo de integración se unen al menos dos segmentos entre sí.
 - 15 2. Procedimiento según el ejemplo de realización 1, caracterizado porque están previstas al menos dos subdivisiones aproximadamente perpendiculares a la extensión longitudinal de la pala de rotor entre la zona de raíz de la pala y la punta de la pala para la formación de al menos tres segmentos.
 3. Procedimiento según el ejemplo de realización 1 o 2, caracterizado porque la pala de rotor se divide
20 sustancialmente en una semicubierta inferior y en una semicubierta superior y los segmentos están previstos por cada semicubierta.
 4. Procedimiento según cualquiera de los ejemplos de realización anteriores, caracterizado porque está prevista al menos una subdivisión que discurre aproximadamente en la extensión longitudinal de la pala de rotor para la
25 segmentación de la pala de rotor.
 5. Procedimiento según cualquiera de los ejemplos de realización anteriores, caracterizado porque en el dispositivo de integración se unen entre sí uno o varios nervios, una o varias correas, uno o varios elementos de la raíz de la pala de rotor, segmentos y/o cubiertas de pala de rotor formadas por segmentos.
 - 30 6. Procedimiento según el ejemplo de realización 5, caracterizado porque los nervios, correas, elementos de la raíz de la pala de rotor y/o segmentos se fabrican mediante una técnica de plásticos.
 7. Procedimiento según el ejemplo de realización 6, caracterizado porque en la técnica de plásticos se emplea al
35 menos una resina y al menos una capa de fibras, particularmente de fibras de vidrio y/o fibras de carbono.
 8. Procedimiento según el ejemplo de realización 7, caracterizado porque se emplea una técnica de extrusión (moldeo por transferencia de resina; RTM).
 - 40 9. Procedimiento según el ejemplo de realización 7 u 8, caracterizado porque se emplea una técnica de infusión (moldeo por infusión de resina; RIM), particularmente una técnica de infusión ayudada por vacío (infusión de resina ayudada por vacío; VAR).
 10. Procedimiento según el ejemplo de realización 7, 8 o 9, caracterizado porque se emplea una técnica de
45 laminado.
 11. Procedimiento según cualquiera de los ejemplos de realización anteriores, caracterizado porque en el dispositivo de integración se pegan entre sí segmentos y/u (otras) piezas.
 - 50 12. Procedimiento según cualquiera de los ejemplos de realización anteriores, caracterizado porque en el dispositivo de integración se unen entre sí segmentos y/u (otras) piezas mediante una de las técnicas de plásticos anteriormente mencionadas.
 13. Procedimiento según cualquiera de los ejemplos de realización anteriores, caracterizado porque en el dispositivo
55 de integración se unen entre sí segmentos y/o piezas mediante uniones no positivas y/o positivas, particularmente mediante embridado, ensamblaje, solapadura biselada, ranurado y unión por lengüeta o similares.
 14. Procedimiento para la fabricación de una pala de rotor para una instalación de energía eólica, preferentemente según cualquiera de los ejemplos de realización anteriores, caracterizado porque se rebordea al menos una pieza
60 que se va a unir con otra pieza.
 15. Procedimiento según el ejemplo de realización 14, caracterizado porque para el rebordeado se emplea madera de balsa o un sándwich de madera de balsa.
 - 65 16. Procedimiento según el ejemplo de realización 14 o 15, caracterizado porque se rebordea una correa.

17. Procedimiento según cualquiera de los ejemplos de realización anteriores, particularmente según el ejemplo de realización 12, caracterizado porque durante la introducción en el dispositivo de integración se deja una ranura entre dos piezas a unir entre sí, particularmente entre dos segmentos, para su unión, para la introducción de al menos un material de unión.
- 5 18. Procedimiento según el ejemplo de realización 17, caracterizado porque la ranura está prevista para la entrada de un material de unión nada o poco viscoso y para un material sólido, preferentemente un material de fibras.
19. Procedimiento según cualquiera de los ejemplos de realización anteriores, caracterizado porque para el calentamiento, secado y/o endurecimiento de piezas y/o uniones de piezas se emplea al menos un dispositivo eléctrico de calefacción, preferentemente un dispositivo de microondas o una manta eléctrica.
- 10 20. Procedimiento según el ejemplo de realización 19, caracterizado porque en primer lugar se endurecen o pre-endurecen las piezas, a continuación se introducen las piezas en el dispositivo de integración donde se unen entre sí y a continuación se seca y/o endurece la unión y/o el enlace de las piezas.
- 15 21. Procedimiento según cualquiera de los ejemplos de realización anteriores, caracterizado porque para la fabricación de piezas se emplean moldes de fabricación que se pueden utilizar de forma paralela en el tiempo.
- 20 22. Procedimiento según cualquiera de los ejemplos de realización anteriores, caracterizado porque se realiza una fabricación de piezas paralela en el tiempo, en la que las piezas a fabricar están o son concebidas particularmente en lo que respecta a su tipo, constitución y/o tamaño de tal forma que las piezas se pueden preparar en su conjunto en un plazo de 24 horas para el dispositivo de integración.
- 25 23. Procedimiento según cualquiera de los ejemplos de realización anteriores, caracterizado porque la fabricación de las piezas y su integración en el dispositivo de integración se planifica o realiza de tal forma que una o la pala de rotor se puede preparar sustancialmente en 48 horas.
24. Procedimiento para la fabricación de una pala de rotor para una instalación de energía eólica, preferentemente según cualquiera de los ejemplos de realización anteriores, caracterizado porque un dispositivo de integración se emplea como molde de fabricación para una semicubierta de un ala de pala de rotor, en donde la fabricación se realiza preferentemente mediante una técnica de plásticos anteriormente mencionada y en donde en el dispositivo de integración se introduce al menos un primer segmento prefabricado o semi-prefabricado y al menos un segundo segmento sólo se fabrica en el dispositivo de integración en el primer segmento o bajo integración del primer
- 30 35 segmento.
25. Procedimiento según el ejemplo de realización 24, caracterizado porque en el dispositivo de integración durante la fabricación de la semicubierta de la pala de rotor un primer segmento fabricado o semifabricado y un segundo segmento a fabricar se intercambian espacialmente entre sí durante la ocupación del dispositivo de integración.
- 40 26. Procedimiento según cualquiera de los ejemplos de realización anteriores, particularmente según el ejemplo de realización 24 o 25, caracterizado porque se prefabrica al menos una correa y al menos un nervio y se integran o unen en el dispositivo de integración con una semicubierta de una pala de rotor.
- 45 27. Procedimiento según el ejemplo de realización 26, caracterizado porque al menos una correa o un nervio puentea una separación entre dos segmentos de la semicubierta.
28. Procedimiento para la fabricación de una pala de rotor para una instalación de energía eólica, preferentemente según cualquiera de los ejemplos de realización anteriores, particularmente según el ejemplo de realización 26 o 27, caracterizado porque se prefabrica al menos un grupo constructivo correa-nervio y se entrega al dispositivo de integración para la unión con una cubierta de la pala de rotor.
- 50 29. Procedimiento según el ejemplo de realización 28, caracterizado porque la semicubierta se fabrica al menos parcialmente en el dispositivo de integración, integrándose para ello el grupo constructivo correa-nervio en la semicubierta.
- 55 30. Procedimiento según el ejemplo de realización 29, caracterizado porque se emplea al menos una capa, particularmente una capa de fibras, para la fabricación de la semicubierta para la unión de la semicubierta con el grupo constructivo correa-nervio.
- 60 31. Procedimiento según cualquiera de los ejemplos de realización anteriores, particularmente según el ejemplo de realización 9, caracterizado porque para la fabricación de la semicubierta mediante el uso de una técnica de infusión ayudada por vacío o cualquier otra técnica de plásticos ayudada por vacío, se realiza una hermetización al vacío con al menos una lámina y porque el grupo constructivo correa-nervio se incluye en la hermetización para la fabricación de la semicubierta para su unión con la semicubierta.
- 65

32. Procedimiento según cualquiera de los ejemplos de realización 28 a 31, caracterizado porque se fabrica un grupo constructivo correa-nervio sustancialmente en forma de L, de tal forma que una correa y un nervio quedan orientados sustancialmente en forma de L entre sí.
- 5 33. Procedimiento según el ejemplo de realización 32, caracterizado porque la forma de L se une con una cubierta de una pala de rotor de tal forma que el nervio sobresalga de la cubierta y que esta forma de L forma una forma de carcasa con una forma de L correspondiente de otra cubierta en la unión de las dos cubiertas entre sí.
34. Procedimiento según el ejemplo de realización 32 o 33, caracterizado porque para la fabricación de la forma en L se emplea un molde de fabricación, en el que la correa y el nervio implicados en la forma en L están dispuestos y/o fabricados en el ángulo correcto entre sí.
- 10
35. Procedimiento según el ejemplo de realización 34, caracterizado porque al menos la correa o el nervio se introducen prefabricados en el molde de fabricación y la otra pieza se fabrica preferentemente mediante capas para una técnica de plásticos.
- 15
36. Procedimiento para la fabricación de una pala de rotor para una instalación de energía eólica según cualquiera de los ejemplos de realización anteriores, particularmente según el ejemplo de realización 34 o 35, caracterizado porque al menos una pieza, preferentemente al menos la correa o el nervio, se fabrican de piezas prefabricadas, los denominados prepregs.
- 20
37. Procedimiento según cualquiera de los ejemplos de realización 32 a 36, caracterizado porque al menos una capa para la fabricación de al menos la correa o el nervio se introduce en el molde de fabricación de tal forma que puentea una junta entre ambas piezas, preferentemente la rodea, de tal forma que durante la fabricación de la correa y/o del nervio se crea una unión entre las piezas también a través de esta capa.
- 25
38. Procedimiento según el ejemplo de realización 37, caracterizado porque el nervio se conforma sustancialmente aproximadamente en forma de C para la conformación de bridas de unión.
- 30
39. Procedimiento según cualquiera de los ejemplos de realización 34 a 38, caracterizado porque el molde de fabricación presenta una concavidad sustancialmente aproximadamente en forma de V para la introducción de material en forma de L.
40. Procedimiento según cualquiera de los ejemplos de realización 34 a 39, caracterizado porque el molde de fabricación puede girar alrededor de un eje sustancialmente horizontal.
- 35
41. Pala de rotor para una instalación de energía eólica, que en el estado preparado para el funcionamiento se extiende longitudinalmente desde una zona de raíz de las palas para la conexión a un cubo del rotor de la instalación de energía eólica hasta una punta de la pala, y que se encuentra dividida para su fabricación en al menos dos segmentos, en donde está prevista al menos una subdivisión aproximadamente transversal a su extensión longitudinal entre la zona de raíz de la pala y la punta de la pala, caracterizada porque los al menos dos segmentos están unidos entre sí en un dispositivo de integración.
- 40
42. Pala de rotor según el ejemplo de realización 41, caracterizada porque están previstas al menos dos subdivisiones aproximadamente perpendiculares con respecto a la extensión longitudinal de la pala de rotor entre la zona de raíz de la pala y la punta de la pala para la formación de al menos tres segmentos.
- 45
43. Pala de rotor según el ejemplo de realización 41 o 42, caracterizada porque la pala de rotor está dividida sustancialmente en una semicubierta inferior y una semicubierta superior y la segmentación está prevista por cada semicubierta.
- 50
44. Pala de rotor según cualquiera de los ejemplos de realización 41 a 43, caracterizada porque esté prevista al menos una subdivisión que discurre aproximadamente en la extensión longitudinal de la pala de rotor para la segmentación de la pala de rotor.
- 55
45. Pala de rotor según cualquiera de los ejemplos de realización 41 a 44, caracterizada porque en el dispositivo de integración están unidos o se van a unir entre sí uno o varios nervios, una o varias correas, elementos de la raíz de la pala de rotor, segmentos y/o cubiertas de pala de rotor formadas por segmentos.
- 60
46. Pala de rotor según el ejemplo de realización 45, caracterizada porque los nervios, correas, elementos de la raíz de la pala de rotor y/o segmentos están fabricados mediante una técnica de plásticos.
- 65
47. Pala de rotor según el ejemplo de realización 46, caracterizada porque al menos una pieza está fabricada mediante la técnica de plásticos con el uso de al menos una resina y al menos una capa de fibras, particularmente de fibras de vidrio y/o fibras de carbono.

48. Pala de rotor según cualquiera de los ejemplos de realización 41 a 47, caracterizada porque los segmentos y/u (otras) piezas están pegados entre sí.
49. Pala de rotor según cualquiera de los ejemplos de realización 41 a 48, caracterizada porque los segmentos y/u (otras) piezas están unidos entre sí mediante una de las técnicas de plásticos anteriormente mencionadas.
50. Pala de rotor según cualquiera de los ejemplos de realización 41 a 49, caracterizada porque los segmentos y/o piezas están unidos entre sí mediante uniones no positivas y/o positivas, particularmente mediante embridado, ensamblaje, solapadura biselada, ranurado y unión por lengüeta o similares.
- 10 51. Pala de rotor para una instalación de energía eólica, preferentemente según cualquiera de los ejemplos de realización 41 a 50, caracterizada porque al menos una de las piezas que se va a unir con al menos otra pieza esté rebordeada.
- 15 52. Pala de rotor según el ejemplo de realización 51, caracterizada porque el rebordeado comprende madera de balsa o un sándwich de madera de balsa.
53. Pala de rotor según el ejemplo de realización 51 o 52, caracterizada porque una correa está rebordeada.
- 20 54. Pala de rotor según cualquiera de los ejemplos de realización 41 a 53, caracterizada porque para una fabricación de piezas paralela en el tiempo, las piezas a fabricar están concebidas particularmente en lo que respecta a su tipo, constitución y/o tamaño de tal forma que se pueden preparar las piezas en su conjunto en un plazo de 24 horas para el dispositivo de integración.
- 25 55. Pala de rotor según el ejemplo de realización 54, caracterizada porque los segmentos están concebidos de tal forma que tienen o cubren superficies de aproximadamente el mismo tamaño.
56. Pala de rotor según cualquiera de los ejemplos de realización 41 a 55, caracterizada porque al menos una correa y al menos un nervio están prefabricados y están integrados o pre-unidos con una semicubierta de una pala de rotor.
- 30 57. Pala de rotor según el ejemplo de realización 56, caracterizada porque al menos una correa o un nervio puentea una separación entre dos segmentos de la semicubierta.
- 35 58. Pala de rotor para una instalación de energía eólica, preferentemente según cualquiera de los ejemplos de realización anteriores, particularmente según el ejemplo de realización 56 o 57, caracterizada porque está prefabricado al menos un grupo constructivo correa-nervio y pre-unido con una semicubierta de la pala de rotor.
59. Pala de rotor según el ejemplo de realización 58, caracterizada porque en la fabricación de la semicubierta se ha empleado al menos una capa, particularmente una capa de fibras, para la unión de la semicubierta con el grupo constructivo correa-nervio.
- 40 60. Pala de rotor según cualquiera de los ejemplos de realización 58 a 59, caracterizada porque comprende un grupo constructivo correa-nervio en sustancialmente forma de L.
- 45 61. Pala de rotor según el ejemplo de realización 60, caracterizada porque la forma en L está unida con una cubierta de una pala de rotor de tal forma que el nervio sobresalga de la cubierta y que esta forma de L forma una forma de carcasa con una forma de L correspondiente de otra cubierta en la unión de las dos cubiertas entre sí.
- 50 62. Pala de rotor para una instalación de energía eólica según cualquiera de los ejemplos de realización 41 a 61, caracterizada porque al menos una pieza, preferentemente al menos la correa o el nervio, están fabricados de piezas prefabricadas, los denominados prepregs.
63. Pala de rotor según cualquiera de los ejemplos de realización 41 a 62, caracterizada porque al menos una capa para la fabricación de al menos la correa o el nervio puentea una junta entre dos piezas, preferentemente la rodea, de tal forma que a través de esta capa también se da una unión entre las piezas.
- 55 64. Pala de rotor según el ejemplo de realización 63, caracterizada porque el nervio está conformado sustancialmente en forma de C para la conformación de bridas de unión.
- 60 65. Molde de fabricación para la fabricación de una pala de rotor para una instalación de energía eólica caracterizado porque un dispositivo de integración previsto para la unión de al menos dos segmentos o piezas está conformado como molde de fabricación para una semicubierta de una pala de rotor, en el que se realiza la fabricación preferentemente mediante una técnica de plásticos anteriormente mencionada y en el que se puede introducir al menos un primer segmento prefabricado o semi-prefabricado y al menos un segundo segmento se fabricará ya en el dispositivo de integración en el primer segmento o bajo integración del primer segmento.
- 65

66. Molde de fabricación, preferentemente según el ejemplo de realización 65, caracterizado porque está previsto para la fabricación de una forma en L formada por una correa y un nervio, en la que la correa y el nervio implicados en la forma en L se deben de situar y/o fabricar en el ángulo correcto entre sí.

5

67. Molde de fabricación, preferentemente según el ejemplo de realización 66, caracterizado porque el molde de fabricación presenta una concavidad sustancialmente aproximadamente en forma de V para la introducción de material en forma de L.

10 68. Molde de fabricación, preferentemente según el ejemplo de realización 66 o 67, caracterizado porque el molde de fabricación puede girar alrededor de un eje sustancialmente horizontal.

REIVINDICACIONES

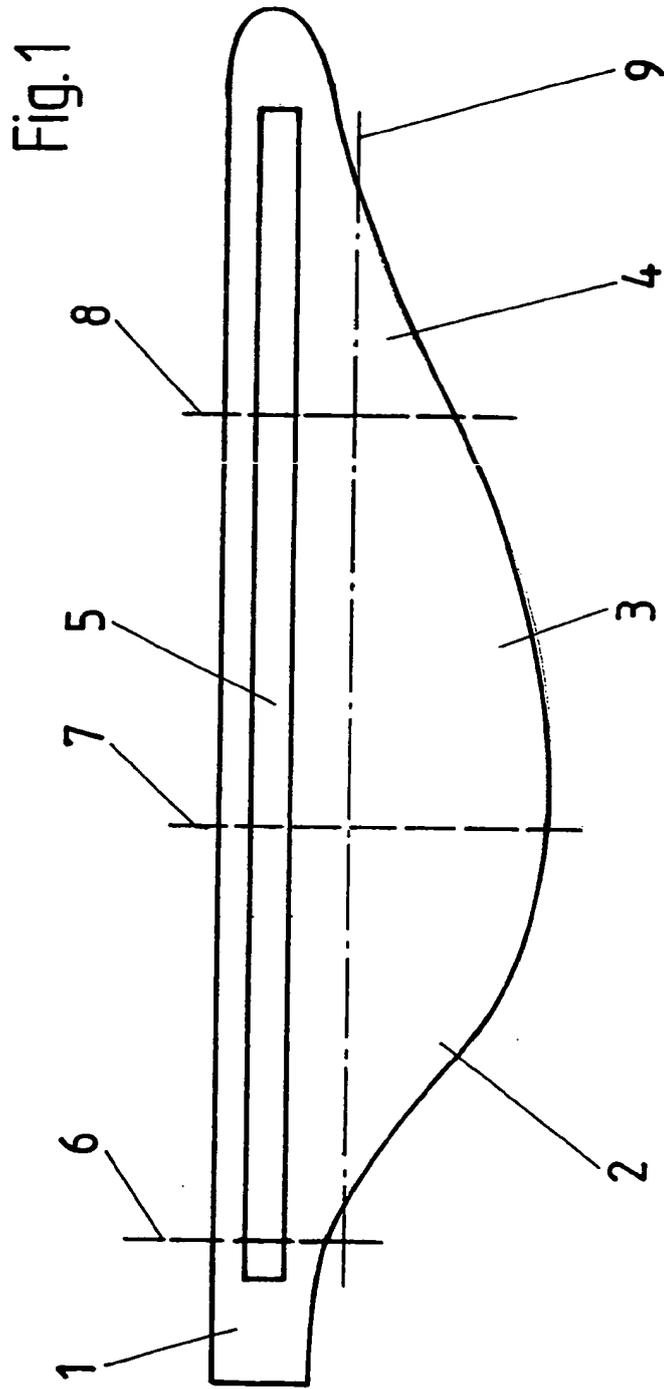
1. Procedimiento para la fabricación de una pala de rotor para una instalación de energía eólica, que en el estado preparado para el funcionamiento se extiende longitudinalmente desde una zona de raíz de las palas para la conexión a un cubo del rotor de la instalación de energía eólica hasta una punta de la pala, en donde la pala de rotor se encuentra dividida para su fabricación en al menos dos segmentos, en donde está prevista al menos una subdivisión aproximadamente transversal a su extensión longitudinal entre la zona de raíz de la pala y la punta de la pala, en donde los al menos dos segmentos de la pala de rotor se unen entre sí en un dispositivo de integración (41), en donde está previsto un grupo constructivo correa-nervio (31, 32), caracterizado porque para la fabricación de una semicubierta de la pala de rotor mediante el uso de una técnica de infusión ayudada por vacío o cualquier otra técnica de plásticos ayudada por vacío se realiza una hermetización al vacío (42, 43) mediante al menos una lámina (40), y porque el grupo constructivo correa-nervio (31, 32) se incluye en la hermetización para la fabricación de la semicubierta para su unión con la semicubierta.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque están previstas al menos dos subdivisiones aproximadamente perpendiculares a la extensión longitudinal de la pala de rotor entre la zona de raíz de la pala y la punta de la pala para la formación de al menos tres segmentos, en donde la pala de rotor se divide sustancialmente en una semicubierta inferior y en una semicubierta superior y la segmentación está prevista por cada semicubierta, en donde está prevista particularmente al menos una subdivisión que discurre aproximadamente en la extensión longitudinal de la pala de rotor para la segmentación de la pala de rotor.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque en el dispositivo de integración se unen entre sí uno o varios nervios, una o varias correas, uno o varios elementos de la raíz de la pala de rotor, segmentos y/o cubiertas de pala de rotor formadas por segmentos, en donde particularmente los nervios, correas, elementos de la raíz de la pala de rotor y/o segmentos se fabrican mediante una técnica de plásticos, en donde particularmente en la técnica de plásticos se emplea al menos una resina y al menos una capa de fibras, particularmente de fibras de vidrio y/o fibras de carbono, en donde particularmente se emplea una técnica de extrusión, en donde particularmente se emplea una técnica de infusión, particularmente una técnica de infusión ayudada por vacío, en donde particularmente se emplea una técnica de laminado.
4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque en el dispositivo de integración se pegan entre sí segmentos y/o, particularmente, otras piezas, en donde particularmente en el dispositivo de integración se unen entre sí segmentos y/o, particularmente, otras piezas mediante una de las técnicas de plásticos anteriormente mencionadas, en donde particularmente en el dispositivo de integración se unen entre sí segmentos y/o piezas mediante uniones no positivas y/o positivas, particularmente mediante embreado, ensamblaje, solapadura biselada, ranurado y unión por lengüeta o similares.
5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se rebordea al menos una pieza que se va a unir con otra pieza, en donde particularmente para el rebordeado se emplea madera de balsa o un sándwich de madera de balsa, en donde particularmente se rebordea una correa, en donde particularmente durante la introducción en el dispositivo de integración se deja una ranura entre dos piezas a unir entre sí, particularmente entre dos segmentos, para su unión, para la introducción de al menos un material de unión, en donde particularmente la ranura está prevista para la entrada de un material de unión nada o poco viscoso y para un material sólido, preferentemente un material de fibras, en donde particularmente para el calentamiento, secado y/o endurecimiento de piezas y/o uniones de piezas se emplea al menos un dispositivo eléctrico de calefacción, preferentemente un dispositivo de microondas o una manta eléctrica, en donde particularmente en primer lugar se endurecen o pre-endurecen las piezas, a continuación se introducen las piezas en el dispositivo de integración donde se unen entre sí y a continuación se seca y/o endurece la unión y/o el enlace de las piezas.
6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque para la fabricación de piezas se emplean moldes de fabricación que se pueden utilizar de forma paralela en el tiempo, en donde particularmente se realiza una fabricación de piezas paralela en el tiempo, en la que las piezas a fabricar están o son concebidas particularmente en lo que respecta a su tipo, constitución y/o tamaño de tal forma que se puedan preparar las piezas en su conjunto en un plazo de 24 horas para el dispositivo de integración, en donde particularmente la fabricación de las piezas y su integración en el dispositivo de integración se planifica o realiza de tal forma que una o la pala de rotor se puede preparar sustancialmente en 48 horas.
7. Procedimiento para la fabricación de una pala de rotor para una instalación de energía eólica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque un dispositivo de integración se emplea como molde de fabricación para una semicubierta de un ala de pala de rotor, en donde la fabricación se realiza preferentemente mediante una técnica de plásticos anteriormente mencionada y en donde en el dispositivo de integración se introduce al menos un primer segmento prefabricado o semi-prefabricado y al menos un segundo segmento sólo se fabrica en el dispositivo de integración en el primer segmento o bajo integración del primer segmento, en donde particularmente en el dispositivo de integración durante la fabricación de la semicubierta de la pala de rotor un primer segmento fabricado o semifabricado y un segundo segmento a fabricar se intercambian espacialmente entre sí durante la ocupación del dispositivo de integración, en donde particularmente se prefabrica al

menos una correa y al menos un nervio y se integran o unen en el dispositivo de integración con una semicubierta de una pala de rotor, en donde particularmente al menos una correa o un nervio puentea una separación entre dos segmentos de la semicubierta.

5 8. Procedimiento para la fabricación de una pala de rotor para una instalación de energía eólica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se prefabrica al menos un grupo constructivo correa-nervio y se entrega al dispositivo de integración para la unión con una cubierta de la pala de rotor, en donde particularmente la semicubierta se fabrica al menos parcialmente en el dispositivo de integración, integrándose para
 10 ello el grupo constructivo correa-nervio en la semicubierta, en donde particularmente se emplea al menos una capa, particularmente una capa de fibras, para la fabricación de la semicubierta para la unión de la semicubierta con el grupo constructivo correa-nervio, en donde particularmente se fabrica un grupo constructivo correa-nervio sustancialmente en forma de L, de tal forma que una correa y un nervio quedan orientados sustancialmente en forma de L entre sí, en donde particularmente la forma de L se une con una cubierta de una pala de rotor de tal
 15 forma que el nervio sobresalga de la cubierta y que esta forma de L forma una forma de carcasa con una forma de L correspondiente de otra cubierta en la unión de las dos cubiertas entre sí, en donde particularmente para la fabricación de la forma en L se emplea un molde de fabricación, en el que la correa y el nervio implicados en la forma en L están dispuestos y/o fabricados en el ángulo correcto entre sí, en donde particularmente al menos la correa o el nervio se introducen prefabricados en el molde de fabricación y la otra pieza se fabrica preferentemente mediante capas para una técnica de plásticos.

20

9. Procedimiento para la fabricación de una pala de rotor para una instalación de energía eólica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque al menos una pieza, preferentemente al menos la correa o el nervio, se fabrican de piezas prefabricadas, los denominados prepregs, en donde particularmente al menos una capa para la fabricación de al menos la correa o el nervio se introduce en el molde de fabricación de tal
 25 forma que puentea una junta entre ambas piezas, preferentemente la rodea, de tal forma que durante la fabricación de la correa y/o del nervio se crea una unión entre las piezas también a través de esta capa, en donde particularmente el nervio se conforma sustancialmente aproximadamente en forma de C para la conformación de bridas de unión, en donde particularmente el molde de fabricación presenta una concavidad sustancialmente aproximadamente en forma de V para la introducción de material en forma de L, en donde particularmente el molde
 30 de fabricación puede girar alrededor de un eje sustancialmente horizontal.



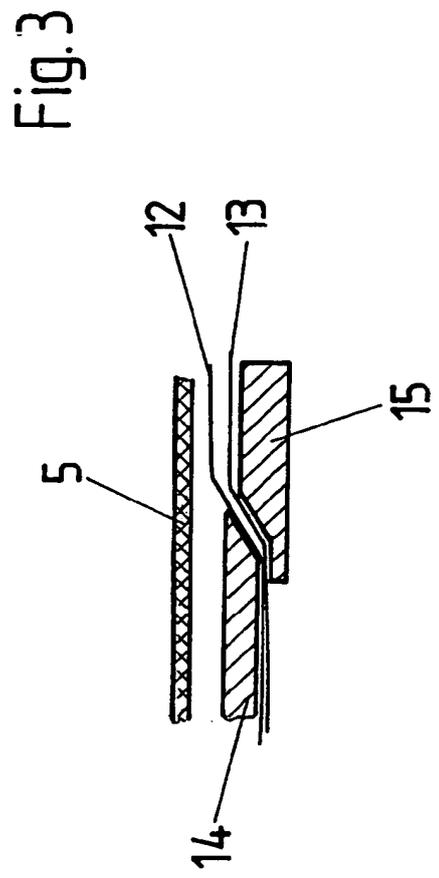
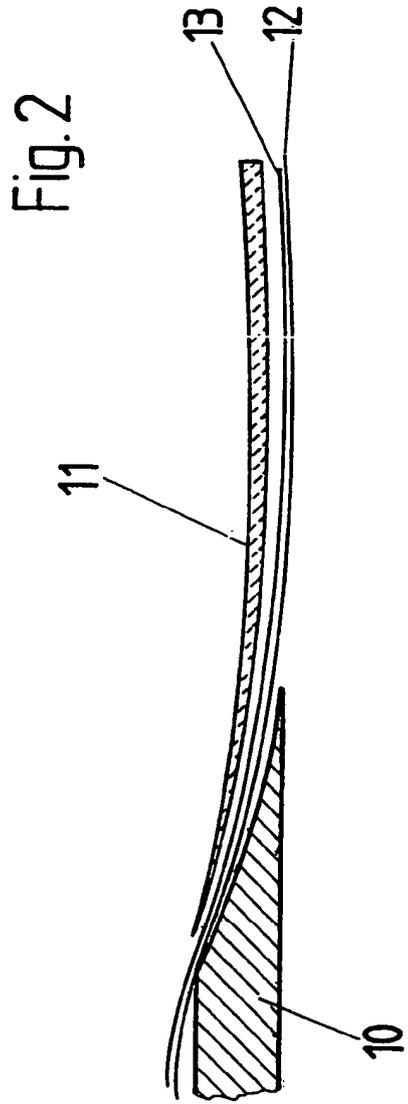


Fig. 4

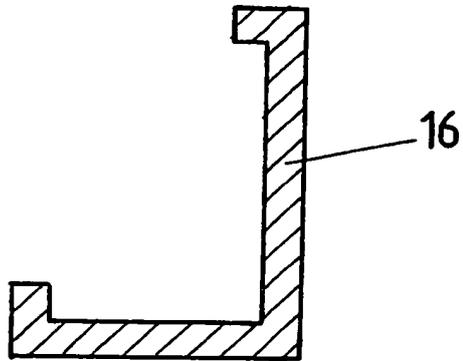
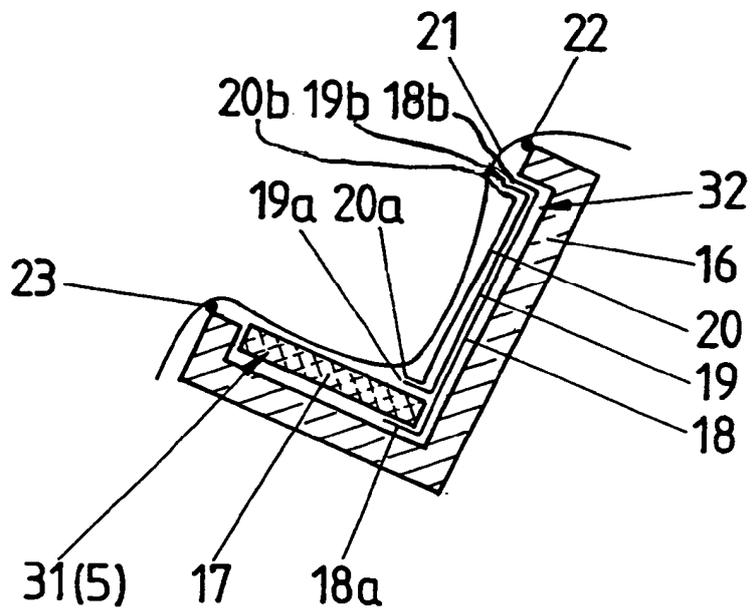


Fig. 5



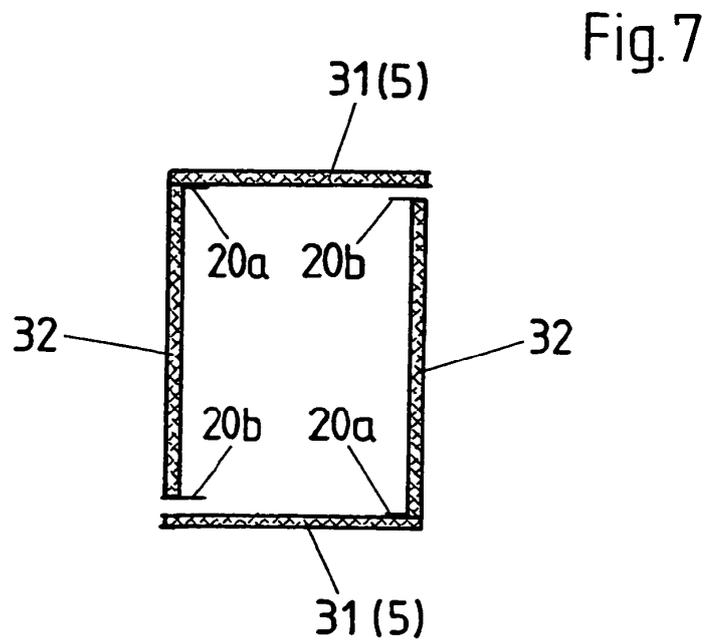
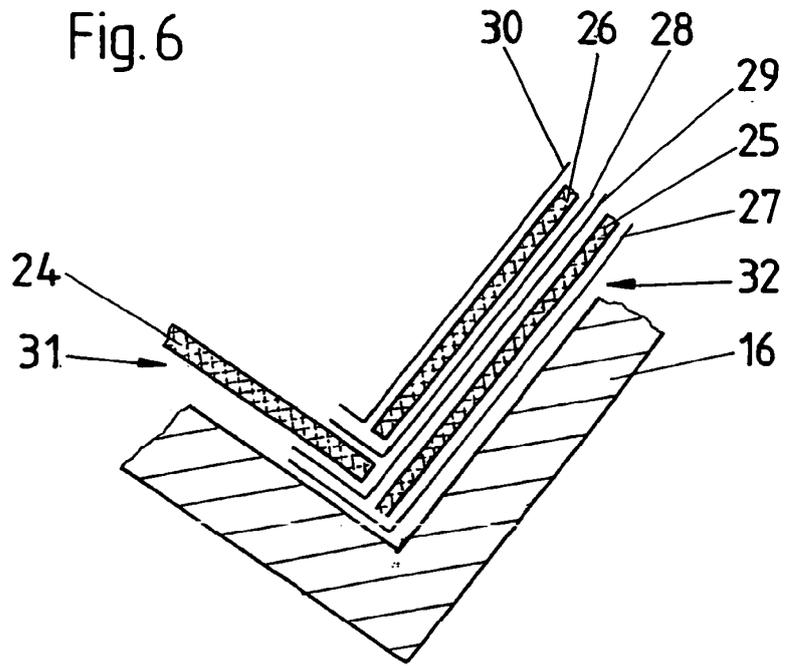


Fig. 8

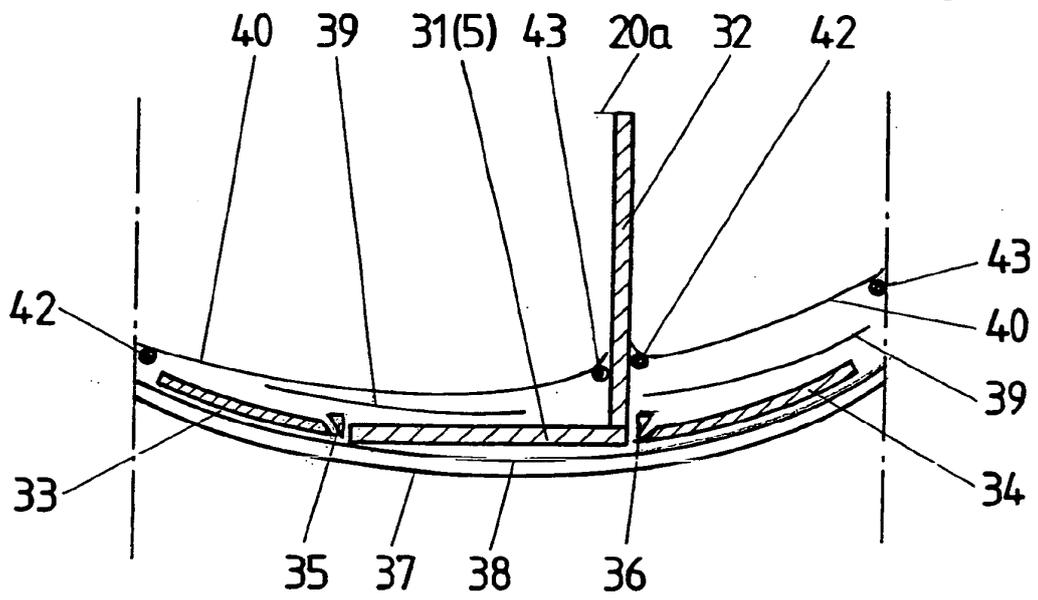


Fig. 9

