

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 583 015**

51 Int. Cl.:

B29C 70/44 (2006.01)

B29C 70/54 (2006.01)

F03D 1/06 (2006.01)

B29C 70/86 (2006.01)

B29L 31/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.09.2011 E 11007250 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.05.2016 EP 2567807**

54 Título: **Procedimiento para la fabricación de un componente de pala de rotor de instalación de energía eólica con un larguero principal prefabricado**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.09.2016

73 Titular/es:

**NORDEX ENERGY GMBH (100.0%)
Langenhorner Chaussee 600
22419 Hamburg, DE**

72 Inventor/es:

**FRANKOWSKI, MARCO y
AUSTINAT, DIRK**

74 Agente/Representante:

ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María

ES 2 583 015 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 un componente de pala de rotor de instalación de energía eólica con un larguero principal prefabricado

5 La invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de un componente de pala de rotor de instalación de energía eólica con un larguero principal prefabricado. Los componentes de una pala de rotor de una instalación de energía eólica se fabrican usualmente de materiales de plástico reforzados con fibras, por ejemplo, una combinación de fibras de vidrio con resinas de poliéster o resinas epoxi.

10 Por el documento EP0525263A1 es conocido un procedimiento de infusión al vacío para la fabricación de partes de plástico reforzadas con fibras. En el caso de este procedimiento conocido, varias capas de un material de fibras se colocan en un molde. Por debajo y por encima de las capas de material de fibras se encuentran respectivamente medios de distribución, separados de las capas del material de fibras por otras capas hechas a partir de llamados tejidos pelables. En el lado inferior del molde, por debajo del medio de distribución inferior, se encuentra un canal de alimentación y por encima del medio de distribución superior se encuentra un canal de aspiración. A través del canal de aspiración se evacua el molde cerrado herméticamente, aspirándose un material de plástico líquido a través del canal de alimentación. Éste se distribuye con ayuda del medio de distribución inferior por toda la superficie del molde y penetra completamente en las capas del material de fibras. Después de endurecerse el material de plástico, los medios de distribución y el tejido pelable se retiran del plástico reforzado con fibras.

20 Por el documento WO2007/038930A1 es conocido otro procedimiento para la fabricación de partes de plástico reforzadas con fibras. En el caso de este procedimiento conocido se usa como medio de distribución un material poroso que se puede unir al material de plástico infundido. Después de endurecerse el plástico, el medio de distribución permanece en el componente fabricado y puede formar en particular una superficie del componente.

30 El documento US2010/0209651A1 describe un procedimiento para la fabricación de un componente de instalación de energía eólica en un procedimiento de infusión al vacío. En el caso del procedimiento conocido, en un molde de fabricación se colocan diferentes capas de un material de fibras y por debajo se coloca un llamado laminado principal. Todo el material de fibras se impregna a continuación en el molde de fabricación con un material de plástico líquido que se suministra a través de los canales de alimentación situados por encima de las fibras de refuerzo.

35 En el caso particular de palas de rotor muy grandes con una longitud total de, por ejemplo, 50 m o más, resulta conveniente por razones de resistencia usar de manera adicional a los materiales de plástico reforzados con fibras de vidrio materiales de fibras con una resistencia aún mayor. Esto es válido en particular para los largueros principales que discurren en dirección longitudinal de las palas de rotor, forman las estructuras portantes centrales de la pala de rotor y absorben los momentos de flexión originados. En este tipo de palas de rotor se usan a menudo largueros principales, reforzados con fibras de carbono. Los materiales de fibras de carbono son muy costosos y debido a sus propiedades que difieren de los materiales de fibras de vidrio, en particular otra resistencia al flujo respecto a los materiales de matriz líquidos, es conveniente a menudo prefabricar los largueros principales, reforzados con fibras de carbono. Estos se pueden fabricar, por ejemplo, en un molde separado en un primer procedimiento de infusión al vacío. Después de endurecerse el material de plástico, el larguero principal prefabricado se puede extraer de este molde y colocar en el molde para la fabricación de la semiconcha de pala de rotor de instalación de energía eólica. En una segunda etapa de fabricación, los demás componentes de la semiconcha se añaden a continuación y se impregnan con un material de plástico líquido en otro procedimiento de infusión al vacío y se unen en esta operación al larguero principal prefabricado.

50 La presencia del larguero principal prefabricado en el molde, es decir, un cuerpo grande que no se puede impregnar con el material de plástico líquido, requiere el cumplimiento de requisitos particulares del proceso de infusión. En este caso es necesario también garantizar una completa impregnación de los materiales de fibras. Se han de evitar tanto las burbujas de aire como las acumulaciones de plástico de gran volumen.

55 Para conseguir en esta situación un proceso de fabricación fiable resulta conveniente, según la experiencia adquirida, disponer en la zona situada alrededor del larguero principal prefabricado medios de distribución de gran superficie que favorecen una distribución rápida y uniforme del material de plástico líquido. Tales medios de distribución, irrelevantes desde el punto de vista estructural, se impregnan completamente con el material de plástico y se mantienen en el componente después de endurecerse el material de plástico. Esto aumenta de manera considerable el peso total de la pala de rotor y se producen cargas mayores en particular en la zona de conexión de la pala de rotor al buje.

60 Partiendo de esto, el objetivo de la invención es poner a disposición un procedimiento para la fabricación de un componente de pala de rotor de instalación de energía eólica con un larguero principal prefabricado, mediante el que se consiga reducir el peso del componente con una alta seguridad del proceso.

65

Este objetivo se consigue mediante el procedimiento con las características de la reivindicación 1. En las reivindicaciones secundarias subsiguientes aparecen configuraciones ventajosas.

5 El procedimiento sirve para la fabricación de un componente de instalación de energía eólica con un larguero principal prefabricado y presenta las siguientes etapas:

- preparar un molde con un extremo del lado de la raíz de pala y un extremo del lado de la punta de pala,
- colocar en el molde al menos una capa externa de refuerzo de raíz, hecha de un material de fibras,
- 10 • disponer el larguero principal prefabricado sobre la al menos una capa externa de refuerzo de raíz, no pudiéndose impregnar el larguero principal con un material de plástico líquido,
- disponer al menos una capa interna de refuerzo de raíz, hecha de un material de fibras, sobre el larguero principal,
- cerrar el molde,
- 15 • aspirar el aire del molde a través de al menos un canal de aspiración dispuesto a una distancia lateral del larguero principal,
- alimentar un material de plástico líquido a través de un primer canal de alimentación que presenta una pluralidad de orificios de salida por debajo del larguero principal, y
- alimentar un material de plástico líquido a través de un segundo canal de alimentación que presenta una pluralidad de orificios de salida por encima del larguero principal.

20 Es evidente que la secuencia de las etapas de procedimiento indicadas se puede variar al menos parcialmente y que entre las etapas individuales se pueden ejecutar otras etapas de procedimiento. Por ejemplo, en el molde se pueden colocar otras capas de material.

25 El molde preparado puede presentar una superficie interior que define una superficie exterior del componente de pala de rotor de instalación de energía eólica. El molde presenta una longitud y una anchura que corresponden esencialmente a la longitud o la anchura del componente o son ligeramente mayores. La longitud del molde puede ser, por ejemplo, de 30 m o más, 40 m o más, 50 m o más, y la anchura puede ser, por ejemplo, de 2 m o más o 3 m o más. En el caso del componente de pala de rotor de instalación de energía eólica se puede tratar en particular de una concha de una pala de rotor o de un componente prefabricado que presenta o está formado por un larguero principal y una zona de raíz de la pala de rotor.

30 El molde presenta un extremo del lado de la raíz de pala y un extremo del lado de la punta de pala. Si el componente de pala de rotor de instalación de energía eólica, que se va a fabricar en el molde, es una semiconcha, estos extremos del molde sirven generalmente para fabricar las secciones de la semiconcha que forman partes de la raíz de pala y de la punta de pala. Si el componente no es una semiconcha (completa), los extremos mencionados del molde pueden representar también sólo aquellas zonas del molde, en las que se fabrican las secciones del componente que se encuentran cerca de la raíz de pala o de la punta de pala de la pala de rotor a fabricar.

35 Las capas de refuerzo de raíz están fabricadas de un material de fibras, por ejemplo, fibras de vidrio. Se pueden usar mallas de material de fibras uni, bi o multidireccionales. Las capas de refuerzo de raíz se pueden extender de un extremo del lado de la raíz de pala del molde, es decir, de la raíz de pala del componente a fabricar, en dirección a la punta de pala. Por lo general, éstas no se extienden en toda la longitud del componente, sino que finalizan en una posición de radio determinada. Las capas de refuerzo de raíz refuerzan el componente en la zona de la raíz de pala y garantizan una transmisión óptima de las cargas desde el larguero principal hasta la raíz de pala. Por razones de resistencia, el larguero principal se encierra entre las capas de refuerzo de raíz internas y externas.

40 El hecho de que en el molde se coloca la al menos una capa externa de refuerzo de raíz, no significa necesariamente que la misma colinda directamente con la superficie interior del molde. Más bien, entre el molde y la al menos una capa externa de refuerzo de raíz se pueden disponer materiales adicionales, por ejemplo, un inserto de raíz, que se describirá con más detalle, un gelcoat u otro material de fibras. La al menos una capa externa de refuerzo de raíz se puede colocar en el molde en una zona junto al extremo del lado de la raíz de pala.

45 El larguero principal prefabricado se dispone sobre la al menos una capa externa de refuerzo de raíz. Éste puede descansar sólo con una parte de su longitud total sobre la capa externa de refuerzo de raíz y con otra sección longitudinal, situada en particular en el lado de la punta de pala, sobre una superficie interior del molde. Es evidente que entre el molde y esta sección del larguero principal prefabricado y/o entre la al menos una capa externa de refuerzo de raíz y el larguero principal prefabricado se pueden disponer otras capas de material.

50 Después de disponerse el larguero principal, al menos una capa interna de refuerzo de raíz, hecha de un material de fibras, se dispone sobre el larguero principal prefabricado. La información dada sobre la capa externa de refuerzo de raíz se aplica al material de la capa interna de refuerzo de raíz y su disposición en la zona situada en el lado de la raíz de pala del molde. Aquí también es evidente que entre el larguero principal y la al menos una capa interna de refuerzo de raíz se pueden disponer otros materiales. La al menos una capa interna de refuerzo de raíz se puede colocar en el molde en una zona junto al extremo del lado de la raíz de pala.

La al menos una capa externa de refuerzo de raíz y/o la al menos una capa interna de refuerzo de raíz se pueden extender en toda la anchura del molde, pudiendo estar configurado el componente en su extremo del lado de la raíz de pala esencialmente con una forma semicircular en la sección transversal y pudiéndose extender las capas de refuerzo de raíz por todo el semicírculo.

5 El molde se cierra después de disponerse las capas de refuerzo de raíz internas y externas y el larguero principal, así como, dado el caso, otros materiales. El molde se cierra herméticamente, por ejemplo, con una lámina de vacío. A tal efecto, toda la disposición se puede cubrir con la lámina y bordes del molde se pueden unir herméticamente a la lámina de vacío. El aire se aspira a continuación del molde a través del al menos un canal de aspiración, de modo que dentro del molde se genera un vacío o una presión negativa fuerte.

15 Al mismo tiempo o a continuación, un material de plástico líquido endurecible se alimenta a través de un primer canal de alimentación y a través de un segundo canal de alimentación y se infunde en el molde evacuado. El material de plástico líquido puede ser, por ejemplo, una resina de poliéster y/o una resina epoxi. La alimentación se puede llevar a cabo, por ejemplo, mediante la unión de los canales de alimentación a un recipiente que contiene el material de plástico líquido, por ejemplo, con ayuda de un tubo flexible. Debido a la unión y la presión negativa existente dentro del molde, el material de plástico se aspira a continuación a través de los canales de alimentación y llega al interior del molde.

20 El primer canal de alimentación presenta una pluralidad de orificios de salida por debajo del larguero principal y/o del material de raíz y/o de un inserto de raíz. El primer canal de alimentación y la pluralidad de sus orificios de salida pueden estar integrados en el molde. Los orificios de salida se pueden cerrar en particular a ras con una superficie interior del molde. Los orificios de salida están dispuestos por debajo del larguero principal, pudiendo estar situados los mismos a una distancia del larguero principal. El término "por debajo" significa en relación con la fuerza de gravedad que actúa durante la fabricación del componente.

30 Un material de plástico líquido, en particular el mismo material de plástico líquido alimentado a través del primer canal de alimentación, se alimenta además a través de un segundo canal de alimentación que presenta una pluralidad de orificios de salida por encima del larguero principal. El término "por encima" se refiere también aquí a la dirección de la fuerza de gravedad. Los orificios de salida del segundo canal de alimentación pueden estar situados asimismo a una distancia del larguero principal.

35 Los orificios de salida del primer canal de alimentación pueden estar dispuestos de manera directamente contigua a la al menos una capa externa de refuerzo de raíz. No obstante, se pueden disponer también otras capas de material entre ambos, por ejemplo, un medio de distribución o un tejido pelable. Los orificios de salida del segundo canal de alimentación se pueden disponer asimismo de manera directamente contigua a la al menos una capa interna de refuerzo de raíz. No obstante, se pueden disponer también aquí capas de material adicionales entre ambos, en particular un medio de distribución o un tejido pelable.

40 El al menos un canal de aspiración está dispuesto a una distancia lateral del larguero principal. El término "lateral" se entiende como en relación con la dirección longitudinal del larguero principal y del molde. Por ejemplo, el al menos un canal de aspiración se puede disponer en un borde lateral del molde. En particular se pueden usar dos canales de aspiración, respectivamente uno en cada borde lateral del molde.

45 Mediante la alimentación, según la invención, del material de plástico líquido a través de un primer y un segundo canal de alimentación por debajo y por encima del larguero principal y una aspiración del aire a través de un canal de aspiración dispuesto en el lateral del larguero principal se consigue una impregnación fiable de las capas de material que rodean el larguero principal. Las vías de flujo resultantes se reducen en comparación con una disposición convencional de los canales de alimentación exclusivamente en el lado superior de los materiales colocados en el molde. En particular la zona por debajo del larguero principal se impregna de manera rápida y fiable a través de los orificios de salida, situados aquí, del primer canal de alimentación. Esto resulta válido también al tenerse en cuenta la compactación considerable que experimenta la al menos una capa externa de refuerzo de raíz por debajo del larguero principal durante la evacuación del molde, porque el larguero principal, dispuesto encima, actúa como una pieza de presión.

55 En una configuración, los orificios de salida del primer canal de alimentación están distribuidos centralmente por debajo del larguero principal y por una sección longitudinal del molde. La disposición central favorece una distribución rápida y uniforme del material de plástico por debajo del larguero principal.

60 En una configuración, en la sección longitudinal están superpuestas varias capas externas de refuerzo de raíz que presentan un grosor total de 1 mm o más. En particular en secciones longitudinales con una pluralidad de capas de refuerzo de raíz resulta problemática una impregnación completa con el material de plástico. Por tanto, la sección longitudinal, en la que están dispuestos los orificios de salida del primer canal de alimentación, se dispone preferentemente en estas zonas.

65

5 En una configuración, la sección longitudinal se extiende sólo por una parte de la longitud total del larguero principal. En otras secciones longitudinales del molde, en las que no está presente o sólo está presente una pequeña cantidad de capas externas de refuerzo de raíz, no es necesaria una alimentación separada a través del primer canal de alimentación. Por tanto, se puede prescindir de la configuración de orificios de salida en estas zonas para obtener una superficie limpia del componente en esta zona.

10 En una configuración están superpuestas varias capas de refuerzo de raíz internas y/o externas, cuyo grosor total se reduce respectivamente en una sección longitudinal del componente con una distancia creciente respecto al extremo del lado de la raíz de pala. Estos refuerzos de raíz, que se estrechan de esta manera, son ventajosos por razones de resistencia.

15 En una configuración, un grosor del larguero principal en una sección longitudinal del componente aumenta con una distancia creciente respecto al extremo del lado de la raíz de pala. En particular, el larguero principal se puede aplanar hacia el extremo del lado de la raíz de pala y, dado el caso, finalizar a una distancia del extremo del lado de la raíz de pala del componente. Esto favorece un flujo de fuerza armónico entre las capas de refuerzo de raíz internas y externas, por una parte, y el larguero principal, por la otra parte.

20 En una configuración, la alimentación a través del segundo canal de alimentación comienza sólo al transcurrir un período de tiempo después de iniciarse la alimentación a través del primer canal de alimentación. Esta secuencia temporal de alimentación puede contribuir a evitar las burbujas de aire y a configurar frentes de flujo unificados también a diferentes velocidades de dispersión del material de plástico por encima y por debajo del larguero principal.

25 En una configuración, el período de tiempo se ha fijado de modo que el material de plástico, alimentado a través del primer canal de alimentación, se haya distribuido por debajo del larguero principal cuando se inicia la alimentación a través del segundo canal de alimentación. El período de tiempo se puede fijar en particular sobre la base de valores empíricos. Es posible asimismo un control visual, en el que se determina cuándo el material de plástico, alimentado a través del primer canal de alimentación, aparece en el lateral por debajo del larguero principal. En ese momento se puede iniciar la alimentación a través del segundo canal de alimentación. De esta manera se garantiza que por debajo del larguero principal no haya burbujas de aire que no se podrían detectar posiblemente durante el proceso de fabricación ulterior.

35 En una configuración, un inserto de raíz prefabricado se coloca en el molde en el extremo del lado de la raíz de pala antes de colocarse la al menos una capa externa de refuerzo de raíz. El inserto de raíz prefabricado está fabricado en particular de un material de plástico reforzado con fibras. Éste se puede prefabricar en un molde separado de manera similar al larguero principal. Cuando el inserto de raíz se coloca en el molde para la fabricación del componente, el material del inserto de raíz ya se ha endurecido. El inserto de raíz puede discurrir en particular de forma semicircular por toda la anchura del molde en el extremo del lado de la raíz de pala y extenderse desde el extremo del lado de la raíz de pala hasta la punta de pala, por ejemplo, en una longitud en el intervalo de 1 m a 4 m. El uso de este tipo de insertos de raíz prefabricados es conocido y sirve para el refuerzo ulterior de la raíz de pala, lo que puede ser necesario para conectar la pala a un buje de manera que pueda soportar una carga suficiente. Por ejemplo, este tipo de insertos de raíz prefabricados puede estar compuesto de 30 capas de un material de fibras o más, por ejemplo, 50 a 70 capas. La prefabricación de este tipo de partes individuales voluminosas, que están reforzadas con fibras, resulta conveniente por razones de costes, pero ocasiona problemas adicionales durante la fabricación ulterior del componente de pala de rotor de instalación de energía eólica, porque el inserto de raíz prefabricado representa, al igual que el larguero principal, una barrera para el material de plástico líquido. La alimentación, según la invención, del material de plástico líquido no sólo desde el lado superior, sino adicionalmente a través del primer canal de alimentación, va a favorecer una impregnación completa también en las zonas contiguas al inserto de raíz, en particular en la zona de transición hacia el larguero principal.

50 En una configuración, el inserto de raíz y el larguero principal están dispuestos solapados en una sección longitudinal del componente. Entre el inserto de raíz y el larguero principal se encuentra la al menos una capa externa de refuerzo de raíz que se ha de impregnar con el material de plástico líquido. Esta disposición es conveniente por razones de resistencia, pero resulta crítica para la infusión del material de plástico líquido, porque en la zona de solapamiento, el material de plástico líquido se ha de introducir entre dos cuerpos que no se pueden impregnar. Según la invención, esto se favorece mediante el primer canal de alimentación por debajo del larguero principal, a partir del que el material de plástico puede circular entre las dos partes individuales mencionadas.

60 En una configuración, el inserto de raíz se estrecha en la sección longitudinal, en la que se dispone solapado con el larguero principal, a una distancia creciente del extremo del lado de la raíz de pala. Esto favorece un flujo de fuerza uniforme.

65 En una configuración, entre el inserto de raíz y el larguero principal está dispuesto un medio de distribución. El medio de distribución puede presentar una estructura porosa y/o de poros abiertos y/o que configura espacios libres o canales y que favorece una distribución rápida y uniforme del material de plástico líquido en la capa formada por el medio de distribución. El medio de distribución permanece en el componente después de endurecerse el material de

plástico. Éste puede ser penetrado y humedecido por el material de plástico líquido y puede unirse al mismo, de modo que las capas de material, contiguas al medio de distribución, quedan unidas firmemente entre sí después de endurecerse el material de plástico. El medio de distribución entre el inserto de raíz y el larguero principal garantiza una impregnación fiable de la al menos una capa externa de refuerzo de raíz dispuesta en esta zona.

5 Con preferencia, el medio de distribución se dispone exclusivamente entre los dos componentes prefabricados mencionados. De manera adicional o alternativa se puede disponer opcionalmente un medio de distribución en una sección longitudinal, que colinda con la zona de solapamiento entre el inserto de raíz y el larguero principal, por debajo del larguero principal o por debajo de la al menos una capa externa de refuerzo de raíz. La superficie de este medio de distribución se mantiene preferentemente lo más pequeña posible y puede ser, por ejemplo, de 2 m² o menos.

15 En una configuración, en el molde se colocan otras capas de un material de fibras que forman la superficie externa del componente de pala de rotor de instalación de energía eólica.

20 En este caso se puede tratar en particular de un componente diseñado como semiconcha. Para estas otras capas se puede usar en particular un material de fibras de vidrio. Las otras capas pueden colindar lateralmente con el larguero principal, presentando el larguero principal secciones de conexión laterales, con las que se unen las otras capas. En particular, durante la prefabricación del larguero principal se puede prefabricar un material de fibras, correspondiente a las otras capas, junto con el larguero principal hecho de otro material de fibras, de modo que la superficie exterior de la concha exterior por debajo del larguero principal real y en la zona de las otras capas colindantes lateralmente está compuesta de un material unificado. La configuración de las secciones de conexión laterales mencionadas en el larguero principal favorece una unión firme con las otras capas.

25 En una configuración, las otras capas colindan con un lado del inserto de raíz alejado del extremo del lado de la raíz de pala, presentando el inserto de raíz en este lado una sección de conexión, con la que quedan unidas las otras capas. De esta manera se obtiene una unión entre el inserto de raíz y las otras capas, que cumple los altos requisitos de resistencia.

30 La invención se explica en detalle a continuación por medio de un ejemplo de realización representado en dos figuras. Muestran:

35 Fig. 1 un componente de pala de rotor de instalación de energía eólica, fabricado con el procedimiento según la invención, en un molde en un corte en dirección longitudinal en una representación esquemática simplificada; y

40 Fig. 2 un corte transversal a través del componente de pala de rotor de instalación de energía eólica de la figura 1 a lo largo del plano de corte, identificado con A-A en la figura 1, asimismo en una representación esquemática simplificada.

45 La figura 1 muestra un molde 10 para la fabricación de un componente de pala de rotor de instalación de energía eólica. El molde 10 presenta un primer canal de alimentación 12 que se extiende desde un extremo 14 del lado de la raíz de pala del molde hasta una primera posición de radio 16. El extremo del molde 10, opuesto al extremo 14 del lado de la raíz de pala, se identifica como extremo 18 del lado de la punta de pala.

50 En el molde 10 se colocó un inserto de raíz 20, fabricado previamente a partir de 50 a 70 o más capas de un material de fibras. Un lado exterior del inserto de raíz 20 colinda directamente con el lado interior del molde 10. El inserto de raíz 20 se extiende hasta cerca del extremo 14 del lado de la raíz de pala del molde 10. El extremo del mismo, situado aquí, forma el extremo del lado de la raíz de pala del componente, ya terminado, de pala de rotor de instalación de energía eólica. El inserto de raíz 20 presenta primeramente cerca del extremo 14 del lado de la raíz de pala un grosor uniforme que disminuye en forma de cuña a partir de una segunda posición de radio 22, hasta finalizar por último el inserto de raíz 20 en una tercera posición de radio 24.

55 Por encima del inserto de brida 20 se encuentra un medio de distribución 26 que se ha representado con líneas discontinuas y se extiende en dirección longitudinal del molde 10 por una parte de la sección longitudinal del inserto de raíz, que se estrecha, y un poco más allá de la primera posición de radio 16 en dirección al extremo 18 del lado de la punta de pala del molde 10.

60 Por encima del inserto de raíz 20 y del medio de distribución 26 se encuentran varias capas externas de refuerzo de raíz 28. Éstas se han fabricado de un material textil y discurren a partir del extremo del lado de la raíz de pala del inserto de raíz 20 en dirección al extremo 18 del lado de la punta de pala del molde hasta una cuarta posición de radio 30 que está dispuesta un poco más hacia la punta de pala que el extremo del lado de la punta de pala del inserto de raíz 20 en la tercera posición de radio 24 y que el extremo del lado de la punta de pala del primer canal de alimentación 12 en la primera posición de radio 16. A partir aproximadamente de la tercera posición de radio 24, todo el grosor de las capas externas de refuerzo de raíz 28 se estrecha hasta la cuarta posición de radio 30. El estrechamiento se consigue mediante una reducción sucesiva de la cantidad de capas.

5 Por encima de la capa externa de refuerzo de raíz 28 está dispuesto un larguero principal 32 prefabricado y hecho en el ejemplo de un material reforzado con fibras de carbono. El larguero principal 32 descansa directamente sobre la capa externa de refuerzo de raíz 28 desde su extremo 34 del lado de raíz de pala, dispuesto a una distancia del extremo del lado de raíz de pala de la capa externa de refuerzo de raíz 28, hasta el extremo del lado de la punta de pala de la capa externa de refuerzo de raíz 28 en la cuarta posición de radio 30. Entre la cuarta posición de radio 30 y su extremo 36 del lado de la punta de pala, dispuesto cerca del extremo 18 del lado de la punta de pala del molde 10, el larguero principal 32 descansa directamente sobre el lado interior del molde 10. El espacio, visible en la figura, está condicionado por el dibujo. El larguero principal 32 se estrecha aproximadamente a partir de la tercera posición de radio 24, en la que finaliza el inserto de raíz 20, en dirección a su extremo 34 del lado de la raíz de pala. Además, el larguero principal 32 se estrecha hacia su extremo 36 del lado de la punta de pala, lo que no aparece representado, sin embargo, en la figura.

15 Por encima del larguero principal 32 están dispuestas varias capas internas de refuerzo de raíz 38. Éstas se pueden extender por la misma zona longitudinal del componente que las capas externas de refuerzo de raíz 28, aunque pueden ser también más largas o más cortas que los refuerzos de raíz 28. El grosor total de las mismas se estrecha mediante la reducción sucesiva de las capas de material hacia la cuarta posición de radio 30, de manera similar también a las capas externas de refuerzo de raíz 28. Las capas internas de refuerzo de raíz 38 presentan en una sección corta, que colinda con el extremo del lado de la raíz de pala, un grosor total uniforme, reforzado respecto a las demás secciones longitudinales mediante otras capas de material adicionales.

20 Otros detalles de la estructura del componente de pala de rotor de instalación de energía eólica, según la invención, se pueden observar en la figura 2, en la que los componentes de la figura 1 están provistos de los mismos números de referencia. La figura 2 muestra un corte transversal a través del plano identificado con A-A en la figura 1. Este plano de corte se encuentra cerca de la raíz de pala del componente, en la que éste presenta una configuración semicircular en la sección transversal al igual que directamente en la raíz de pala. Por consiguiente, el molde 10 tiene también una configuración semicircular y descansa mediante dos bases 40 sobre el suelo 42 de una nave de montaje.

30 Se puede observar bien el primer canal de alimentación 12 integrado en el lado interior del molde 10 de tal modo que sus orificios de salida, no representados, se cierran a ras con el lado interior del molde 10. El primer canal de alimentación 12 se encuentra en el centro por debajo del larguero principal 32.

35 El inserto de raíz 20 con una configuración también semicircular en la sección transversal está colocado directamente en el molde. Por encima del mismo se encuentran las capas externas de refuerzo de raíz 28, sobre las que el larguero principal 32 está dispuesto aproximadamente en el centro del molde (respecto a la anchura). Entre el inserto de raíz 20 y las capas externas de refuerzo de raíz 28 está dispuesto el medio de distribución 26 que en esta representación se extiende sólo por una parte de la anchura total del larguero principal 32, aunque puede ser más ancho. Por encima del larguero principal 32 y en el lateral del mismo se encuentran las capas internas de refuerzo de raíz 38. Las capas de refuerzo de raíz 28, 38 se extienden al igual que el inserto de raíz 20 esencialmente por toda la anchura del molde 10, es decir, discurren de forma semicircular hasta aproximarse a los bordes laterales 44 del molde. En la zona de los bordes laterales 44 del molde 10 se encuentran también los canales de aspiración no representados.

45 La disposición del segundo canal de aspiración 46 está representada sólo en la figura 2. Éste se encuentra por encima del larguero principal 32 y colinda con sus orificios de salida, orientados hacia abajo y no representados en la figura, con las capas internas de refuerzo de raíz 38. El primer canal de alimentación 12 y el segundo canal de alimentación 46 se extienden respectivamente en dirección longitudinal del molde 10.

Lista de números de referencia usados

- 50
- 10 Molde
 - 12 Primer canal de alimentación
 - 14 Extremo del lado de la raíz de pala del molde 10
 - 16 Primera posición de radio
 - 55 18 Extremo del lado de la punta de pala del molde 10
 - 20 Inserto de raíz
 - 22 Segunda posición de radio
 - 24 Tercera posición de radio
 - 26 Medio de distribución
 - 60 28 Capas externas de refuerzo de raíz
 - 30 Cuarta posición de radio
 - 32 Larguero principal
 - 34 Extremo del lado de la raíz de pala del larguero principal
 - 36 Extremo del lado de la punta de pala del larguero principal
 - 65 38 Capas internas de refuerzo de raíz
 - 40 Bases del molde 10

ES 2 583 015 T3

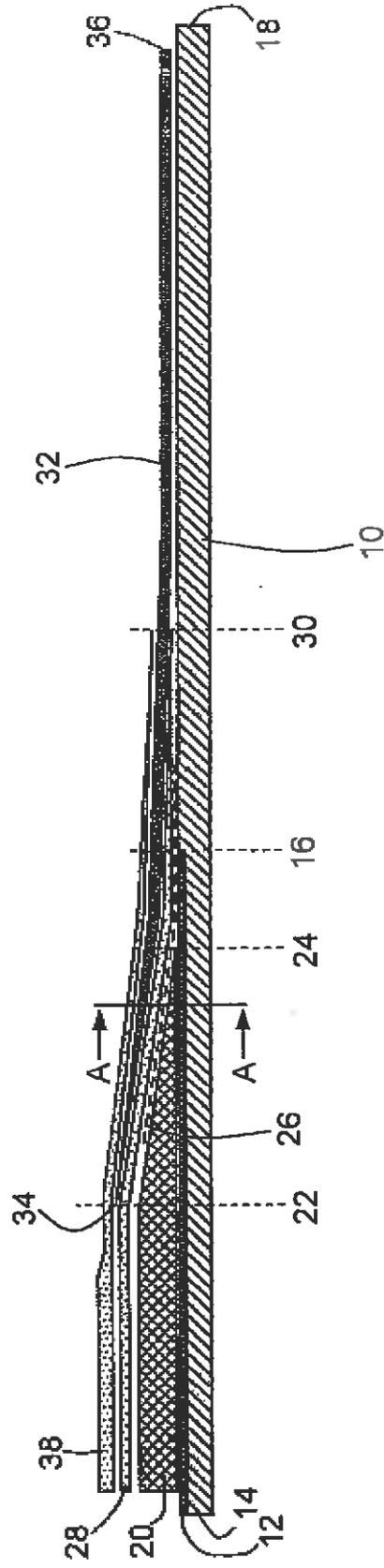
| | |
|----|-------------------------------|
| 42 | Fondo |
| 44 | Bordes del molde 10 |
| 46 | Segundo canal de alimentación |

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para la fabricación de un componente de pala de rotor de instalación de energía eólica con un larguero principal (32) prefabricado, que presenta las siguientes etapas:
- preparar un molde (10) con un extremo (14) del lado de la raíz de pala y un extremo (18) del lado de la punta de pala,
 - colocar en el molde (10) al menos una capa externa de refuerzo de raíz (28), hecha de un material de fibras,
 - 10 • disponer el larguero principal (32) prefabricado sobre la al menos una capa externa de refuerzo de raíz (28), no pudiéndose impregnar el larguero principal (32) con un material de plástico líquido,
 - disponer en el molde (10) al menos una capa interna de refuerzo de raíz (38), hecha de un material de fibras, sobre el larguero principal (32),
 - cerrar el molde (10),
 - 15 • aspirar el aire del molde (10) a través de al menos un canal de aspiración dispuesto a una distancia lateral del larguero principal (32),
 - alimentar un material de plástico líquido a través de un primer canal de alimentación (12) que presenta una pluralidad de orificios de salida por debajo del larguero principal (32), y
 - alimentar un material de plástico líquido a través de un segundo canal de alimentación (46) que presenta una pluralidad de orificios de salida por encima del larguero principal (32).
- 20 2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** los orificios de salida del primer canal de alimentación (12) están distribuidos centralmente por debajo del larguero principal (32) y por una sección longitudinal del molde (10).
- 25 3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que** en la sección longitudinal están superpuestas varias capas externas de refuerzo de raíz (28) que presentan un grosor total de 1 mm o más.
4. Procedimiento según la reivindicación 2 o 3, **caracterizado por que** la sección longitudinal se extiende sólo por una parte de la longitud total del larguero principal (32).
- 30 5. Procedimiento según la reivindicación 1 a 4, **caracterizado por que** están superpuestas varias capas de refuerzo de raíz internas y/o externas (28, 38), cuyo grosor total se reduce respectivamente en una sección longitudinal del componente de pala de rotor de instalación de energía eólica con una distancia creciente respecto al extremo del lado de la raíz de pala.
- 35 6. Procedimiento según la reivindicación 1 a 5, **caracterizado por que** un grosor del larguero principal (32) en una sección longitudinal del componente de pala de rotor de instalación de energía eólica aumenta con una distancia creciente respecto al extremo del lado de la raíz de pala.
- 40 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado por que** la alimentación a través del segundo canal de alimentación (46) comienza sólo al transcurrir un período de tiempo después de iniciarse la alimentación a través del primer canal de alimentación (12).
- 45 8. Procedimiento según la reivindicación 7, **caracterizado por que** el período de tiempo se ha fijado de modo que el material de plástico alimentado a través del primer canal de alimentación (12) se haya distribuido por debajo del larguero principal (32) cuando se inicia la alimentación a través del segundo canal de alimentación (46).
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado por que** un inserto de raíz (20) prefabricado se coloca en el extremo del lado de la raíz de pala del molde (10) antes de colocarse la al menos una capa externa de refuerzo de raíz (28).
- 50 10. Procedimiento según la reivindicación 9, **caracterizado por que** el inserto de raíz (20) y el larguero principal (32) están dispuestos solapados en una sección longitudinal del componente de pala de rotor de instalación de energía eólica.
- 55 11. Procedimiento según la reivindicación 9 o 10, **caracterizado por que** el inserto de raíz (20) se estrecha en la sección longitudinal, en la que se dispone solapado con el larguero principal (32), a una distancia creciente del extremo del lado de la raíz de pala.
- 60 12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 11, **caracterizado por que** entre el inserto de raíz (20) y el larguero principal (32) está dispuesto un medio de distribución (26).
- 65 13. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizado por que** en el molde se colocan otras capas de un material de fibras que forman superficies externas del componente de pala de rotor de instalación de energía eólica.

14. Procedimiento según la reivindicación 13, **caracterizado por que** las otras capas pueden colindar lateralmente con el larguero principal (32), presentando el larguero principal (32) secciones de conexión laterales, con las que se unen las otras capas.
- 5 15. Procedimiento según la reivindicación 13 o 14, **caracterizado por que** las otras capas colindan con un lado del inserto de raíz (20) alejado del extremo del lado de la raíz de pala, presentando el inserto de raíz (20) en este lado una sección de conexión, con la que se unen las otras capas.

Fig. 1



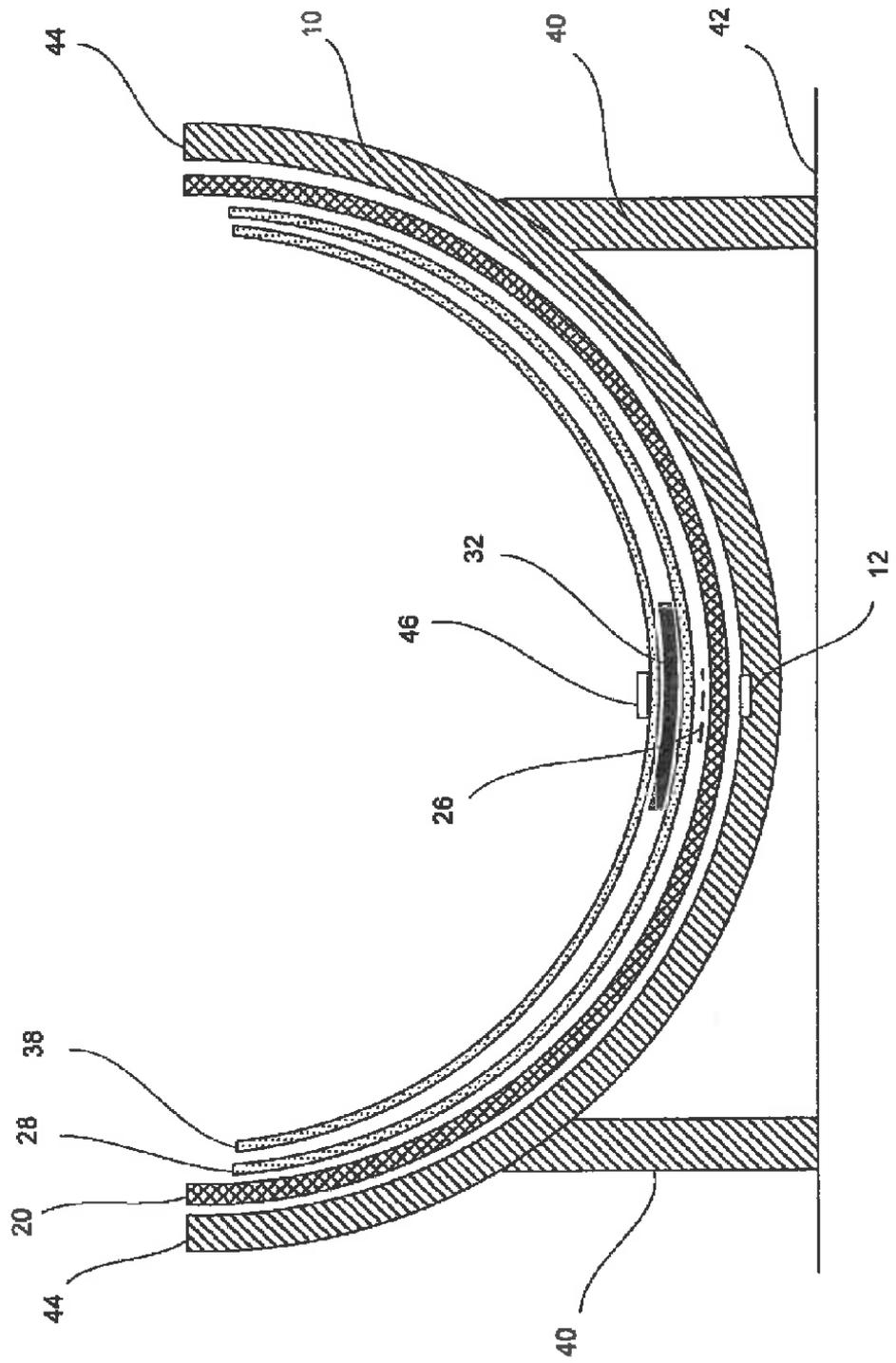


Fig. 2