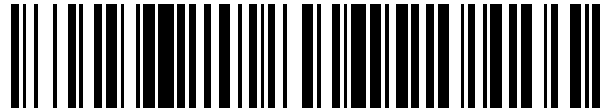


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 669 550**

51 Int. Cl.:

B29C 33/02 (2006.01)

B29C 35/02 (2006.01)

B29C 70/42 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.09.2012 PCT/EP2012/068234**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.03.2013 WO13041481**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.09.2012 E 12761604 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.02.2018 EP 2758219**

54 Título: **Fabricación de una pala de rotor de una turbina eólica con calefacción bilateral**

30 Prioridad:

21.09.2011 DE 102011053817

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

28.05.2018

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

BENDEL, URS

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 669 550 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).

DESCRIPCION

Fabricación de una pala de rotor de una turbina eólica con calefacción bilateral

5 La invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de un componente reforzado con fibras según el preámbulo de la reivindicación 1 así como a un molde de fabricación para la realización de un procedimiento para la fabricación de un componente reforzado con fibras de una pala de rotor de una turbina eólica según el preámbulo de la reivindicación 7.

10 Se conocen desde hace mucho tiempo en el estado de la técnica procedimientos para la fabricación de una pala de rotor de una turbina eólica.

15 Las palas de rotor de turbinas eólicas están formadas habitualmente de dos semicáscaras, presentando las semicáscaras en el lado interior unos cordones dispuestos en dirección longitudinal, que están encolados en el lado interior sobre las semicáscaras o están opuestos entre sí. Entre los cordones están previstas nervaduras, que están unidas fijamente con los cordones en sus patas de nervaduras, de manera que los cordones y nervaduras pueden configurar en la sección transversal perpendicularmente a la dirección longitudinal de la pala de rotor aproximadamente un perfil en T.

20 Las cáscaras muy ligeras de las palas de rotor presentan sólo una rigidez reducida a flexión y están reforzadas por medio de cordones encolados o laminados. Las fuerzas de flexión que aparecen en la dirección de impacto perpendicularmente al plano circunferencial resultan especialmente a través de la carga del viento. En la zona de la punta de la pala de rotor pueden estar previstos cordones secundarios en lugar del cordón principal o adicionalmente al mismo. La rigidez a la flexión de la pala de rotor es esencial, para impedir un tope de la pala de rotor en la torre durante el funcionamiento y a tal fin que, en general, la transmisión de la fuerza de la velocidad del viento a un movimiento del rotor funcione lo más libre de pérdida posible.

30 Normalmente, las palas de rotor, cordones y nervaduras están reforzados con fibras de vidrio o fibras de carbono, siendo fabricados los componentes individuales, como los cordones y semicáscaras de rotor como también las nervaduras, en primer lugar separados entre sí en el procedimiento de laminación. A continuación, se laminan los componentes entre sí o se encolan entre sí. En procedimientos de laminación se superponen varias capas de productos semiacabados secos que contienen fibras y, dado el caso, se proveen adicionalmente con Prepregs preimpregnados que contienen fibras. Para conectar este producto semiacabado de varias capas que contiene fibras fijamente entre sí se introduce un sistema de resina en el producto semiacabado que contiene fibras. Normalmente se utilizan a tal fin técnicas de infusión.

40 En el documento EP 2 213 445 A1 se publica un procedimiento para la fabricación y endurecimiento de materiales compuestos de fibras, en el que dos semicáscaras de molde se calientan, respectivamente, para mejorar el proceso de endurecimiento del material compuesto de fibras impregnado de resina.

45 En el documento GB 2 241 194 A se conoce un procedimiento para la fabricación de materiales compuestos de fibras, en el que se proporciona una semicáscara de molde calefactable, y sobre el lado del material compuesto de fibras opuesto a la semicáscara de molde se proporciona otro medio calefactor distanciado del material compuesto de fibras, para que no se dañe la película de protección de vacío dispuesta sobre el material compuesto de fibras.

50 Por ejemplo, se conoce a partir del documento WO 2007/038930 A un procedimiento para la fabricación de un producto reforzado de fibras utilizando el procedimiento de infusión de resina RTM (Moldeo de Transferencia de Resina).

55 Por lo demás, se conoce a partir de DE 100 13 409 C1 un procedimiento para la fabricación de componentes de plástico reforzados de fibras de producto semiacabado seco que contiene fibras, en el que se introduce un sistema de resina por medio del procedimiento de inyección en el producto semiacabado.

60 Los procedimientos de infusión conocidos tienen, entre otros, el inconveniente de que los sistemas de resina utilizados reaccionan en una reacción exotérmica fuerte, después de que han sido fundidos. Los sistemas de resina presentan normalmente un componente de resina y un endurecedor, que se mezclan entre sí durante el procedimiento de infusión y reaccionan exotérmicamente. La reacción exotérmica puede requerir, además, de 1 a 2 horas o todavía más tiempo. Dentro de este tiempo, se con figura un pico exotérmico. Es decir, la temperatura máxima que aparece durante la reacción exotérmica. Para que se puedan endurecer totalmente los sistemas de resina, se les añade adicionalmente calor desde el exterior, después de que han pasado el pico exotérmico, para mantenerlos a una temperatura de proceso. Sin embargo, estos sistemas de resina necesitan para el endurecimiento sólo temperaturas de proceso reducidas, en parte inferiores a 60°C. Los sistemas de resina epoxi se pueden endurecer también posteriormente con calor, siendo necesaria una temperatura de proceso de 50 – 60 °C durante aproximadamente diez horas para el endurecimiento completo. En este caso, son un inconveniente también tiempos de proceso largos.

El cometido de la invención es proporcionar un procedimiento y un molde de fabricación, que son especialmente adecuados para la utilización de sistemas de resina con desarrollo reducido de exotermia en la fabricación de componentes de una turbina eólica.

5 Este cometido se soluciona en un aspecto por un procedimiento con las características de la reivindicación 1. Los desarrollos ventajosos de la invención son objetos de las reivindicaciones dependientes.

10 De acuerdo con la invención, se coloca al menos un producto semiacabado que contiene fibras sobre una superficie de apoyo de un molde de fabricación para el componente a fabricar. El producto semiacabado que contiene fibras está impregnado al menos por secciones ya con un sistema de resina, cuando se coloca sobre la superficie de apoyo o se impregna ya sobre la superficie de apoyo con un sistema de resina.

15 Los conceptos "al menos uno" o "por lo menos uno" significan en toda esta publicación uno, dos, tres o cualquier otro número natural mayor.

20 Por un producto semiacabado que contiene fibras deben entenderse aquí cañamazos de una, dos o más capas, pudiendo tener las capas diferentes entre sí una estructura diferente. El material de fibras de las capas puede estar formado por fibras unidireccionales largas (mechas), pero también por fibras sin fin. Los cañamazos pueden ser también tejidos. Las fibras pueden contener carbono o pueden comprender fibras de vidrio. También es concebible que las capas comprendan láminas, diluyentes, etc.

25 El producto semiacabado puede estar impregnado ya con resina en una primera variante del procedimiento según la invención. En este caso, se coloca el producto semiacabado especialmente como cañamazo de fibras preimpregnado (Prepreg) sobre la superficie de apoyo del molde de fabricación. Pero el producto semiacabado que contiene resina se puede colocar también como producto semiacabado que contiene fibras secas sobre la superficie de apoyo y se puede impregnar ya allí con el sistema de resina. En la segunda variante del procedimiento según la invención, para la impregnación del producto semiacabado con el sistema de resina se aplican, por ejemplo, procedimientos de infusión de vacío.

30 La invención se refiere especialmente al proceso de endurecimiento del producto semiacabado impregnado con resina.

35 Los productos de resina comprenden el componente de resina y un endurecedor, que se ensamblan y reaccionan entre sí en una reacción exotérmica. En este caso, se alcanza y se pasa un pico exotérmico, que puede aparecer muy diferente según el componente de resina y endurecedor utilizados y también puede aparecer en diferentes periodos de tiempo después del comienzo de la reacción.

40 Sólo después de que ha pasado el pico exotérmico y se debilita la reacción, se añade adicionalmente calor a la zona impregnada de resina del producto semiacabado que contiene fibras, para ajustar la temperatura del proceso, a la que se endurece muy fuerte la zona impregnada de resina del producto semiacabado.

45 Los componentes de resina utilizados según la invención pueden comprender resinas epóxido vinil éster con aditivos de sales de cobre o complejos de cobre con alcoholes, cetonas o aldehídos. Por lo demás, están contenidos con preferencia estireno, inhibidores o formadores de quelato en el componente de resina. Tales sistemas de resina se publican, por ejemplo, en el documento US 6.329.475 B1. Se caracterizan por una reacción exotérmica con un pico exotérmico de altura comparativamente reducida de aproximadamente 38°C a 130°C frente a 180°C a 210°C en sistemas de resina convencionales, pero necesitan una temperatura de proceso elevada para el endurecimiento de 60°C a 140°C con preferencia aproximadamente 80°C.

50 Según la invención, se añade calor a la zona impregnada con el sistema de resina del producto semiacabado que contiene fibras desde al menos dos lados opuestos para el endurecimiento.

55 A través de la alimentación de calor desde lados opuestos hacia la zona impregnada con resina del producto semiacabado que contiene fibras se posibilita con ventaja un calentamiento más uniforme sobre toda la zona y más constante durante el tiempo de endurecimiento del producto semiacabado.

De esta manera es posible ahora con ventaja utilizar también sistemas de resina para la laminación de los componentes de una turbina eólica, que necesitan la temperatura de proceso alta mencionada anteriormente para el endurecimiento.

60 La zona impregnada de resina del producto semiacabado que contiene fibras colocado sobre la superficie de apoyo se calienta desde al menos un primer elemento calefactor, que está dispuesto por ejemplo fijo en posición, especialmente integrado junto o bien en el molde de fabricación y se calienta adicionalmente desde al menos otro elemento calefactor, que alimenta calor a la zona desde un lado alejado de la superficie de apoyo.

65 A través de la alimentación de calor al menos bilateral se puede mantener especialmente estrecha una temperatura teórica de proceso predeterminada en el espacio y en el tiempo dentro de la zona. Con preferencia, la temperatura

- 5 teórica de proceso predeterminedada no se excederá sobre toda la zona y durante todo el tiempo de endurecimiento más de $\pm 20^{\circ}\text{C}$, con preferencia $\pm 10^{\circ}\text{C}$, de manera especialmente preferida $\pm 5^{\circ}\text{C}$. La temperatura teórica del proceso está en este caso con preferencia entre 60°C y 140°C . Por el valor teórico de la temperatura del proceso se entiende aquí el valor de la temperatura, a la que el producto semiacabado que contiene fibras impregnado con resina se endurece óptimamente, consiguiendo a través de la temperatura constante del proceso una reticulación óptima.
- 10 Para la generación de una estabilidad suficiente del componente se seleccionan para al menos una capa del producto semiacabado que contiene fibras de varias capas unos haces de fibras largas dirigidas (mechas), que pueden proceder del campo de las fibras de vidrio, de carbono o, en cambio, de basalto.
- En el segundo aspecto, el cometido se cumple a través de un molde de fabricación con las características de la reivindicación 10.
- 15 El molde de fabricación según la invención es adecuado para la realización de uno de los procedimientos mencionados anteriormente para la fabricación de un componente reforzado con fibras de una pala de rotor de una turbina eólica. Presenta una superficie de apoyo para un producto semiacabado que contiene fibras impregnado con resina y un primer medio calefactor dispuesto sobre un lado de la superficie de apoyo alejado del producto semiacabado que contiene fibras impregnado con resina. El primer medio calefactor calienta la zona impregnada con resina a través de la zona de apoyo. Según la invención, está previsto al menos otro medio calefactor, que está dispuesto a lo largo de la superficie de apoyo, estando dispuesta la superficie de apoyo entre el primer medio calefactor y el al menos otro medio calefactor.
- 20 A través de los dos medios calefactores, entre los que se intercala el producto semiacabado que contiene fibras impregnado con resina se mantiene preparada con ventaja una temperatura de proceso alta uniforme en el espacio y en el tiempo para realizar el procedimiento.
- 25 El al menos otro medio calefactor está dispuesto distanciado con preferencia de la superficie de apoyo. De esta manera, el producto semiacabado que contiene fibras impregnado de resina puede estar dispuesto entre un primero y al menos otro medio calefactor y se expone a la acción de calor con ventaja de manera especialmente uniforme y desde dos lados opuestos entre sí.
- 30 Con preferencia, el producto semiacabado que contiene fibras, después de que ha sido colocado seco sobre la superficie de apoyo, es infundido por medio de una instalación de infusión con el sistema de resina hasta que todo el producto semiacabado que contiene fibras está impregnado con el sistema de resina. El sistema de resina compuesto por componente de resina y endurecedor reacciona entonces automáticamente en una reacción exotérmica con preferencia débil con un pico exotérmico débil.
- 35 Para el endurecimiento completo, debe calentarse la zona impregnada con resina del producto semiacabado que contiene fibras, después de que ha pasado el pico exotérmico, además, en toda la zona y durante todo el tiempo de endurecimiento a una temperatura de proceso alta. A tal fin, está previsto con preferencia un sistema de regulación, que calienta el producto semiacabado que contiene fibras impregnado con resina durante el tiempo de endurecimiento a una temperatura de proceso entre al menos 60°C y como máximo 140°C , en el que durante todo el tiempo de endurecimiento se contrarresta una escasez o un exceso de una temperatura teórica de proceso de más de $\pm 20^{\circ}\text{C}$, con preferencia de $\pm 10^{\circ}\text{C}$, especialmente preferida de $\pm 5^{\circ}\text{C}$ a través de un circuito de regulación, siendo activado el primero y/o el menos otro medio calefactor y siendo elevada o bien reducida su cesión de calor. De manera más favorable, a tal fin se insertan en la zona impregnada con resina del producto semiacabado unos sensores de temperatura, que configuran con el circuito de regulación una conexión de transmisión de datos.
- 40 El al menos otro medio calefactor es móvil de manera más favorable con relación al molde de fabricación, mientras que al menos el primer medio calefactor está posicionado fijamente frente al molde de fabricación. Con ventaja, el al menos otro medio calefactor se puede retirar de esta manera entretanto para la colocación cómoda del producto semiacabado sobre la superficie de apoyo.
- 45 En una variante especialmente fácil de manejar de la invención, el al menos un primer medio calefactor está dispuesto en la dirección de la fuerza de atracción terrestre debajo de la superficie de apoyo y el al menos otro medio calefactor está dispuesto a distancia y por encima de la superficie de apoyo.
- 50 El al menos otro medio calefactor está configurado de acuerdo con la invención como una cubierta calefactora de varias partes, dado el caso sobre la longitud de la superficie de apoyo. Las cubiertas calefactoras pueden colocarse con ventaja en unión positiva sobre el lado del producto semiacabado alejado de la superficie de apoyo. De esta manera, es posible una transmisión de calor especialmente uniforme.
- 55 La invención se describe con la ayuda de cinco figuras en cuatro ejemplos de realización. En este caso:
- 60 La figura 1 muestra una forma de fabricación de una pala de rotor según el estado de la técnica en la sección transversal.
- 65

La figura 2 muestra una primera forma de realización según la invención del molde de fabricación con cubierta calefactora en la sección transversal.

5 La figura 3 muestra una segunda forma de realización según la invención de un molde de fabricación con lámina aislante térmica y canal de aire caliente en la sección transversal.

La figura 4 muestra una tercera forma de realización de un molde de fabricación con radiador de calor en la sección transversal, y

10 La figura 5 muestra una cuarta forma de realización de un molde de fabricación con radiador de calor así como con lámina aislante térmica en la sección transversal.

15 En las figuras los elementos o componentes iguales o del mismo tipo están provistos con los mismos signos de referencia. No dibujos no están a escala.

La figura 1 muestra esquemáticamente la sección transversal de un molde de fabricación 1 conocido para un componente de una turbina eólica. El componente puede ser una semicáscara de pala de rotor, un cordón, en particular cordón principal, pero también un cordón secundario o una nervadura. Una dirección longitudinal L del molde de fabricación 1 se extiende en la figura 1 perpendicularmente al plano del dibujo. La sección transversal representada se extiende de esta manera perpendicular a la dirección longitudinal L del molde de fabricación 1.

20 Una pared inferior del molde de fabricación 1 se representa en la figura 1 configurada en forma de semiarco, con espesor de pared igual sobre toda la sección transversal. El espesor de pared puede variar en la sección transversal en otras formas de realización no representada.

En el molde de fabricación 1 está insertado un producto semiacabado 2 que contiene fibras igualmente con el mismo espesor sobre la sección transversal representada en la figura 1. El producto semiacabado 2 que contiene fibras impregnado con resina descansa sobre una superficie de apoyo lisa 3 del molde de fabricación 1. En la pared del molde de fabricación 1 están insertados elementos calefactores (no representados), que calientan la superficie de apoyo 3 desde la dirección de la pared, es decir, desde el exterior y de esta manera calientan también el producto semiacabado 2 que contiene fibras colocado en el interior sobre la superficie de apoyo 3 a través de la superficie de apoyo 3.

35 El producto semiacabado 2 que contiene fibras debe estar impregnado ya con el sistema de resina, para poder someterse al tratamiento según la invención a través de calentamiento uniforme bilateral. A tal fin, se puede colocar un producto semiacabado 2 que contiene fibras ya impregnado con resina sobre la superficie de apoyo 3 del molde de fabricación 1 o se puede colocar un producto semiacabado 2 que contiene fibras seco sobre la superficie de apoyo 3, que se infunde entonces ya sobre la superficie de apoyo 3 con el sistema de resina.

40 A tal fin, se utilizan procedimientos-RFIM convencionales (Moldeo por Inyección de Resina). En el procedimiento RIM se trata de un tipo de procedimiento de infusión en vacío. En el procedimiento de infusión en vacío se aspira un sistema de resina a través de presión de vacío en un laminado. El procedimiento de infusión en vacío se caracteriza normalmente por que el producto semiacabado 2 que contiene fibras seco insertado en el molde de fabricación 1 se cubre en el lado exterior del molde con una lámina hermética al vacío esencialmente hermética al aire y se encolan sus bordes en el molde de fabricación 1 en el espacio interior que alberga el producto semiacabado 2 que contiene fibras cerrado hermético al aire se extienden conductos de alimentación de resina sobre conexiones previstas en puntos con preferencia centrales de la lámina hermética de vacío. El espacio interior está rodeado por un conducto anular de vacío. en el que está conectada una bomba de vacío a través de una manguera. Después de la conexión de la bomba de vacío se forma en el espacio interior entre la superficie de apoyo 3 y la lámina hermética al vacío una presión negativa, que se propaga también dentro del producto semiacabado 2 que contiene fibras. A continuación, se abre la conexión y se aspira a través del conducto de alimentación de resina el sistema de resina en el producto semiacabado 2 que contiene fibras. En este caso, se presta atención especialmente a la prevención de la formación de burbujas y a la distribución uniforme del sistema de resina dentro del producto semiacabado 2.

50 Cuando el producto semiacabado 2 que contiene fibras está totalmente aspirado con el sistema de resina, se interrumpe la alimentación de resina y de para la bomba de vacío.

El sistema de resina utilizado según la invención está constituido por un componente de resina y un endurecedor. El sistema de resina inicia el proceso de endurecimiento automáticamente pasando por un pico exotérmico reducido.

60 Para el endurecimiento siguiente es necesaria una temperatura de proceso elevada, generada externamente. El producto semiacabado 2 que contiene fibras impregnado con resina debe calentarse más fuerte que convencionalmente. Un sistema de resina de este tipo se conoce, por ejemplo, a partir de US 6.329.475 B1. Allí se designa el endurecedor como catalizador. Como componente de resina se contempla allí una resina de epóxido vinil éster designada como Derkane 411-4 o Derkane 470-30, que contiene 4 a 30 % de estireno monómero, que comprende otros aditivos según la invención de sales de cobre o complejos de cobre con alcoholes, cetonas o

aldehídos. Por lo demás, con frecuencia están contenidos inhibidores y formadores de quelato en el componente de resina.

5 En primer lugar, el sistema de resina infundido utilizado aquí reacciona en una reacción exotérmica con un pico exotérmico aproximadamente a 40°C a 120°C. De esta manera, existe un sistema de resina con desarrollo exotérmico bajo. El pico exotérmico es claramente más bajo que en resinas de epóxido vinil éster utilizadas convencionalmente sin los aditivos mencionados, que presentan un pico a aproximadamente 180°C.

10 Los sistemas de resina con desarrollo exotérmico bajo pueden alcanzar el pico exotérmico ya después de 30 minutos y, por lo tanto, más rápido que los sistemas de resina con pico exotérmico más alto.

15 Para que el sistema de resina se endurezca totalmente, debe calentarse el producto semiacabado 2 que contiene fibras infundido con el sistema de resina a una temperatura de proceso. La temperatura de proceso debe mantenerse sobre toda la zona infundida durante todo el tiempo de endurecimiento. La alimentación de calor debe ser tan estable que aparezcan oscilaciones como máximo $\pm 20^\circ\text{C}$, con preferencia $\pm 10^\circ\text{C}$, especialmente preferido $\pm 5^\circ\text{C}$ alrededor de la temperatura teórica de proceso. La temperatura teórica de proceso está aquí entre aproximadamente 60°C y 140°C, con preferencia aproximadamente 80°C.

20 Los moldes de fabricación, que pueden proporcionar tal temperatura de proceso elevada, estable en el espacio y en el tiempo, se representan en las figuras 2, 3, 4, y 5.

25 La figura 2 muestra un molde de fabricación 1 según la invención para componentes de una pala de rotor de una turbina eólica, especialmente de un cordón de una turbina eólica. Frente a la figura 1, sobre el producto semiacabado 2 impregnado con resina se coloca una cubierta térmica 4. La figura 2 muestra solamente una representación esquemática del molde de fabricación 1. El molde de fabricación 1 se representa también aquí, como ya en la figura 1, sólo ejemplarmente en forma de semiarco. El molde de fabricación 1 puede presentar, en cambio, también una superficie de apoyo 3 casi plana y lisa, como es necesario para la fabricación del cordón principal. También son concebibles superficies de apoyo planas y lisas 3 para la fabricación de cordones.

30 El molde de fabricación 1 presenta aquí una superficie de apoyo 3 configurada en forma de semiarco en la sección transversal; en la pared del molde de fabricación 1 están previstos también elementos calefactores (no representados), en la forma de configuración según la invención. En este caso, se puede tratar de barras calefactoras en forma de alambres calefactoras, canales de aire o de líquido para la conducción de aire o bien de líquido caliente, pero también calefacciones de infrarrojos, calefacciones de microondas y otras formas de configuración de medios calefactores son posibles en la pared del molde de fabricación 1.

35 La figura 2 muestra como la figura 1 en primer lugar un producto semiacabado 2 que contiene fibras colocado en el molde de fabricación 1 sobre la superficie de apoyo 3, que está impregnado ya con el sistema de resina con desarrollo exotérmico bajo.

40 No obstante, este sistema calefactor debe calentarse para el endurecimiento a una temperatura de proceso de 60°C a 140°C, con preferencia 80°C, para endurecerlo suficientemente. Para generar esta temperatura elevada de proceso sobre toda la zona del producto semiacabado que contiene fibras impregnado con resina y mantenerla durante el tiempo de endurecimiento, sobre el lado alejado de la superficie de apoyo 3 del producto semiacabado 2 que contiene fibras está dispuesto un medio calefactor 4. El medio calefactor 4 presenta en la figura 2 la forma de una cubierta calefactora 4, que está colocada en unión positiva sobre el producto semiacabado 2 que contiene fibras impregnado con resina y toda la zona a endurecer del producto semiacabado 2 que contiene fibras impregnado con resina está cubierta en el lado interior del molde por la cubierta calefactora 4 y está delimitada en el lado exterior del molde por la superficie de apoyo 3.

45 A través de la disposición adicional de la cubierta calefactora 4 frente al estado de la técnica se consigue una temperatura de proceso más uniforme, mas alta y más constante sobre toda la zona infundida con resina del producto semiacabado 2 que contiene fibras. La temperatura de proceso está en toda la zona entre 60°C y 140°C, con preferencia sobre 80°C. La duración de endurecimiento, es decir, el tiempo que se necesita para endurecer el sistema de resina y que corresponde al tiempo durante el que la zona debe mantenerse a la temperatura de proceso, es aquí una hora, con preferencia menos de una hora.

50 Normalmente los productos semiacabados 2 que contienen fibras presentan un cañamazo de varias capas, en el que una de las capas presenta hacer de fibras largas, que se extienden en dirección longitudinal (mechas). Durante la infusión del producto semiacabado 2 que contiene fibras se procura que el sistema de resina impregne todas las capas de manera uniforme bajo formación sólo de burbujas reducidas.

55 La figura 3 muestra una segunda forma de realización del molde de fabricación 1 según la invención para componentes de una pala de rotor de una turbina eólica. En este caso, el molde de fabricación 1 está provisto de nuevo con una superficie de apoyo 3 para un producto semiacabado 2 que contiene fibras. Sin embargo, el molde de fabricación 1 en esta forma de realización de la invención está cerrado esencialmente hermético a aire, colocando

una lámina 5 esencialmente aislante térmica sobre cantos longitudinales del molde de fabricación 1 y se conecta hermética al aire con los cantos longitudinales. En lugar de la lámina aislante térmica se puede utilizar también una placa, campana, cúpula, etc. aislante térmica. En virtud de la curvatura configurada hacia el lado interior del molde de fabricación 1 resulta un canal de aire 6 entre la lámina 5 y el producto semiacabado 2.

5 El canal de aire 6 está destinado para la circulación de aire templado o bien caliente, que se calienta a la temperatura teórica de proceso o con preferencia a una temperatura insignificamente más elevada que la temperatura teórica de proceso deseada. También en la segunda forma de realización de la invención, en la pared del molde de fabricación 1 está insertado al menos un primer medio calefactor. De esta manera, se puede llevar también aquí el producto semiacabado 2 que contiene fibras con resina desde dos lados opuestos entre sí y, por consiguiente, de manera especialmente uniforme a una temperatura de proceso con preferencia de al menos 80°C.

15 La figura 4 muestra una tercera forma de realización del molde de fabricación 1 según la invención para un componente de la pala de rotor de una turbina eólica. También aquí está prevista de nuevo una pared, provista con elementos calefactores, del molde de fabricación 1 con una superficie de apoyo 3, sobre la que está colocado ya un producto semiacabado 2 que contiene fibras con resina. Sobre el lado del producto semiacabado 2 que contiene fibras alejado de la superficie de apoyo 3 está dispuesto un elemento calefactor en forma de un radiador de calor 7, que irradia el producto semiacabado 2 que contiene fibras con resina en el lado interior del molde con radiación térmica. En el radiador de calor 7 se puede tratar de un radiador-IR, una calefacción, etc.

20 La figura 5 muestra un desarrollo de la forma de realización de la figura 4. Allí el radiador de calor 7 está cubierto con una lámina 5 aislante térmica. El radiador de calor 7 está dispuesto en un espacio interior que se configura entre la lámina 5 aislante de calor y la superficie de apoyo 4. La radiación de calor irradiada desde el radiador de calor 7 es reflejada por la lámina 5 aislante térmica y es alimentada de nuevo al producto semiacabado 2 que contiene fibras con resina, colocado sobre la superficie de apoyo 3.

Lista de signos de referencia

- 30 1 Molde de fabricación
2 Producto semiacabado
3 Superficie de apoyo
4 Medio calefactor, cubierta calefactora
5 Lámina aislante térmica
6 Canal de aire
35 7 Radiador
L Dirección longitudinal

REIVINDICACIONES

- 1.- Procedimiento para la fabricación de un componente reforzado con fibras de una pala de rotor de una turbina eólica, en el que se coloca al menos un producto semiacabado (2) que contiene fibras sobre una superficie de apoyo (3) de un molde de fabricación (1) para el componente a fabricar, se impregna con resina, al menos por secciones, el producto semiacabado (2) que contiene fibras, o ya está impregnado con resina, se alimenta calor a la zona impregnada con resina del producto semiacabado (2) que contiene fibras para el endurecimiento, por medio de al menos un primer medio calefactor dispuesto sobre el lado de la superficie de apoyo (3) alejado del producto semiacabado (2) que contiene fibras, caracterizado por que se alimenta calor a la zona impregnada con resina del producto semiacabado (2) que contiene fibras desde al menos dos lados opuestos para el endurecimiento, se dispone al menos otro medio calefactor (4, 6, 7) a lo largo de la superficie de apoyo (3) y por que la superficie de apoyo (3) se dispone entre el primer medio calefactor y el al menos otro medio calefactor (4, 6, 7), y el al menos otro medio calefactor se configura como cubierta calefactora (4) que se coloca sobre el lado, alejado del primer medio calefactor, del producto semiacabado (2) que contiene fibras infundido con el sistema de resina y la superficie de apoyo (3) y la al menos una cubierta calefactora (4) rodean esencialmente del todo conjuntamente la zona impregnada con resina del producto semiacabado (2) que contiene fibras.
- 2.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que se coloca un producto semiacabado (2) que contiene fibras seco sobre la superficie de apoyo (3), a continuación se infunde el producto semiacabado (2) que contiene fibras seco colocado encima con un sistema de resina.
- 3.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, caracterizado por que el producto semiacabado (2) que contiene fibras impregnado con resina se calienta a través de la alimentación de calor en toda la zona a una temperatura de proceso esencialmente constante.
- 4.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizado por que la temperatura de proceso no oscila sobre toda la zona más que $\pm 20^{\circ}\text{C}$, con preferencia no más que $\pm 10^{\circ}\text{C}$, de manera especialmente preferida no más que $\pm 5^{\circ}\text{C}$ en torno a la temperatura de referencia del proceso.
- 5.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el sistema de resina se calienta durante el endurecimiento a una temperatura de proceso entre al menos 60°C y como máximo 140°C y se predetermina una duración del endurecimiento y se calienta el sistema de resina en toda la zona durante todo el periodo de endurecimiento a la temperatura de proceso.
- 6.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que se selecciona un componente de resina del sistema de resina a partir del grupo de las resinas epóxido o resinas de poliéster.
- 7.- Molde de fabricación para la realización de un procedimiento para la fabricación de un componente reforzado con fibras de una pala de rotor de una turbina eólica con una superficie de apoyo (3) para un producto semiacabado (2) que contiene fibras impregnado con resina y con al menos un primer medio calefactor dispuesto sobre el lado de la superficie de apoyo (3) alejado del producto semiacabado (2) que contiene fibras impregnado con resina, caracterizado por al menos otro medio calefactor (4, 6, 7), que está dispuesto a lo largo de la superficie de apoyo (3) y por que la superficie de apoyo (3) está dispuesta entre el primer medio calefactor y el al menos otro medio calefactor (4, 6, 7) y el al menos otro medio calefactor está configurado como cubierta calefactora (4), que se puede colocar sobre el lado, alejado del primer medio calefactor, del producto semiacabado (2) que contiene fibras infundido con el sistema de resina, y por que la superficie de apoyo (3) y la al menos una cubierta calefactora (4) conjuntamente rodean esencialmente del todo la zona impregnada con resina del producto semiacabado (2) que contiene fibras.
- 8.- Molde de fabricación de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizado por una instalación de infusión con un conducto de alimentación de resina para la infusión del producto semiacabado (2) que contiene fibras con un sistema de resina para la generación del producto semiacabado (2) que contiene fibras impregnado con resina.
- 9.- Molde de fabricación de acuerdo con la reivindicación 7 u 8, caracterizado por que el primer elemento calefactor está previsto en posición estable con respecto al molde de fabricación (1) y el al menos otro elemento calefactor (4, 6, 7) es móvil con relación al molde de fabricación (1).
- 10.- Molde de fabricación de acuerdo con la reivindicación 7, 8 ó 9, caracterizado por que el primer medio calefactor está dispuesto en la dirección de la fuerza de atracción terrestre debajo de la superficie de apoyo (3) y por que el al menos otro medio calefactor (4, 6, 7) está dispuesto distanciado de y por encima de la superficie de apoyo (3).
- 11.- Molde de fabricación de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizado por una instalación de alimentación para aire caliente al canal de aire (6).
- 12.- Molde de fabricación de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 a 11, caracterizado por un sistema de regulación que, en el caso de que no se alcance o bien se exceda un valor teórico de la temperatura de proceso más

ES 2 669 550 T3

que $\pm 20^{\circ}\text{C}$; con preferencia más que $\pm 10^{\circ}\text{C}$, de manera especialmente preferida más que $\pm 5^{\circ}\text{C}$, activa el primero y/o el al menos otro medio calefactor (4, 6, 7) y eleva o bien reduce su cesión de calor.

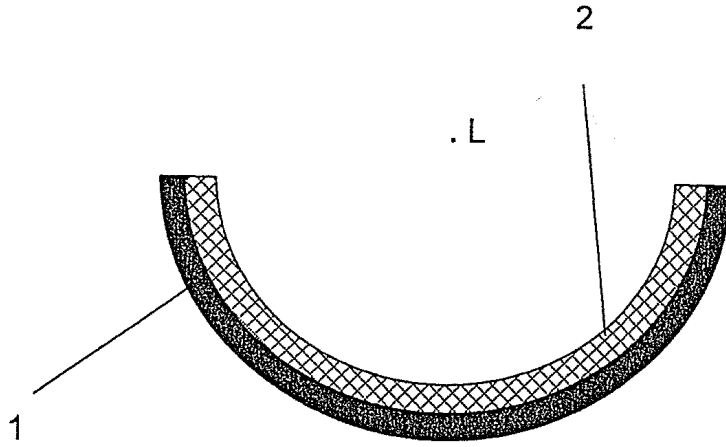


Fig. 1

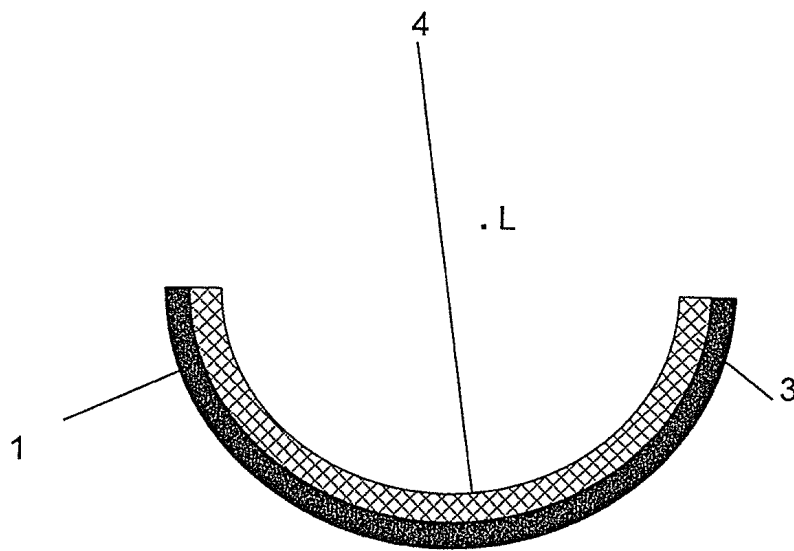


Fig. 2

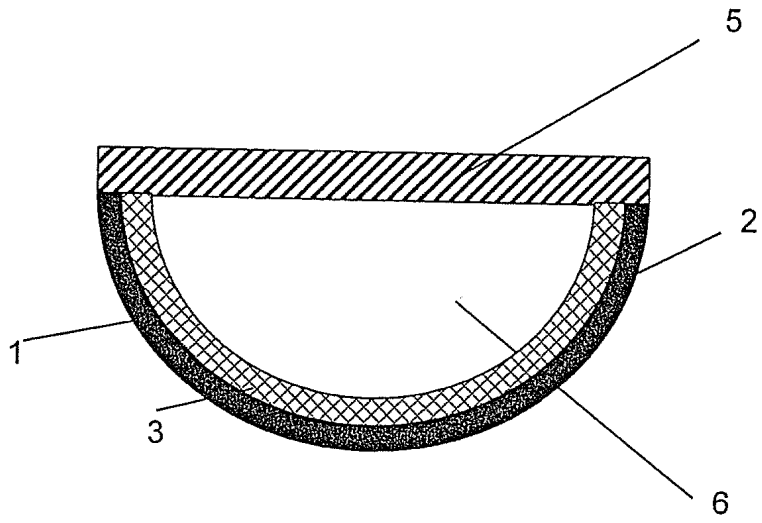


Fig. 3

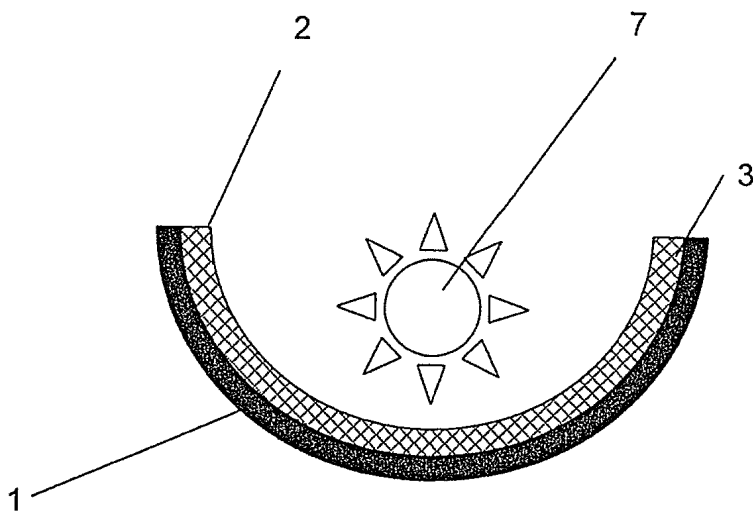


Fig. 4

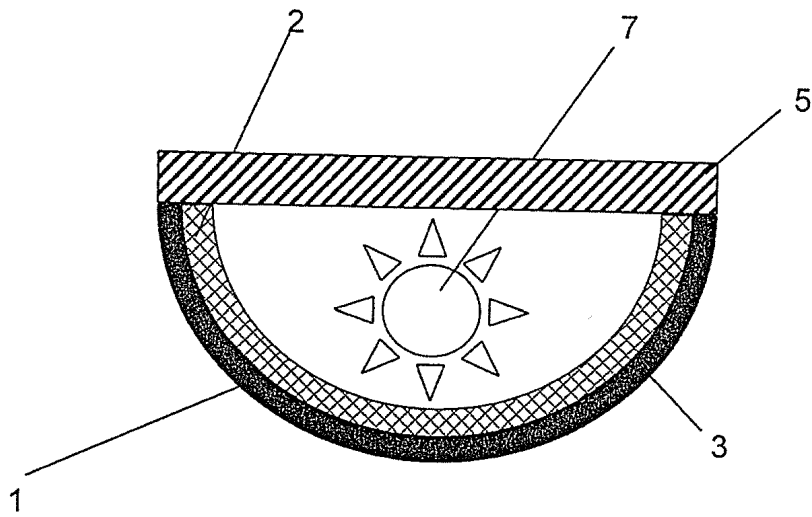


Fig. 5