

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 723 755**

51 Int. Cl.:

B29C 70/30 (2006.01)

B29B 11/16 (2006.01)

B29C 70/86 (2006.01)

B29L 31/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.01.2010 PCT/DK2010/050012**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.07.2010 WO10083840**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.01.2010 E 10702403 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.04.2019 EP 2379312**

54 Título: **Método de fabricación de una pala de turbina eólica y preforma para usarse en una pala de turbina eólica**

30 Prioridad:

21.01.2009 DK 200900089

21.01.2009 US 205721 P

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

30.08.2019

73 Titular/es:

VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.0%)

Hedeager 42

8200 Aarhus N, DK

72 Inventor/es:

BECH, ANTON

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 723 755 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

Método de fabricación de una pala de turbina eólica y preforma para usarse en una pala de turbina eólica

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un método de fabricación de una pala de turbina eólica o a una parte de una pala de turbina eólica, que comprende el uso de capas de fibras previamente impregnadas con resina según la reivindicación 1. Adicionalmente, la invención se refiere a preformas adecuadas para usarse en un procedimiento de estratificación para la fabricación de una pala de turbina eólica según las reivindicaciones 13 y 14.

Antecedentes de la invención

A menudo, las palas de turbina eólicas, y partes de las mismas, se fabrican a partir de capas de fibras previamente impregnadas con resina, denominadas preimpregnados, que se disponen sobre una superficie de moldeo y se someten a vacío y calor para provocar una fundición o ablandado de la resina seguido por un curado de los mismos.

Una desventaja relacionada con el uso de preimpregnados es que, a menudo, el material se suministra enrollado, y la retención de forma del material puede provocar problemas durante el procedimiento de estratificación debido a arrugas de las fibras que se forman. Este es especialmente el caso de grandes grosores de producto, en donde las arrugas en capas inferiores pueden empeorar las distorsiones en capas superiores incluso más que las que se provocan mediante la retención de forma de las capas individuales por sí solas.

Además, los preimpregnados solo tienen estabilidad lateral limitada, y debe prestarse atención en evitar desalineación de las fibras durante la estratificación. La manipulación de preimpregnados puede ser particularmente difícil cuando se cortan preimpregnados de gran tamaño para dar la forma deseada en una superficie de trabajo y posteriormente debe moverse a y disponerse sobre la superficie de moldeo.

Otra desventaja es que el curado es un procedimiento exotérmico y, por tanto, puede dar como resultado acumulaciones no ventajosas de tensiones térmicas y deformaciones en el producto final, especialmente para productos que tienen un gran grosor. Una desventaja adicional relacionada con el procedimiento de curado exotérmico es que el calor puede dar como resultado la degradación de material que no puede soportar las temperaturas reales que surgen durante el procedimiento de curado.

La solicitud EP 2 217 748 A1 describe una losa estructural para reforzar una estructura de pala de turbina eólica, una pala de turbina eólica y un método para la fabricación de una pala de turbina eólica. La solicitud WO 2004 078442 A1 describe una preforma previamente consolidada, un método para la fabricación de tal preforma y el uso de tal preforma en elementos compuestos y en palas de turbina eólica. La solicitud US 5667881 describe una lámina termoendurecida preimpregnada sin curar que va a moldearse con una parte termoplástica previamente procesada para formar una junta compuesta termoendurecida/termoplástica integral.

Por ende, sería ventajoso un método de fabricación mejorado, y en particular, sería ventajoso un método de fabricación que supere las desventajas anteriormente mencionadas.

45 Objeto de la invención

Un objeto de la presente invención es proporcionar un método de fabricación de una pala de turbina eólica o una parte de una pala de turbina eólica a partir de preimpregnados, método mediante el cual el aumento de temperatura promedio a lo largo de una sección dada durante el curado de la resina es menor que con métodos conocidos correspondientes.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar un método de fabricación de una pala de turbina eólica o una parte de una pala de turbina eólica a partir de preimpregnados, método mediante el cual es más fácil impedir la desalineación de las fibras durante el procedimiento de estratificación que con métodos conocidos correspondientes. Tal desalineación puede ser tanto en la dirección de grosor del elemento que se fabrica como lateralmente.

Otro objeto de la invención es proporcionar un método de fabricación de una pala de turbina eólica o una parte de una pala de turbina eólica a partir de preimpregnados, método mediante el cual es más fácil manipular las capas durante el procedimiento de estratificación.

Un objeto adicional de la presente invención es proporcionar una alternativa a la técnica anterior.

Sumario de la invención

Por tanto, el objeto y los diversos objetos adicionales anteriormente descritos están destinados a obtenerse en un primer aspecto de la invención proporcionando un método de fabricación de una pala de turbina eólica o una parte

de una pala de turbina eólica, comprendiendo el método

- disponer al menos una capa de fibras previamente impregnadas de resina sin curar y al menos una capa de resina reforzada con fibras curadas en una relación de solape al menos parcialmente, y

5 - curar la resina de la al menos una capa que comprende resina sin curar, en el que la al menos una capa de resina reforzada con fibras curadas va a ensamblarse con al menos una capa de fibras previamente impregnadas con resina sin curar antes de colocarse sobre una superficie de moldeo.

10 Por "curado" se entiende, preferiblemente, completamente curado.

Mediante tal ensamblado previo de las capas, el material puede ser más fácil de manipular debido a una mayor rigidez provocada por la(s) capa(s) curada(s), y porque las fibras de las capas no curadas están soportadas, al menos parcialmente, por la(s) capa(s) curada(s) de modo que es más fácil evitar la desalineación de las fibras. Esto es particularmente ventajoso cuando capas de gran tamaño se cortan para dar la forma deseada en una superficie de trabajo y posteriormente deben moverse a y disponerse sobre la superficie de moldeo. Tales capas ensambladas previamente se denominan preformas a continuación en el presente documento; también pueden denominarse planchas.

20 La incorporación de capas curadas que tienen una mayor rigidez que las capas no curadas también suprime la tendencia de material no curado suministrado enrollado a formar arrugas debido a la retención de forma del material.

En una alternativa de la invención, las capas de resina reforzada con fibras curadas se disponen en ambos lados de cada capa de fibras previamente impregnadas con resina lo que hace más fácil manipular el material durante la estratificación sin la necesidad de tocar la resina sin curar. Además, las capas curadas no son pegajosas como las capas no curadas, de este modo se vuelve más fácil empujar las capas a la posición mutua deseada al tiempo que se disponen las preformas sobre la superficie de moldeo. Alternativamente, se dispone una pluralidad de capas de fibras previamente impregnadas con resina una por encima de otra, y una capa de resina reforzada con fibras curadas se dispone sobre la superficie exterior de cada capa exterior de las capas previamente impregnadas con resina.

En otra alternativa de la invención, se disponen capas de fibras previamente impregnadas con resina sin curar en ambos lados de cada capa de resina reforzada con fibras curadas.

35 Por el presente documento, el efecto adhesivo de la resina sin curar puede facilitar garantizar que las capas se mantengan en su sitio durante el procedimiento de estratificación.

En otra realización las capas se disponen de modo que una superficie lateral exterior de las capas ensambladas comprende resina curada, y la otra superficie exterior comprende resina sin curar. Por el presente documento, puede obtenerse un equilibrio entre las dos últimas realizaciones mencionadas. La resina sin curar puede actuar como un adhesivo de modo que se conserva la posición mutua de las capas.

El método puede comprender además las etapas de

45 - colocar la al menos una capa de fibras previamente impregnadas con resina y la al menos una capa de resina reforzada con fibras curadas sobre una superficie de moldeo,

50 - proporcionar un cerramiento flexible y estanco al aire sobre la al menos una capa de fibras previamente impregnadas con resina y la al menos una capa de resina reforzada con fibras curadas,

- evacuar sustancialmente el aire presente en el cerramiento, y

- calentar las capas en el cerramiento durante un periodo de tiempo predefinido.

55 Por el presente documento, solamente se necesita una superficie de moldeo, y el grosor del elemento que se fabrica puede ajustarse simplemente variando el número de capas usadas.

En algunas realizaciones de la invención, el ensamblado de las capas puede comprender la etapa de aplicar una presión sobre las capas. Por el presente documento, se obtiene una fuerza adhesiva más resistente.

60 Una presión de este tipo puede aplicarse usando al menos un rodillo. Un rodillo puede usarse en combinación con una superficie plana o con uno o más rodillos adicionales. El al menos un rodillo también puede usarse para mover el material, o el movimiento puede lograrse mediante otros medios de empuje o tracción.

65 El grosor de cada capa puede encontrarse entre 0,3 y 2 mm, tal como entre 0,3 y 0,5 mm, o entre 0,5 y 1 mm, o entre 1 y 2 mm. En algunas realizaciones, la al menos una capa de fibras previamente impregnadas con resina y la

al menos una capa de resina reforzada con fibras curadas tienen sustancialmente el mismo grosor antes del ensamblado.

5 Las fibras pueden disponerse unidireccionalmente, pero se considera que cualquier orientación de fibra está incluida en el alcance de la invención. Las fibras también pueden disponerse en más direcciones y/o entretrejidas dentro de cada o algunas de las capas. La orientación de fibra también puede ser diferente entre las capas, por ejemplo, para obtener refuerzo de fibra en varias direcciones a partir de capas o fibras dispuestas unidireccionalmente. En algunas realizaciones de la invención, la resina y/o las fibras pueden ser del mismo tipo en la al menos una capa de fibras previamente impregnadas con resina y la al menos una capa de resina reforzada con fibras curadas. Por el presente documento puede ser posible evitar cambios repentinos en propiedades mecánicas que podrían provocar concentraciones de tensión durante la carga. Por ejemplo, pueden obtenerse propiedades similares si la al menos una capa de resina reforzada con fibras curadas se proporciona mediante el curado de al menos una capa de fibras previamente impregnadas con resina del mismo tipo que el usado para el resto del material compuesto.

15 La al menos una resina puede seleccionarse de: epoxi, poliéster, éster de vinilo, y fenol. Las fibras pueden ser, por ejemplo, fibras de carbono, vidrio o aramida.

20 Un método tal como se describió anteriormente puede usarse, por ejemplo, para fabricar un elemento de carcasa de pala de turbina eólica o un elemento de larguero de pala de turbina eólica. Puede usarse, por ejemplo, para fabricar el larguero de borde de salida o el larguero de conexión de un elemento de carcasa de pala de turbina eólica.

Un aspecto adicional de la divulgación se refiere a un elemento de carcasa de pala de turbina eólica fabricado mediante un método tal como se describió anteriormente.

25 Un aspecto adicional de la divulgación se refiere a un elemento de larguero de pala de turbina eólica fabricado mediante un método tal como se describió anteriormente.

30 Un aspecto adicional de la invención se refiere a una preforma para usarse en una pala de turbina eólica, comprendiendo la preforma al menos una capa de fibras previamente impregnadas de resina sin curar y al menos una capa de resina reforzada con fibras curadas en una relación de solape al menos parcialmente, donde las capas se disponen en una secuencia que comienza y acaba con una capa curada. Por el presente documento, puede ser más fácil manipular la preforma sin la necesidad de tocar resina sin curar.

35 Alternativamente, las capas pueden disponerse en una secuencia que comienza y acaba con una capa sin curar. Por el presente documento, el efecto adhesivo de la resina sin curar puede facilitar garantizar que las capas se mantengan en su sitio durante el procedimiento de estratificación.

40 Alternativamente, las capas pueden disponerse en una secuencia que comienza con una capa curada y que acaba con una capa sin curar, o viceversa. Por el presente documento, puede obtenerse un equilibrio entre las dos últimas realizaciones mencionadas. La resina sin curar puede actuar como un adhesivo de modo que se conserva la posición mutua de la capa.

45 Preferiblemente, por preforma se entiende un refuerzo fibroso previamente conformado que puede conformarse a la forma deseada y dimensionarse antes de colocarse sobre una superficie de moldeo. Una preforma de curado y capas no curadas de este tipo pueden facilitar la manipulación del material durante la disposición sobre la superficie de moldeo. Las preformas también pueden realizarse sobre una superficie plana de modo que se obtiene la geometría final durante la etapa posterior.

50 La preforma puede comprender una pluralidad de capas de fibras previamente impregnadas de resina sin curar y una pluralidad de capas de resina reforzada con fibras curadas. Sin embargo, también puede comprender solamente una capa de uno o ambos tipos. Las capas pueden disponerse de manera alterna como curada y sin curar, respectivamente, o viceversa.

55 Los diferentes aspectos de la presente divulgación pueden combinarse, cada uno, con cualquiera de los otros aspectos. Estos y otros aspectos de la invención serán evidentes y podrán deducirse con referencia a las realizaciones descritas a continuación en el presente documento.

Breve descripción de las figuras

60 Ahora se describirá con más detalle el método de fabricación de un elemento compuesto según la invención con respecto a las figuras adjuntas. Las figuras muestran una manera de implementación de la presente invención y no se considera que limitan otras posibles realizaciones que se encuentran dentro del alcance del conjunto de reivindicaciones adjunto.

65 La figura 1 muestra esquemáticamente un método de fabricación de un elemento compuesto que comprende capas de material previamente curado,

la figura 2 ilustra esquemáticamente un efecto de la retención de forma en preimpregnados conocidos, suministrados enrollados,

5 la figura 3 muestra esquemáticamente la estructura laminada de preformas que comprende capas de preimpregnados con resina curada y sin curar,

la figura 4 muestra esquemáticamente una posible forma de proporcionar las capas ensambladas previamente en la figura 3,

10 la figura 5 muestra esquemáticamente el uso de un método según la presente invención para la fabricación de un larguerillo de borde de salida de una carcasa de pala de turbina eólica,

15 la figura 6 muestra esquemáticamente una vista en sección transversal en despiece ordenado de las capas en el larguerillo en la figura 5, y

la figura 7 muestra esquemáticamente el uso de un método según la presente invención para la fabricación de un larguerillo de conexión de una carcasa de pala de turbina eólica.

20 Descripción detallada de una realización

Un método de fabricación que, a menudo, se usa para la fabricación de palas de turbina eólica o partes de las mismas, tal como la carcasa de pala, es mediante el uso de preimpregnados. Varios preimpregnados se disponen uno por encima de otro y se consolidan mediante aplicación de vacío y calor.

25 En un método de fabricación según la presente invención, los problemas anteriormente descritos se contrarrestan integrando material ya curado en el elemento compuesto. Este material curado estará realizado, normalmente, de una o más capas de preimpregnados del mismo tipo o similar que el usado para el resto del elemento compuesto. Por el presente documento, pueden evitarse concentraciones de tensiones debido a cambios repentinos en propiedades mecánicas a través del grosor.

35 En la figura 1 se muestra esquemáticamente un posible método de fabricación. Un número predeterminado de preimpregnados sin curar 1 y varias capas de resina reforzada con fibras previamente curadas 2, cuyas capas se cortan todas para dar la forma deseada, se colocan sobre una superficie de moldeo 3. En la figura 1, se muestra una secuencia de apilado de dos capas de preimpregnado sin curar 1 seguida por una capa de material curado 2. Los dos tipos de capas se muestran con diferentes grosores solamente por motivos ilustrativos. Normalmente, en la práctica tienen, aproximadamente, el mismo grosor, normalmente en el orden de 1 a 2 mm. En una realización alternativa (no mostrada) las capas pueden disponerse de modo que cada tercera o cuarta capa esté previamente curada. Sin embargo, es posible cualquier secuencia de apilado dentro del alcance de la invención. Una hoja de pelado 4a se coloca, normalmente, en la parte superior de las capas 1, 2 para garantizar que la superficie del elemento fabricado permanezca limpia hasta una posible etapa de procedimiento posterior. En la parte superior de la hoja de pelado 4a se encuentra, normalmente, una lámina de separación 4b, tal como una lámina de plástico porosa, y una capa de respiro 4c. Todas las capas 1, 2, 4a, 4b, 4c están cubiertas por una lámina flexible y estanca al aire 5 que se sella a la superficie de moldeo 3 usando cinta de sellado 7 para proporcionar un cerramiento 6 a partir del que puede evacuarse aire por medio de un orificio de vacío (no mostrado) usando una bomba de vacío (no mostrada). Cuando sustancialmente todo el aire presente en el cerramiento 6 se ha evacuado, se aplica calor durante un periodo de tiempo predeterminado para provocar una disminución en la viscosidad de la resina previamente impregnada seguido por un curado de la misma. Además, puede aplicarse presión en combinación con el calor. Las condiciones de curado se determinan como para los preimpregnados 1 sin capas previamente curadas 2 al tiempo que se tiene en cuenta el ventajoso desarrollo de calor inferior. Las condiciones dependerán de los materiales usados y las dimensiones del elemento que se fabrica. Las condiciones de curado óptimas pueden determinarse, por ejemplo, mediante experimentación y/o mediante simulaciones por ordenador.

55 En un método de fabricación alternativo, las preformas se realizan, en primer lugar, en una tabla de consolidación, también denominada placa de trabajo, en donde se estratifican y se consolidan, pero no se curan, normalmente usando vacío tal como se describió anteriormente. Esta etapa de consolidación no comprende necesariamente calentamiento. Las preformas se disponen, posteriormente, sobre una superficie de moldeo y curado tal como se describió anteriormente para obtener la geometría final. Las preformas se describirán con más detalle a continuación. Las capas previamente curadas 2 no desarrollarán calor, pero, por el contrario, absorberán parte del calor provocado por el procedimiento de curado exotérmico de la resina en los preimpregnados 1. Esto da como resultado una temperatura promedio inferior durante el curado que para un elemento compuesto del mismo grosor, pero realizado por completo a partir de preimpregnados sin curar 1. Las cantidades relativas reales de material previamente curado 2 y material no curado 1 deben elegirse para garantizar que el desarrollo de temperatura no se vuelve dañino para el propio material o para el material colindante. Una secuencia y número de capas 1, 2 apropiados para una aplicación dada pueden determinarse, por ejemplo, mediante experimentación y/o mediante simulaciones por ordenador.

En la figura 1 la superficie de moldeo se ilustra como plana, pero en la práctica, a menudo es curva, tal como teniendo una doble curvatura. Este es el caso, por ejemplo, en el que se usa el método para la fabricación de palas de turbina eólica o partes de palas de turbina eólica.

5 Normalmente, las resinas serán de una de epoxi, poliéster, éster de vinilo y fenol, pero cualquier material de resina usado para preimpregnados está incluido por la presente invención. Las fibras pueden ser, por ejemplo, de vidrio, carbono o aramida.

10 Otro problema relacionado con el uso de preimpregnados 1 se ilustra esquemáticamente en la figura 2. Los preimpregnados 1 se suministran, a menudo, enrollados, y la retención de forma del material significa que puede ser difícil mantener los preimpregnados 1 en su sitio durante el procedimiento de estratificación, especialmente, para grandes grosores del elemento compuesto. La tendencia de rizarse hacia atrás puede dar como resultado arrugas, es decir, distorsiones locales o incluso fractura de las fibras. Tales defectos locales pueden provocar una disminución de propiedades mecánicas, y, por tanto, deben revelarse durante el control de calidad y pueden dar como resultado el rascado del elemento compuesto. Estos problemas, a largo plazo, se superarán mediante la integración de capas previamente curadas 2 y, por tanto, más rígidas ya que tales capas ayudarán a suprimir la tendencia de rizado de los preimpregnados sin curar 1. El material previamente curado 2 también puede suministrarse enrollado, pero se ha encontrado que no presenta retención de forma.

20 Normalmente, los preimpregnados se cortan para dar el tamaño y forma deseados en una superficie de trabajo y de manera posterior, a menudo manualmente, se mueven a y se disponen sobre la superficie de moldeo. Los preimpregnados sin curar tienen una rigidez relativamente baja que hace que sean difíciles de manipular, especialmente para grandes tamaños. En un método según la presente invención al menos una capa de resina reforzada con fibras curadas se ensambla con al menos una capa de fibras previamente impregnadas con resina sin curar antes de colocar las capas sobre una superficie de moldeo. Por el presente documento, la manipulación de las capas puede facilitarse ya que no es necesario mover las capas sin curar, y, por tanto, más flexibles de manera individual desde la superficie de trabajo hasta la superficie de moldeo. Por el presente documento, se obtiene una mejor estabilidad tanto en plano como fuera de plano dando como resultado una reducción del riesgo de desalineación de fibras durante el procedimiento de estratificación.

25 En algunas realizaciones de la invención, una etapa en el método de fabricación comprende el ensamblado de una capa de preimpregnado sin curar 1 con una capa de preimpregnado curado 2 en cada lado tal como se muestra esquemáticamente en la figura 3a. Esto dará como resultado una preforma 8 que tiene superficies exteriores de material curado que pueden manipularse sin la necesidad de tocar el material no curado. Un material de este tipo también puede ser más fácil de enrollar debido a las superficies exteriores no pegajosas. Alternativamente, al menos una de las capas exteriores puede ser de material no curado, lo que puede facilitar conservar la posición mutua de dos preformas dispuestas una por encima de otra. Un ejemplo de una preforma de este tipo se muestra esquemáticamente en la figura 3b. También será posible unir previamente más de tres capas. Tales capas pueden alternarse con respecto a un estado curado/sin curar, o pueden disponerse más capas del mismo tipo una por encima de otra. Las capas previamente curadas 2 también pueden comprender más de una capa de fibras, tales como las fabricadas a partir de varios preimpregnados que se disponen uno por encima de otro.

35 El efecto pegajoso de la resina sin curar puede utilizarse para unir las capas 1, 2 tal como se muestra en la figura 3. Un ejemplo de un posible procedimiento de unión que comprende el uso de rodillos 9 se muestra esquemáticamente en la figura 4. El material curado y los preimpregnados sin curar se muestran como suministrados en rodillos 10, y normalmente, las capas se cortan para dar forma deseada antes de colocarse una encima de otra. Los rodillos 9 pueden usarse para aplicar una fuerza de compresión P a los mismos para obtener cierta resistencia a la flexión a lo largo de las superficies de contacto entre las capas 1, 2. Tras pasar los rodillos 9, las preformas 8 se disponen una por encima de otra para formar la estructura final. Esta parte del procedimiento corresponde, normalmente, a la descrita en relación con la figura 1. El uso de rodillos 9 para unir las capas puede ser una alternativa a o usarse en combinación con el uso de vacío.

45 Tal como se describió anteriormente, un posible problema con la técnica conocida es que el curado de la resina es un procedimiento exotérmico, y especialmente para grandes grosores el calor desarrollado por el material curado eleva la temperatura por encima de la temperatura del horno. Este aumento de temperatura puede dar como resultado la degradación del material y/o de las tensiones térmicas que se acumulan en el elemento compuesto que pueden ser críticas durante el uso debido a la disminución de la capacidad de transporte de carga. Al sustituir el material previamente curado por algunos de los preimpregnados sin curar, la relación entre el material de liberación de energía, es decir inicialmente sin curar, y el material de absorción de energía, es decir curado, se desvía más hacia el material de absorción. Por tanto, el material será menos exotérmico durante el curado dando como resultado un procedimiento más rápido sin correr el riesgo de una degradación de material y, por tanto, una disminución de las propiedades mecánicas del elemento compuesto.

60 La figura 5 muestra esquemáticamente una realización de la invención en la que capas curadas 2 están integradas en el larguero de borde de salida 11 de una mitad de carcasa de pala de turbina eólica 12. Tales dos mitades 12 se

pegan posteriormente en conjunto para formar la pala final. Las capas 1, 2 usadas para construir el larguerillo 11 se estrechan, normalmente, a lo largo de la dirección longitudinal con una anchura máxima w en el extremo de base 13 en el orden de 0,5 m y una anchura decreciente w en el orden de 20 mm por m hacia el extremo de punta 14. Las dimensiones están relacionadas con la longitud total de la pala, y pueden ser diferentes de las mencionadas. En una realización de la invención, capas de anchuras decrecientes se disponen una por encima de otra tal como se muestra esquemáticamente en la figura 6 que es una vista en sección transversal en despiece ordenado de las capas 1, 2 en el larguerillo 11 en la figura 5. La anchura puede decrecer, por ejemplo, de 0,5 m en la capa inferior (con respecto a la figura) a 0,1 m en la capa superior. En una realización alternativa (no mostrada), las capas se disponen apiladas de modo que se obtiene una sección transversal con forma de rombo. Otras posibles geometrías de las capas o estratificaciones se conocerán bien por un experto en la técnica. Las capas pueden o bien disponerse de manera individual o bien pueden ensamblarse previamente a preformas 8 tal como se muestra en la figura 3.

Tal como se muestra esquemáticamente en la figura 7, un método tal como se describe para el larguerillo de borde de salida también puede usarse para fabricar a larguerillo de conexión 15.

Cuando se usa el método anterior para fabricar un elemento compuesto con una superficie que tiene una gran curvatura, y en particular una curvatura doble, las capas tienen normalmente forma de cintas (no mostradas). Con métodos de fabricación conocidos, la orientación de fibra se deforma entonces fácilmente, lo que puede superarse sustancialmente mediante el uso de capas previamente curadas 2 tal como se describió anteriormente. Las cintas pueden, además, mantenerse en su sitio mediante la disposición de capas sucesivas con cierto solape.

Aunque se ha descrito la presente invención en relación con las realizaciones específicas, no debe considerarse que se limita, en absoluto, a los ejemplos presentados. Por ejemplo, la integración de material previamente curado 2 tal como se describió anteriormente puede usarse en cualquier posición en la geometría de una pala de turbina eólica. El alcance de la presente invención se expone mediante el conjunto de reivindicación adjuntas. En el contexto de las reivindicaciones, los términos "que comprende" o "comprende" no excluyen otros posibles elementos o etapas. Asimismo, la mención de referencias tales como "un" o "una", etc. no debe considerarse como que excluye una pluralidad. El uso de signos de referencia en las reivindicaciones con respecto a elementos indicados en las figuras tampoco deberá considerarse como que limita el alcance de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Método de fabricación de una pala de turbina eólica o una parte de una pala de turbina eólica, comprendiendo el método
- 5
- disponer al menos una capa de fibras previamente impregnadas de resina sin curar (1) y al menos una capa de resina reforzada con fibras curadas (2) en una relación de solape al menos parcialmente, y
 - curar la resina de la al menos una capa que comprende resina sin curar (1), en el que la al menos una capa de resina reforzada con fibras curadas (2) se ensambla con al menos una capa de fibras previamente impregnadas con resina sin curar (1) antes de colocarse sobre una superficie de moldeo (3),
 - colocar las capas ensambladas (1, 2) sobre la superficie de moldeo (3).
- 10
- 15 2. Método según la reivindicación 1, comprendiendo el método además las etapas de
- colocar la al menos una capa de fibras previamente impregnadas con resina (1) y la al menos una capa de resina reforzada con fibras curadas (2) sobre la superficie de moldeo (3),
 - proporcionar un cerramiento flexible y estanco al aire (5) sobre la al menos una capa de fibras previamente impregnadas con resina (1) y la al menos una capa de resina reforzada con fibras curadas (2),
 - evacuar sustancialmente el aire presente en el cerramiento (5), y
 - calentar las capas (1, 2) en el cerramiento (5) durante un periodo de tiempo predefinido.
- 20
- 25
3. Método según la reivindicación 1 o 2, en el que el ensamblado de las capas (1, 2) comprende la etapa de aplicar una presión sobre las capas (1, 2).
- 30 4. Método según la reivindicación 3, en el que la presión se aplica usando al menos un rodillo (9).
5. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el grosor de cada capa (1, 2) se encuentra entre 0,3 y 2 mm, tal como entre 0,3 y 0,5 mm, o entre 0,5 y 1 mm, o entre 1 y 2 mm.
- 35 6. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la al menos una capa de fibras previamente impregnadas con resina (1) y la al menos una capa de resina reforzada con fibras curadas (2) tienen sustancialmente el mismo grosor antes del ensamblado.
- 40 7. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las fibras se disponen de manera unidireccional.
- 45 8. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la resina y/o las fibras son del mismo tipo en la al menos una capa de fibras previamente impregnadas con resina (1) y la al menos una capa de resina reforzada con fibras curadas (2).
- 50 9. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la al menos una resina se selecciona de: epoxi, poliéster, éster de vinilo, y fenol.
10. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el método se usa para fabricar un elemento de carcasa de pala de turbina eólica (12).
- 55 11. Método según la reivindicación 10, en el que el método se usa para fabricar el larguerillo de borde de salida (11) o el larguerillo de conexión (15) del elemento de carcasa de pala de turbina eólica (12).
- 60 12. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que el método se usa para fabricar un elemento de larguero de pala de turbina eólica.
- 65 13. Preforma (8) adecuada para usarse en un procedimiento de estratificación para la fabricación de una pala de turbina eólica, comprendiendo la preforma (8) al menos una capa de fibras impregnadas previamente de resina curable sin curar (1) y al menos dos capas de resina reforzada con fibras curadas (2) en una relación de solape al menos parcialmente, donde las capas (1, 2) se disponen en una secuencia que comienza y acaba con una capa curada (2).
14. Preforma (8) adecuada para usarse en un procedimiento de estratificación para la fabricación de una pala de turbina eólica, comprendiendo la preforma (8) al menos dos capas de fibras impregnadas previamente de resina curable sin curar (1) y al menos una capa de resina reforzada con fibras curadas (2) en una

relación de solape al menos parcialmente, donde las capas (1, 2) se disponen en una secuencia que comienza y acaba con una capa sin curar (1).

- 5
15. Preforma (8) según la reivindicación 13 o 14, donde la preforma (8) comprende una pluralidad de capas de fibras previamente impregnadas de resina sin curar (1) y una pluralidad de capas de resina reforzada con fibras curadas (2).
- 10
16. Preforma (8) según cualquiera de las reivindicaciones 13 a 15, donde las capas (1, 2) se disponen de manera alterna como curada y sin curar, respectivamente, o viceversa.

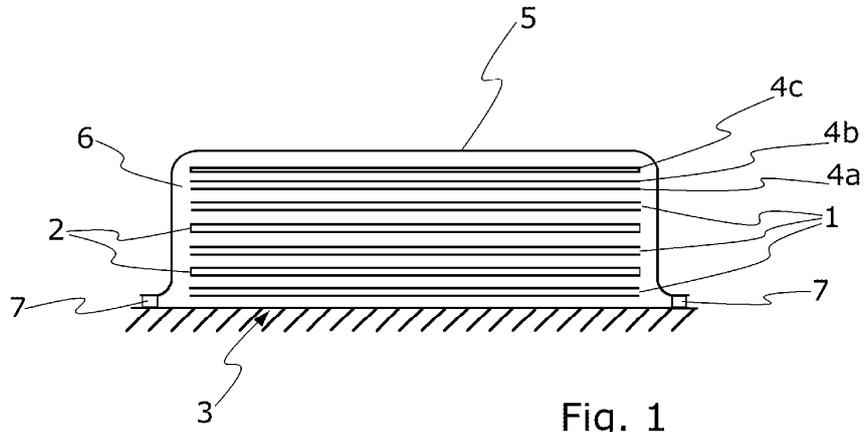


Fig. 1

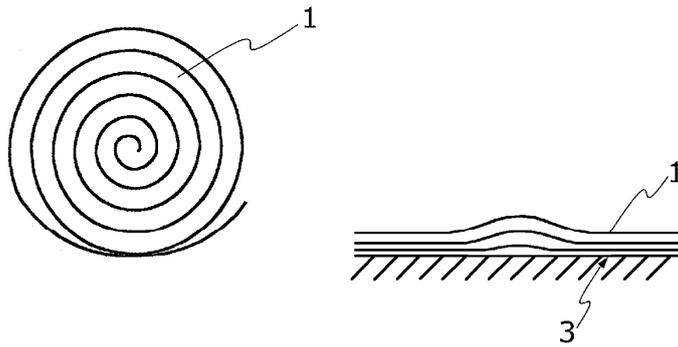


Fig. 2, técnica conocida

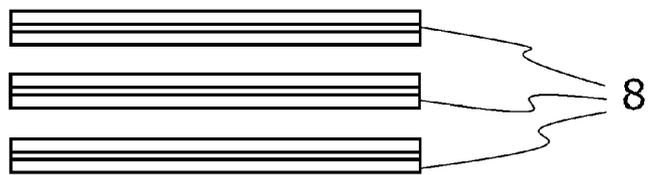
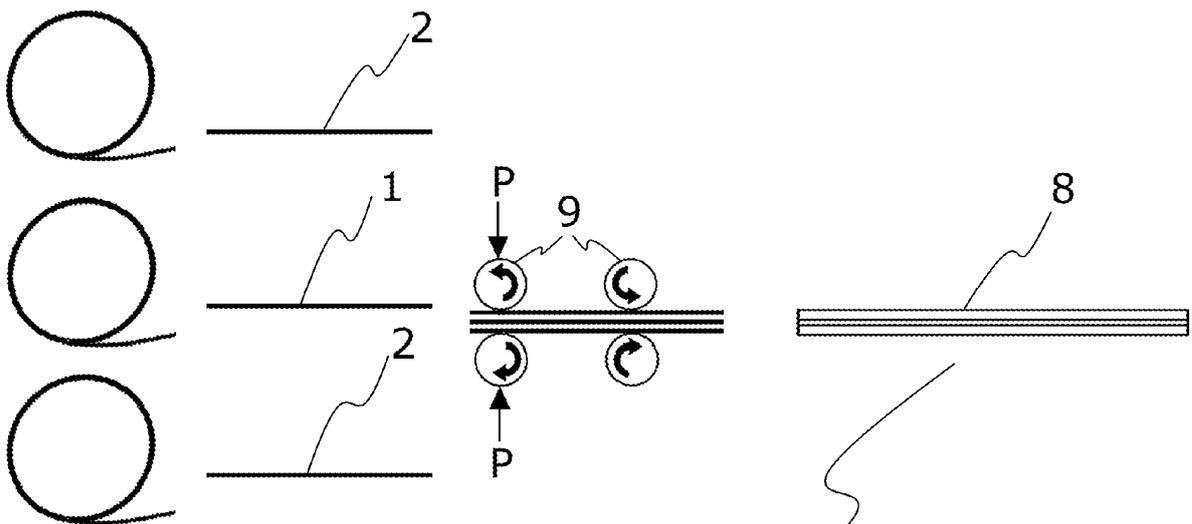
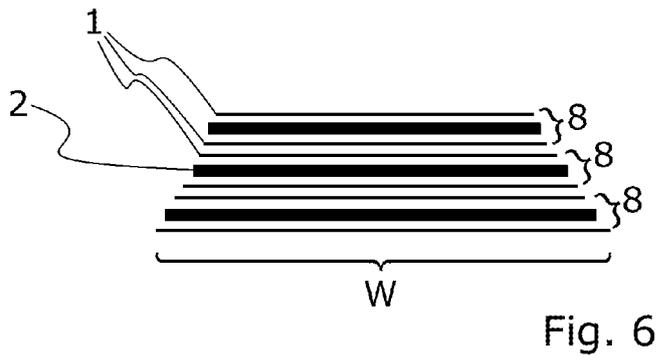
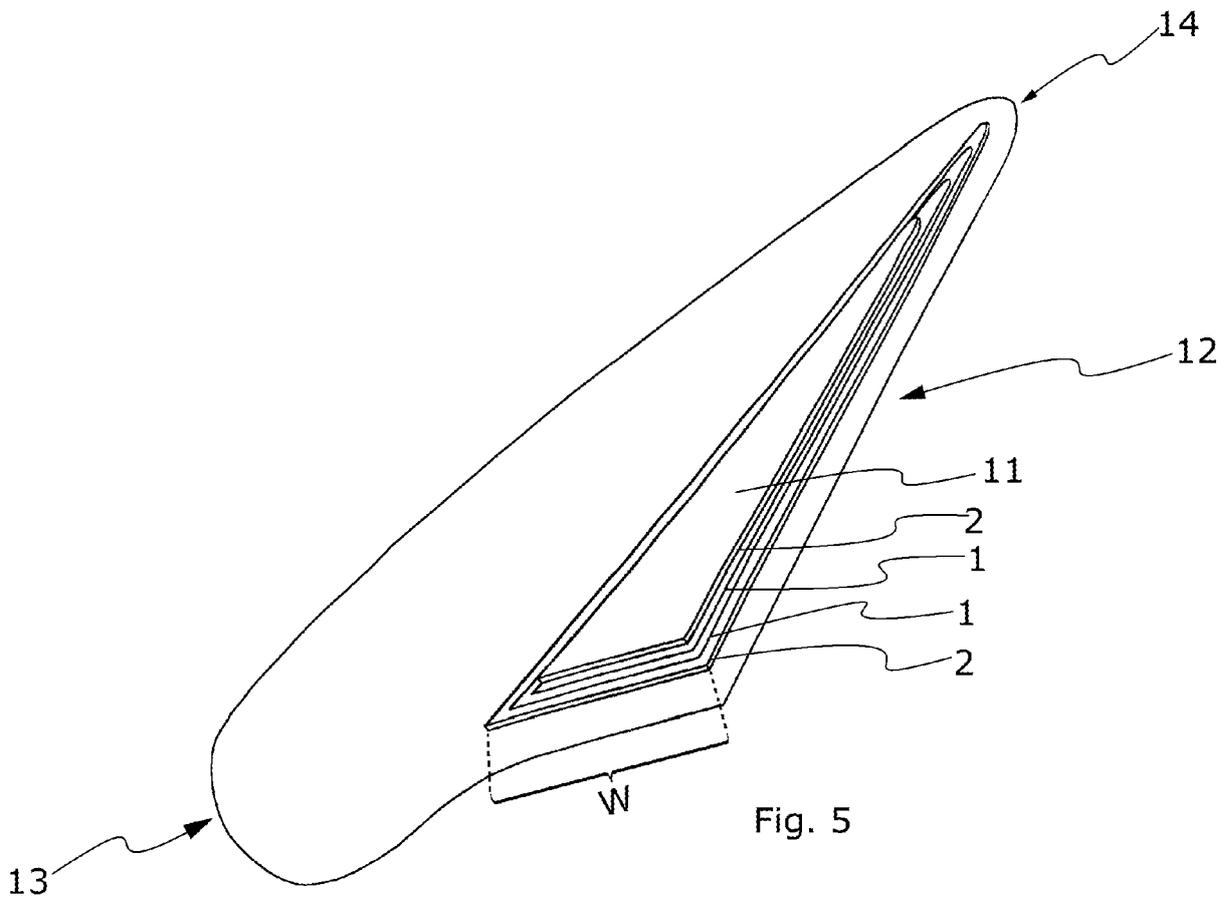


Fig. 4



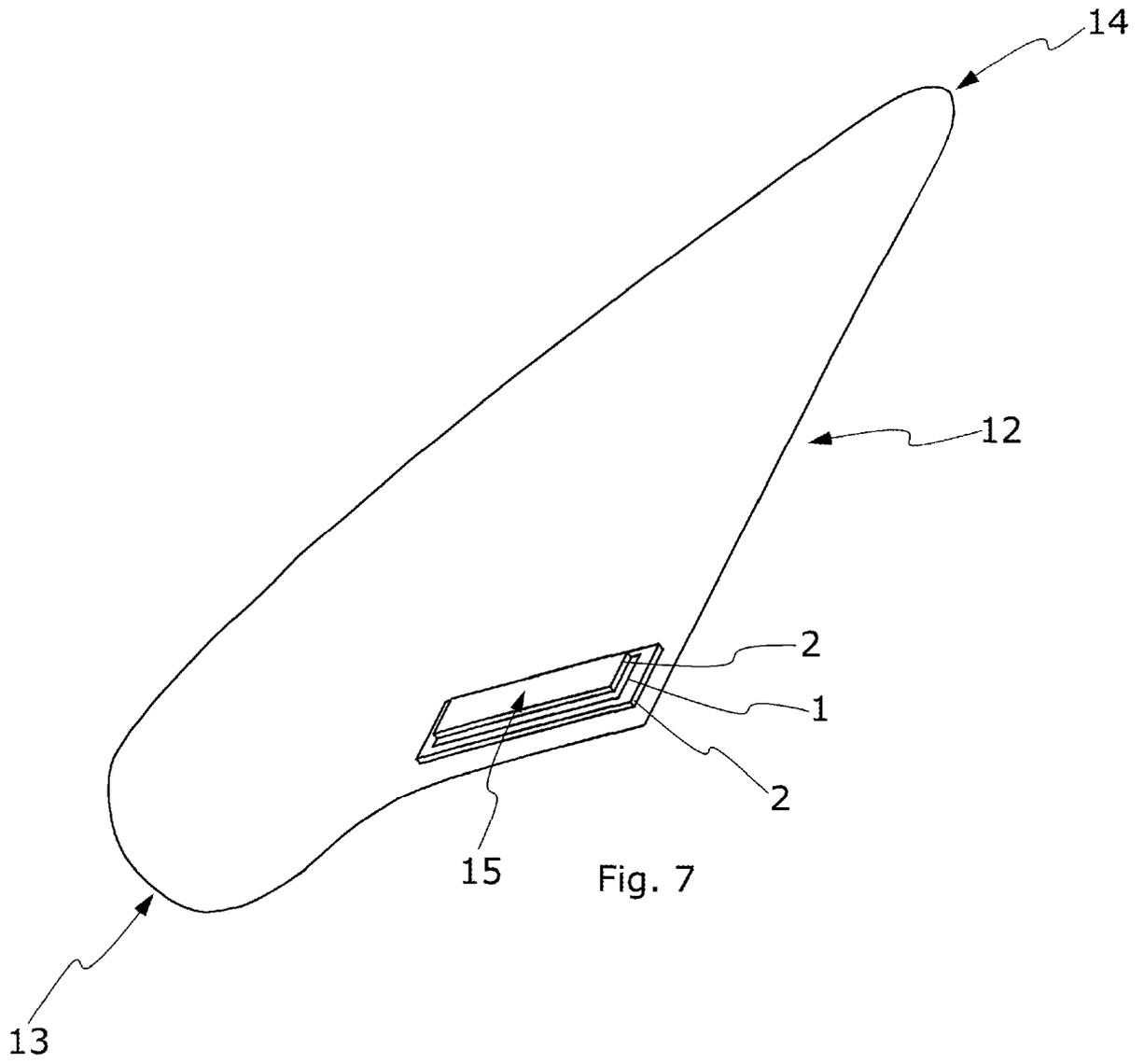


Fig. 7