

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 708 433**

51 Int. Cl.:

B29D 99/00 (2010.01)

B29C 70/48 (2006.01)

B29C 70/34 (2006.01)

F01D 5/00 (2006.01)

F03D 1/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.10.2009 PCT/DK2009/050267**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.04.2010 WO10040359**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.10.2009 E 09736117 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.12.2018 EP 2340160**

54 Título: **Método de fabricación de un elemento de material compuesto de polímero mediante el uso de dos o más resinas**

30 Prioridad:

08.10.2008 DK 200801413

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

09.04.2019

73 Titular/es:

VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.0%)

Hedeager 42

8200 Aarhus N, DK

72 Inventor/es:

HAAG, MICHAEL DRACHMANN y

NIELSEN, KIM SYLVESTER

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 708 433 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 un elemento de material compuesto de polímero mediante el uso de dos o más resinas

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un método de fabricación de un elemento de material compuesto de polímero mediante el uso de dos o más resinas, y en particular a técnicas de infusión de resinas en las que las resinas se infunden al mismo tiempo.

Antecedentes de la invención

10 Se usan materiales compuestos de polímero, tales como compuestos reforzados con fibras, en la industria de las turbinas eólicas, por ejemplo para palas de turbinas eólicas, y un posible procedimiento de fabricación es el moldeo por transferencia de resina que puede estar asistido por vacío. El material de resina es por ejemplo epoxi, poliéster o éster vinílico, y cada material existe en una gama de productos incluyendo algunos que tienen al menos un aditivo añadido para modificar las propiedades mecánicas, tales como la tenacidad a la fractura y la rigidez. Tales aditivos dan como resultado normalmente un precio del material significativamente más alto, y la elección de la resina para un producto dado debe por tanto ser un compromiso entre propiedades óptimas del material y precio.

15 El documento EP0247708 describe un procedimiento de multiinyección para moldear productos de poliuretano mediante moldeo por reacción-inyección.

Por eso, sería ventajoso un método mejorado de fabricación de un elemento de material compuesto de polímero, y en particular sería ventajoso uno en el cual sea posible optimizar el uso de la resina.

Objeto de la invención

20 Un objeto de la presente invención es proporcionar un método de fabricación de un elemento de material compuesto, método por el cual las propiedades de la resina pueden optimizarse para adecuarse a las diferentes partes del elemento.

25 Otro objeto de la presente invención es proporcionar un método de fabricación de un elemento de material compuesto mediante el cual puede evitarse una transición brusca entre regiones con propiedades de resina diferentes. Por el presente documento el riesgo de concentraciones de tensión debido a cambios bruscos en las propiedades elásticas puede reducirse o eliminarse.

30 Otro objeto de algunas realizaciones 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 en el que la resina en el extremo de raíz de la pala puede optimizarse con respecto a propiedades mecánicas, tales como tenacidad a la fractura, velocidad de propagación de la grieta y rigidez, sin provocar un aumento innecesario en el precio de la pala.

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

Sumario de la invención

35 Por tanto, se pretende obtener el objeto descrito anteriormente y varios otros objetos en un primer aspecto de la invención proporcionando un método de fabricación de un elemento de material compuesto de polímero según la reivindicación 1.

La etapa de curar las resinas comprende normalmente la aplicación de calor durante un periodo de tiempo predeterminado.

40 En algunas realizaciones de la invención, la etapa de proporcionar una cavidad de molde en la que se dispone un material de refuerzo puede comprender las etapas de colocar al menos una capa de material de refuerzo sobre una primera parte de molde de un conjunto de molde, y conectar una segunda parte de molde del conjunto de molde con la primera parte de molde para formar la cavidad de molde que rodea al material de refuerzo.

45 Por "sobre una primera parte de molde" quiere decirse preferiblemente que el refuerzo se coloca en la parte superior de una primera parte de molde dispuesta de forma sustancialmente horizontal. Sin embargo, si la invención se aplica a partes de molde dispuestas de forma sustancialmente vertical, "sobre" pretende indicar una colocación adyacente o junto a la parte de molde.

La segunda parte de molde puede ser o bien rígida o bien flexible. Con una parte de molde rígida puede ser más fácil garantizar que se obtienen las dimensiones externas deseadas del elemento de material compuesto. Por otro lado, una segunda parte de molde flexible, tal como una lámina de plástico, puede ser más barata y más fácil de manejar.

50 En realizaciones preferidas de la invención, la etapa de transferir las resinas dentro del material de refuerzo puede

comprender el uso de una técnica de infusión de resina asistida por vacío. Por el presente documento puede obtenerse que el elemento de material compuesto terminado no contenga ninguna cantidad significativa de aire atrapado que de lo contrario constituiría debilidades mecánicas en el material y menos control sobre las propiedades. Alternativamente o en combinación con lo mismo, las resinas pueden conducirse a la cavidad de molde a presión.

El material de refuerzo puede comprender preferiblemente capas de fibras. En algunas realizaciones de la invención, el refuerzo comprende capas de diferentes fibras y/o transiciones entre diferentes fibras. Tales fibras serán normalmente esteras de fibras de por ejemplo vidrio, carbono, aramida, basalto o termoplástico en las cuales las fibras están dispuestas o bien unidireccionalmente o bien en ángulo las unas con respecto a las otras; las fibras pueden también estar entrelazadas. El material de refuerzo puede por ejemplo tener también una extensión espacial, ser material alveolado o madera, y puede usarse en vez de o en combinación con esteras de fibras. Por "diferente" quiere decirse preferiblemente materiales de fibras diferentes, tales como por ejemplo fibras de vidrio y de carbono. Por "transiciones" quiere decirse preferiblemente que se evita un cambio brusco de un tipo de fibra a otro. Por el presente documento el riesgo de concentraciones de tensión debido a cambios bruscos en las propiedades elásticas puede reducirse o eliminarse. Pueden usarse dos tipos de fibras en combinación con dos resinas de forma que se usa un primer tipo de fibra en la primera región de la cavidad de molde y el segundo tipo de fibras se usa en la segunda región de la cavidad de molde.

Las diferencias en las propiedades mecánicas pueden deberse a aditivos añadidos a al menos la primera resina. La primera resina puede corresponder por ejemplo a la segunda resina excepto por los aditivos. Usando el mismo tipo de resina, puede ser más fácil garantizar un buen mezclado en la tercera región. Sin embargo, eso puede ser posible también con dos tipos diferentes de resina.

En algunas realizaciones, el al menos un aditivo puede seleccionarse de: dióxido de silicio, dióxido de titanio, sulfato de bario y nanotubos de carbono. Un tamaño característico, tal como un diámetro promedio o una longitud promedio, del al menos un aditivo puede estar en el intervalo de 1 a 500 nm, tal como de 1 a 10 nm, de 10 a 50 nm, de 50 a 100 nm, de 100 a 300 nm o de 300 a 500 nm. Tales aditivos pueden usarse para mejorar las propiedades mecánicas, tales como la tenacidad a la fractura, la resistencia a la fatiga y la rigidez del material. Esto es particularmente relevante en áreas altamente cargadas o en áreas ricas en resina de un elemento estructural. El tamaño de las partículas se elige normalmente para que sea tan pequeño que las partículas no bloqueen las aberturas entre el refuerzo y para que se garantice una distribución uniforme entre el refuerzo.

Alternativamente o en combinación con lo mismo, la primera resina puede estar modificada con caucho. Puede ser por ejemplo una versión modificada con caucho de la segunda resina. Esto puede dar como resultado propiedades mecánicas mejoradas particularmente con respecto a la fractura, fatiga y amortiguación de vibraciones. La resina modificada con caucho podría ser por ejemplo epoxi de tipo ATBN (copolímero de butadieno-acrilonitrilo terminado en amina) o de tipo CBTN (copolímero de butadieno-acrilonitrilo terminado en carboxilo).

Las resinas pueden seleccionarse de: epoxi, poliéster y éster vinílico. Sin embargo, cualquier tipo de material de resina usado para fabricar elementos de material está cubierto por el alcance de la presente invención.

La primera resina puede usarse para un extremo de raíz de la pala de turbina eólica o parte de pala de turbina eólica. Por el presente documento el extremo de raíz de la pala puede optimizarse con respecto a, por ejemplo, la tenacidad a la fractura y la velocidad de propagación de la grieta baja sin provocar un aumento innecesario en el precio de la pala. En una realización preferida de la invención la primera resina tiene una resistencia a la fatiga más alta que la segunda resina.

Breve descripción de las figuras

El método de fabricación de un elemento de material compuesto de polímero según la invención se describirá ahora en más detalle con respecto a las figuras adjuntas. Las figuras muestran una manera de implementar la presente invención y no deben interpretarse como que limitan otras realizaciones posibles que entran dentro del alcance del conjunto de reivindicaciones adjuntas.

La figura 1 muestra esquemáticamente una vista en sección transversal de un conjunto de molde conocido,

la figura 2 muestra esquemáticamente una vista en sección transversal de un conjunto de molde usado en un método según la presente invención,

la figura 3 muestra esquemáticamente dos resinas que fluyen una hacia la otra dentro de una cavidad de molde, y

la figura 4 muestra esquemáticamente un posible uso de la presente invención para la fabricación de una pala de turbina eólica. La figura muestra una segunda parte de molde que tiene entradas para los dos tipos de resinas.

Descripción detallada de una realización

La figura 1 muestra esquemáticamente un conjunto de molde conocido 1 usado para fabricar un elemento de

material compuesto de fibras mediante el uso de una técnica de moldeo por transferencia de resina. El conjunto de molde 1 comprende una primera parte de molde 2 y una segunda parte de molde 3 que se trata normalmente con un agente de liberación y posiblemente también una capa de recubrimiento antes de su uso. En esta y las siguientes figuras, ambas partes de molde 2, 3 se ilustran como elementos rígidos, pero la segunda parte de molde 3 puede también ser flexible, tal como una lámina de plástico que se sujeta a la primera parte de molde 2 mediante el uso de cinta selladora. Las capas de fibras 4, normalmente en forma de esteras, y posiblemente una cubierta provisional (no mostrada) se colocan sobre la primera parte de molde 2, y la segunda parte de molde 3 se coloca encima de la misma. La resina se conduce a la cavidad de molde 5 por medio de una entrada de resina 6, también denominada orificio de infusión de resina, y dentro de las fibras 4. La preparación de la resina no se incluye en las figuras, pero un experto en la técnica conocerá bien cómo llevar a cabo esta parte del procedimiento. El flujo de resina a través de la cavidad de molde 5 se asiste normalmente por vacío que se usa también para extraer aire de la cavidad de molde 5 por medio de un orificio de vacío 7 antes de que se suministre la resina. Cuando se ha evacuado sustancialmente todo el aire de la cavidad de molde 5, se suministra resina por medio de una entrada de resina 6 y se hace fluir a lo largo de la cavidad de molde 5 mientras que se llenan los espacios vacíos entre las fibras 4. En la realización ilustrada, se muestran la entrada de resina 6 y el orificio de vacío 7 según se disponen en la primera parte de molde 2. Pueden disponerse alternativamente en la segunda parte de molde 3 que es normalmente el caso cuando se usa una lámina de plástico flexible. Cuando se ha añadido la cantidad de resina apropiada, se deja que el elemento cure la resina. Esta etapa comprende normalmente la aplicación de calor durante un periodo de tiempo predeterminado.

En un método de fabricación según la presente invención, se usan al menos dos resinas en vez de una. La siguiente descripción se centrará en el uso de dos resinas, pero el uso de tres o más resinas también es posible dentro del alcance de la invención. La figura 2 ilustra esquemáticamente un conjunto de molde 1 con una entrada de resina 6a, 6b en cada extremo; las entradas pueden disponerse también en otras posiciones. Se conduce una primera resina dentro de la cavidad de molde 5 por medio de una primera entrada de resina 6a, y se conduce una segunda resina dentro de la cavidad de molde 5 por medio de una segunda entrada de resina 6b. Como para la figura 1, el flujo de resina puede asistirse por vacío, y en este caso el orificio de vacío 7 se coloca en la región donde se encuentran las dos resinas. Tal como se muestra esquemáticamente en la figura 3, la primera resina rellenará una primera región 5a de la cavidad de molde, la segunda resina rellenará una segunda región 5b de la cavidad, y una mezcla de las resinas se establecerá en una tercera región 5c de la cavidad de molde. El tamaño de la tercera región 5c dependerá de varios parámetros incluyendo las velocidades de flujo, las viscosidades y la geometría de la cavidad de molde.

La presente invención es por ejemplo ventajosa para elementos estructurales que soportan una carga significativamente más alta en algunas regiones del elemento que en otras. Este es por ejemplo el caso de palas de turbinas eólicas donde los momentos de flexión y las fuerzas son máximas en el extremo de la raíz de la pala. Otra aplicación de palas de turbina eólica ventajosa es para áreas ricas en resina alrededor de los insertos de la raíz. Sin embargo, la invención puede usarse también para fabricar elementos con variaciones en otros parámetros, tales como densidad o color, en diferentes regiones. La figura 4 muestra esquemáticamente una posible disposición de las entradas de resina 6a, 6b en una segunda parte de molde 3 usada para fabricar una pala de turbina eólica para lo cual se usa una primera resina para el extremo de la raíz y se usa otra segunda resina, normalmente más barata, para el resto de la pala. Debido al gran tamaño de tales palas, las resinas se conducen normalmente desde las entradas 6a, 6b dentro de los canales 8a, 8b en la segunda parte de molde 3. La resistencia al flujo es mucho menor en los canales 8a, 8b que entre las fibras de refuerzo, y los canales 8a, 8b garantizan por tanto que la resina se distribuya por toda la cavidad de molde.

La primera resina puede ser por ejemplo del mismo tipo que la segunda resina pero modificada con aditivos para obtener mejores propiedades mecánicas, tales como mayor tenacidad a la fractura, rigidez o resistencia a la fatiga. Tales propiedades mejoradas pueden obtenerse por ejemplo añadiendo nanopartículas en forma de dióxido de silicio, dióxido de titanio, sulfato de bario o nanotubos de carbono. Puede obtenerse también mediante el uso de una resina modificada con caucho. En principio podría usarse un material de resina mejorado para toda la pala, pero eso sería demasiado caro. Una alternativa podría ser ensamblar la pala a partir de más partes fabricadas cada una con una resina, pero eso daría como resultado un procedimiento de fabricación más complicado incluyendo el ensamblaje. Además, la fabricación en un procedimiento de moldeo da como resultado una transición más suave entre la primera y la segunda región, lo que puede disminuir el riesgo de concentraciones de tensión debido a cambios en las propiedades elásticas.

Aunque la presente invención se ha descrito en relación con las realizaciones especificadas, no debe interpretarse que esté limitada de ninguna manera a los ejemplos presentados. El alcance de la presente invención se presenta mediante el conjunto de reivindicaciones adjuntas.

Por ejemplo, la descripción menciona el uso de un material de resina y una versión modificada del mismo. Sin embargo, también está cubierto por la presente invención usar una resina modificada de dos maneras diferentes, tales como mediante adición de nanotubos de carbono y caucho respectivamente, o usar dos o más resinas significativamente diferentes, tales como poliéster como primera resina y éster vinílico como segunda resina.

En el contexto de las reivindicaciones, los términos "que comprende" o "comprende" no excluyen otros posibles elementos o etapas. Además, la mención de referencias tales como "un" o "una" etc. no debe interpretarse que

5 excluye una pluralidad. El uso de signos de referencia en las reivindicaciones con respecto a elementos indicados en las figuras no se interpretará como que limita el alcance de la invención. Además, características individuales mencionadas en reivindicaciones diferentes, posiblemente pueden combinarse ventajosamente, y la mención de estas características en diferentes reivindicaciones no excluye que una combinación de características no sea posible y ventajosa.

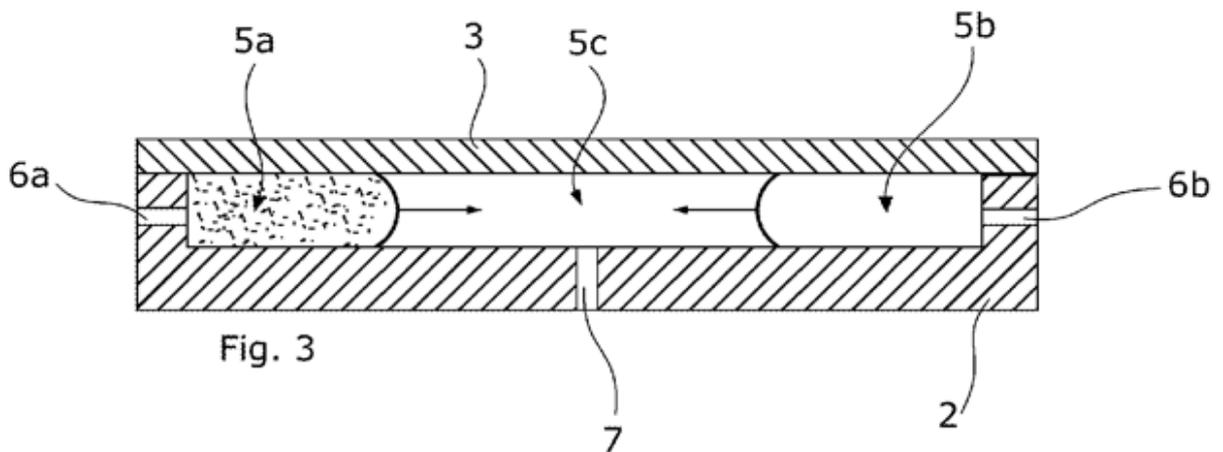
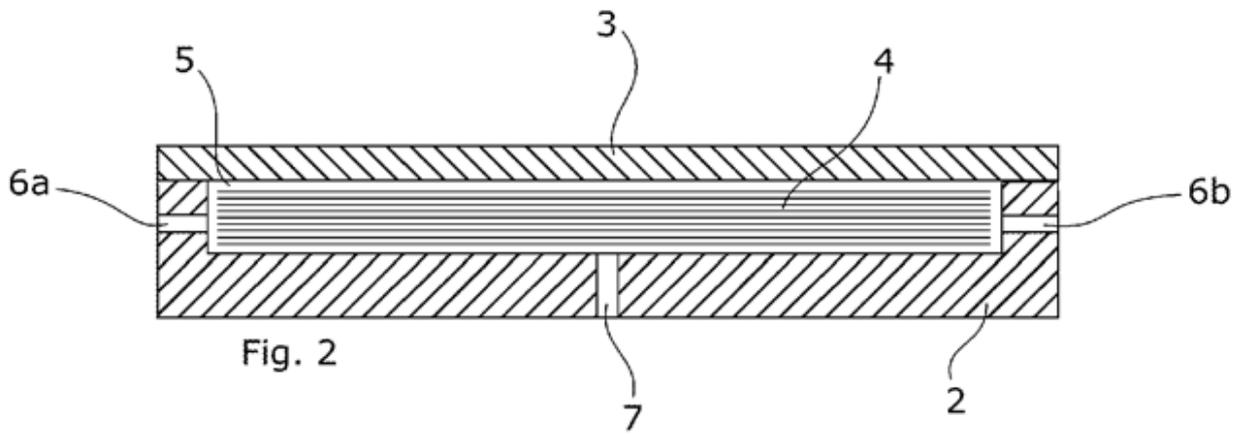
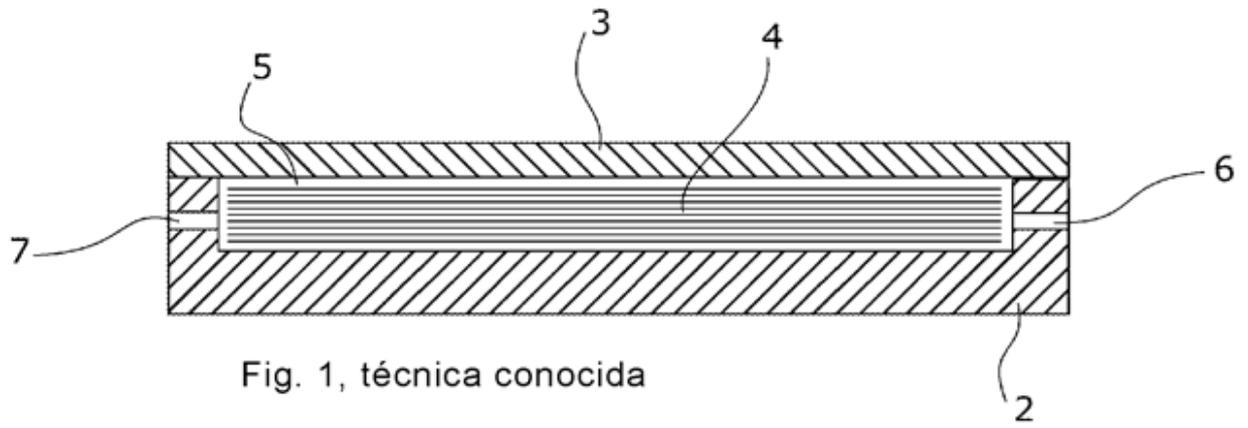
Por ejemplo la descripción menciona el uso de un material de resina y una versión modificada del mismo. Sin embargo también está cubierto por la presente invención usar una resina modificada de dos maneras diferentes, tales como mediante adición de nanotubos de carbono y caucho respectivamente, o usar dos o más resinas significativamente diferentes, tales como poliéster como primera resina y éster vinílico como segunda resina.

10 En el contexto de las reivindicaciones, los términos “que comprende” o “comprende” no excluyen otros posibles elementos o etapas. Además, la mención de referencias tales como “un” o “una” etc. no debe interpretarse que excluye una pluralidad. El uso de signos de referencia en las reivindicaciones con respecto a elementos indicados en las figuras no se interpretará como que limita el alcance de la invención. Además, características individuales mencionadas en reivindicaciones diferentes, posiblemente pueden combinarse ventajosamente, y la mención de estas características en diferentes reivindicaciones no excluye que una combinación de características no sea posible y ventajosa.

15

REIVINDICACIONES

1. Método de fabricación de un elemento de material compuesto de polímero que comprende una pala de turbina eólica o una parte de una pala de turbina eólica mediante una técnica de infusión de resina, comprendiendo el método las etapas de
 - 5 - proporcionar una cavidad de molde (5) en la que se dispone un material de refuerzo (4), teniendo la cavidad de molde al menos una primera entrada de resina (6a) para una primera resina y al menos una segunda entrada de resina (6b) para una segunda resina, teniendo las resinas primera y segunda propiedades mecánicas diferentes después del curado,
 - 10 - conducir al mismo tiempo la primera resina dentro de una primera región (5a) de la cavidad de molde (5) por medio de la primera entrada (6a) y conducir la segunda resina dentro de una segunda región (5b) de la cavidad de molde por medio de la segunda entrada (6b),
 - transferir las resinas dentro del material de refuerzo (4) de forma que las resinas se fusionan al menos parcialmente en una tercera región (5c) de la cavidad de molde (5),
 - curar las resinas, en el que
 - 15 - las resinas primera y segunda tienen propiedades mecánicas diferentes después del curado debido a los aditivos añadidos a al menos la primera resina, y/o
 - la primera resina es una versión modificada con caucho de la segunda resina, y/o
 - la primera resina se selecciona de: epoxi, poliéster o éster vinílico y la segunda resina es una resina diferente seleccionada de epoxi, poliéster o éster vinílico.
- 20 2. Método según la reivindicación 1, en el que la etapa de transferir las resinas dentro del material de refuerzo (4) comprende el uso de una técnica de infusión de resina asistida por vacío.
3. Método según la reivindicación 1 ó 2, en el que el material de refuerzo (4) comprende capas de diferentes fibras y/o transiciones entre diferentes fibras.
- 25 4. Método según la reivindicación 1, en el que el al menos un aditivo se selecciona de: dióxido de silicio, dióxido de titanio, sulfato de bario y nanotubos de carbono.
5. Método según la reivindicación 1, en el que un tamaño característico, tal como un diámetro promedio o una longitud promedio, del al menos un aditivo está en el intervalo de 1 a 500 nm, tal como de 1 a 10 nm, de 10 a 50 nm, de 50 a 100 nm, de 100 a 300 nm o de 300 a 500 nm.
- 30 6. Método según la reivindicación 1, en el que la primera resina se usa para un extremo de raíz de la pala de turbina eólica o parte de pala de turbina eólica.
7. Método según la reivindicación 6, en el que la primera resina tiene una resistencia a la fatiga más alta que la segunda resina.



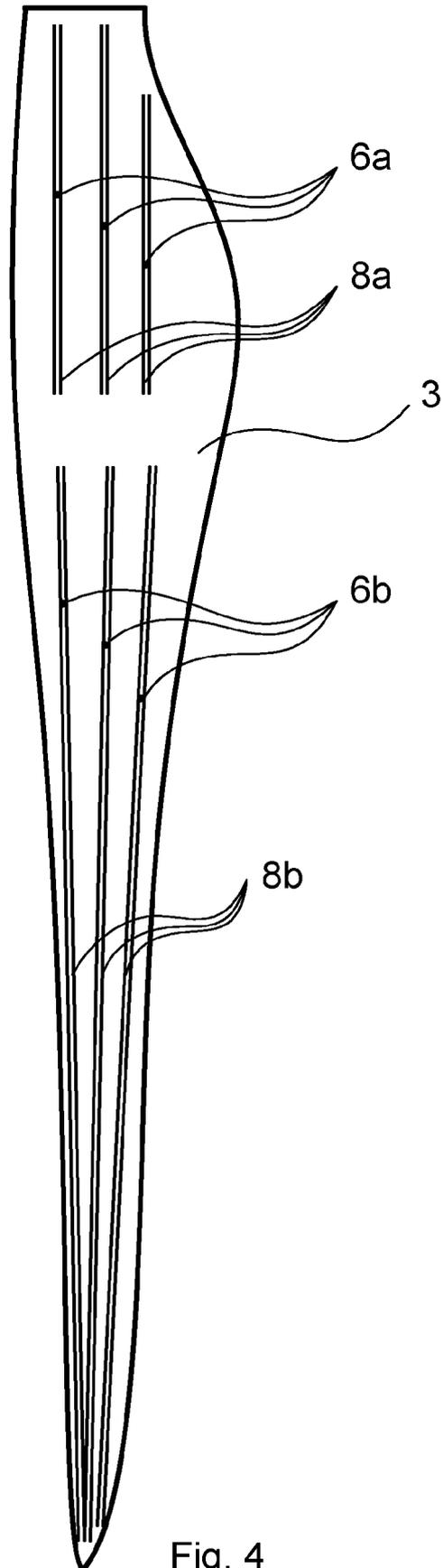


Fig. 4