(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 444 940**

(51) Int. Cl.:

B29C 73/30 (2006.01)
B29C 33/74 (2006.01)
B29C 73/10 (2006.01)
B29C 73/26 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.12.2008** **E 08865194 (8)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.11.2013** **EP 2222454**

(54) Título: **Un procedimiento para reparar un miembro macizo compuesto de fibras**

(30) Prioridad:

21.12.2007 DK 200701879
21.12.2007 US 8702

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.02.2014

(73) Titular/es:

VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.0%)
HEDEAGER 44
8200 AARHUS, DK

(72) Inventor/es:

NIELSEN, KNUD STENBAEK;
OLESEN, ALEX y
SCHRÖDER, HENNING

(74) Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 444 940 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

Un procedimiento para reparar un miembro macizo compuesto de fibras

Campo de la invención

La presente invención se refiere a un procedimiento para reparar un miembro macizo compuesto de fibras y en concreto a un procedimiento que comprende el uso de un parche de reparación.

Antecedentes de la invención

Los compuestos de resina reforzada con fibras se utilizan en la industria de turbinas eólicas, por ejemplo para palas de rotor. El procedimiento de fabricación comprende típicamente el uso de un molde para obtener la forma deseada de las palas. Un problema conocido es que el molde se daña ocasionalmente debido, por ejemplo, al desprendimiento de pequeñas partes superficiales cuando se retira la pala del molde tras su fabricación, o debido a muescas accidentales, grietas o arañazos obtenidos durante el manejo del molde. Como tal molde típicamente es costoso y ocupa mucho espacio de almacenamiento, el número de moldes en un emplazamiento de fabricación se mantiene en un mínimo y puede no estar disponible ningún molde de repuesto, o muy pocos, si alguno se retira de la línea de producción para su mantenimiento. Un procedimiento conocido para reparar un área superficial deteriorada de tal molde es mediante un lijado seguido por una aplicación manual de un material de reparación para obtener una superficie reparada que tiene una geometría y propiedades mecánicas y térmicas lo más próximas en lo posible al original. El área reparada se construye típicamente de modo que tenga un grosor mayor que el área final, de modo que la calidad superficial deseada se obtiene retirando el material en exceso mediante lijado y pulido. Tal procedimiento de reparación es difícil de llevar a cabo, especialmente sobre superficies que tiene una curvatura doble. Por lo tanto, el resultado de un procedimiento de reparación es muy dependiente de la destreza de la persona que lleva a cabo la reparación y es difícil asegurar que se obtiene una calidad deseada.

Por ello, sería ventajoso un procedimiento mejorado para reparar un miembro macizo compuesto de fibras, tal como un molde para fabricar palas de turbina eólica y en concreto sería ventajoso un procedimiento de reparación más eficiente y/o fiable.

El documento US 5 023 987 A muestra un procedimiento de reparación de un miembro compuesto de fibras de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

Objeto de la invención

Es un objeto de la presente invención proporcionar un procedimiento de reparación de un miembro macizo compuesto de fibras por medio del que la reparación puede ser llevada a cabo más eficientemente y por tanto con un tiempo de parada de mantenimiento más corto de lo que es posible con los procedimientos conocidos en la actualidad.

Es otro objeto de la presente invención proporcionar un procedimiento de reparación de un miembro macizo compuesto de fibras por medio del que el resultado y la calidad de la reparación es menos dependiente de la destreza de la persona que lleva a cabo la reparación de lo que es el caso con los procedimientos conocidos en la actualidad.

Es otro objeto de la presente invención proporcionar un procedimiento de reparación de un miembro macizo compuesto de fibras por medio del que es más fácil que con los procedimientos conocidos en la actualidad asegurar que la geometría y las propiedades mecánicas y térmicas de una superficie reparada son tan próximas a las de la superficie original como sea posible.

Es un objeto adicional de la presente invención proporcionar una alternativa al estado de la técnica anterior.

Resumen de la invención

Así pues, se pretende obtener, en un primer aspecto de la invención, el objeto anteriormente descrito y diversos otros objetos de acuerdo con la reivindicación 1.

Puede ser que todas o tan solo algunas de las propiedades mecánicas y térmicas sean sustancialmente las mismas. Típicamente serían aceptables diferencias que sean insignificantes para el uso del miembro macizo.

El parche de reparación puede ser fabricado mediante un procedimiento que comprende:

– aplicar una capa de recubrimiento sobre una superficie de moldeo, teniendo dicho recubrimiento sustancialmente las mismas propiedades elásticas y térmicas que una capa de recubrimiento del miembro macizo,

- situar una o más capas de fibras de refuerzo sobre la capa de recubrimiento,
- impregnar las fibras con una resina mediante un procedimiento de infusión de resina asistido por vacío,
- aplicar calor para curar el parche de reparación y
- mecanizar el parche de reparación hasta la forma circunferencial predefinida.

El parche de reparación puede estar fabricado alternativamente mediante un procedimiento que comprende:

- aplicar una capa de recubrimiento sobre una superficie de moldeo, teniendo dicho recubrimiento sustancialmente las mismas propiedades elásticas y térmicas que una capa de recubrimiento del miembro macizo,
- situar una o más capas de fibras preimpregnadas de resina sobre la capa de recubrimiento,
- aplicar vacío y calor hasta bajar la viscosidad de la resina y curar el parche de reparación y
- mecanizar el parche de reparación hasta la forma circunferencial predefinida.

Una elección entre los procedimientos mencionados puede depender típicamente del procedimiento de fabricación utilizado para el miembro macizo que va a ser reparado. Lo más fácil puede ser asegurar la correspondencia deseada entre propiedades mecánicas y térmicas antes y después de la reparación, si se utiliza el mismo tipo de procedimiento de fabricación.

El mecanizado del parche de reparación puede comprender el uso de un patrón con una forma circunferencial que se corresponde con la cavidad mecanizada en la sección superficial.

Por ello se puede asegurar que el parche de reparación obtiene una forma deseada sin necesidad de procedimientos automatizados de mecanizado, tales como un fresado CNC. Sin embargo, son posibles igualmente procedimientos de mecanizado semiautomatizados o completamente automatizados dentro del ámbito de la invención.

El parche de reparación puede ser fijado al miembro macizo mediante un procedimiento de infusión de resina asistido por vacío. Mediante el uso de este procedimiento, el parche de reparación puede ser fijado mediante el uso de una resina que se corresponde con la resina utilizada para la fabricación del miembro macizo. Por ello puede ser más fácil asegurar que las propiedades mecánicas y térmicas son sustancialmente constantes asimismo en la transición entre el material original y el parche de reparación. Esto puede disminuir el riesgo de grietas debido a concentraciones de tensiones cuando el miembro macizo es cargado y/o expuesto a cambios de temperatura.

Se pueden situar una o más capas adicionales de fibras de refuerzo bajo el parche de reparación en la cavidad antes de que el parche de reparación se fije. Las capas adicionales de fibras tienen preferiblemente una forma circunferencial que se corresponde con la cavidad. Tales capas adicionales de fibras de refuerzo pueden ser utilizadas para controlar el flujo de resina y para asegurar una buena unión entre el parche de reparación y la cavidad a lo largo de todas las áreas superficiales relevantes. Se pueden utilizar asimismo como modo de ajustar el grosor de parches de reparación prefabricados a un número de posibles profundidades de cavidad. Esto puede disminuir la necesidad de espacio de almacenamiento para parches de reparación prefabricados, ya que estos pueden ser fabricados en uno o unos pocos grosores. Como un parche de reparación se diseña típicamente para tener las propiedades superficiales deseadas incluyendo una capa de recubrimiento externa que se corresponde con el resto de la superficie que va a ser reparada, el ajuste de grosor se realiza colocando las capas adicionales de fibras de refuerzo bajo el parche. Por ello la superficie del parche se mantiene al mismo nivel que la superficie del miembro reparado.

El parche de reparación puede ser fijado alternativamente al miembro macizo por pegado. Pegar es un procedimiento relativamente sencillo, lo que significa que la reparación puede ser llevada a cabo más eficientemente y por lo tanto con un tiempo de parada para mantenimiento más corto de lo que sería posible con procedimientos conocidos en la actualidad, asumiendo que los parches de reparación necesarios están disponibles como prefabricados. Otra ventaja es que el resultado y la calidad de la reparación es menos dependiente de la destreza la persona que lleva a cabo la reparación real de lo que es el caso con los procedimientos actualmente conocidos. Por “reparación real” se entiende que se pueden utilizar parches de reparación prefabricados. El adhesivo puede ser un adhesivo en caliente utilizado en combinación con medios de soporte y/o separadores para asegurar que la posición final del parche es la deseada.

El parche de reparación puede ser fijado alternativamente al miembro macizo mediante un procedimiento que comprende:

- situar una o más capas de fibras preimpregnadas de resina bajo el parche de reparación en la cavidad antes de fijar el parche de reparación, teniendo dichas una o más capas de fibras preimpregnadas de resina una forma circunferencial que

se corresponde con la cavidad y

– aplicar vacío y calor para bajar la viscosidad de la resina y curar la resina.

El número de capas de fibras preimpregnadas de resina que se sitúan bajo el parche de reparación se elige preferiblemente para asegurar que la altura final del área reparada se corresponde con la profundidad de la cavidad. Por ello se asegura una geometría superficial intacta sin necesidad de añadir o retirar material posteriormente.

Puede ser posible fabricar los parches de reparación con una forma predefinida sin necesidad de mecanizar la circunferencia. El procedimiento de fabricación de un parche de reparación que comprende el uso de infusión de resina asistida por vacío puede ser llevado a cabo con un molde cerrable que tiene una cavidad interna no flexible dentro de la que fluye la resina. Por ello la forma y tamaño del parche de reparación pueden ser controlados. Por otro lado, puede ser necesario un gran número de moldes. En el procedimiento de fabricación de un parche de reparación que comprende el uso de capas de fibras preimpregnadas de resina, la forma del parche de reparación puede ser determinada de antemano mecanizando las capas individuales antes de su uso. Esto significa que no se evita el mecanizado, pero puede ser más fácil de mecanizar capas individuales que un parche de reparación fabricado.

Un procedimiento para reparar un miembro macizo compuesto de fibras de acuerdo con la presente invención puede ser utilizado para reparar secciones superficiales que son curvadas, tales como con una curvatura doble. El parche de reparación puede tener una curvatura similar a la curvatura de la sección superficial correspondiente del miembro macizo. Fabricar el parche de reparación de este modo es particularmente relevante para superficies que tienen una gran curvatura o que tienen una curvatura doble, pero puede ser realizado para cualquier curvatura si se desea.

Los mismos procedimientos pueden ser utilizados asimismo para la reparación de superficies planas. La etapa de mecanizar la sección superficial con el fin de obtener una cavidad puede comprender el uso de una fresadora CNC. Por ello se obtiene un procedimiento para reparar un miembro macizo compuesto de fibras mediante el que el resultado y la calidad de la reparación es menos dependiente de la destreza de la persona que lleva a cabo la reparación de lo que sería el caso con procedimientos conocidos en la actualidad en los que se utilizan típicamente herramientas manuales.

El mecanizado de la sección superficial con el fin de obtener una cavidad puede comprender el uso de un patrón con un orificio pasante que tiene una forma que se corresponde con la forma circunferencial de la cavidad que se va a obtener mediante el mecanizado. Por ello se puede asegurar que el parche de reparación tiene una forma deseada incluso sin necesidad de procedimientos de mecanizado automatizados, tales como un fresado CNC.

En cualquiera de los procedimientos descritos anteriormente, la profundidad de la cavidad puede ser al menos 1 mm, tal como de 1 a 3 mm o de 3 a 10 mm. La profundidad real dependerá del tamaño de los defectos en la superficie deteriorada, pero puede ser deseable utilizar una profundidad mayor de la necesaria cuando se juzga tan solo a partir del tamaño de los defectos. Este es el caso, por ejemplo, para defectos relativamente pequeños en los que puede ser necesario un parche de reparación más grueso para asegurar una fijación satisfactoria y estable del parche de reparación. La elección real de una profundidad puede tener que hacerse asimismo para que se corresponda con uno de un número limitado de grosores de parches de reparación disponibles. Esto puede ser el caso especialmente para parches que tienen una curvatura compleja, ya que puede no ser deseable fabricar y almacenar estos parches más complicados de producir en un gran número de grosores.

Las fibras de refuerzo utilizadas en cualquiera de los procedimientos anteriormente mencionados pueden ser seleccionadas del grupo que consiste en fibras de vidrio, fibras de carbono y fibras de aramida. Sin embargo, cualquier tipo de fibras es posible dentro del ámbito de la invención. Estas se elegirán típicamente para que se correspondan con las fibras utilizadas en el miembro macizo que va a ser reparado ya que así puede ser más fácil de garantizar que las propiedades elásticas y térmicas del parche de reparación y el material de unión son tales que tras la fijación, el parche de reparación y el material de unión en combinación tienen las propiedades elásticas y térmicas que son sustancialmente las mismas que las propiedades correspondientes de la sección superficial antes del mecanizado.

El miembro macizo compuesto que va a ser reparado mediante un procedimiento de acuerdo con la presente invención puede ser un útil para la fabricación de palas de turbina eólica. Alternativamente puede ser una pala de turbina eólica. El procedimiento puede ser utilizado para reparar cualquier miembro macizo compuesto de fibras, pero se utilizará típicamente principalmente para miembros macizos en los que es importante que las propiedades elásticas y térmicas del parche de reparación y del material de unión sean tales que, tras la fijación, el parche de reparación y el material de unión en combinación tengan propiedades elásticas y térmicas que sean sustancialmente las mismas que las propiedades correspondientes de la sección superficial antes del mecanizado.

Breve descripción de los dibujos

El procedimiento para reparar un miembro macizo compuesto de fibras de acuerdo con la invención se describirá a

continuación en más detalle con referencia a las figuras adjuntas. Las figuras muestran un modo de implementar la presente invención y no deben ser consideradas como limitativas de otros posibles modos de realización que caigan dentro del ámbito del conjunto de reivindicaciones adjunto.

La figura 1 muestra esquemáticamente una vista tridimensional de la idea general del uso de un parche de reparación,

la figura 2 muestra esquemáticamente una vista lateral en sección transversal de un procedimiento de fabricación de un parche de reparación mediante el uso de una técnica de infusión de resina,

la figura 3 muestra esquemáticamente una vista lateral en sección transversal de una reparación de un miembro macizo en el que la fabricación del parche de reparación comprende el uso de fibras preimpregnadas de resina,

la figura 4 muestra esquemáticamente la fijación de un parche de reparación mediante el uso de una técnica de infusión de resina,

la figura 5 muestra esquemáticamente la fijación de un parche de reparación por pegado,

la figura 6 muestra esquemáticamente la fijación de un parche de reparación mediante el uso de fibras preimpregnadas de resina y

la figura 7 muestra esquemáticamente un procedimiento de reparación de acuerdo con la presente invención en el que se utiliza un patrón en el mecanizado de una sección superficial para obtener una cavidad en la que se situará el parche de reparación.

Descripción detallada de un modo de realización

La figura 1 muestra esquemáticamente la idea general de reparar un miembro macizo compuesto de fibras 1 que tiene un área superficial 2 deteriorada localmente; véase la figura 1.a. El miembro macizo podría ser, por ejemplo, un molde utilizado en la fabricación de palas de turbina eólica o podría ser una pala de turbina eólica. El área superficial deteriorada 2 puede tener, por ejemplo, grietas o pliegues debidos a un impacto accidental. La reparación tiene lugar típicamente tan solo en la capa de acabado exterior que no soporta carga. Si el miembro macizo 1 es un molde, los defectos podrían ser debidos asimismo a pequeñas partes que se despegan cuando se retira una pala de turbina eólica del molde tras su fabricación. La figura 1.b ilustra que se ha fabricado una cavidad 3 en la sección superficial que comprende el área superficial 2 deteriorada localmente. La cavidad 3 tiene una profundidad predefinida y una forma circunferencial que se corresponde con un parche de reparación 4 que se va a situar en la cavidad 3 en sustitución del material retirado. La figura 1.c muestra esquemáticamente una sección superficial reparada en la que se ha situado un parche de reparación 4 en la cavidad 3 y se ha fijado al miembro macizo 1. Posteriormente la superficie puede ser expuesta a procedimientos de acabado adicionales, tales como pulido y/o pintado.

La figura 2 muestra esquemáticamente un ejemplo de cómo se puede fabricar un parche de reparación 4 mediante el uso de una técnica de infusión de resina. Cuando se desea o se necesita tener un parche de reparación 4 que tenga una curvatura similar a la de la sección superficial correspondiente del miembro macizo 1, el parche de reparación 4 puede ser fabricado sobre una posición correspondiente en el inserto que se utilizó para modelar el miembro macizo 1. Sin embargo, para grandes partes del miembro macizo 1 la curvatura es tan pequeña que el parche de reparación 4 se puede utilizar incluso aunque no estuviera fabricado exactamente en la misma posición en la que se va a utilizar. Como se ilustra esquemáticamente en la figura 2, se aplica una capa de recubrimiento 6 sobre el inserto que sirve como superficie de moldeo 5 para el parche de reparación 4. La capa de recubrimiento 6 es preferiblemente del mismo material y tiene preferiblemente el mismo grosor que ha sido utilizado para la fabricación del miembro macizo 1. Asimismo puede ser de otro material que tenga propiedades mecánicas y térmicas sustancialmente similares. Una o más capas de fibras de refuerzo 7 se sitúan sobre la capa de recubrimiento 6. Una capa despegable 8 se sitúa típicamente sobre la (las) capa(s) de fibras de refuerzo 7 y todas las capas mencionadas se recubren mediante una lámina flexible y estanca 9, típicamente un material plástico, que se sella a la superficie de moldeo mediante el uso de una cinta de sellado 10 para proporcionar un recinto 11 del que se pueda evacuar aire a través de un orificio de vacío (no mostrado) mediante el uso de una bomba de vacío (no mostrada). Cuando se haya evacuado sustancialmente todo el aire presente en el recinto 11, se suministra resina (no mostrada) a través de un orificio de infusión (no mostrado) y se hace fluir a lo largo del parche de reparación 4 mediante un procedimiento de infusión de resina asistido por vacío mientras se rellenan los espacios vacíos entre las fibras de refuerzo 7. Cuando los espacios vacíos han sido rellenados, se aplica calor y se deja curar el parche de reparación 4 durante un periodo de tiempo predeterminado.

El parche de reparación 4 se mecaniza a continuación hasta la forma circunferencial deseada mediante cualquier procedimiento adecuado conocido por el experto en la técnica. Este puede ser, por ejemplo, el uso de una fresadora. El mecanizado puede comprender el uso de un patrón (no mostrado) con una forma circunferencial que se corresponda con la cavidad 3 que se va a mecanizar en la sección superficial del miembro macizo 1. Alternativamente, el parche de

reparación 4 puede ser fabricado en un molde cerrable (no mostrado) que tiene una cavidad de moldeo con superficies rígidas. Por ello es posible fabricar el parche de reparación 4 en su forma final mediante un procedimiento de infusión de resina asistido por vacío sin necesidad de mecanizado posterior.

La figura 3 muestra esquemáticamente otro procedimiento de fabricación del parche de reparación 4, en el que se hace uso de capas de fibras preimpregnadas de resina 7b; tales capas son conocidas asimismo como preimpregnados. Un número predeterminado de preimpregnados 7b, que se recortan a la forma deseada, se sitúan sobre una superficie de moldeo 5 a la que se ha aplicado una capa de recubrimiento 6. Una capa despegable 8 se sitúa típicamente sobre los preimpregnados 7b para asegurar que la superficie del parche de reparación 4 fabricado permanece limpia hasta una posible etapa de procesamiento posterior. Sobre la capa despegable 8 se encuentra una película de separación 12, que es típicamente una película de plástico porosa y una capa de ventilación 13. En lo que se refiere al procedimiento descrito anteriormente, todas las capas mencionadas están recubiertas por una lámina 9 flexible y estanca, que se sella a la superficie de moldeo 5 mediante el uso de una cinta de sellado 10 para proporcionar un recinto 11 del que se puede evacuar aire a través de un orificio de vacío (no mostrado) mediante el uso de una bomba de vacío (no mostrada). Cuando todo el aire presente en el recinto 11 ha sido sustancialmente evacuado, se aplica calor durante un periodo de tiempo predeterminado para provocar una disminución en la viscosidad de la resina preimpregnada. Debido al vacío, el aumento de temperatura da como resultado un flujo de resina en una dirección sustancialmente perpendicular a los preimpregnados 7b y hacia la capa de ventilación 13. Un propósito de la capa de ventilación 13 es asegurar que se puede evacuar la mayor cantidad de aire posible incluso aunque la lámina flexible 9 se arrugue. Parte de la resina fluirá al interior de la capa de ventilación 13 y otro propósito de la capa de ventilación 13 es por lo tanto absorber el exceso de resina. Un propósito de la película de separación 13 es limitar el flujo de resina al interior de la capa de ventilación 13. Además se puede aplicar presión en combinación con el calor.

La figura 4 muestra esquemáticamente un modo de fijar el parche de reparación 4 al miembro macizo 1. La capa despegable 8 se retira antes de situar el parche de reparación 4 en la cavidad 3. Una o más capas adicionales de fibras de refuerzo 7a se sitúan bajo el parche de reparación 4 en la cavidad 3. Esto se puede utilizar asimismo como modo de adaptar parches de reparación 4 de un grosor dado a cavidades 3 de diferentes profundidades. Disponiendo las capas adicionales 7a bajo el parche de reparación 4 se asegura que la superficie del parche de reparación 4 se mantiene al mismo nivel que la superficie del miembro macizo 1, de modo que se obtienen las propiedades superficiales deseadas, obtenidas típicamente mediante la elección de recubrimiento 6. La una o más capas(s) adicional(es) de fibras de refuerzo 7a tienen preferiblemente sustancialmente la misma forma circunferencial que el parche de reparación 4. El parche de reparación 4 se fija en su sitio, por ejemplo mediante el uso de cinta (no mostrada) y se recubre mediante una lámina 9 estanca y flexible que se sella al miembro macizo 1 para proporcionar un recinto del que se puede evacuar aire del mismo modo que se describió anteriormente. A continuación se suministra resina (no mostrada) típicamente a un lado del parche de reparación 4 y las capas adicionales de fibras de refuerzo 7a a través de un orificio de infusión (no mostrado) y se hacer fluir a lo largo y por debajo del parche de reparación 4 mediante un procedimiento de infusión de resina asistido por vacío, mientras se rellenan los espacios vacíos entre las fibras de refuerzo 7, 7a y alrededor de la circunferencia del parche de reparación 4. Cuando los espacios vacíos han sido rellenados, se cura el conjunto en su totalidad a temperatura elevada por lo que el parche de reparación 4 ha quedado fijado al miembro macizo 1.

La figura 5 muestra esquemáticamente que el parche de reparación 4 puede ser fijado por pegado. El adhesivo (no mostrado) se aplica a la superficie de la cavidad 3 y el parche de reparación 4 se sitúa sobre el mismo. El adhesivo puede ser, por ejemplo, un adhesivo en caliente de modo que el procedimiento comprende aplicar calor durante el curado del adhesivo. El procedimiento de pegado comprende típicamente el uso de medios de soporte y/o separadores para asegurar la posición deseada de parche de reparación 4 tras su fijación.

La figura 6 muestra esquemáticamente un parche de reparación 4 que está siendo fijado al miembro macizo 1 mediante el uso de fibras preimpregnadas de resina 7b. El parche de reparación fijado mediante este procedimiento ha sido fabricado asimismo típicamente mediante el uso de fibras preimpregnadas de resina 7b, aunque puede ser fabricado asimismo mediante el uso de un procedimiento de infusión de resina asistido por vacío. El procedimiento recuerda a lo que se describió anteriormente para la fabricación del parche de reparación 4 mediante el uso de fibras preimpregnadas de resina 7b, salvo porque no comprende el uso de una capa despegable, una película de separación y una capa de ventilación. En el procedimiento de fijación, el exceso de resina rellena el hueco circunferencial entre la cavidad 3 y el parche de reparación 4 para proporcionar una fijación del parche de reparación 4.

La reparación de un miembro macizo compuesto de fibras de acuerdo con la presente invención comprende establecer la cavidad 3 en la superficie deteriorada localmente. Esto se realiza preferiblemente por mecanizado utilizando una fresadora CNC programada para retirar material para obtener una cavidad 3 que tiene una profundidad predefinida y una forma circunferencial, a la vez que se tiene en cuenta la curvatura de la superficie. Alternativamente, el mecanizado puede comprender el uso de un patrón 13 con un orificio 14 que corresponde a la forma de la cavidad 3, patrón 13 que se sitúa sobre la superficie que va a ser mecanizada, como se ilustra esquemáticamente en la figura 7. El patrón 13 puede ser no flexible y tener una curvatura que se corresponde con la curvatura de la superficie que va a ser mecanizada. La figura

ilustra la reparación de superficies planas y por lo tanto asimismo un patrón 13 plano. Alternativamente (no mostrado) puede estar fabricado de un material flexible, tal como goma de silicona, comprendiendo medios de soporte para sostener el patrón hacia la superficie del miembro macizo. Tales medios pueden comprender pinzas sencillas, o pueden comprender medios para sostener el patrón mediante el uso de vacío.

Con el fin de minimizar el tiempo de parada de mantenimiento, se pueden prefabricar típicamente parches de reparación que tienen un número de tamaños y formas predeterminados y dejarlos listos para su uso cuando sea necesario. Como se describió anteriormente, el grosor del parche de reparación puede ser ajustado mediante capas adicionales que se disponen bajo el parche de reparación antes de su fijación. Por ello puede ser necesario tan solo tener parches de reparación prefabricados en unos pocos grosores.

Aunque la presente invención ha sido descrita en conexión con modos de realización específicos, esta no debe ser considerada en modo alguno como limitada a los ejemplos presentados. El ámbito de la presente invención se establece mediante el conjunto de reivindicaciones adjuntas. En el contexto de las reivindicaciones, los términos “comprendiendo” o “comprende” no excluyen otros posibles elementos o etapas. Asimismo, la mención de referencias tales como “un” o “una” no debe ser considerada como excluyente de una pluralidad. El uso de signos de referencia en las reivindicaciones con respecto a elementos indicados en las figuras no debe ser considerado como limitativo del ámbito de la invención. Además, elementos individuales mencionados en distintas reivindicaciones pueden ser posiblemente combinados ventajosamente y la mención de estos elementos en diferentes reivindicaciones no excluye que una combinación de elementos no sea posible y ventajosa.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para reparar un miembro macizo compuesto de fibras (1) que tiene un área superficial (2) deteriorada localmente, tal como con grietas o pliegues, comprendiendo dicho procedimiento las etapas de:

– mecanizar una sección superficial que comprende el área superficial deteriorada localmente (2) con el fin de obtener una cavidad (3) que tiene una profundidad predefinida y una forma circunferencial,

– situar en la cavidad (3) un parche de reparación (4) que tiene un grosor predefinido y una forma circunferencial que se corresponde con la cavidad y

– fijar el parche de reparación (4) al miembro macizo (1) mediante el uso de un material de unión,

procedimiento en el que las propiedades elásticas y térmicas del parche de reparación (4) y del material de unión son tales que tras la fijación, el parche de reparación (4) y el material de unión en combinación tienen propiedades elásticas y térmicas que son sustancialmente iguales a las propiedades correspondientes de la sección superficial antes del mecanizado, caracterizado por que el parche de reparación (4) ha sido fabricado en una posición correspondiente sobre un inserto que fue utilizado para modelar el miembro macizo (1).

2. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el parche de reparación (4) está fabricado mediante un procedimiento que comprende:

– aplicar una capa de recubrimiento (6) sobre una superficie de moldeo (5), teniendo dicho recubrimiento sustancialmente las mismas propiedades elásticas y térmicas que una capa de recubrimiento del miembro macizo (1),

– situar una o más capas de fibras de refuerzo (7) sobre la capa de recubrimiento (6),

– impregnar las fibras con una resina mediante un procedimiento de infusión de resina asistido por vacío,

– aplicar calor para curar el parche de reparación (4) y

– mecanizar el parche de reparación (4) hasta la forma circunferencial predefinida.

3. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el parche de reparación está fabricado mediante un procedimiento que comprende:

– aplicar una capa de recubrimiento (6) sobre una superficie de moldeo (5), teniendo dicho recubrimiento sustancialmente las mismas propiedades elásticas y térmicas que una capa de recubrimiento del miembro macizo,

– situar una o más capas de fibras preimpregnadas de resina (76) sobre la capa de recubrimiento (6),

– aplicar vacío y calor para disminuir la viscosidad de la resina y curar el parche de reparación (4) y

– mecanizar el parche de reparación (4) hasta la forma circunferencial predefinida.

4. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2 o 3, en el que el mecanizado del parche de reparación (4) comprende el uso de un patrón con una forma circunferencial que se corresponde con la cavidad (3) mecanizada en la sección superficial.

5. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el parche de reparación (4) está fijado al miembro macizo (1) mediante un procedimiento de infusión de resina asistido por vacío.

6. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5, en el que se sitúan una o más capas adicionales de fibras de refuerzo (74) bajo el parche de reparación (4) en la cavidad (3) antes de que el parche de reparación (4) se fije, teniendo dichas capas adicionales de fibras una forma circunferencial que se corresponde con la cavidad.

7. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el parche de reparación (4) está fijado al miembro macizo (1) por pegado.

8. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el parche de reparación (4) está fijado al miembro macizo (1) mediante un procedimiento que comprende:

– situar una o más capas de fibras preimpregnadas de resina (76) bajo el parche de reparación (4) en la cavidad (3) antes de fijar el parche de reparación (4), teniendo dichas una o más capas de fibras preimpregnadas de resina (76) una

forma circunferencial que se corresponde con la cavidad (3) y

– aplicar vacío y calor para disminuir la viscosidad de la resina y curar la resina.

9. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la sección superficial es curva.

10. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9, en el que el parche de reparación (4) tiene una curvatura similar a la curvatura de la sección superficial correspondiente del miembro macizo (1).

11. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la sección superficial se realiza utilizando una fresadora CNC.

12. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el mecanizado de la sección superficial comprende el uso de un patrón con un orificio pasante que tiene una forma que se corresponde con la forma circunferencial de la cavidad (3) que se va a obtener mediante el mecanizado.

13. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la profundidad de la cavidad (3) es de al menos 1 mm.

14. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las fibras de refuerzo (7) se seleccionan del grupo que consiste en fibras de vidrio, fibras de carbono y fibras de aramida.

15. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el miembro macizo compuesto (1) es un útil para fabricar palas de turbina eólica.

16. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-14, en el que el miembro macizo compuesto (1) es una pala de turbina eólica.

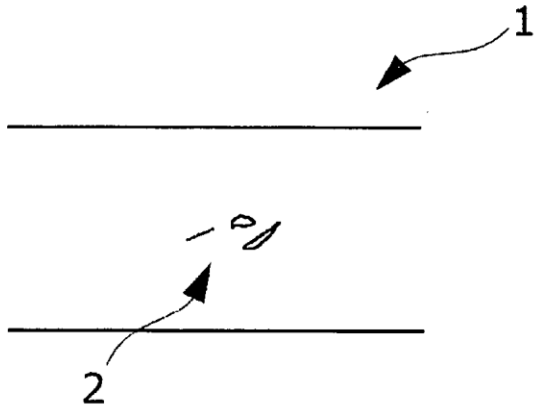

Fig. 1a

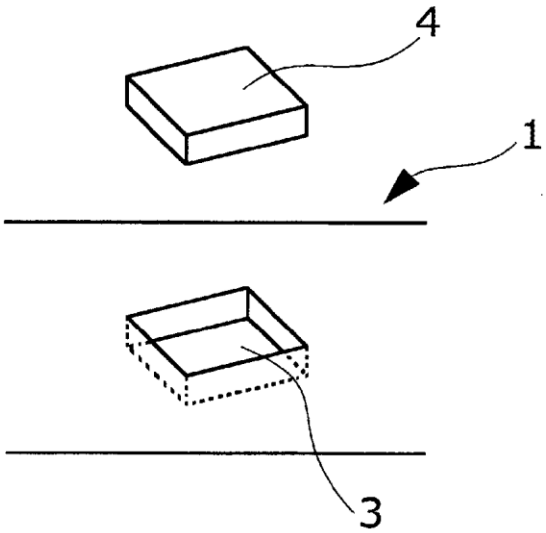

Fig. 1b

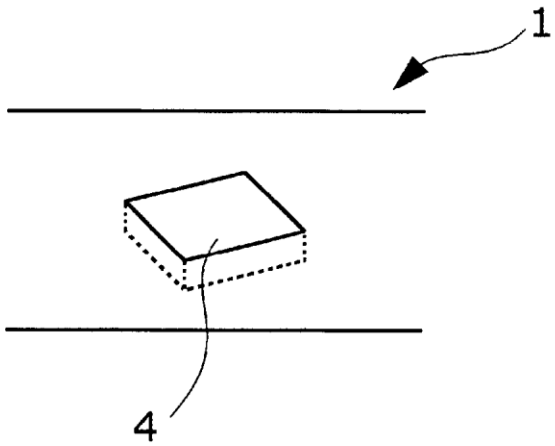

Fig. 1c

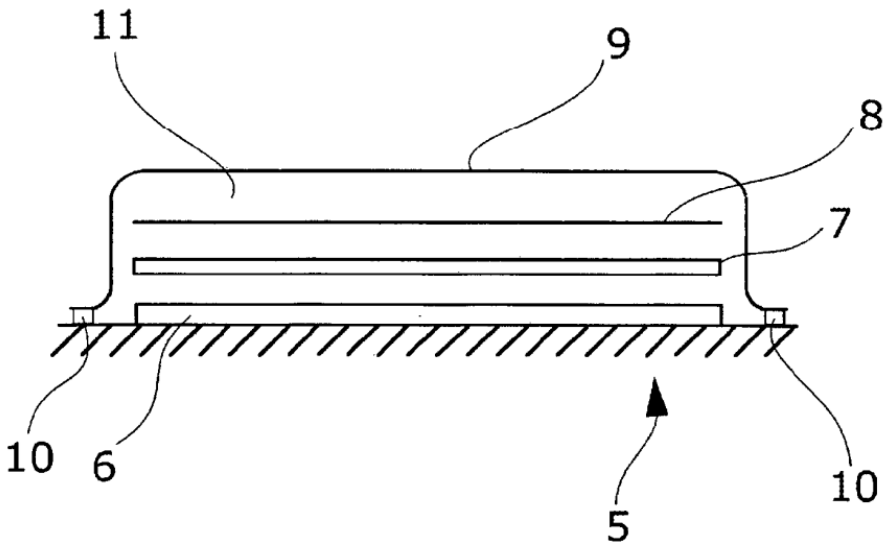

Fig. 2

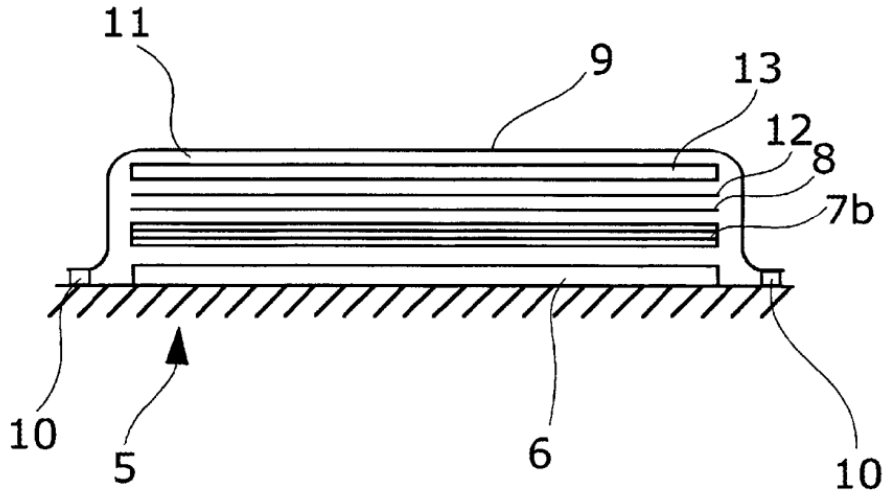

Fig. 3

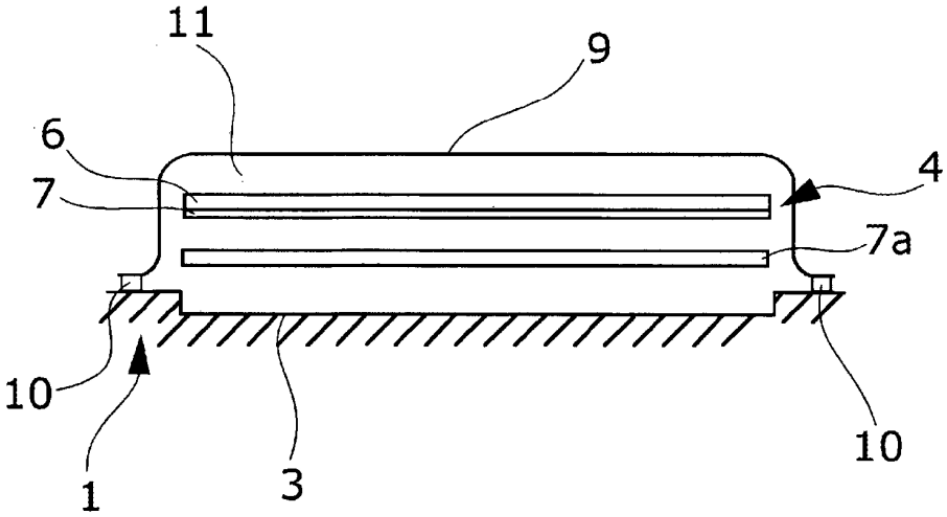

Fig. 4

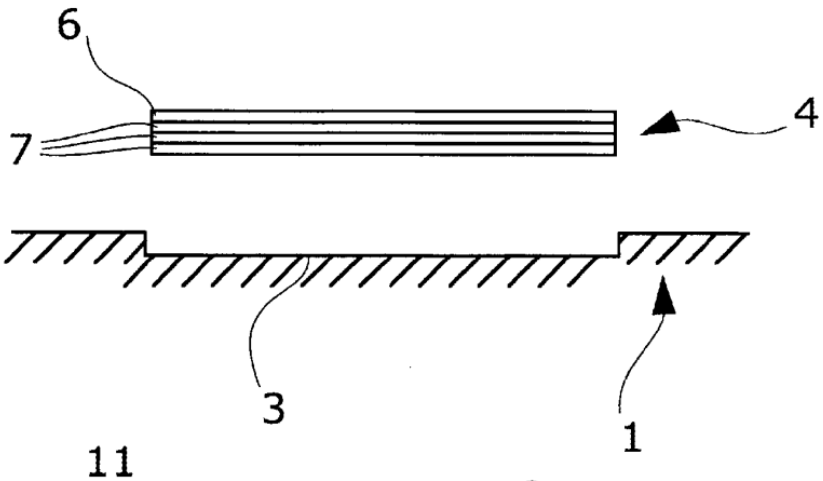

Fig. 5

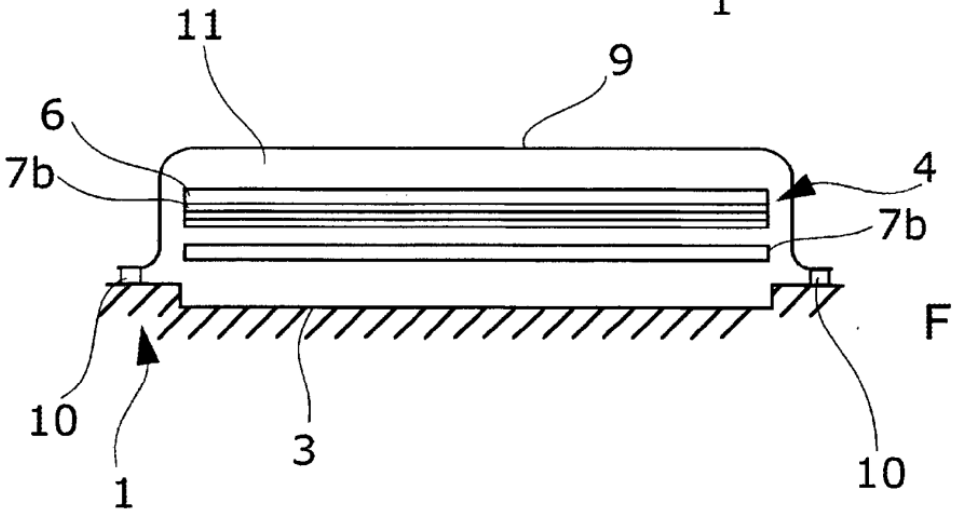

Fig. 6

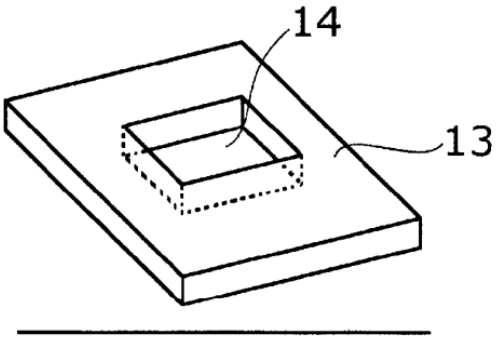
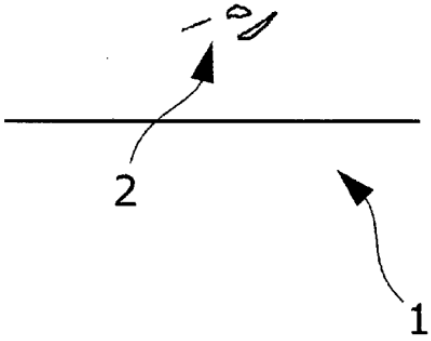
Fig. 7