(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 600 900**

(51) Int. Cl.:

F03D 1/06	(2006.01)
B21K 3/04	(2006.01)
B29C 65/54	(2006.01)
B29C 65/00	(2006.01)
F16B 11/00	(2006.01)
B29L 31/08	(2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.10.2011** **PCT/EP2011/004964**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **19.04.2012** **WO12048813**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.10.2011** **E 11769785 (4)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.08.2016** **EP 2627899**

(54) Título: **Fabricación de una pala de rotor de una turbina eólica**

(30) Prioridad:

12.10.2010 DE 102010042327

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.02.2017

(73) Titular/es:

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

(72) Inventor/es:

ZELLER, LENZ, SIMON y
GÜNTHER, MAIK

(74) Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 600 900 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

Fabricación de una pala de rotor de una turbina eólica

La invención se refiere a un procedimiento para fabricar una pala de rotor de una turbina eólica a partir de al menos un primer elemento de pala de rotor y un segundo elemento de pala de rotor. La invención se refiere además a un módulo de fabricación para unir un primer elemento de pala de rotor y un segundo elemento de pala de rotor en la fabricación de una pala de rotor de una turbina eólica con un primer dispositivo de posicionamiento para el primer elemento de pala de rotor y un segundo dispositivo de posicionamiento para el segundo elemento de pala de rotor. La invención se refiere además a una pala de rotor para una turbina eólica a partir de al menos un primer elemento de pala de rotor y un segundo elemento de pala de rotor así como a una turbina eólica.

Las palas de rotor para turbinas eólicas grandes se fabrican de varias partes, que se prefabrican individualmente y a continuación se adhieren. Por ejemplo una pala de rotor comprende dos carcasas de pala de rotor, la carcasa superior y la inferior, que predeterminan la forma externa y por tanto las propiedades aerodinámicas esenciales de la pala de rotor. Para su estabilización la pala de rotor comprende además habitualmente dos nervios, que en el interior de la pala de rotor se extienden esencialmente por toda la longitud.

Para la fabricación de una pala de rotor de este tipo, en primer lugar se prefabrican las carcasas de pala de rotor así como los nervios individualmente, pudiendo estar compuesto a su vez cada componente por segmentos individuales más pequeños. A continuación se adhieren los nervios en una de las carcasas de pala de rotor, generalmente la carcasa inferior. Entonces, en una etapa de fabricación adicional se adhiere la segunda carcasa de pala de rotor con la primera carcasa de pala de rotor así como los nervios.

A este respecto, para adherir dos partes o elementos complementarios de unión, en primer lugar se aplica pegamento sobre uno de los elementos complementarios de unión. Como las zonas de adhesión tienen una superficie grande, se produce un tiempo de procesamiento correspondientemente alto, por lo que se utilizan pegamentos de endurecimiento lento con una vida útil prolongada o un tiempo de procesamiento prolongado. Tras la aplicación del pegamento se presiona el segundo elemento complementario de unión en el pegamento. A este respecto, se desplaza una parte del adhesivo y se sale por el borde de la superficie de adhesión entre los dos elementos complementarios de unión. Los elementos complementarios de unión tienen que mantenerse en esta posición hasta que la unión adhesiva se haya endurecido de tal modo que resista las cargas producidas por el peso y el movimiento de los elementos complementarios de unión.

Habitualmente se produce un procesamiento posterior complejo, que en particular comprende templar la pala de rotor para reducir las tensiones mecánicas dentro de la unión adhesiva, que aparecen porque la unión adhesiva, durante el endurecimiento, por la compresión de los elementos complementarios de unión, se somete a una presión mecánica. También se retira y desecha el pegamento sobrante, que se empuja fuera de la superficie de adhesión que no contribuye a la estabilidad de la unión adhesiva.

El documento US 2008/0075603 A1 da a conocer un procedimiento para formar una unión entre unas carcasas primera y segunda de una pala. En este caso se forma una cavidad entre las carcasas de pala primera y segunda y se introduce un adhesivo en esta cavidad para formar una línea de unión entre las carcasas de pala primera y segunda.

El documento US 2010/0132884 A1 da a conocer un procedimiento para unir una pala de rotor de una turbina eólica, uniéndose entre sí diferentes segmentos de pala.

El documento US 7 179 059 B2 da a conocer un procedimiento para unir perfiles laminados para una pala de rotor de una turbina eólica.

El documento WO 2010/023140 A1 da a conocer una pala de rotor de una turbina eólica, que comprende una disposición, por medio de la cual se delimita el adhesivo.

El objetivo de la presente invención es proporcionar un procedimiento y un dispositivo para fabricar una pala de rotor, con los que pueda fabricarse de manera rápida y fiable una pala de rotor.

El objetivo se alcanza mediante un procedimiento para fabricar una pala de rotor de una turbina eólica a partir de al menos un primer elemento de pala de rotor y un segundo elemento de pala de rotor, que está perfeccionado de tal modo que el primer elemento de pala de rotor y el segundo elemento de pala de rotor se posicionan uno respecto a otro en la disposición relativa deseada, de modo que queda un intersticio de unión entre el primer elemento de pala de rotor y el segundo elemento de pala de rotor, introduciéndose adhesivo en el intersticio de unión para unir el primer elemento de pala de rotor y el segundo elemento de pala de rotor, detectándose por medio de un sensor el grado de relleno de adhesivo en el intersticio de unión.

En el marco de la invención se entiende por elemento de pala de rotor un componente prefabricado para una pala de rotor de una turbina eólica, que en la fabricación de la pala de rotor se une o adhiere con al menos otro elemento de pala de rotor o componente prefabricado. Por ejemplo puede ser una carcasa de pala de rotor o una parte de la misma (segmento de carcasa), un nervio o nervio principal o una parte del mismo (elemento de nervio), un larguero o caja de larguero o una parte del mismo o una banda o una parte de la misma, no estando limitada la denominación de elemento de pala de rotor a los ejemplos mencionados.

Por lo demás, en el marco de la invención se entiende por intersticio de unión un espacio o una zona, que se extiende entre una superficie externa o superior de un primer elemento de pala de rotor, que está dispuesta dirigida hacia un segundo elemento de pala de rotor, y una superficie externa o superior del segundo elemento de pala de rotor, que está dispuesta dirigida hacia el primer elemento de pala de rotor. De los otros cuatro lados del espacio o del intersticio de unión, que en particular se disponen por pares paralelos o esencialmente paralelos, los dos lados relativamente más largos se denominan lados longitudinales y los dos lados relativamente más cortos, lados frontales. Por tanto, un intersticio de unión es en particular una zona plana, estrecha y alargada que se extiende entre el lado superior de un primer elemento de pala de rotor y el lado inferior de un segundo elemento de pala de rotor desde un primer lado frontal o desde un extremo a lo largo de un lado longitudinal o una extensión longitudinal hasta un segundo lado frontal o hasta el otro extremo.

En el procedimiento según la invención el adhesivo, que preferiblemente es altamente viscoso, se introduce directamente en el intersticio de unión y aquí puede endurecerse inmediatamente. De este modo es posible utilizar adhesivos con una vida útil o un tiempo de procesamiento muy corto, que por ejemplo sólo asciende a aproximadamente 10 minutos. De este modo, por un lado, se acorta drásticamente el tiempo de procesamiento para adherir dos elementos de pala de rotor y por otro lado, pueden utilizarse una pluralidad de adhesivos que no habían podido emplearse hasta el momento. En particular, en el procedimiento según la invención, pueden emplearse adhesivos de uno o varios componentes así como adhesivos de endurecimiento en caliente o en frío. Adhesivos adecuados son aquellos que, por ejemplo, producen u ofrecen y comercializan las empresas ITW (Plexus-MMA), Hexion, Henkel o Dow/uppc.

Además la adhesión de los dos elementos de pala de rotor se produce sin presión externa. De este modo, en la unión adhesiva endurecida, aparecen tensiones mecánicas considerablemente menores. Por consiguiente puede prescindirse del templado posterior o reducirse considerablemente la duración del templado, algo que contribuye a una reducción adicional de todo el tiempo de procesamiento para la fabricación de una pala de rotor.

Por lo demás, el posicionamiento de los elementos de pala de rotor en el procedimiento según la invención se ha facilitado porque sólo tiene que compensarse el peso de los elementos de pala de rotor, pero no tiene que aplicarse ninguna fuerza de compresión.

Preferiblemente el adhesivo se introduce en el intersticio de unión en un primer lado longitudinal del intersticio de unión. De este modo, los trayectos de flujo del adhesivo dentro del intersticio de unión son cortos, algo que favorece una distribución uniforme y rápida del adhesivo sin inclusiones de aire.

En el marco de la invención resulta especialmente ventajoso que el intersticio de unión a lo largo de un segundo lado longitudinal, opuesto al primer lado longitudinal, esté sellado o se selle. De este modo se evita en su mayor parte la salida del adhesivo fuera del intersticio de unión, de modo que sólo se consume el adhesivo necesario para rellenar el intersticio de unión.

En el marco de la invención puede estar previsto que ya en la fabricación de un elemento de pala de rotor se integre una junta de sellado en el elemento de pala de rotor o que antes de posicionar el elemento de pala de rotor se fije una junta de sellado al elemento de pala de rotor. De este modo es posible sellar el intersticio de unión al mismo tiempo o en una etapa con el posicionamiento de los elementos de pala de rotor, en particular en un lado y a lo largo de un lado longitudinal. Preferiblemente el elemento de pala de rotor, al que se fija o está fijada una junta de sellado, es un nervio o un elemento de nervio.

Resulta especialmente ventajoso que el adhesivo, comenzando por un extremo del intersticio de unión, se introduzca en el intersticio de unión a lo largo de la extensión longitudinal del intersticio de unión por etapas o de manera continua. De este modo se evitan o al menos se reducen de manera eficaz inclusiones de aire entre partes de adhesivo individuales introducidas en el intersticio de unión.

Además resulta ventajoso que el adhesivo se introduzca en el intersticio de unión por medio de un módulo de introducción de adhesivo. De este modo es posible una introducción especialmente uniforme del adhesivo en el intersticio de unión, siendo posible además una automatización del procedimiento según la invención o de procesos individuales en el marco del procedimiento según la invención.

En particular puede estar previsto que se controle y/o regule la introducción del adhesivo en el intersticio de unión, controlándose y/o regulándose en particular una presión, con la que se introduce el adhesivo, una cantidad de

adhesivo por unidad de tiempo, que se introduce, y/o un movimiento de un módulo de introducción de adhesivo a lo largo del intersticio de unión.

Del mismo modo, en el marco del procedimiento inventivo puede estar previsto que el primer elemento de pala de rotor, que en particular puede ser una carcasa de pala de rotor o un segmento de carcasa, se disponga sobre un dispositivo de recepción, en particular con precisión de ajuste, y que el segundo elemento de pala de rotor, que en particular puede ser un nervio o un elemento de nervio, se posicione o coloque en relación con el primer elemento de pala de rotor, en particular por medio de un dispositivo de colocación. En este caso se consigue ventajosamente que sólo uno de los dos elementos de pala de rotor, que en particular es el más ligero de los dos elementos de pala de rotor que van a unirse, tenga que sujetarse durante la unión contra su propio peso. A este respecto, dado el caso puede ser ventajoso asegurar el otro elemento de pala de rotor sobre el dispositivo de recepción para que no resbale. De este modo, en conjunto es posible una construcción especialmente sencilla de los dos dispositivos de posicionamiento.

El objetivo se alcanza además mediante un módulo de fabricación para unir un primer elemento de pala de rotor y un segundo elemento de pala de rotor en la fabricación de una pala de rotor de una turbina eólica con un primer dispositivo de posicionamiento para el primer elemento de pala de rotor y un segundo dispositivo de posicionamiento para el segundo elemento de pala de rotor, que está perfeccionado de tal modo que el primer elemento de pala de rotor y el segundo elemento de pala de rotor por medio del primer dispositivo de posicionamiento y del segundo dispositivo de posicionamiento pueden posicionarse uno respecto a otro en la disposición relativa deseada, de modo que queda un intersticio de unión entre el primer elemento de pala de rotor y el segundo elemento de pala de rotor, estando previsto un módulo de introducción de adhesivo para la introducción de adhesivo en el intersticio de unión, estando previsto un sensor, pudiendo detectarse o detectándose por medio del sensor el grado de relleno de adhesivo en el intersticio de unión.

Ventajosamente el módulo de introducción de adhesivo comprende una boquilla de adhesivo, estando configurados el módulo de introducción de adhesivo y/o la boquilla de adhesivo de manera que pueden moverse a lo largo de un lado longitudinal del intersticio de unión.

Por lo demás según la invención está previsto un sensor, pudiendo detectarse o detectándose por medio del sensor el grado de relleno de adhesivo en el intersticio de unión, en particular en la zona de una boquilla de adhesivo. Por ejemplo, para ello, puede utilizarse un sensor óptico, que en particular detecta el contraste o el grado de brillo entre el adhesivo y los elementos de pala de rotor. Dado el caso puede ser ventajoso colorear el adhesivo para aumentar en particular las diferencias de contraste y/o del grado de brillo en comparación con los elementos de pala de rotor.

Se prefiere que esté previsto un dispositivo de control o regulación para el módulo de introducción de adhesivo. En particular puede estar previsto que por medio del dispositivo de control o regulación puedan controlarse y/o regularse o se controlen o regulen un ancho de abertura o un área de sección transversal de una abertura de salida de una boquilla de adhesivo, una presión del adhesivo y/o un movimiento de una boquilla de adhesivo y/o del módulo de introducción de adhesivo. En particular el movimiento de la boquilla de adhesivo y/o del módulo de introducción de adhesivo se produce a lo largo del intersticio de unión, controlándose o regulándose por ejemplo la velocidad de la boquilla de adhesivo o del módulo de introducción de adhesivo en la dirección de movimiento. Del mismo modo, por ejemplo, en particular durante el movimiento a lo largo del intersticio de unión, puede controlarse o regularse la distancia de la boquilla de adhesivo o del módulo de introducción de adhesivo con respecto al intersticio de unión o el cumplimiento de una distancia teórica, en particular que puede predeterminarse.

También puede resultar ventajoso prever un dispositivo de mezclado de adhesivo para mezclar adhesivo a partir de al menos dos componentes, en particular como parte del módulo de introducción de adhesivo. De este modo es posible mezclar adhesivo de dos o más componentes inmediatamente antes de su introducción en el intersticio de unión a partir de los componentes individuales, por ejemplo resinas y agentes endurecedores, con lo que en particular también pueden emplearse adhesivos con vidas útiles extremadamente cortas en el intervalo de algunos pocos minutos.

Se prefiere especialmente que el primer dispositivo de posicionamiento esté configurado como dispositivo de recepción, en particular para una carcasa de pala de rotor o un segmento de carcasa, y que el segundo dispositivo de posicionamiento esté configurado como dispositivo de colocación, en particular para un nervio o un elemento de nervio.

El objetivo se alcanza además mediante una pala de rotor de una turbina eólica a partir de al menos un primer elemento de pala de rotor y un segundo elemento de pala de rotor, que se fabrica o se fabricó con un procedimiento según la invención y/o utilizando un módulo de fabricación según la invención.

El objetivo también se alcanza mediante una turbina eólica con una pala de rotor según la invención.

La invención se describirá a continuación sin limitación del concepto inventivo general mediante ejemplos de realización haciendo referencia a los dibujos, remitiéndose expresamente a los dibujos con respecto a todas las particularidades según la invención no explicadas con más detalle en el texto. Muestran:

la figura 1, esquemáticamente una turbina eólica,

la figura 2, esquemáticamente una pala de rotor a modo de ejemplo de una turbina eólica,

la figura 3a, esquemáticamente dos elementos de pala de rotor durante la unión según el procedimiento según la invención antes de la introducción de adhesivo en el intersticio de unión,

la figura 3b, esquemáticamente los elementos de pala de rotor de la figura 3a durante la introducción de adhesivo en el intersticio de unión,

la figura 4, esquemáticamente un ejemplo de realización para el sellado del intersticio de unión entre un nervio principal y una carcasa inferior por medio de un labio de sellado integrado en el pie de nervio,

la figura 5a, esquemáticamente un ejemplo de realización para el sellado del intersticio de unión entre una carcasa superior y una carcasa inferior en el canto anterior de pala y

la figura 5b, esquemáticamente un ejemplo de realización para el sellado del intersticio de unión entre una carcasa superior y una carcasa inferior en el canto posterior de pala.

En las siguientes figuras, en cada caso los elementos iguales o del mismo tipo o las partes correspondientes están dotados de los mismos números de referencia, de modo que se prescinde de una nueva representación correspondiente.

En la figura 1 se muestra un ejemplo esquemático para una turbina eólica 1. La turbina eólica 1 comprende una torre 2, en cuya punta está dispuesta una góndola 3. Un tren propulsor dispuesto principalmente en la góndola y no mostrado se acciona por medio de un rotor 4 que en total presenta tres palas de rotor 5.

En la figura 2 se muestra la construcción de una pala de rotor 5 a modo de ejemplo en una representación tridimensional esquemática. La pala de rotor 5 comprende una carcasa inferior 11, una carcasa superior 11' así como dos nervios principales 12, 12'. Estos cuatro elementos de pala de rotor se fabrican individualmente, por ejemplo utilizando materiales compuestos de fibras, y para la fabricación de la pala de rotor, según un procedimiento según la invención o por medio de un módulo de fabricación según la invención, se unen o adhieren entre sí.

En las figuras 3a y 3b a modo de ejemplo se representa esquemáticamente un procedimiento según la invención para fabricar una pala de rotor 5 a partir de varios elementos de pala de rotor mediante la adhesión de la carcasa inferior 11 con un nervio principal 12 de la pala de rotor 5 mostrada en la figura 2.

La carcasa inferior 11 se dispone con el lado interno hacia arriba sobre un dispositivo de recepción no mostrado y se asegura para que no resbale. Después, por medio de un dispositivo de colocación tampoco mostrado se pone el nervio principal 12 en la posición final deseada o la disposición deseada en relación con la carcasa inferior 11. Al lado del nervio principal dirigido hacia la carcasa inferior está fijada una junta de sellado 14 que, tras la orientación o el posicionamiento del nervio principal 12, sella el intersticio de unión 13 que queda entre la carcasa inferior 11 y el nervio principal 12 hacia un lado. Por tanto, por medio del dispositivo de colocación, el nervio principal 12 se mantiene suspendido un poco por encima de la carcasa inferior 11. El intersticio de unión así formado se sella en un lado por medio de una junta de sellado 14 que, por ejemplo, está configurada de manera flexible o elástica y así se adapta a la superficie de la carcasa inferior 11. En el ejemplo mostrado, la junta de sellado se introduce en el borde del intersticio de unión y se fija o sujeta en el mismo.

En otro ejemplo de realización, la junta de sellado 14 está compuesta por un labio de goma, que está realizado en el lado inferior del nervio principal 12 o se fija al mismo. En este caso desaparece la etapa de trabajo separada para el sellado del intersticio de unión.

Sin embargo, como la junta de sellado 14 en sí misma no contribuye a la estabilidad de la unión adhesiva definitiva, sólo está disponible una parte de la anchura del nervio principal 12 de por sí ya reducida para una adhesión o unión con arrastre de fuerza con la carcasa inferior 11. Por tanto, resulta especialmente ventajoso que la junta de sellado 14 se disponga o realice lateralmente en el nervio principal 12 y que el canto inferior del nervio principal 12 sobresalga lateralmente.

En la figura 4 se muestra una realización especialmente ventajosa. A este respecto, el nervio principal 12 presenta pies de nervio 121 que permiten una unión adhesiva de superficie grande con la carcasa superior y la inferior. Los pies de nervio terminan en labios de sellado 122 delgados, ligeramente acodados, que al colocar el nervio principal se apoyan en la superficie interna de la carcasa superior o la inferior. El labio de sellado 122 sobresale del canto

inferior del pie de nervio 121 más que la altura del intersticio de unión definitivo 13 y por tanto se encuentra bajo tensión al posicionar el nervio principal 12. De este modo se presiona el labio de sellado 122 flexible dispuesto sobre la superficie de la carcasa inferior 11 contra la carcasa inferior 11, con lo que también se sellan pequeñas irregularidades en la superficie de la carcasa inferior 11.

La configuración descrita de un pie de nervio 121, que termina en un labio de sellado 122 delgado, que preferiblemente se estrecha, tiene la ventaja adicional de que el canto de terminación del pie de nervio 121 o del labio de sellado 122 se mecanizará para ser delgado y por tanto de manera sencilla. De este modo se simplifica considerablemente un tratamiento posterior de este canto, que en particular es necesario para los nervios laminados, porque el labio de sellado termina en una única capa de material laminado o al menos en muy pocas capas de material laminado y de manera correspondiente puede cortarse o recortarse más fácilmente.

En la figura 3a se muestra la situación después de posicionar el nervio principal 12. La carcasa inferior 11 y el nervio principal 12 se encuentran en su posición definitiva y se han fijado en la misma. De este modo el intersticio de unión 13 está estable y además, por medio de la junta de sellado 14, está sellado en uno de sus lados longitudinales. En el lado longitudinal opuesto, en un extremo del intersticio de unión, está dispuesto un dispositivo de inyección 20, que presenta una boquilla de adhesivo 21 para inyectar adhesivo en el intersticio de unión 13.

Durante la inyección, el adhesivo, en particular provocado por una presión de inyección que puede predeterminarse, fluye transversalmente a la extensión longitudinal al intersticio de unión 13 hasta el lado longitudinal opuesto, sellado. Una vez que un segmento 13’ del intersticio de unión 13 se ha rellenado con adhesivo, se traslada o desplaza el dispositivo de inyección 20 a lo largo del lado longitudinal del intersticio de unión 13, como se muestra a modo de ejemplo en la figura 3b mediante un estadio avanzado de la inyección de adhesivo. Por tanto se garantiza una distribución uniforme del adhesivo en todo el intersticio de unión 13.

Ventajosamente, el dispositivo de inyección 20 representado esquemáticamente está configurado de manera automatizada o parcialmente automatizada, automatizándose en particular procesos individuales o todos los procesos en relación con el relleno del intersticio de unión con adhesivo o con la introducción de adhesivo en el intersticio de unión. La ventaja de los procesos automatizados o parcialmente automatizados consiste entre otras cosas en que se obtienen condiciones de producción reproducibles y que pueden monitorizarse y que además es posible una fabricación de palas de rotor más rápida y de mayor calidad.

Un proceso de fácil automatización consiste en proporcionar por unidad de tiempo una cantidad de adhesivo que puede predeterminarse o ajustarse con una presión de inyección que puede predeterminarse y/o ajustarse. Para ello puede utilizarse por ejemplo una bomba de adhesivo, en particular eléctrica, o una boquilla de adhesivo 21 con un ancho de abertura variable.

También puede resultar ventajoso un traslado o desplazamiento mecánico o automático del dispositivo de inyección 20, para lo cual puede estar previsto por ejemplo un dispositivo de grúa, soporte y/o carriles para el dispositivo de inyección. Por ejemplo está prevista una sujeción para el dispositivo de inyección que ventajosamente está fijada a uno de los dispositivos de posicionamiento, por ejemplo el dispositivo de colocación descrito para el nervio principal. A este respecto, además pueden estar previstos carriles de guiado para desplazar la sujeción a lo largo del dispositivo de colocación.

Sin embargo, alternativamente el dispositivo de inyección 20 también puede comprender un chasis para por ejemplo desplazarse sobre el lado superior de la carcasa inferior. En este caso no es necesario proporcionar construcciones de soporte o carriles complejas para el dispositivo de inyección 20. Por tanto, con una forma de construcción correspondiente del dispositivo de inyección, que preferiblemente está configurado de la manera más compacta posible, también es posible la aplicación del procedimiento de unión según la invención cuando el punto de adhesión en cuestión se encuentra dentro de la pala de rotor y no es accesible desde fuera. En relación con el ejemplo anterior, por ejemplo se coloca la carcasa superior 11’ con el lado interno hacia arriba sobre un dispositivo de apoyo correspondiente y se asegura para que no resbale. A continuación se gira el conjunto compuesto por carcasa inferior 11 y los nervios principales adheridos 12, 12’ y se posiciona en relación con la carcasa superior 12’. Ahora, con un dispositivo de inyección 20 configurado de manera correspondiente se rellenan con adhesivo los cuatro intersticios de unión entre la carcasa superior 11’ y la carcasa inferior 11 así como los dos nervios principales 12, 12’ de la manera descrita, moviéndose el dispositivo de inyección 20 por medio de su chasis sobre el lado interno de la carcasa superior 11’ rodando o desplazándose.

Además puede estar previsto que los componentes de un adhesivo de varios componentes se mezclen automáticamente o a máquina. Para ello, el dispositivo de inyección 20 puede comprender por ejemplo un dispositivo de mezclado.

Resulta ventajoso, como ayuda, prever uno o varios sensores por medio de los cuales se detecta(n) o determina(n) un valor real o varios valores reales. Por ejemplo pueden ser: el grado de relleno de adhesivo en una zona del intersticio de unión, en particular en la zona de una boquilla de adhesivo, una presión de inyección, una cantidad de adhesivo inyectada por unidad de tiempo, un movimiento del dispositivo de inyección a lo largo del intersticio de

unión y/o al menos una propiedad del adhesivo inyectado, en particular una proporción de mezclado de componentes individuales y/o una viscosidad. Entonces los valores reales o parámetros detectados o determinados pueden ponerse a disposición del operario o de los operarios, por ejemplo mostrarse.

Es posible una automatización adicional del procedimiento o del módulo de fabricación porque está previsto un dispositivo de control o regulación por medio del que se controlan o regulan uno o varios procesos automatizados, en particular mediante al menos un valor teórico que puede predeterminarse y/o mediante al menos un valor real detectado por medio de un sensor.

En función del grado de automatización, con el procedimiento según la invención o el módulo de fabricación según la invención, en comparación con una adhesión habitual de un nervio con una carcasa de pala de rotor se ahorra al menos un 50% de todo el tiempo de procesamiento, al menos un 50% del pegamento y un 50% del personal. Por lo demás desaparecen todos los desechos residuales porque no se desecha pegamento sobrante. Además, en determinadas circunstancias, en el procesamiento posterior puede prescindirse por completo del templado.

El procedimiento según la invención también puede aplicarse para unir la carcasa inferior 11 y la carcasa superior 11' en el canto anterior de pala o el canto posterior de pala.

En la figura 5a y la figura 5b se muestra a modo de ejemplo un sellado del intersticio de unión 13 entre la carcasa inferior y la carcasa superior 11, 11' en el canto anterior de pala o canto posterior de pala. El adhesivo se introduce en el intersticio de unión 13 desde el lado externo de la pala de rotor 5. Antes se adhiere una junta de sellado 14 delgada, que por ejemplo está compuesta por plástico reforzado con fibras de vidrio (GFK), desde el lado interno delante del intersticio de unión 13 y evita que entre adhesivo sobrante dentro de la pala de rotor 5.

De este modo se evita que la pala de rotor 5 se vuelva innecesariamente pesada y que durante el endurecimiento exotérmico del adhesivo se formen grietas térmicas en el adhesivo sobrante en el interior de la pala de rotor 5, que en el peor de los casos llegan hasta el interior del material laminado de la carcasa inferior o superior.

Todas las características mencionadas, también aquellas que pueden deducirse de los dibujos solamente, se consideran individualmente y en combinación como esenciales para la invención.

Lista de números de referencia

1	turbina eólica
2	torre
3	góndola
4	rotor
5	pala de rotor
11	carcasa inferior
11'	carcasa superior
12, 12'	nervio principal
121	pie de nervio
122	labio de sellado
13	intersticio de unión
13'	intersticio de unión con adhesivo
14	junta de sellado
20	dispositivo de inyección
21	boquilla de adhesivo

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para fabricar una pala de rotor (5) de una turbina eólica (1) a partir de al menos un primer elemento de pala de rotor (11, 11', 12, 12') y un segundo elemento de pala de rotor (11, 11', 12, 12'), posicionándose el primer elemento de pala de rotor (11, 11', 12, 12') y el segundo elemento de pala de rotor (11, 11', 12, 12') uno respecto a otro en la disposición relativa deseada, de modo que queda un intersticio de unión (13) entre el primer elemento de pala de rotor (11, 11', 12, 12') y el segundo elemento de pala de rotor (11, 11', 12, 12'), introduciéndose adhesivo en el intersticio de unión (13) para unir el primer elemento de pala de rotor (11, 11', 12, 12') y el segundo elemento de pala de rotor (11, 11', 12, 12'), caracterizado por que por medio de un sensor se detecta el grado de relleno de adhesivo en el intersticio de unión (13) y, por medio del grado de relleno de adhesivo detectado, se introduce el adhesivo en el intersticio de unión (13) de manera controlada o regulada.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que el adhesivo se introduce en el intersticio de unión (13) en un primer lado longitudinal del intersticio de unión (13).

3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que el intersticio de unión (13) está sellado o se sella a lo largo de un segundo lado longitudinal, que se extiende opuesto al primer lado longitudinal, integrándose en particular en la fabricación de un elemento de pala de rotor (11, 11', 12, 12') una junta de sellado (14, 122) en el elemento de pala de rotor (11, 11', 12, 12') o fijándose antes de posicionar un elemento de pala de rotor (11, 11', 12, 12') una junta de sellado (14, 122) al elemento de pala de rotor (11, 11', 12, 12').

4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que el adhesivo, comenzando por un extremo del intersticio de unión (13), se introduce en el intersticio de unión (13) a lo largo de la extensión longitudinal del intersticio de unión (13) por etapas o de manera continua.

5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que el adhesivo se introduce en el intersticio de unión (13) por medio de un módulo de introducción de adhesivo (20).

6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que se controla y/o regula la introducción del adhesivo en el intersticio de unión (13), controlándose y/o regulándose en particular una presión, con la que se introduce el adhesivo, una cantidad de adhesivo por unidad de tiempo, que se introduce, y/o un movimiento del módulo de introducción de adhesivo (20) a lo largo del intersticio de unión (13).

7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que el primer elemento de pala de rotor (11, 11') se dispone en particular sobre un dispositivo de recepción, y el segundo elemento de pala de rotor (12, 12') se posiciona o coloca en relación con el primer elemento de pala de rotor (11, 11'), en particular por medio de un dispositivo de colocación.

8. Módulo de fabricación para unir un primer elemento de pala de rotor (11, 11', 12, 12') y un segundo elemento de pala de rotor (11, 11', 12, 12') en la fabricación de una pala de rotor (5) de una turbina eólica (1) con un primer dispositivo de posicionamiento para el primer elemento de pala de rotor (11, 11', 12, 12') y un segundo dispositivo de posicionamiento para el segundo elemento de pala de rotor (11, 11', 12, 12'), pudiendo posicionarse el primer elemento de pala de rotor (11, 11', 12, 12') y el segundo elemento de pala de rotor (11, 11', 12, 12') por medio del primer dispositivo de posicionamiento y del segundo dispositivo de posicionamiento uno respecto a otro en la disposición relativa deseada, de modo que queda un intersticio de unión (13) entre el primer elemento de pala de rotor (11, 11', 12, 12') y el segundo elemento de pala de rotor (11, 11', 12, 12'), estando previsto un módulo de introducción de adhesivo (20) para la introducción de adhesivo en el intersticio de unión (13), caracterizado por que está previsto un sensor, pudiendo detectarse o detectándose por medio del sensor el grado de relleno de adhesivo en el intersticio de unión (13) e introduciéndose, por medio del grado de relleno de adhesivo detectado, el adhesivo en el intersticio de unión (13) de manera controlada o regulada.

9. Módulo de fabricación según la reivindicación 8, caracterizado por que el módulo de introducción de adhesivo (20) comprende una boquilla de adhesivo (21), estando configurados el módulo de introducción de adhesivo (20) y/o la boquilla de adhesivo (21) de manera que pueden moverse a lo largo de un lado longitudinal del intersticio de unión (13).

10. Módulo de fabricación según la reivindicación 8 o 9, caracterizado por que puede detectarse o se detecta el grado de relleno de adhesivo en el intersticio de unión (13) en la zona de una boquilla de adhesivo (21).

11. Módulo de fabricación según una de las reivindicaciones 8 a 10, caracterizado por que está previsto un dispositivo de control o regulación para el módulo de introducción de adhesivo (20), por medio del cual pueden controlarse y/o regularse o se controlan y/o regulan en particular un área de sección transversal de una abertura de salida de una boquilla de adhesivo (21), una presión del adhesivo y/o un movimiento de una boquilla de adhesivo (21) y/o del módulo de introducción de adhesivo (20) a lo largo del intersticio de unión (13).

12. Módulo de fabricación según una de las reivindicaciones 8 a 11, caracterizado por que está previsto un dispositivo de mezclado de adhesivo para mezclar adhesivo a partir de al menos dos componentes, en particular como parte del módulo de introducción de adhesivo (20).

13. Módulo de fabricación según una de las reivindicaciones 8 a 12, caracterizado por que el primer dispositivo de posicionamiento está configurado como dispositivo de recepción, en particular para una carcasa de pala de rotor o un segmento de carcasa (11, 11'), y el segundo dispositivo de posicionamiento está configurado como dispositivo de colocación, en particular para un nervio o un elemento de nervio (12, 12').

14. Pala de rotor (5) de una turbina eólica (1) a partir de al menos un primer elemento de pala de rotor (11, 11', 12, 12') y un segundo elemento de pala de rotor (11, 11', 12, 12'), que se fabrica o se fabricó con un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8 y/o utilizando un módulo de fabricación según una de las reivindicaciones 9 a 13.

15. Turbina eólica (1) con una pala de rotor (5) según la reivindicación 14.

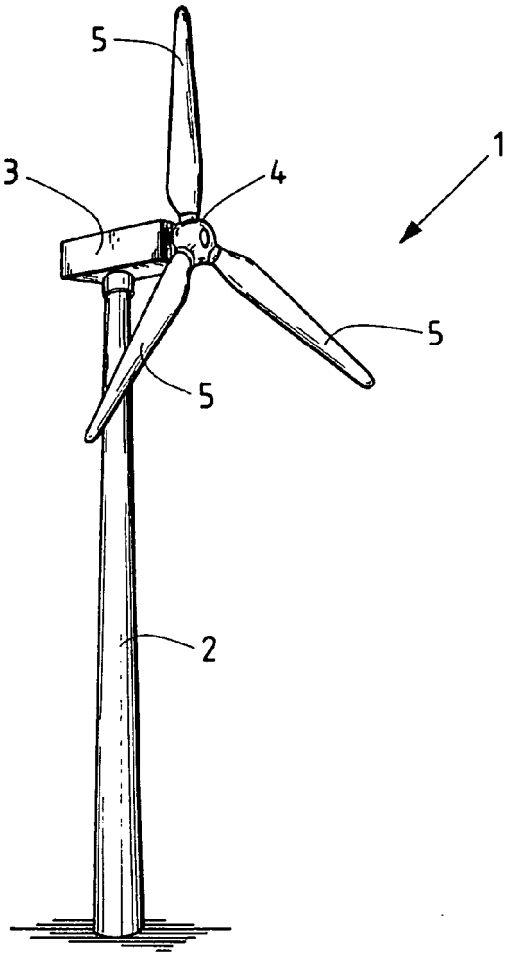


Fig. 1

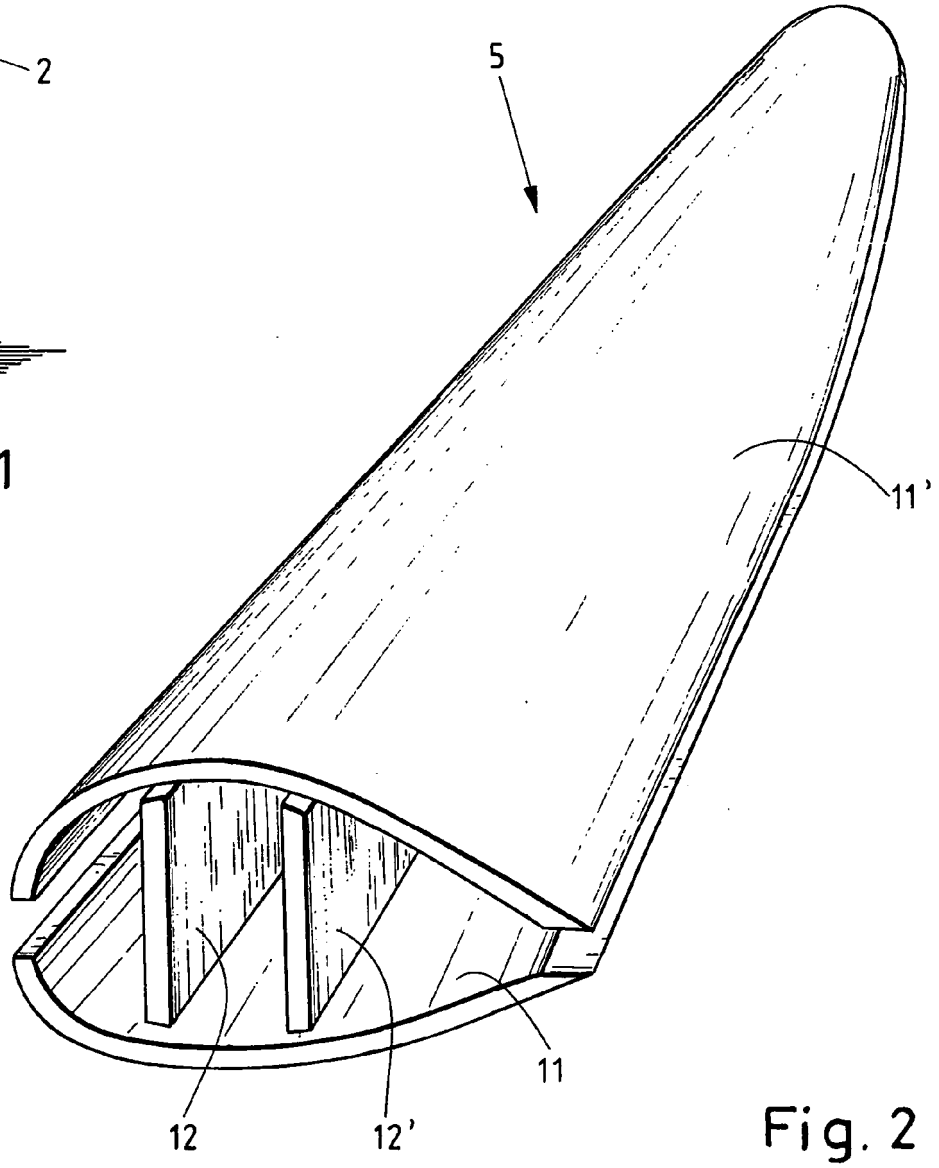


Fig. 2

Fig. 3a

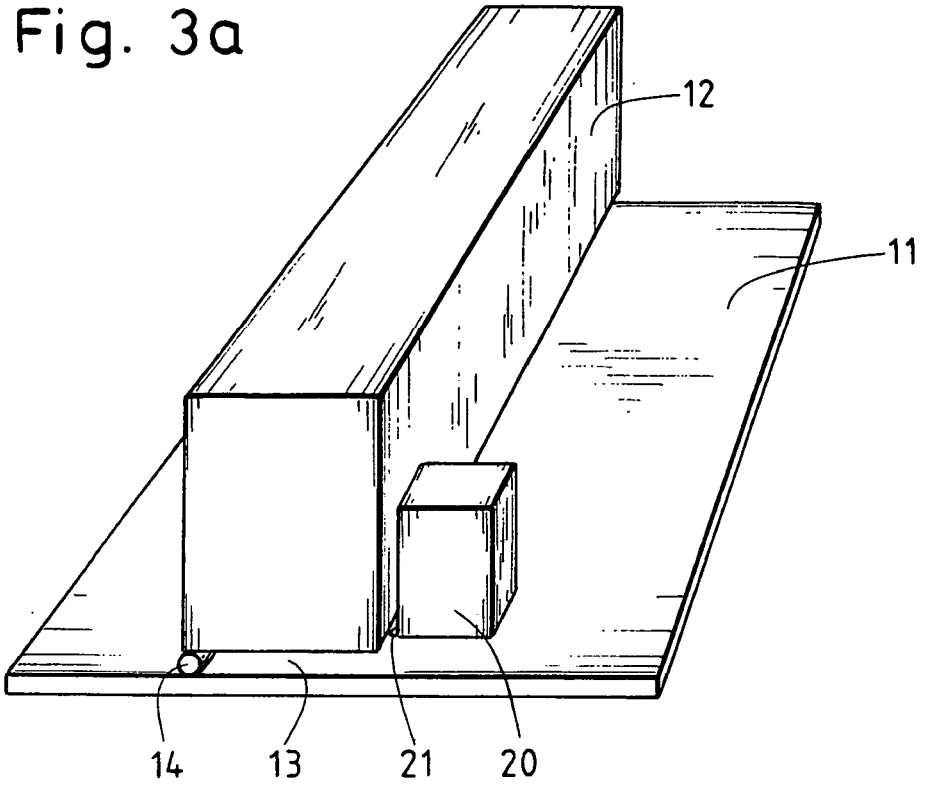
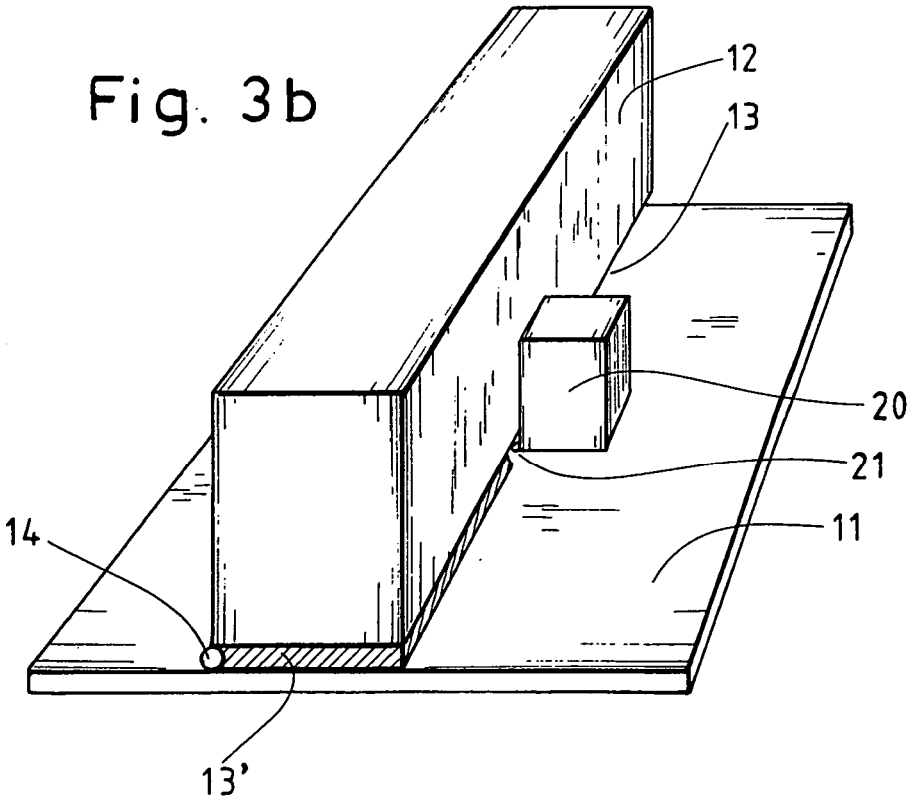


Fig. 3b



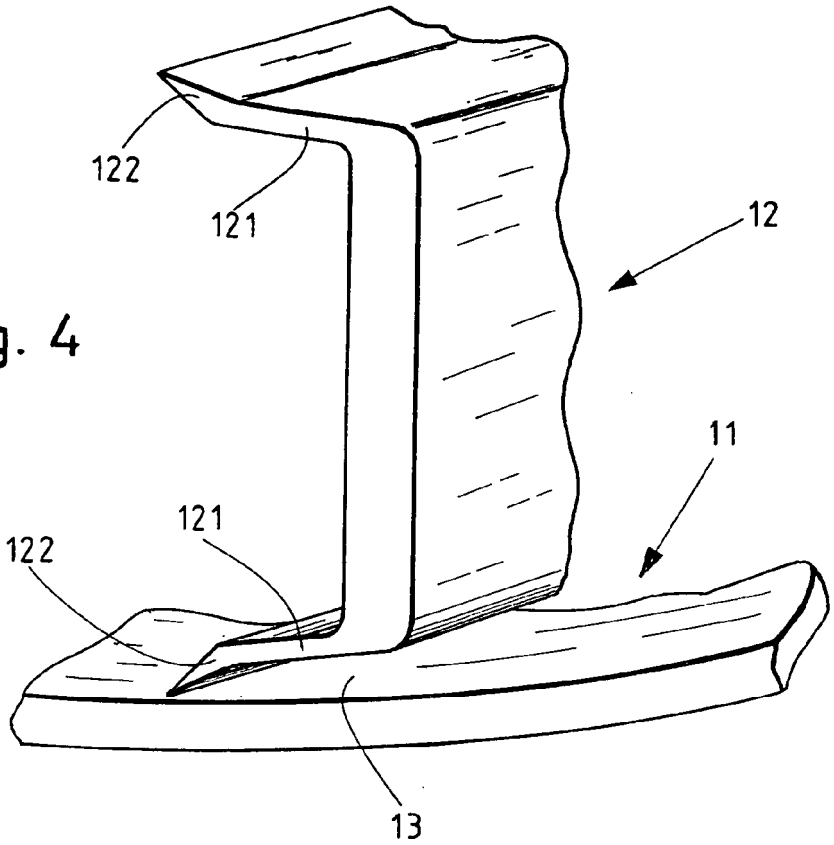


Fig. 4

Fig. 5a

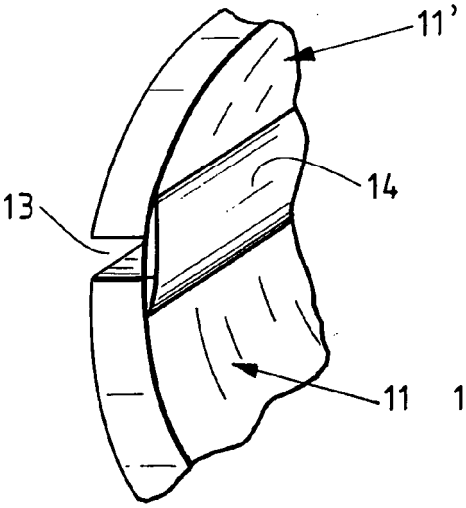
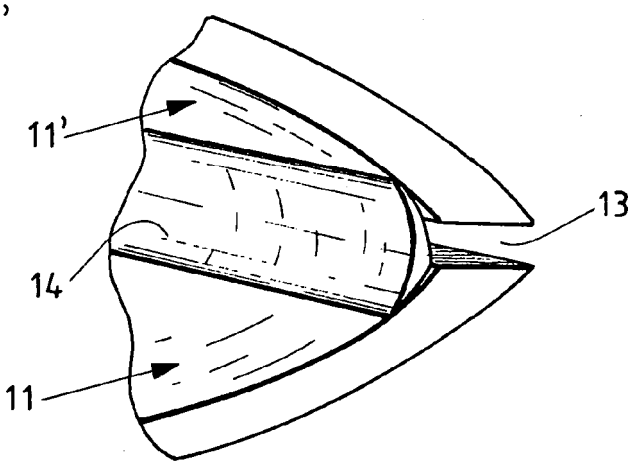



Fig. 5b