

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 805 374**

51 Int. Cl.:

B32B 25/10 (2006.01)

B32B 25/16 (2006.01)

F03D 1/06 (2006.01)

B32B 25/08 (2006.01)

B32B 27/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.08.2014 PCT/EP2014/066582**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.03.2015 WO15028250**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.08.2014 E 14747364 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.05.2020 EP 3039285**

54 Título: **Elemento de pala de rotor para una instalación de energía eólica, pala de rotor, así como un procedimiento de fabricación para ello e instalación de energía eólica con pala de rotor**

30 Prioridad:

28.08.2013 DE 102013217128

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

11.02.2021

73 Titular/es:

**WOBEN PROPERTIES GMBH (100.0%)
Borsigstrasse 26
26607 Aurich, DE**

72 Inventor/es:

**THEILE, BENJAMIN y
HOFFMANN, ALEXANDER**

74 Agente/Representante:

ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María

ES 2 805 374 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

Elemento de pala de rotor para una instalación de energía eólica, pala de rotor, así como un procedimiento de fabricación para ello e instalación de energía eólica con pala de rotor

5

La presente invención se refiere a un elemento de pala de rotor para una instalación de energía eólica, una pala de rotor, así como un procedimiento de fabricación para el elemento de pala de rotor o la pala de rotor. Además, la invención se refiere a una instalación de energía eólica.

- 10 Desde hace mucho se conocen palas de rotor para instalaciones de energía eólica y se describen, por ejemplo, en los documentos DE 10 2004 007 487 A1 y DE 103 19 246 A1. Durante su funcionamiento están expuestas a elevadas sollicitaciones por presión del viento, erosión, fluctuaciones de temperatura, radiación UV así como por precipitaciones. En el caso de las velocidades de punta de pala de hasta 300 km/h, los granos de arena, partículas de sal, insectos u otras partículas flotantes en el aire actúan de forma abrasiva. Esto solicita la superficie de las palas de rotor, en particular en la zona de canto delantera. En estos puntos se produce una retirada de la superficie de rotor y, por consiguiente, una pérdida de aerodinámica y estabilidad.

- No obstante, simultáneamente las palas de rotor deben ser lo más ligeras posibles, a fin de mantener bajas las cargas a flexión que actúan sobre un buje de pala de rotor eventualmente presente, así como los cojinetes correspondientes y la torre de la instalación de energía eólica. Ha resultado ser conveniente fabricar las palas de rotor de elementos individuales y conectar entre sí estos elementos formando una pala de rotor de tipo cámara hueca. Como elementos de pala de rotor se usan habitualmente un lado de presión de pala de rotor, un lado de aspiración de pala de rotor y uno o varios nervios de conexión para la conexión y rigidización del lado de presión y de aspiración de la pala de rotor. Igualmente ha demostrado su eficacia el fabricar el lado de presión y de aspiración de la pala de rotor en una pieza y disponer ya los nervios en sus puntos necesarios durante esta fabricación.

- Habitualmente las palas de rotor y elementos de pala de rotor se fabrican en un procedimiento de conformación, donde los materiales de fibras y/o materiales nucleares, en particular madera de balsa, se introducen en un molde para el elemento de pala de rotor y donde se aplica una resina endurecible para formar un material compuesto resistente. Como resina se usan con frecuencia resinas epoxi en la fabricación de palas de rotor o elementos de pala de rotor. Estas son muy apropiadas para la construcción de la base de una pala de rotor o elemento de pala de rotor a partir de material de fibras y resina endurecible. El experto en la materia entiende el término de "resina endurecible" en relación con la presente invención como indicación de una propiedad básica de la resina y no como propiedad del material todavía presente realmente en la pala de rotor o elemento de pala de rotor.

35

- Para la protección de las palas de rotor o de los elementos de pala de rotor frente a influencias meteorológicas y en particular frente a la erosión se ha intentado introducir una capa superficial con un procedimiento de gelcoat, según se describe en el documento DE 103 44 379 A1. A este respecto es desventajoso que en un procedimiento semejante se debe respetar un tiempo de procesamiento correspondiente hasta que ha terminado de reaccionar la mezcla de gelcoat, en tanto que se puede cubrir con el material de fibras. Esto conduce a una ralentización indeseada del procedimiento de fabricación de una pala de rotor o elemento de pala de rotor. Además, no es posible interrumpir a voluntad la fabricación de un elemento de pala de rotor o pala de rotor durante el procedimiento de gelcoat, a fin de posibilitar una conexión entre la capa superficial de gelcoat y la resina de infusión. Además, se ha intentado pegar láminas de superficie sobre la pala de rotor o el elemento de pala de rotor o fijarse de otra manera, eventualmente de forma separable, posteriormente en la pala de rotor o el elemento de pala de rotor. Por ejemplo, se pegan láminas de poliuretano sobre las palas de rotor. Otra posibilidad del estado de la técnica según el documento DE 10 2009 002 501 A1 es la fabricación de un compuesto reticulado a partir de lámina superficial y resina de infusión. Este procedimiento también es posible en particular con láminas de poliuretano. El poliuretano dispone de una elevada resistencia a la abrasión. No obstante, es deseable mejorar la resistencia a la abrasión de las palas de rotor o elementos de pala de rotor.

- La Oficina alemana de Patentes y Marcas ha investigado en la solicitud de prioridad el siguiente estado de la técnica: DE 10 2011 004 723 A1, US 2010/0032948 A1. Además, por el documento US 2012/034833 A1 se conoce un elemento de pala de rotor, que comprende como una parte de compuesto de plástico (a) una capa de soporte de plástico que presenta un material de fibras impregnado con resina endurecible, (b) una capa exterior de plástico que presenta polietileno con un peso molecular ultraalto (UHMWPE), y (c) una capa de elastómero o goma dispuesta entre la capa de soporte de plástico y capa exterior de plástico, que presenta una o varias capas de goma.

- En este punto comienza la invención cuyo objetivo es especificar un elemento de pala de rotor, una pala de rotor y una instalación de energía eólica, que estén mejorados con vistas al estado de la técnica. Al menos se debe proponer una solución alternativa a una solución conocida en el estado de la técnica

Este objetivo se consigue con vistas a un dispositivo mediante un elemento de pala de rotor de la reivindicación 1. Un

elemento de pala de rotor para una instalación de energía eólica según la invención tiene una base, que presenta un material de fibras impregnado con resina endurecible y una lámina de superficie, así como una capa de unión dispuesta entre la base y la lámina de superficie. A este respecto, la lámina de superficie presenta polietileno con un peso molecular ultraalto (UHMWPE) y la capa de unión presenta una primera capa de goma, que está asociada a la lámina de superficie, y una segunda capa de goma que está asociada a la base.

La invención se basa en el conocimiento de que con el uso de las láminas de superficie que presentan UHMWPE es posible una mejora clara de la resistencia a la abrasión de los elementos de pala de rotor. Además, la invención incluye el conocimiento de que es posible la aplicación y conexión duradera de UHMWPE sobre una base de un elemento de pala de rotor de material de fibras y resina endurecible, en particular resina epoxi, ventajosamente a través de una capa de unión, que presenta dos capas de goma. El UHMWPE se destaca por resistencias al desgaste y a la abrasión muy buenas también en el caso de medios abrasivos, su resistencia a la abrasión es seis veces mayor que la del poliuretano. Junto a ello el UHMWPE dispone de una resistencia química excelente, así como un bajo coeficiente de fricción, una estabilidad dimensional sobresaliente y una resistencia al choque elevada también con bajas temperaturas. Estas propiedades hacen especialmente interesantes el UHMWPE para el uso como lámina de superficie para la protección frente a la erosión, sin embargo, solo el UHMWPE se puede unir con grandes dificultades con adhesivos convencionales. En particular, las resinas epoxi no son apropiadas para una unión directa con polietileno, en particular UHMWPE. No obstante, la invención se basa en el conocimiento de que es posible aplicar las láminas de UHMWPE también sobre elementos de pala de rotor o palas de rotor sobre base de resina epoxi por medio de una capa de unión de dos capas de goma y así mejorar la resistencia a la abrasión de los elementos de pala de rotor o palas de rotor.

Bajo vulcanización, en el marco de esta solicitud, se entiende cualquier reacción de reticulación de los polímeros que estén contenidos en la primera y/o la segunda capa de goma. Bajo una goma, en el marco de esta solicitud, se entiende un caucho vulcanizado, es decir, reticulado, expresado de otra forma, un caucho polimerizado.

El concepto de la invención surte efecto en general en un elemento de pala de rotor, también independientemente de un procedimiento de fabricación. No obstante, ha resultado ser especialmente ventajoso un elemento de pala de rotor, que está fabricado con un procedimiento de fabricación conforme a la reivindicación según el concepto de la invención. No obstante, básicamente también se pueden usar otros procedimientos de fabricación diferentes al procedimiento de fabricación reivindicado. El procedimiento de fabricación según el concepto de la invención comprende las siguientes etapas:

- a) facilitación de una lámina de superficie que presenta UHMWPE,
 - b) fabricación de un compuesto mediante aplicación de una capa de caucho en un lado de la lámina de superficie,
 - c) vulcanización de una capa de caucho formando una primera capa de goma,
 - d) facilitación de un material de fibras,
 - e) fabricación de una base mediante impregnado del material de fibras con una resina endurecible,
 - f) endurecimiento de la resina endurecible,
 - g) aplicación de una segunda capa de caucho sobre la base y/o sobre el compuesto,
 - h) aplicación del compuesto sobre la base, de manera que la segunda capa de caucho se sitúa entre la base y el compuesto,
 - i) vulcanización de la segunda capa de caucho formando una segunda capa de goma, donde
- La vulcanización de la primera capa de caucho tiene lugar a temperaturas más elevadas y/o presiones más elevadas que la vulcanización de la segunda capa de caucho, y un grado de vulcanización de la primera capa de goma es más elevado que un grado de vulcanización de la segunda capa de goma.

El concepto de la invención también conduce a una pala de rotor de la reivindicación, así como a la instalación de energía eólica de la reivindicación.

A continuación se describen los perfeccionamientos del elemento de pala de rotor según la invención.

Preferiblemente, el elemento de pala de rotor está fabricado según un procedimiento de fabricación según el concepto de la invención.

Preferiblemente, la primera y la segunda capa de goma se han vulcanizado respectivamente en una etapa de vulcanización propia y presentan por consiguiente una historia de vulcanización diferente. Preferentemente, la primera capa de goma presenta otro grado de vulcanización, en particular uno más elevado que el grado de vulcanización de la segunda capa de goma, que está asociada a la base. Los diferentes grados de vulcanización sirven a este respecto para la adaptación óptima de las capas de goma a los componentes asociados a ellas. En otro perfeccionamiento, la primera capa de goma presenta el mismo grado de vulcanización que la segunda capa de goma. En este perfeccionamiento, la primera y la segunda capa de goma están reticuladas entre sí de forma óptima.

Ha resultado ser especialmente ventajosa que la primera capa de goma esté unida directamente a la lámina de superficie y la segunda capa de goma esté unida directamente a la base. En otro perfeccionamiento, la capa de unión puede contener entre la primera capa de goma y la segunda capa de goma otra capa de conexión. Esta capa de conexión puede servir ventajosamente para una unión mejorada de la primera capa de goma a la segunda capa de goma. La primera capa de goma también puede estar unida directamente a la segunda capa de goma.

Preferentemente, la primera y/o la segunda capa de goma presentan caucho de etileno-propileno-dieno (EPDM). El EPDM es adecuadamente apropiado para la unión al UHMWPE, además, dispone de una resistencia sobresaliente al calor, ozono y rayos ultravioletas. Además, el EPDM es flexible y elástico, de modo que en la conexión del EPDM con el UHMWPE se puede combinar la robustez del UHMWPE con las propiedades de amortiguación del EPDM. En el caso de temperaturas bajas, el EPDM también es muy flexible. La primera y/o la segunda capa de goma presentan estabilizadores UV adicionales en otro perfeccionamiento.

Preferentemente, la resina endurecible es una resina de reacción, en particular preferiblemente una resina epoxi. Las resinas epoxi son apropiadas de forma especialmente adecuada para el uso en materiales compuestos de fibras. Las fibras de vidrio y/o fibras de carbono son un material de fibras preferido. Junto al material de fibras, el elemento de pala de rotor también puede contener otros materiales nucleares como cuerpos de la estructura, por ejemplo, elementos de abedul y/o balsa y/o cuerpos de espuma. Una ventaja de tales elementos de pala de rotor o palas de rotor que contienen materiales de fibras es su estabilidad con bajo peso. Igualmente es ventajosa su buena capacidad de conformación, antes de que se endurezca la resina.

Preferentemente, una unión de la primera capa de goma a la lámina de superficie se produce mediante adhesión mecánica y una unión de la segunda capa de goma a la base mediante reacciones de reticulación. En perfeccionamientos preferidos, el elemento de pala de rotor es un nervio, una cubierta exterior de pala de rotor y sus partes, en particular una semicubierta del lado de presión o lado de aspiración, un canto delantero de pala de rotor, un canto posterior de pala de rotor, una punta de pala de rotor o una nariz de pala de rotor.

Para instalaciones de energía eólica es especialmente ventajoso que las láminas de UHMWPE sean coloreables, de modo que se puedan aplicar, por ejemplo, marcas de señalización, según se requieren por motivos de la seguridad de vuelo. Las láminas de superficie coloreadas están coloreadas preferentemente en uno o varios de los colores según gris ágata RAL 7038, rojo tráfico RAL 3020, naranja tráfico RAL 2009, blanco tráfico RAL 9016 y rojo fuego RAL 3000.

Además, es ventajoso que se usen láminas de UHMWPE que están estabilizadas adicionalmente a rayos UV. Las láminas disponen de una estabilidad mejorada bajo condiciones exteriores.

Un procedimiento de fabricación según el concepto de la invención divide las ventajas del dispositivo descrito anteriormente.

En particular es ventajoso que en el marco del procedimiento de fabricación se aplique la segunda capa de caucho sobre el compuesto y el compuesto se aplique a continuación con la segunda capa de caucho sobre la base. Esto posibilita una buena unión de compuesto y base. Pero también puede ser ventajosa la aplicación de la segunda capa de caucho solo sobre la base o de la segunda capa de caucho tanto sobre la base como también sobre el compuesto.

Preferentemente, la vulcanización de la primera capa de caucho tiene lugar a temperaturas más elevadas y/o presiones más elevadas que la vulcanización de la segunda capa de caucho. Con un procedimiento de este tipo se considera en particular la capacidad de solitación térmica de la resina epoxi. Así, durante la vulcanización de la segunda capa de caucho es posible solo vulcanizarla parcialmente, por ejemplo, a temperaturas pequeñas y/o presiones pequeñas, lo que sin embargo conduce a una buena unión a la capa de goma y la resina de la base, mientras que al mismo tiempo no se sobrecarga térmicamente la resina de manera indebida. Sin embargo, en el marco de la invención también se sitúa una vulcanización de la segunda capa de caucho hasta el grado de vulcanización de la primera capa de goma, por ejemplo, con tiempos de vulcanizado más largos a menores temperaturas que en la vulcanización de la primera capa de caucho.

Además, es ventajoso que el endurecimiento de la resina y la vulcanización de la segunda capa de caucho se realicen en una etapa. Si se combinan dos procesos en una etapa, entonces la segunda capa de goma y la resina se pueden reticular mejor.

En particular, es ventajoso un procedimiento en el que la unión de la primera capa de goma a la lámina de superficie se realice a través de adhesión mecánica y en el que la unión de la segunda capa de goma a la base se realice a través de reacciones de reticulación.

Ejemplos de realización de la invención se describen ahora a continuación mediante el dibujo en comparación con el

estado de la técnica, que está representado igualmente en parte. Este no debe representar necesariamente a escala los ejemplos de realización, sino que el dibujo, donde es útil para la explicación, está realizado de forma esquematizada y/o ligeramente distorsionada. A fin de complementar las enseñanzas reconocibles directamente del dibujo se remite al estado de la técnica especializado.

5

A este respecto se debe tener en cuenta que se pueden efectuar numerosas modificaciones y cambios respecto a la forma y el detalle de una forma de realización sin desviarse de la idea general de la invención. Las características de la invención dadas a conocer en la descripción, en el dibujo y en las reivindicaciones pueden ser esenciales tanto individualmente como en cualquier combinación para el perfeccionamiento de la invención. Además, todas las combinaciones de al menos dos de las características dadas a conocer en la descripción, el dibujo y/o las reivindicaciones están incluidas en el alcance de la invención.

La idea general de la invención no está limitada a la forma exacta o el detalle de la forma de realización preferida mostrada y descrita a continuación, o está limitada a un objeto que estaría limitado en comparación con el objeto reivindicado en las reivindicaciones. En los rangos de dimensionamiento indicados, los valores que se sitúan dentro de los límites establecidos también deben darse a conocer como valores límite y ser arbitrariamente utilizables y reivindicables. Otras ventajas, características y particularidades de la invención se pueden deducir de la descripción siguiente de ejemplos de realización preferidos y mediante las figuras; esto muestra en

Fig. 1 una representación esquemática de una instalación de energía eólica con pala de rotor según la invención;
Fig. 2 esquemáticamente una forma de realización de una nariz de pala de rotor como elemento de pala de rotor según la invención;
Fig. 3 en representación esquemática un fragmento del elemento de pala de rotor de la fig. 2;
Fig. 4 una representación esquemática de una forma de realización de un procedimiento de fabricación según el concepto de la invención.

La fig. 1 muestra una instalación de energía eólica 1000 con una torre 1200 y una góndola 1300. En la góndola 1300 está dispuesto un rotor 1400 con tres palas de rotor 1100 y un buje 1500. El rotor 1400 se pone en movimiento de giro durante el funcionamiento por el viento y, de este modo, acciona un generador en la góndola 1300. Las palas de rotor 1100 de la instalación de energía eólica 1000 disponen de una base de material de fibras impregnada con resina endurecible y están recubiertas por puntos con una lámina de superficie de UHMWPE, donde entre la lámina de superficie y la base se sitúa una capa de unión, que presenta por su lado una primera y una segunda capa de goma. La primera capa de goma presenta a este respecto un grado de vulcanización diferente que la segunda capa de goma. Esta estructura se explica más en detalle mediante las siguientes figuras.

35

La fig. 2 muestra un elemento de pala de rotor 1110 de la pala de rotor 1100, concretamente la nariz de pala de rotor. La nariz de pala de rotor 1110 dispone de una lámina superficial 1120. En este ejemplo de realización, esta está hecha de polietileno con ultra alto peso molecular (UHMWPE). La lámina superficial 1120 está conectada con la base del elemento de pala de rotor 1140 a través de una capa de unión 1130. La base 1140 del elemento de pala de rotor está hecha a este respecto de un material de fibras impregnado con resina endurecible. En el ejemplo de realización, el material de fibras es plástico reforzado con fibras de vidrio (PRFV) y la resina endurecible una resina epoxi. La capa de unión 1130 presenta una primera capa de goma, así como una segunda capa de goma, que disponen de diferentes grados de vulcanización. Gracias a la unión de la lámina de superficie 1120 a la base 1140 por medio de una capa de unión elástica con varias capas de goma es posible, por un lado, la junta de UHMWPE con resina epoxi. Por otro lado, la capa de unión tiene las propiedades de amortiguación, lo que es ventajoso en particular en caso de que se soliciten la lámina de superficie y la base de rotor. La lámina superficial 1120 de UHMWPE es especialmente resistente frente a solicitaciones abrasivas, tal y como aparecen durante el funcionamiento de las instalaciones de energía eólica, en particular en los bordes de rotor. La goma usada en este ejemplo de realización en la primera y segunda capa de goma es caucho EDPM vulcanizado.

50

La fig. 3 muestra un fragmento del elemento de pala de rotor 1110. En este punto del elemento de pala de rotor 1110, el elemento de pala de rotor 1110 dispone de la siguiente estructura de capas: en primer lugar una base 1140, sobre la base la capa de unión 1130, que se compone de la primera capa de goma 1131 y la segunda capa de goma 1132. A este respecto, la segunda capa de goma 1132 está dispuesta directamente sobre la base 1140 y está conectada con esta preferentemente a través de reacciones de reticulación. La primera capa de goma 1131 está dispuesta sobre la segunda capa de goma 1132. En el ejemplo de realización mostrado, la primera capa de goma 1131 dispone de un grado de vulcanización más elevado que la segunda capa de goma 1132. Sobre la primera capa de goma 1131 está dispuesta directamente la lámina de superficie 1120 de UHMWPE. La lámina de superficie 1120 se adhiere a la primera capa de goma 1131 a través de adhesión mecánica. La estructura de capas mostrada posibilita la unión resistente de UHMWPE a la base de una pala de rotor o de un elemento de pala de rotor de material de fibras impregnado con resina epoxi y conecta simultáneamente las propiedades de amortiguación de las capas de goma de la capa de unión con la resistencia a la abrasión y por consiguiente

60

la protección frente a la erosión de la lámina de UHMWPE.

La fig. 4 muestra esquemáticamente un procedimiento de fabricación para un elemento de pala de rotor según el concepto de la invención. En la etapa S1 se proporciona una lámina de superficie que presenta UHMWPE. En la etapa S2 se fabrica un compuesto a partir de la lámina de superficie y una capa de caucho, en tanto que la capa de caucho se aplica en un lado de la lámina de superficie. En una forma de realización del procedimiento, la aplicación puede acontecer mediante laminado de la capa de caucho sobre la lámina de superficie. Pero también es posible extender el caucho. En la etapa S3 se vulcaniza la capa de caucho formando una primera capa de goma. En una forma de realización preferida, el caucho es EPDM. La vulcanización puede acontecer, por ejemplo, a través de una vulcanización de azufre, pero en particular en el caso de EPDM también con peróxidos. Las temperaturas de vulcanización apropiadas se sitúan entre 100 °C y 180 °C, en particular 140 °C a 150 °C. Las presiones apropiadas para la fabricación del compuesto de lámina de UHMWPE y EPDM se sitúan en aprox. 8 bares.

En la etapa S4 se proporciona un material de fibras para una base del elemento de pala de rotor. Preferentemente, el material de fibras es un plástico reforzados con fibras. A continuación, en la etapa S5 la base se fabrica mediante impregnado del material de fibras con una resina endurecible, preferentemente resina epoxi. En la etapa S6 se puede endurecer opcionalmente igualmente a continuación la resina endurecible. Pero el endurecimiento de la resina se puede realizar también posteriormente en el procedimiento. En la etapa S7 se aplica una segunda capa de caucho. En este caso el material de la segunda capa de caucho se aplica sobre la base o sobre el compuesto o en otra forma de realización también en partes sobre la base o en partes sobre el compuesto. En la etapa S8 se aplica el compuesto sobre la base, de manera que la segunda capa de caucho se sitúa entre la base y el compuesto. En la etapa S9 se vulcaniza la segunda capa de caucho formando una segunda capa de goma y por consiguiente se crea una unión duradera de la base al compuesto y con ello a la lámina de superficie. La vulcanización de la segunda capa de caucho tiene lugar ventajosamente a 50 °C y 2 bares. Tal y como la primera capa de caucho, la segunda capa de caucho presenta ventajosamente EPDM. El EPDM es apropiado adecuadamente en el UHMWPE como también para la unión a la resina epoxi. Simultáneamente a la vulcanización de la segunda capa de caucho formando la segunda capa de goma, también se puede realizar el endurecimiento de la resina endurecible.

REIVINDICACIONES

1. Elemento de pala de rotor, en particular un canto de pala de rotor para una instalación de energía eólica, con una base que presenta un material de fibras impregnado con resina endurecible y una lámina de superficie con
5 una capa de unión dispuesta entre la base y la lámina de superficie, donde
la lámina de superficie presenta polietileno con un peso molecular ultraalto (UHMWPE) y la capa de unión presenta una primera capa de goma y una segunda capa de goma, donde la primera capa de goma está asociada a la lámina de superficie y la segunda capa de goma está asociada a la base, **caracterizado porque**
10 la primera capa de goma contiene una primera goma de un primer caucho vulcanizado y la segunda capa de goma contiene una segunda goma de un segundo caucho vulcanizado, donde un grado de vulcanización de la primera capa de goma es más elevado que un grado de vulcanización de la segunda capa de goma.
2. Elemento de pala de rotor según la reivindicación 1, en el que la primera capa de goma está unida directamente a
15 la lámina de superficie y la segunda capa de goma está unida directamente a la base.
3. Elemento de pala de rotor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la primera y/o segunda capa de goma presenta un caucho de etileno-propileno-dieno (EPDM).
- 20 4. Elemento de pala de rotor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la resina endurecible es una resina de reacción, preferentemente una resina epoxi.
5. Elemento de pala de rotor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por una unión de la primera capa de goma a la lámina de superficie mediante adhesión mecánica y una unión de la segunda
25 capa de goma a la base mediante reticulación.
6. Elemento de pala de rotor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el elemento de pala de rotor está seleccionado del grupo que se compone de: un nervio, una cubierta exterior de pala de rotor y sus partes, en particular una semicubierta del lado de presión o del lado de aspiración, un canto posterior de pala de rotor,
30 una punta de pala de rotor, una nariz de pala de rotor.
7. Pala de rotor con un elemento de pala de rotor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
8. Instalación de energía eólica con una pala de rotor o elemento de pala de rotor según cualquiera de las
35 reivindicaciones anteriores.
9. Procedimiento para la fabricación de una pala de rotor o elemento de pala de rotor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende las etapas:
40 a) facilitación de una lámina de superficie que presenta UHMWPE,
b) fabricación de un compuesto mediante aplicación de una primera capa de caucho en un lado de la lámina de superficie,
c) vulcanización de una primera capa de caucho formando una primera capa de goma,
d) facilitación de un material de fibras,
45 e) fabricación de una base mediante impregnado del material de fibras con una resina endurecible,
f) endurecimiento de la resina endurecible,
g) aplicación de una segunda capa de caucho sobre la base y/o sobre el compuesto,
h) aplicación del compuesto sobre la base, de manera que la segunda capa de caucho se sitúa entre la base y el compuesto,
50 i) vulcanización de la segunda capa de caucho formando una segunda capa de goma, donde
- La vulcanización de la primera capa de caucho tiene lugar a temperaturas más elevadas y/o presiones más elevadas que la vulcanización de la segunda capa de caucho, y un grado de vulcanización de la primera capa de goma es más elevado que un grado de vulcanización de la segunda capa de goma.
55
10. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 9, en el que el endurecimiento de la resina y la vulcanización de la segunda capa de caucho se realizan en una etapa.
11. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 9 o 10, en el que la unión de la primera capa de goma a
60 la lámina de superficie se realiza a través de adhesión mecánica y en el que la unión de la segunda capa de goma a la base se realiza a través de reacciones de reticulación.

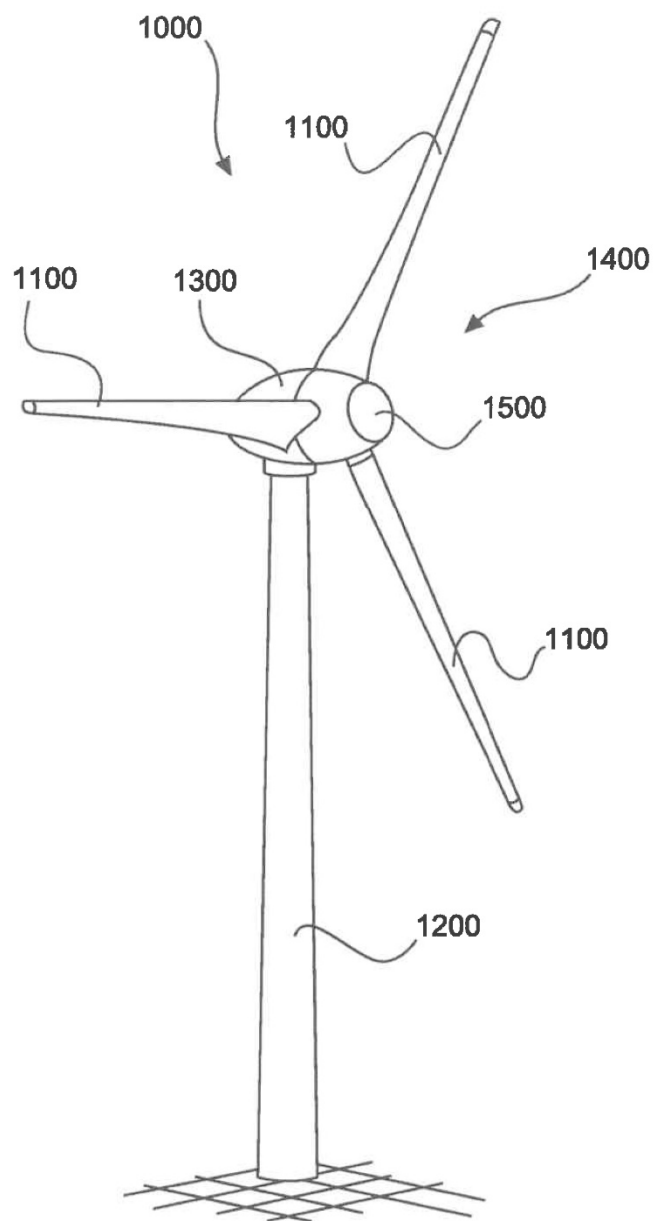


Fig. 1

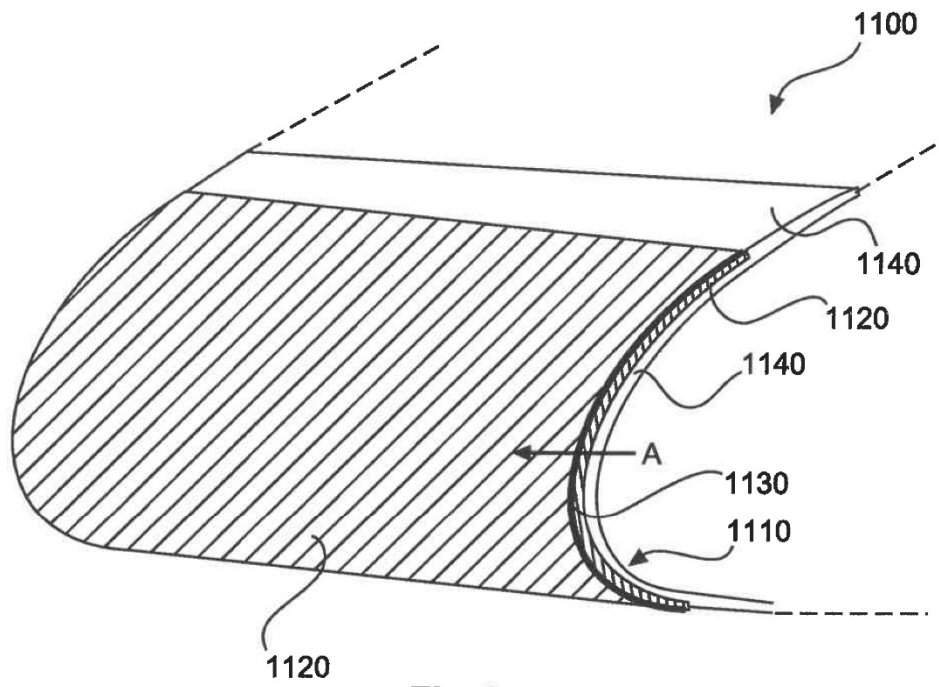


Fig. 2

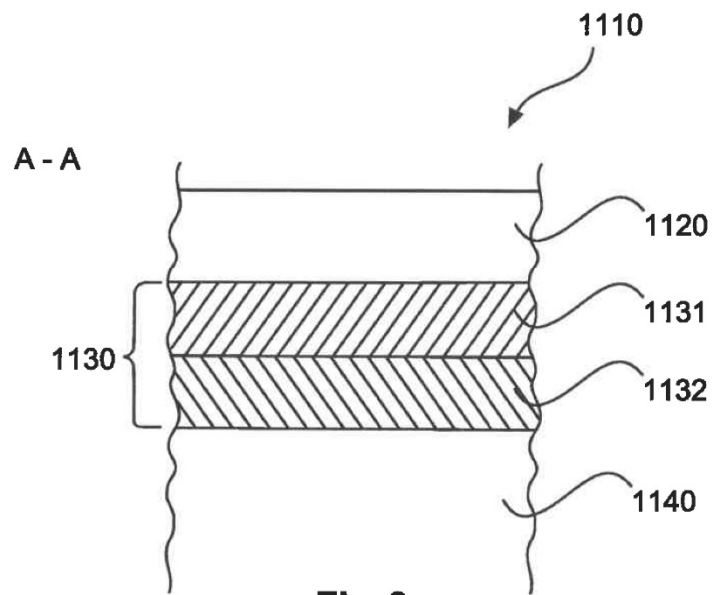


Fig. 3

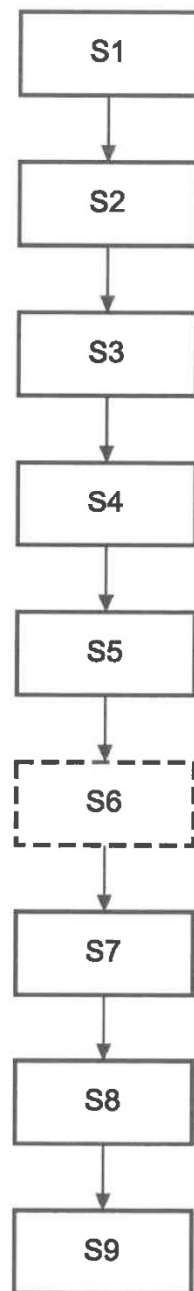


Fig. 4