

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 741 277**

51 Int. Cl.:

|                   |           |
|-------------------|-----------|
| <b>B32B 5/02</b>  | (2006.01) |
| <b>B32B 25/14</b> | (2006.01) |
| <b>B32B 27/30</b> | (2006.01) |
| <b>B32B 27/32</b> | (2006.01) |
| <b>B32B 27/38</b> | (2006.01) |
| <b>B32B 27/40</b> | (2006.01) |
| <b>B32B 37/02</b> | (2006.01) |
| <b>B32B 25/08</b> | (2006.01) |
| <b>B32B 25/10</b> | (2006.01) |
| <b>B32B 27/12</b> | (2006.01) |

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.10.2016 PCT/EP2016/075448**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **27.04.2017 WO17068152**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.10.2016 E 16784914 (0)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.05.2019 EP 3365166**

54 Título: **Componente compuesto de varias capas**

30 Prioridad:

**22.10.2015 DE 102015220672**  
**19.07.2016 DE 102016213206**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**10.02.2020**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**KUHN, MARVIN;**  
**RAHMANN, UWE;**  
**BÄRTL, CHRISTINA y**  
**VINKE, DANIEL**

74 Agente/Representante:

**ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María**

ES 2 741 277 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

Componente compuesto de varias capas

5 La presente invención se refiere a un componente compuesto, el uso de un componente compuesto según la invención, una turbina eólica para una instalación de energía eólica y un procedimiento para la fabricación de un componente compuesto.

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 10 319 246 A1. Durante su funcionamiento están expuestas a elevadas sollicitaciones por presión del viento, erosión, oscilaciones de temperatura, radiación UV, así como por precipitaciones. En particular en ubicaciones con clima tropical, que se destacan por influencias meteorológicas fuertemente cambiantes y una elevada humedad del aire, como por ejemplo Brasil o Taiwán, pero las palas de rotor también tienden a la erosión en Alemania.

15 En el caso de las velocidades de punta de pala de hasta 300 km/h, los granos de arena, partículas de sal, gotas de lluvia, insectos u otras partículas flotantes en el aire actúan de forma abrasiva. De este modo, la superficie de las palas de rotor se solicita fuertemente en especial en la zona de borde delantera y en estos lugares se produce una remoción de la superficie de rotor y por consiguiente una pérdida de aerodinámica y estabilidad. Para reducir la erosión de la punta de pala y el coste de mantenimiento y reparación ligado a ello se puede limitar la velocidad de giro máxima de la instalación, lo que conduce sin embargo a un rendimiento menor. Por ello es razonable mejorar la resistencia frente a la erosión de las palas de rotor.

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.

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 solicitable. 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.

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 10 344 379 A1. A este respecto es desventajoso que en un procedimiento semejante se debe respetar un tiempo de procesado mínimo 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 superficiales 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 está provisto de una elevada resistencia a la abrasión. No obstante, es deseable mejorar aún más la resistencia a la abrasión de las palas de rotor o elementos de pala de rotor.

En el documento DE 10 2013 217 128 A1 se describe un elemento de pala de rotor para una instalación de energía eólica, que presenta una lámina superficial de polietileno con ultra alto peso molecular (UHMW-PE). El UHMW-PE 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 más elevada que la del poliuretano. Junto a ello el UHMW-PE está provisto 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. Sin embargo, el UHMW-PE solo se puede pegar muy difícilmente con adhesivos convencionales y no se adhieren en particular a resinas, como por ejemplo resinas epoxi. En el procedimiento descrito en el documento DE 10 2013 217 128 A1, la lámina de polietileno se conecta por ello mediante dos capas de ligadura de goma con una base situada por debajo de un material de fibras embebido con resina endurecible. En el procedimiento descrito son necesarias en conjunto tres etapas de endurecimiento o vulcanizado, a fin de revestir un elemento de pala de rotor.

El componente compuesto de plástico descrito en el documento WO 2010/118860 está hecho de una resina sintética endurecible por calor como capa exterior, una capa de elastómero y una capa portante de metal y/o plástico. Las capas se ensamblan en una única etapa de trabajo bajo tratamiento térmico o bajo radiación con luz UV. Junto a otros campos de aplicación, en el documento WO 2010/118860 también se describe el uso del componente compuesto de plástico en las palas de rotor de helicópteros o turbinas eólicas.

El objetivo de la presente invención fue poner a disposición un componente, en particular una pala de rotor, que se destaque por una resistencia al desgaste y a la abrasión muy elevada y simultáneamente necesite poco tiempo y temperaturas bajas en la fabricación.

Este objetivo se consigue mediante un componente compuesto (10), que está caracterizado por la siguiente estructura de capas

- a) una capa (11), que está hecha al menos parcialmente de polietileno,
- b) una capa (12), que está hecha al menos parcialmente de un poliuretano y/o elastómero,
- c) al menos una capa (13), que está hecha al menos de un plástico reforzado mediante fibras (14), o que está hecha al menos parcialmente de un adhesivo,

donde la capa (12) está dispuesta directamente entre la capa (11) y la capa (13),

donde las capas (11) y (12) se han juntado en una primera etapa de trabajo formando un compuesto laminado y la capa (13) se ha juntado en una segunda etapa de trabajo en el compuesto laminado que comprende las capas (11) y (12).

En relación con la capa (12), la formulación de que la capa «está hecha» al menos parcialmente de un «poliuretano y un elastómero» significa que el material designado es un elastómero de poliuretano. La formulación «poliuretano o elastómero» significa que se considera un poliuretano no elastomérico o un elastómero que no es un elastómero de uretano. En este contexto un poliuretano preferido es un poliuretano termoplástico.

En la configuración según la invención es ventajoso que el compuesto laminado que comprende las capas (11) y (12) ya esté completamente endurecido y todavía no se deba endurecer más por el efecto del calor. Por consiguiente, en la configuración según la invención se puede mantener más baja la temperatura necesaria para el ensamblaje a lo que sería el caso si se tuviese que endurecer igualmente la capa de poliuretano (12) o la capa de elastómero (12). De este modo se consigue como ventaja esencial una simplificación y aceleración del ensamblaje. En comparación a una estructura de capas, donde la capa de poliuretano (12) o la capa de elastómero (12) se endurece simultáneamente con la capa (13) y en este caso se aplican las mismas temperaturas para los dos procedimientos de endurecimiento, se eleva la adherencia de las capas individuales.

Sin querer comprometerse de este modo a una teoría, se ha conocido en algunos estudios que para el endurecimiento de las capas individuales existe un rango de temperatura ideal. Siempre y cuando las temperaturas sean más elevadas que lo requerido, esto puede presentar una influencia negativa en la capa resultante, dado que reacciones secundarias indeseadas impiden la reacción de polimerización que tiene lugar durante el endurecimiento. Además, con temperaturas demasiado elevadas también pueden tener lugar reacciones de reticulación transversal indeseadas, que influyen en las propiedades de la capa resultante. Con temperaturas más que demasiado elevadas también se puede producir una fragilización o disgregación de la capa. Con temperaturas demasiado bajas no se produce o no completamente el endurecimiento o polimerización de la capa. Siempre y cuando se endurezcan ambas capas simultáneamente, aquí al menos una capa no se endurece forzosamente en el rango de temperaturas ideal para esta capa. Siempre y cuando las capas se deban endurecer simultáneamente y en este caso una primera capa se endurece con temperaturas bajas, mientras que la segunda capa se endurece con temperaturas más elevadas, en la práctica el endurecimiento se ha realizado hasta ahora con la temperatura más elevada, dado que se debe evitar que la segunda capa a endurecer no endurezca o no completamente. En este caso se ha aceptado que la primera capa se solicite térmicamente demasiado fuertemente y la temperatura demasiado elevada puede presentar una influencia negativa en la polimerización y la capa resultante.

Correspondientemente se ha reconocido que las capas individuales del componente compuesto (10) y por consiguiente todo el componente compuesto (10) presenta mejores propiedades cuando las capas (11) y (12) se juntan en una primera etapa de trabajo formando un compuesto laminado y la capa (13) se ha juntado en una segunda etapa de trabajo en el compuesto laminado que comprende las capas (11) y (12). Sorprendentemente se ha mostrado que de este modo se elevan no solo las propiedades de las capas individuales, sino también la

adherencia de las capas individuales entre sí.

En una configuración preferida de la presente invención, el polietileno es un polietileno de alto peso molecular (HMW-PE), un polietileno de ultra alto peso molecular (UHMW-PE) o politetrafluoroetileno (PTFE), preferentemente un polietileno de ultra alto peso molecular (UHMW-PE).

En particular el polietileno de ultra alto peso molecular (UHMW-PE) se destaca por resistencias al desgaste y a la abrasión muy buenas también en el caso de medios abrasivos. En algunos estudios se ha mostrado que mediante el uso de una capa (11), que está hecha al menos parcialmente de UHMW-PE, en el componente compuesto según la invención se puede mejorar de forma significativa la resistencia al desgaste y a la abrasión del componente compuesto, en particular de las palas de rotor.

En el marco de la presente invención, bajo un polietileno de alto peso molecular (HMW-PE) se entiende un polietileno de alto peso molecular con una masa molar de 500 hasta 1000 kg/mol. En el marco de la presente invención, bajo un polietileno de ultra alto peso molecular (UHMW-PE) se entiende un polietileno de ultra alto peso molecular con una masa molar por encima de 1000 kg/mol. En el marco de la presente invención es preferible que el UHMW-PE usado presente una masa molar media entre 1000 kg/mol hasta 10000 kg/mol, especialmente preferiblemente una masa molar media entre 1000 kg/mol y 5000 kg/mol, en particular especialmente entre 3000 kg/mol y 5000 kg/mol. La determinación de la masa molar media se realiza de forma computacional mediante la ecuación de Margolies. El polietileno usado puede ser un polietileno lineal o uno reticulado.

El polietileno de ultra alto peso molecular usado tiene preferentemente una densidad de 0,93 a 0,94 g/cm<sup>3</sup>.

En una configuración preferida de la presente invención, la capa (11) contiene adicionalmente un estabilizador de UV, que protege el polietileno frente al envejecimiento por luz ultravioleta. Como estabilizadores UV se prefieren absorbentes de UV orgánicos e inorgánicos, seleccionados en particular de la lista que comprende benzofenoles, benzotriazoles, oxalanilidas, feniltriazinas, hollín, dióxido de titanio, pigmentos de óxido de hierro y óxido de cinc o derivados de 2,2,6,6-tetrametilpiperidina, como sebacato de bis (2,2,6,6-tetrametil-4-piperidilo) («Hindered amine light stabilizer (HALS)»).

Debido a la presencia de un estabilizador de UV se puede aumentar la resistencia a largo plazo frente a la luz UV.

Es especialmente preferible que la capa (11), que está hecha al menos parcialmente de polietileno, esté hecha predominantemente de polietileno, en particular esté hecha en más del 50 % en peso, preferiblemente en más del 80 % en peso, especialmente preferiblemente en más del 95 % en peso de polietileno, en particular de polietileno de ultra alto peso molecular (UHMW-PE), referido al peso total de la capa.

En el marco de la invención, bajo un poliuretano se debe entender un producto de poliadición de al menos dialcoholes (dioles) o polioles (p. ej. dioles de cadena larga) con poliisocianatos con formación de grupos uretanos (-NH-CO-O-).

Es preferible que el elastómero sea un caucho de etileno-propileno (EPM), caucho de etileno-propileno-dieno (EPDM), caucho de etileno-acrilato (EAM), caucho de fluorocarbono (FKM), caucho de acrilato (ACM) o caucho de acrilonitrilo-butadieno (NBR), preferentemente es un caucho de etileno-propileno-dieno (EPDM).

En estudios propios se ha mostrado que los poliuretanos y elastómeros (en particular los preferidos) provocan una unión especialmente buena entre la capa (11), que está hecha al menos parcialmente de polietileno, y la capa (13). A este respecto, sorprendentemente se ha mostrado que el poliuretano, así como el caucho de etileno-propileno-dieno (EPDM) presentan propiedades de adherencia especialmente buenas, cuando el polietileno de la capa (11) es un polietileno de ultra alto peso molecular (UHMW-PE) y la capa (13) es un plástico reforzado al menos parcialmente mediante fibras (14).

En una configuración preferida de la presente invención, el poliuretano es un poliuretano termoplástico.

En el marco de esta invención, bajo un poliuretano termoplástico se entiende un poliuretano que se puede deformar de forma reversible (termoplástica) en un rango de temperaturas determinado. De los poliuretanos termoplásticos se deben separar en particular los poliuretanos duroplásticos, que no se pueden deformar de forma termoplástica después de su endurecimiento.

En una configuración preferida de la presente invención, el poliuretano es un elastómero de poliuretano.

En el marco de esta invención, bajo un elastómero de poliuretano se entiende un poliuretano que se puede deformar

elásticamente y presenta preferentemente una temperatura de transición vítrea ( $T_g$ ) (determinada mediante calorimetría diferencial de barrido (*Differential Scanning Calorimetry*, DSC) con una velocidad de calentamiento de 10 K/min) de como máximo 20 °C.

5 Según la invención es preferible que el elastómero de poliuretano presente una temperatura de transición vítrea  $T_g$  entre -5 °C y -45 °C (determinada mediante calorimetría diferencial de barrido (*Differential Scanning Calorimetry*, DSC) con una velocidad de calentamiento de 10 K/min).

Según la invención es preferible que el elastómero presente una dureza Shore-A según la norma DIN ISO 7619-1 de  
10 como máximo 95, preferentemente de como máximo 85, más preferiblemente de como máximo 75.

Según la invención es preferible que el elastómero presente una dureza Shore-A según la norma DIN ISO 7619-1 de más de 40, preferentemente de más de 50, más preferiblemente de más de 60.

15 Según la invención es preferible que el elastómero presente una dureza Shore-A según la norma DIN ISO 7619-1 en el rango de 40 a 95, preferentemente en el rango de 50 a 85, más preferiblemente en el rango de 60 a 75.

Sorprendentemente se ha mostrado que los elastómeros de poliuretano termoplásticos con los valores o rangos de dureza Shore-A mencionados arriba (según la norma DIN-ISO 7619-1) presentan propiedades especialmente  
20 buenas en el uso según la invención de componente compuesto de plástico en palas de rotor de helicópteros o turbinas eólicas.

Según la invención es preferible que el poliuretano termoplástico sea un producto de condensación de un polioli (diol de cadena larga) (preferentemente un poliesterdiol o polieterdiol), un diisocianato y un diol de cadena corta. En el  
25 marco de esta invención, bajo un diol de cadena corta se entiende un diol con un peso molecular por debajo de 500 g/mol y bajo un diol de cadena larga se entiende un diol con un peso molecular de 500 g/mol o más, preferentemente hasta 8000 g/mol.

Sorprendentemente se ha mostrado que la combinación de poliuretano (preferentemente poliuretano termoplástico y/o elastómero de poliuretano) en la capa (12) y polietileno de ultra alto peso molecular (UHMW-PE) en la capa (11) se destaca por propiedades frente a la erosión especialmente buenas. La capa de elastómero de poliuretano (12) actúa confiriendo adherencia, mientras que la capa de UHMW-PE exterior (11) es muy resistente a la erosión. Esta combinación de poliuretano (preferentemente poliuretano termoplástico y/o elastómero de poliuretano) en la capa (12) y polietileno de ultra alto peso molecular (UHMW-PE) en la capa (11) presenta resistencias al desgaste y a la  
35 abrasión con adherencia excelente en plásticos reforzados al menos parcialmente mediante fibras (14), que no se pueden conseguir hasta ahora con otras combinaciones de polímeros y polietilenos. Se ha mostrado que la combinación de poliuretano (preferentemente poliuretano termoplástico y/o elastómero de poliuretano) en la capa (12) y polietileno de ultra alto peso molecular (UHMW-PE) en la capa (11) presenta un efecto sinérgico, dado que se potencia el efecto positivo combinado de las capas individuales.

40 Sorprendentemente también se ha mostrado que la combinación de caucho de etileno-propileno-dieno (EPDM) en la capa (12) y polietileno de ultra alto peso molecular (UHMW-PE) en la capa (11) se destaca igualmente por propiedades frente a la erosión especialmente buenas. Esta combinación de caucho de etileno-propileno-dieno (EPDM) en la capa (12) y polietileno de ultra alto peso molecular (UHMW-PE) en la capa (11) presenta resistencias  
45 al desgaste y a la abrasión con adherencia excelente en plásticos reforzados al menos parcialmente mediante fibras (14), que no se pueden conseguir hasta ahora con otras combinaciones de elastómeros y polietilenos. Se ha mostrado que la combinación de caucho de etileno-propileno-dieno (EPDM) en la capa (12) y polietileno de ultra alto peso molecular (UHMW-PE) en la capa (11) presenta un efecto sinérgico, dado que se potencia el efecto positivo combinado de las capas individuales.

50 Según la invención la capa (12) está dispuesta directamente entre la capa (11) y la capa (13) y no están presentes otras capas (de polímero) entre la capa (11) y la capa (13). Mediante esta estructura se puede minimizar -junto a otras ventajas- el número de las capas límite y se obtiene una adherencia mejorada de las capas. En la sección transversal, los componentes compuestos según la invención con solo una capa (12) se pueden diferenciar de otros  
55 componentes compuestos que contienen varias capas (de polímero). Igualmente, los componentes compuestos según la invención se pueden diferenciar de componentes no según la invención, donde no se han juntado en primer lugar un compuesto laminado a partir de las capas (11) y (12) y en otra segunda etapa de trabajo la capa (13) en un compuesto laminado que comprende las capas (11) y (12). Esto es posible en particular mediante observación de las capas límite, en particular la capa límite entre las capas (12) y (13).

60 Es especialmente preferible que la capa (12), que está hecha al menos parcialmente de un poliuretano (preferentemente poliuretano termoplástico y/o elastómero de poliuretano), esté hecha predominantemente de

poliuretano, en particular esté hecha en más del 50 % en peso, preferiblemente en más del 80 % en peso, especialmente preferiblemente en más del 95 % en peso de poliuretano, referido al peso total de la capa.

5 Asimismo, es especialmente preferible que la capa (12), que está hecha al menos parcialmente de elastómero, esté hecha predominantemente de elastómero, en particular esté hecha en más del 50 % en peso, preferiblemente en más del 80 % en peso, especialmente preferiblemente en más del 95 % en peso de elastómero, en particular de caucho de etileno-propileno-dieno (EPDM), referido al peso total de la capa.

10 En una configuración preferida de la presente invención, la capa (12) contiene adicionalmente al menos un aditivo seleccionado del grupo que se compone de acrilatos, metacrilatos, resinas epoxi, resinas fenólicas, novolacas, hexametilentetramina, hexametoximetilmelamina y guanidinas. Estos aditivos son especialmente preferibles cuando el elastómero de la capa (12) es un caucho de etileno-propileno-dieno (EPDM). Estos aditivos son apropiados para mejorar la resistencia de la capa (12) y/o mejorar la adherencia de la capa (12) a las otras capas.

15 Según una configuración preferida de la presente invención, el plástico reforzado mediante fibras (14) es un plástico reforzado mediante fibras de UHMW-PE (p. ej. fibras de Dyneema), un plástico reforzado con fibras de carbono (PRFC) o un plástico reforzado con fibras de vidrio (PRFV), preferentemente un plástico reforzado con fibras de vidrio (PRFV).

20 Los plásticos reforzados con fibras y en particular los plásticos reforzados con fibras de vidrio (PRFV) se destacan por una alta estabilidad mecánica y térmica con un peso específico bajo y por ello son muy apropiadas para la estructura de la base de una pala de rotor o elemento de pala de rotor.

25 Según la invención es preferible un componente compuesto, donde el plástico reforzado mediante fibras (14) sea un sistema de resina plástica con una matriz de resina epoxi, matriz de resina de poliuretano, matriz de polimetil(met)acrilato, matriz de poli(met)acrilato o matriz de poli(met)acrilamida, en particular preferiblemente un sistema de resina plástica con una matriz de resina epoxi.

30 Según la invención es preferible un componente compuesto, donde el plástico reforzado mediante fibras (14) sea un sistema de resina plástica con una matriz de resina epoxi y la capa (13) contenga adicionalmente al menos un aditivo seleccionado del grupo que se compone de acrilatos, metacrilatos, resinas fenólicas y novolacas.

35 Igualmente es preferible un componente compuesto según la invención, donde el plástico reforzado mediante fibras (14) sea un sistema de resina plástica con una matriz de resina epoxi, que está presente antes del endurecimiento como sistema multicomponente y contiene al menos un componente, que comprende un endurecedor de amina, adicionalmente al menos un aditivo seleccionado de la lista que se compone de hexametilentetramina, hexametoximetilmelamina y guanidinas.

40 Además, es preferible que la capa (11) y/o capa (12) presente independientemente una de otra un espesor de 100 a 5.000  $\mu\text{m}$ , presente preferentemente un espesor de 300 a 900  $\mu\text{m}$ , presente de forma especialmente preferible un espesor de 400 a 600  $\mu\text{m}$ .

45 En estudios propios se ha mostrado que con estos espesores de capa existe una relación muy buena entre las resistencias al desgaste y a la abrasión y el peso del componente compuesto. En el caso de una capa (11) demasiado gruesa aumenta el peso del componente compuesto, sin que se mejoren esencialmente la resistencia al desgaste y a la abrasión. En el caso de una capa (11) demasiado delgada disminuye sin embargo la resistencia al desgaste y a la abrasión.

50 En una configuración de la presente invención es preferible que el compuesto laminado que comprende las capas (11) y (12) presente muescas sobre la superficie, la cual se junta con la capa (13) en la segunda etapa de trabajo. Gracias a las muescas se eleva el área de la superficie y se eleva la adherencia de la capa (13) al compuesto laminado tras juntarse en la segunda etapa de trabajo.

55 Tras el ensamblaje de las capas (11) y (12) en la primera etapa de trabajo formando un compuesto laminado, en el caso de poliuretano, se descargan los dialcoholes (dioles) o polioles (p. ej. dioles de cadena larga) con los poliisocianatos formando el poliuretano y los catalizadores usados para la reacción se descargan o están inactivos, siempre y cuando la policondensación haya transcurrido catalizada químicamente. En el sentido de la presente invención es preferible que el compuesto laminado que comprende las capas (11) y (12) contenga menos del 0,5 pph (parts per hundred / partes del catalizador por cien partes de poliuretano) de catalizador (activo), preferentemente menos del 0,2 pph de catalizador (activo), de forma muy especialmente preferida nada de catalizador (activo).

Tras el ensamblaje de las capas (11) y (12) en la primera etapa de trabajo formando un compuesto laminado, en el caso de un elastómero, este está completamente reticulado o vulcanizado y los reticuladores usados para la reticulación o vulcanización están descargados completamente, siempre y cuando la reacción de reticulación haya transcurrido inducida químicamente. En el sentido de la presente invención es preferible que el compuesto laminado  
5 que comprende las capas (11) y (12) contenga menos del 0,5 pph (parts per hundred / partes del reticulador por cien partes de elastómero) de reticulador, preferentemente menos del 0,2 pph de reticulador, de forma muy especialmente preferida nada de reticulador.

En estudios propios ha resultado ser ventajoso que el ensamblaje de la capa (13) en el compuesto laminado que  
10 comprende las capas (11) y (12) se realice bajo endurecimiento de la capa (13). En la práctica se endurece el plástico reforzado al menos parcialmente mediante fibras (14) tras el ensamblaje con el compuesto laminado que comprende las capas (11) y (12), por ejemplo, en tanto que poco antes del ensamblaje se agrega un endurecedor o en tanto que el plástico se trata con luz, siempre y cuando sea un plástico fotopolimerizable. En una configuración preferida de la presente invención, la matriz de plástico del plástico reforzado mediante fibras (14) se fabrica poco  
15 antes del ensamblaje mediante mezclado de una mezcla bicomponente.

Según una configuración preferida de la presente invención, el ensamblaje de la capa (13) en el compuesto laminado que comprende las capas (11) y (12) se realiza bajo el efecto del calor, preferentemente con temperaturas de al menos 20 °C, preferentemente de al menos 35 °C, más preferiblemente de al menos 55 °C, en particular  
20 preferiblemente de al menos 75 °C, siempre y cuando la capa (12) contenga poliuretano.

Según una configuración preferida de la presente invención, el ensamblaje de la capa (13) en el compuesto laminado que comprende las capas (11) y (12) se realiza bajo el efecto del calor, preferentemente con temperaturas de como máximo 120 °C, preferentemente de como máximo 110 °C, más preferiblemente de como máximo 95 °C,  
25 en particular preferiblemente de como máximo 85 °C, siempre y cuando la capa (12) contenga poliuretano.

Según una configuración especialmente preferida de la presente invención, el ensamblaje de la capa (13) en el compuesto laminado que comprende las capas (11) y (12) se realiza bajo el efecto del calor, preferentemente con temperaturas de 20 a 120 °C, especialmente preferiblemente con temperaturas de 35 a 110 °C, más preferiblemente  
30 con temperaturas de 55 a 95 °C y de forma muy especialmente preferible con temperaturas de 75 °C a 85 °C, siempre y cuando la capa contenga poliuretano.

Según una configuración alternativa preferida de la presente invención, el ensamblaje de la capa (13) en el compuesto laminado que comprende las capas (11) y (12) se realiza bajo el efecto del calor, preferentemente con  
35 temperaturas de 70 a 120 °C, especialmente preferiblemente con temperaturas de 80 a 115 °C y de forma muy especialmente preferible con temperaturas de 105 °C a 115 °C, siempre y cuando la capa (12) contenga un elastómero.

Según una configuración preferida de la presente invención, el componente compuesto está configurado de modo  
40 que la capa (13) está hecha al menos parcialmente de un adhesivo y este adhesivo es un adhesivo de resina epoxi o lo comprende o es un adhesivo de poliuretano o lo comprende. A este respecto es especialmente preferible que la capa (13) que contiene un adhesivo conecte el compuesto laminado con una capa (15) que está hecha al menos parcialmente de un plástico reforzado con fibras.

45 En una configuración preferida de la presente invención, el adhesivo de resina epoxi o el adhesivo de poliuretano se ajusta de forma tixotrópica antes del endurecimiento. De este modo el adhesivo también puede rellenar los intersticios con varios milímetros de grosor antes del endurecimiento.

Es especialmente preferible que la capa (15) sea un plástico reforzado con fibras (PRF), un plástico reforzado  
50 mediante fibras UHMW-PE (p. ej. fibras de Dyneema), un plástico reforzados con fibras de carbono (PRFC) o un plástico reforzado con fibras de vidrio (PRFV), preferentemente sea un plástico reforzado con fibras de vidrio (PRFV).

Además, es preferible que la capa (15) sea un sistema de resina plástica con una matriz de resina epoxi, matriz de  
55 resina de poliuretano, matriz de poli(met)acrilato, matriz de polimetil(met)acrilato o matriz de poli(met)acrilamida, en particular preferiblemente sea un sistema de resina plástica con una matriz de resina epoxi.

En esta configuración es preferible que la capa (13) presente un espesor de 1 a 5.000 µm, presente preferentemente  
60 un espesor de 5 a 4.000 µm, presente de forma especialmente preferible un espesor de 10 a 3.000 µm.

En esta configuración ha resultado ser ventajoso y por ello es preferible que el ensamblaje de la capa (13) en el compuesto laminado que comprende las capas (11) y (12) se realice bajo endurecimiento de la capa (13) que

5 contiene adhesivo y esté endurecida completamente la capa (15) que está hecha de un plástico reforzado mediante fibras. En esta configuración de la presente invención es posible reparar los componentes, como por ejemplo, palas de rotor de turbinas eólicas, que son erosionadas y/o presentan deterioros, mediante pegado del compuesto laminado que presenta las capas (11) y (12) y precaver una futura erosión y/o deterioro gracias a resistencias al desgaste y a la abrasión sobresalientes de en particular polietilenos de ultra alto peso molecular (UHMW-PE).

10 Otro aspecto de la presente invención se refiere a una turbina eólica, que comprende un componente compuesto según la invención. A este respecto es especialmente preferible que se trate de una turbina eólica de una instalación de energía eólica y el componente compuesto según la invención esté dispuesto en al menos un elemento de pala de rotor, en particular en al menos un borde de pala de rotor, preferentemente un borde delantero de pala de rotor. Es especialmente preferible que el componente según la invención esté dispuesto en todos los bordes de palas de rotor, preferentemente en todos los bordes delanteros de pala de rotor, de una instalación de energía eólica.

15 Otro aspecto en relación con la presente invención se refiere al uso del componente compuesto de plástico según la invención en turbinas eólicas, palas de rotor de turbinas eólicas, alas de aviones o helicópteros, superficies portantes de aviones o helicópteros, palas de rotor de aviones o helicópteros, álabes de turbinas de propulsores, componentes de carrocería de vehículos, zona de casco o quilla de embarcaciones o superficies útiles de aparatos de deporte. Es especialmente preferido el uso según la invención en los bordes de pala de rotor, preferentemente en bordes delanteros de pala de rotor, de una instalación de energía eólica.

20 Sin embargo, el componente compuesto según la invención también se puede aplicar en otras zonas, donde se debe evitar una erosión de las superficies. Esto son según la invención, por ejemplo:

- 25 • alas, superficies portantes, palas de rotor de aviones o helicópteros,
- álabes de turbinas de propulsores,
- componentes de carrocería de vehículos,
- 30 • zona de casco o quilla de embarcaciones o
- superficies útiles de aparatos de deporte.

35 Otro aspecto en relación con la presente invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de un componente compuesto según la invención, que comprende las etapas siguientes:

fabricación o facilitación de un compuesto laminado que contiene las capas (11) y (12), ensamblaje del compuesto laminado fabricado o facilitado con la capa (13).

40 Según la invención es preferible un procedimiento, donde el poliuretano de la capa (12) es un poliuretano termoplástico y/o un elastómero de poliuretano y/o el elastómero de la capa (12) es un caucho de etileno-propileno (EPM), caucho de etileno-propileno-dieno (EPDM), caucho de etileno-acrilato (EAM), caucho de fluorocarbono (FKM), caucho de acrilato (ACM) o caucho de acrilonitrilo-butadieno (NBR), preferentemente un caucho de etileno-propileno-dieno (EPDM).

45 Igualmente es preferible un procedimiento donde el polietileno de la capa (11) es un polietileno de alto peso molecular (HMW-PE), un polietileno de ultra alto peso molecular (UHMW-PE) o politetrafluoroetileno (PTFE), preferentemente un polietileno de ultra alto peso molecular (UHMW-PE).

50 Es muy especialmente preferible un procedimiento donde el elastómero de la capa (12) es un poliuretano (preferentemente poliuretano termoplástico y/o elastómero de poliuretano) y el polietileno de la capa (11) es un polietileno de ultra alto peso molecular (UHMW-PE).

55 Es muy especialmente preferible un procedimiento, donde el elastómero de la capa (12) es un caucho de etileno-propileno-dieno (EPDM) y el polietileno de la capa (11) es un polietileno de ultra alto peso molecular (UHMW-PE).

60 Según una configuración preferida del procedimiento según la invención, el plástico de la capa (13) reforzado mediante fibras (14) es un plástico reforzado mediante fibras de UHMW-PE (p. ej. fibras de Dyneema), un plástico reforzado con fibras de carbono (PRFC) o un plástico reforzado con fibras de vidrio (PRFV), preferentemente un plástico reforzado con fibras de vidrio (PRFV).

Es muy especialmente preferible un procedimiento donde el poliuretano de la capa (12) es un poliuretano

termoplástico y/o elastómero de poliuretano y el polietileno de la capa (11) es un polietileno de ultra alto peso molecular (UHMW-PE) y el plástico de la capa (13) reforzado mediante fibras (14) es un plástico reforzado con fibras de vidrio (PRFV).

5 Es especialmente preferible un procedimiento que comprende las etapas siguientes:

- fabricación o facilitación de un compuesto laminado que contiene las capas (11) y (12),
  - ensamblaje del compuesto laminado fabricado o facilitado con una capa (13) no endurecida y
- 10
- endurecimiento de la capa (13).

Es preferible un procedimiento según la invención, donde la capa (13) no endurecida es una resina epoxi, preferentemente es una resina epoxi bicomponente, que se mezcla antes del ensamblaje con el compuesto laminado fabricado o facilitado.

15

Según la invención es preferible un procedimiento donde para la fabricación de un compuesto laminado, que contiene las capas (11) y (12), se ha pretratado la capa (11) y/o capa (12), preferentemente mediante uno, dos, tres o varios de los procedimientos de pretratamiento seleccionado del grupo que comprende

20

- procesamiento con arranque de viruta, en particular pulido,
  - tratamiento superficial químico,
- 25
- tratamiento con agentes adherentes (imprimaciones) y/o barnizado,
  - tratamiento térmico, en particular activación por plasma, tratamiento superficial de plasma y tratamiento de llama de gas,
- 30
- tratamiento superficial eléctrico, en particular tratamiento de corona,
  - limpieza de la superficie, preferentemente mediante cepillado, pulido y/o granallado,
  - retirada de restos de polvo, grasa y/o aceite y
- 35

donde el pretratamiento de la capa (11) y/o capa (12) se realiza preferentemente en el lado de la capa que durante la fabricación del compuesto laminado, que contiene las capas (11) y (12), se conecta con la respectiva otra capa (12) o (11).

40 Según la invención es preferible un procedimiento donde el compuesto laminado que contiene las capas (11) y (12) se pretrata tras la fabricación o facilitación y antes del ensamblaje del compuesto laminado fabricado o facilitado con una capa (13) no endurecida, preferentemente mediante uno, dos, tres o varios de los procedimientos de pretratamiento seleccionado del grupo que comprende

- 45 - procesamiento con arranque de viruta, en particular pulido,
  - tratamiento superficial químico,
  - tratamiento con agentes adherentes (imprimaciones) y/o barnizado,
- 50
- tratamiento térmico, en particular activación por plasma, tratamiento superficial de plasma y tratamiento de llama de gas,
  - tratamiento superficial eléctrico, en particular tratamiento de corona,
- 55
- limpieza de la superficie, preferentemente mediante cepillado, pulido y/o granallado,
  - retirada de restos de polvo, grasa y/o aceite y

60 donde el pretratamiento del compuesto laminado que contiene las capas (11) y (12) se realiza preferentemente sobre la capa (12).

Según una configuración preferida del procedimiento según la invención, el ensamblaje de la capa (13) en el compuesto laminado que comprende las capas (11) y (12) se realiza bajo el efecto del calor, preferentemente con temperaturas de al menos 20 °C, preferentemente de al menos 35 °C, más preferiblemente de al menos 55 °C, en particular preferiblemente de al menos 75 °C.

5

Según una configuración preferida del procedimiento según la invención, el ensamblaje de la capa (13) en el compuesto laminado que comprende las capas (11) y (12) se realiza bajo el efecto del calor, preferentemente con temperaturas de como máximo 120 °C, preferentemente de como máximo 110 °C, más preferiblemente de como máximo 95 °C, en particular preferiblemente de como máximo 85 °C.

10

Según una configuración preferida del procedimiento según la invención, el ensamblaje de la capa (13) en el compuesto laminado que comprende las capas (11) y (12) se realiza bajo el efecto del calor, preferentemente con temperaturas de 20 a 120 °C, especialmente preferiblemente con temperaturas de 35 a 110 °C, más preferiblemente con

15

temperaturas de 55 a 95 °C y de forma muy especialmente preferible con temperaturas de 75 °C a 85 °C.

Otro aspecto en relación con la presente invención se refiere a un componente compuesto fabricado mediante un procedimiento según la invención.

20

Otro aspecto en relación con la presente invención se refiere a un procedimiento para la reparación y/o mejora de un elemento de pala de rotor (en el sentido de esta solicitud igualmente un procedimiento de fabricación, véase arriba), preferentemente de un elemento de pala de rotor de una instalación de energía eólica con un componente compuesto según la invención, que comprende las etapas siguientes:

25

- preparación del elemento de pala de rotor deteriorado,

- fabricación o facilitación de un compuesto laminado que contiene las capas (11) y (12),

30

- aplicación de una capa (13) no endurecida sobre el elemento de pala de rotor preparado y/o sobre el compuesto laminado fabricado o facilitado, que contiene las capas (11) y (12),

- ensamblaje del compuesto fabricado o facilitado con el elemento de pala de rotor, donde la capa (13) no endurecida se sitúa entre el elemento de pala de rotor y la capa (12) del compuesto laminado y

35

- endurecimiento de la capa (13).

Es preferible un procedimiento según la invención, donde la preparación del elemento de pala de rotor deteriorado comprende al menos una de las etapas siguientes:

40

- procesamiento con arranque de viruta, en particular pulido,

- tratamiento superficial químico,

45

- tratamiento con agentes adherentes (imprimaciones) y/o barnizado,

- tratamiento superficial térmico, en particular activación por plasma, tratamiento superficial de plasma

y tratamiento de llama de gas,

50

- tratamiento superficial eléctrico, en particular tratamiento de corona,

- limpieza de la superficie, preferentemente mediante cepillado, pulido y/o granallado,

55

- retirada de restos de polvo, grasa y/o aceite.

En el marco de la presente invención se materializan simultáneamente preferentemente varios de los aspectos caracterizados anteriormente como preferidos; en particular las combinaciones, que se deducen de las reivindicaciones adjuntas, de aspectos semejantes y de características correspondientes.

60

La fig. 1 muestra una representación esquemática de una instalación de energía eólica con elemento de pala de rotor según la invención;

la fig. 2 muestra esquemáticamente una forma de realización de un elemento de pala de rotor según la invención;

la fig. 3 muestra en representación esquemática un fragmento del elemento de pala de rotor de la fig. 2;

5

la fig. 4 muestra en representación esquemática un fragmento alternativo del elemento de pala de rotor.

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  
10 giro durante el funcionamiento por parte del 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 (capa 13) de un plástico reforzado al menos parcialmente mediante fibras y están revestidas por zonas con una lámina superficial (capa 11) de polietileno, donde entre la lámina superficial y la base se sitúa una capa de poliuretano o capa de elastómero (capa 12). Esta estructura se explica más en detalle mediante las siguientes figuras.

15

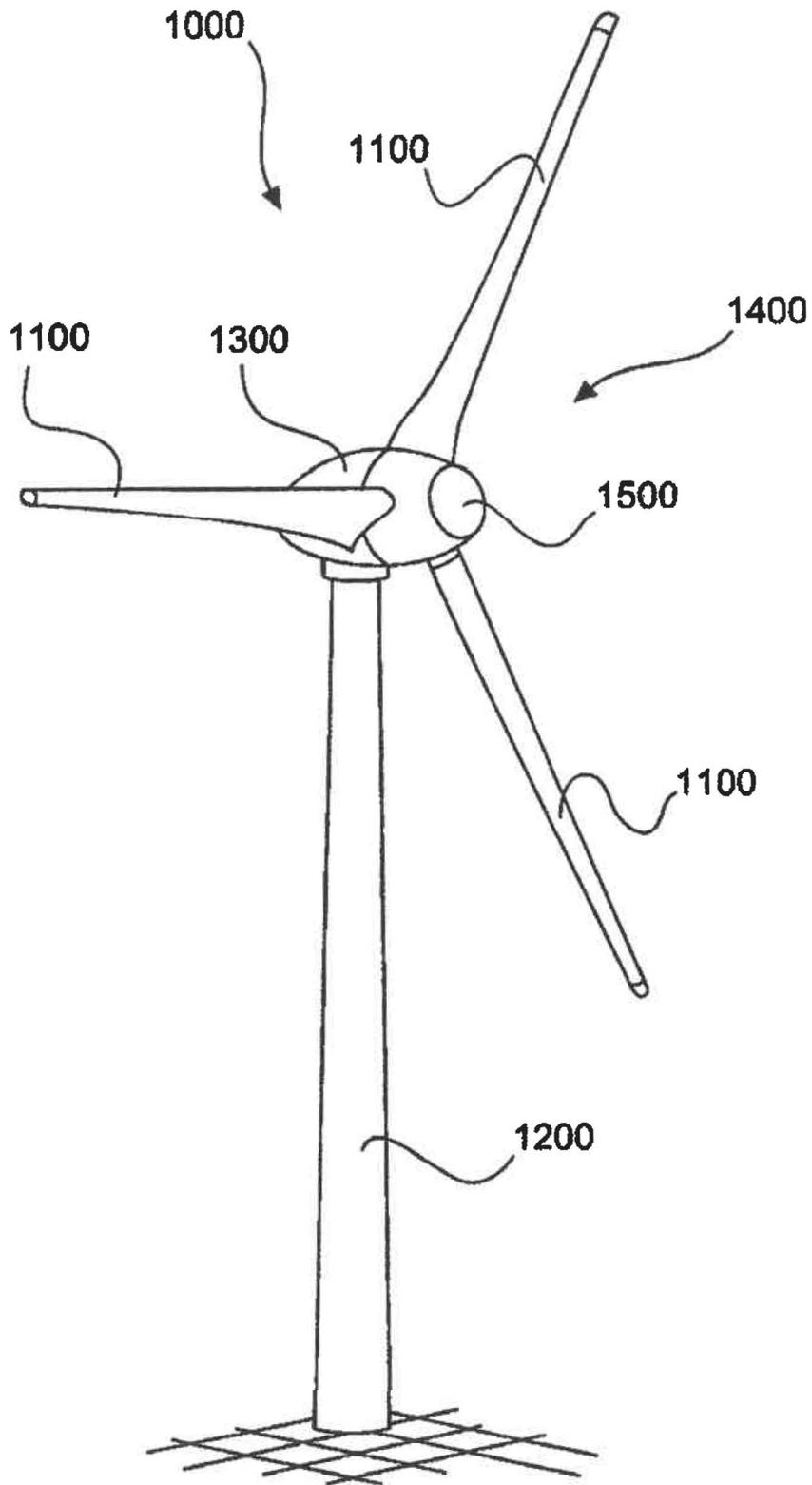
La fig. 2 muestra un elemento de pala de rotor 1110 de la pala de rotor 1100, concretamente la nariz de pala de rotor. La nariz de pala de rotor 1110 dispone de una lámina superficial 11. En este ejemplo de realización, esta está hecha de polietileno con ultra alto peso molecular (UHMW-PE). La lámina superficial 11 (capa 11) está conectada con la base del elemento de pala de rotor 13 (capa 13) a través de una capa de ligadura 12 (capa 12). La base 13  
20 (capa 13) del elemento de pala de rotor está hecha a este respecto al menos parcialmente de un plástico reforzado mediante fibras (14). 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 ligadura 12 (capa 12) está hecha al menos parcialmente de un poliuretano y/o un elastómero. Mediante la ligadura de la lámina superficial 11 (capa 11) a la base 13 (capa 13) mediante una capa de ligadura elástica es posible la juntura del UHMW-PE sobre la resina epoxi. La lámina  
25 superficial 11 (capa 11) de UHMW-PE es especialmente resistente frente a solicitaciones abrasivas, según aparecen durante el funcionamiento de las instalaciones de energía eólica en particular en los bordes de rotor.

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 capa: una primera capa (11), que está  
30 hecha al menos parcialmente de polietileno, una capa (12), que está hecha al menos parcialmente de poliuretano y/o un elastómero, y al menos una capa (13) como base, que está hecha al menos parcialmente de un plástico reforzado mediante fibras (14). En este ejemplo de realización el material de fibras es un plástico reforzado con fibras de vidrio (PRFV) y la resina endurecible una resina epoxi, el polietileno es un polietileno con ultra alto peso molecular (UHMW-PE) y el poliuretano es un elastómero de poliuretano termoplástico o el elastómero es un caucho  
35 de etileno-propileno-dieno (EPDM):

La fig. 4 muestra un fragmento alternativo 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 capa: una primera capa (11), que está hecha al menos parcialmente de polietileno, una capa (12), que está hecha al menos parcialmente de  
40 poliuretano y/o un elastómero, al menos una capa (13), que está hecha al menos parcialmente de un adhesivo y una capa (15), que está hecha al menos parcialmente de un plástico reforzado mediante fibras (14). En este ejemplo de realización, el material de fibras es un plástico reforzado de fibras de vidrio (PRFV) y la resina endurecible una resina epoxi, el polietileno es un polietileno con ultra alto peso molecular (UHMW-PE), el poliuretano puede ser un elastómero de poliuretano termoplástico, un poliuretano termoplástico o un elastómero de poliuretano o el  
45 elastómero es un caucho de etileno-propileno-dieno (EPDM) y el adhesivo es respectivamente un adhesivo de resina epoxi.

**REIVINDICACIONES**

1. Componente compuesto (10), caracterizado por la estructura de capas siguiente
- 5 a) una capa (11), que está hecha al menos parcialmente de polietileno,
- b) una capa (12), que está hecha al menos parcialmente de un poliuretano y/o un elastómero,
- 10 c) al menos una capa (13), que está hecha al menos de un plástico reforzado mediante fibras (14), o que está hecha al menos parcialmente de un adhesivo,
- donde la capa (12) está dispuesta directamente entre la capa (11) y la capa (13),
- 15 donde las capas (11) y (12) se han juntado en una primera etapa de trabajo formando un compuesto laminado y la capa (13) se ha juntado en una segunda etapa de trabajo en el compuesto laminado que comprende las capas (11) y (12).
2. Componente compuesto según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el polietileno es un
- 20 polietileno de alto peso molecular (HMW-PE), un polietileno de ultra alto peso molecular (UHMW-PE) o politetrafluoroetileno (PTFE), preferentemente un polietileno de ultra alto peso molecular (UHMW-PE).
3. Componente compuesto según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el
- 25 poliuretano es un poliuretano termoplástico y/o un elastómero de poliuretano, **caracterizado porque** el elastómero es un caucho de etileno-propileno (EPM), caucho de etileno-propileno-dieno (EPDM), caucho de etileno-acrilato (EAM), caucho de fluorocarbono (FKM), caucho de acrilato (ACM) o caucho de acrilonitrilo-butadieno (NBR), preferentemente es un caucho de etileno-propileno-dieno (EPDM).
4. Componente compuesto según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el plástico reforzado
- 30 mediante fibras (14) es un plástico reforzado mediante fibras de UHMW-PE, un plástico reforzado con fibras de carbono (PRFC) o un plástico reforzado con fibras de vidrio (PRFV), preferentemente un plástico reforzado con fibras de vidrio (PRFV).
5. Componente compuesto según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el
- 35 plástico reforzado mediante fibras (14) es un sistema de resina plástica sobre base epoxi, base de poliuretano, matriz de poli(met)acrilato, matriz de polimetilo(met)acrilato o matriz de poli(met)acrilamida.
6. Componente compuesto según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el
- 40 ensamblaje de la capa (13) con el compuesto laminado que comprende las capas (11) y (12) se realiza bajo endurecimiento de la capa (13).
7. Componente compuesto según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** la capa (13) es un adhesivo de resina epoxi o lo comprende o es un adhesivo de poliuretano o lo comprende.
- 45 8. Componente compuesto según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el componente compuesto es una pala de rotor, preferentemente una pala de rotor de una turbina eólica.
9. Turbina eólica que comprende un componente compuesto según una de las reivindicaciones 1 a 8.
- 50 10. Procedimiento para la fabricación de un componente compuesto según una de las reivindicaciones 1 a 8, que comprende las etapas siguientes:
- fabricación o facilitación de un compuesto laminado que contiene las capas (11) y (12),
- 55 - ensamblaje del compuesto laminado fabricado o facilitado con la capa (13).



**Fig. 1**

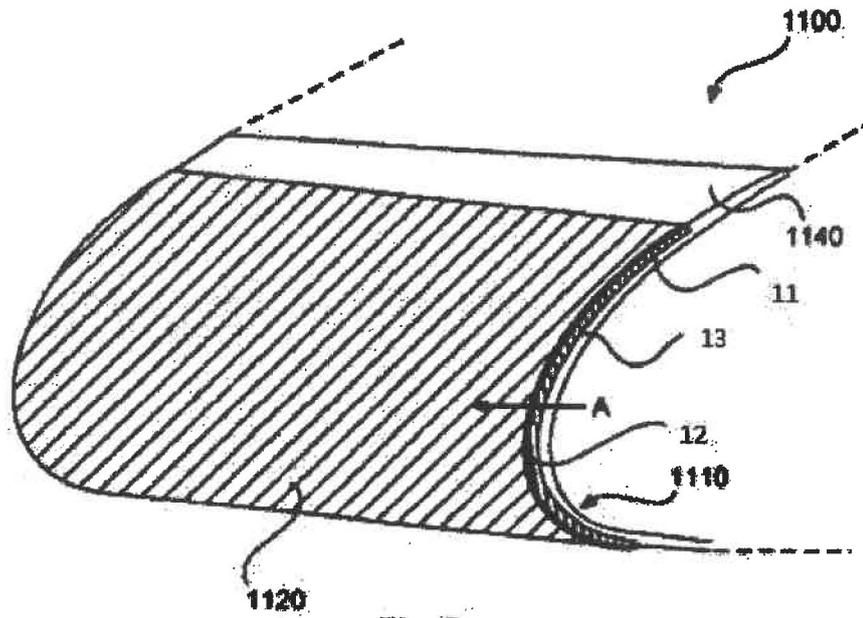


Fig. 2

A-A

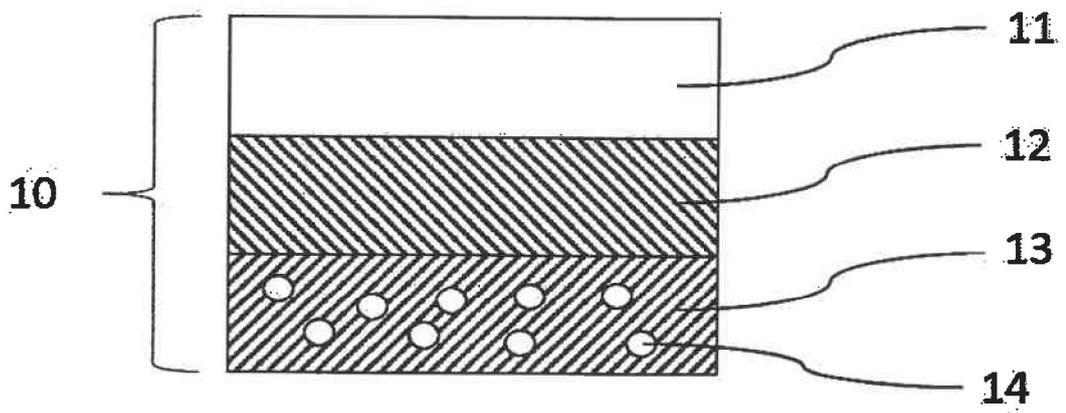


Fig. 3

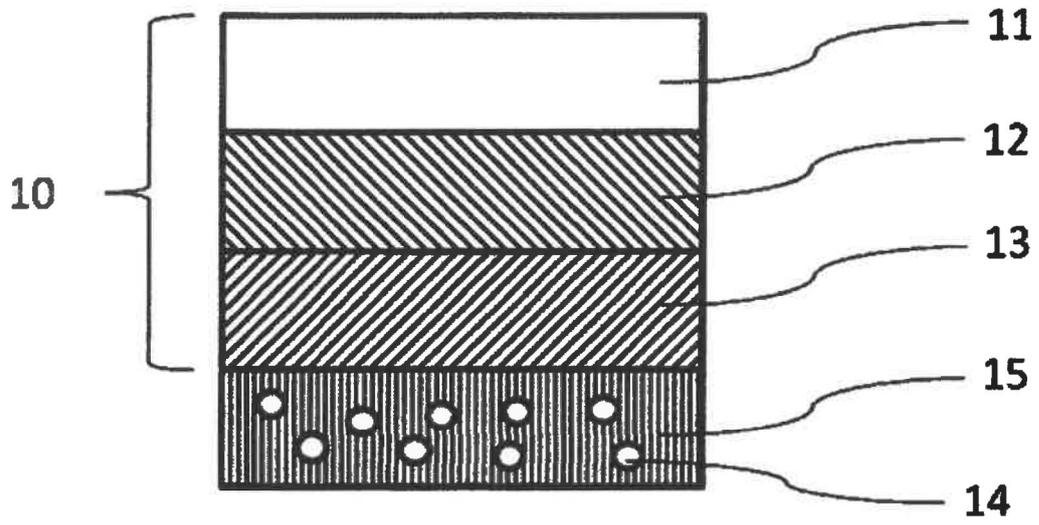


Fig. 4