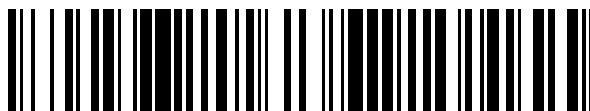


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 664 788**

51 Int. Cl.:

F03D 1/06 (2006.01)

B29C 65/00 (2006.01)

B29D 99/00 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.10.2015** **E 15191152 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.01.2018** **EP 3015702**

54 Título: **Pala de rotor para un aerogenerador y procedimiento para la fabricación de una pala de rotor**

30 Prioridad:

28.10.2014 DE 102014221965

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

23.04.2018

73 Titular/es:

SENVION GMBH (100.0%)

Überseering 10

22297 Hamburg, DE

72 Inventor/es:

EYB, ENNO y

ZELLER, LENZ SIMON

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 664 788 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

Pala de rotor para un aerogenerador y procedimiento para la fabricación de una pala de rotor

La invención se refiere a una pala de rotor para un aerogenerador que comprende una concha del lado de succión y una concha del lado de presión fabricadas de un material compuesto de fibra, uniéndose entre sí un borde delantero de la concha del lado de succión y un borde delantero de la concha del lado de presión por un lado delantero de perfil de la pala de rotor. La invención se refiere además a un procedimiento para la fabricación de una pala de rotor para un aerogenerador, comprendiendo la pala de rotor una concha del lado de succión y una concha del lado de presión fabricadas de un material compuesto de fibra y uniéndose entre sí un borde delantero de la concha del lado de succión y un borde delantero de la concha del lado de presión por un lado delantero de perfil de la pala de rotor.

En la actualidad, las palas de rotor para aerogeneradores se fabrican a menudo con una construcción monocasco. Las piezas de concha se fabrican en moldes, se montan en sus moldes después del endurecimiento y se unen entre sí. Una pala de rotor como ésta se compone normalmente de una concha del lado de succión y de una concha del lado de presión. El lado de succión del perfil de la pala de rotor está formado por la cara exterior de la concha del lado de succión y el lado de presión del perfil de la pala de rotor está formado por la cara exterior de la concha del lado de presión. Las conchas de pala de rotor se fabrican a menudo de plásticos reforzados con fibra, por ejemplo, de poliéster reforzado con fibra de vidrio o fibra de carbono o de resinas epoxi. Para la fabricación del material compuesto de fibra se insertan cañamazos de fibra o esteras de fibra en el molde de la concha de pala de rotor y, a continuación, se funden en un proceso de infusión de resina. Durante este proceso, la resina sintética viscosa se succiona bajo presión negativa en los cañamazos de fibra seca de fibra de vidrio o de fibra de carbono. De este modo, los espacios intermedios entre las fibras se llenan con resina sintética y se crea la concha del lado de succión o la concha del lado de presión de la pala de rotor.

Para la unión de la concha del lado de succión a la concha del lado de presión, éstas se encolan en un plano de unión. Con esta finalidad se prevé una lengüeta adhesiva en el canto delantero de la pala de rotor. Un espacio de unión entre la lengüeta adhesiva y las conchas de pala de rotor se funde con adhesivo para crear la unión.

Durante la fabricación de la concha del lado de succión o de la concha del lado de presión, la lengüeta adhesiva se lamina en la cara interior de la concha de pala de rotor. En un proceso de infusión de resina, la lengüeta adhesiva se impregna con resina junto con el material compuesto de fibra de la concha de pala de rotor y, a continuación, se endurece con ésta. Alternativamente, en el caso de la lengüeta adhesiva se trata de un componente fabricado por separado que se inserta en la zona del canto delantero de la pala de rotor en su interior y que, después de cerrar el molde, se estira en la dirección del canto delantero de la pala de rotor.

Las palas de rotor están expuestas a cargas dinámicas durante el funcionamiento del aerogenerador. Como consecuencia también se generan grandes cargas en las zonas de unión entre las conchas de pala de rotor.

Por el documento DE 10 2008 055 479 A1 se conoce una pala de rotor que consta de un elemento del lado de presión y de un elemento del lado de succión. Tanto el elemento del lado de presión, como también el elemento del lado de succión presentan respectivamente zonas sesgadas en las que el grosor de pared se reduce. Un elemento de preforma del lado de presión contiene varias capas de fibra de vidrio de pared del lado de presión y una capa de espuma. Las capas de fibra de vidrio se disponen a ambos lados de la espuma. El núcleo de material de espuma está sesgado.

Partiendo de este estado de la técnica, una tarea de la invención consiste en proponer una pala de rotor para un aerogenerador, así como un procedimiento para la fabricación de una pala de rotor, debiéndose poner a disposición una unión de una concha del lado de presión y una concha del lado de succión de la pala de rotor que se pueda someter a carga y que sea fiable y debiéndose lograr una complejidad constructiva lo más reducida posible.

La tarea se resuelve mediante una pala de rotor para un aerogenerador que comprende una concha del lado de succión y una concha del lado de presión fabricadas de un material compuesto de fibra, uniéndose entre sí un borde delantero de la concha del lado de succión y un borde delantero de la concha del lado de presión por una cara delantera de perfil de la pala de rotor y perfeccionándose la pala de rotor gracias a que el borde delantero de la concha del lado de succión y/o el borde delantero de la concha del lado de presión se dotan, al menos por secciones, de un bisel, especialmente por un lado, fabricándose el material compuesto de fibra de cañamazos de fibra superpuestos o de esteras de fibra que, visto en un plano de sección transversal perpendicularmente a una dirección longitudinal de la pala de rotor, forman un número de capas de fibra superpuestas, reduciéndose en una zona final fijada por el bisel, un grosor de pared de la concha del lado de succión y/o de la concha del lado de presión en dirección del borde delantero y disminuyendo en esta dirección un número de capas de fibra superpuestas.

La invención se basa en el conocimiento de que el bisel previsto en el borde delantero de la concha del lado de presión o de la concha del lado de succión provoca que el material de la pala de rotor presente en la zona del canto delantero una variación de la rigidez muy reducida. Esto es debido a que el grosor del material de la concha del lado de succión o de la concha del lado de presión en la zona de la cara delantera del perfil de la pala de rotor disminuye en dirección del plano de separación entre las conchas de pala de rotor. En comparación con las palas de rotor convencionales, el material de la pala de rotor presenta en la zona del canto delantero una variación de la rigidez significativamente más reducida.

El bisel se realiza gracias a que los cañamazos de fibra o las capas de fibra formadas por esteras de fibra se escalonan en función del plano de separación. Con otras palabras, el número de capas de fibras superpuestas disminuye en dirección de la cara delantera del perfil de la pala de rotor. Así es posible prever un bisel en esta zona de la concha de pala de rotor. Por otra parte, como consecuencia del grosor reducido del material, la superficie adhesiva para el encolado de las dos conchas de pala de rotor se puede activar mejor.

Otra ventaja consiste en que las capas de fibra superpuestas en la zona de la cara delantera del perfil de la pala de rotor están menos curvadas que en el caso de las soluciones convencionales. Estos radios de flexión grandes de las capas de fibra también dan lugar a una variación de la rigidez muy reducida del material de la pala de rotor en la zona de la cara delantera del perfil.

Ventajosamente se pone a disposición una pala de rotor robusta con una vida útil mejorada. En virtud de la posibilidad mejorada de activar las superficies a encolar, la calidad de esta unión pegada es más alta. Esto reduce el riesgo de grietas en la cara delantera del perfil.

La estructura del cañamazo de la concha del lado de succión o de la concha del lado de presión se escalona en la zona del bisel. Esta consideración da por supuesto que el material compuesto de fibra no se contempla como un todo, es decir, tanto el cañamazo de fibra, como también la resina sintética, sino que sólo se tienen en cuenta las capas de fibra como tales. El material compuesto de fibra presenta un bisel y las capas de fibra incluidas se escalonan en la zona de dicho bisel. Esto significa que el número de capas de fibra a localizar en la sección transversal de material (visto a lo largo de una dirección que se desarrolla perpendicularmente a una cara exterior de la concha de pala de rotor) disminuye en la dirección del borde delantero de la concha del lado de presión o de la concha del lado de succión. Esto se aplica sólo a una consideración correspondiente en la zona del bisel. En las zonas exteriores del bisel, el número de capas de fibra está determinado por la construcción de la pala de rotor. Por supuesto es posible que el número de capas de fibras superpuestas también aumente o disminuya en estas zonas.

La concha del lado de succión y/o la concha del lado de presión presentan preferiblemente un bisel interior. La superficie biselada, es decir, la superficie inclinada que forma el bisel, se inclina por lo tanto en la dirección de una cara interior de la pala de rotor. De este modo se crea la posibilidad de prever una lengüeta adhesiva en la cara interior de la concha del lado de succión o de la concha del lado de presión, es decir, en el espacio interior de la pala de rotor. Las dos conchas de pala de rotor se unen a esta lengüeta adhesiva en la zona del bisel, especialmente se pegan.

De acuerdo con otra forma de realización ventajosa se prevé que el bisel se extienda por un grosor de material completo de la concha del lado de succión y/o de la concha del lado de presión desde una cara exterior hasta una cara interior de la concha del lado de succión y/o de la concha del lado de presión.

Con otras palabras, la concha del lado de succión o la concha del lado de presión se estrechan en la zona de su borde delantero en tal medida que, en un caso extremo, sólo se prevea en la punta más exterior una única capa de fibra. No obstante, para poner a disposición un grosor de material suficiente en la zona de la cara delantera del perfil de la pala de rotor, la lengüeta adhesiva se realiza preferiblemente de manera que compense el grosor del material que falta como consecuencia del biselado. Así se crea la posibilidad de que en la zona de la cara delantera del perfil esté disponible un grosor de material de la pala de rotor que no aumente fundamentalmente ni disminuya fundamentalmente como consecuencia de la lengüeta adhesiva en comparación con las demás zonas de la pala de rotor. De este modo se evita ventajosamente una configuración innecesariamente dura y rígida de la cara delantera del perfil de la pala de rotor o debilitada en virtud de un grosor de material demasiado reducido.

Además, la pala de rotor se perfecciona gracias a la disponibilidad de una lengüeta adhesiva unida en la zona del bisel a una cara interior de la concha del lado de succión o a una cara interior de la concha del lado de presión.

Según un perfeccionamiento se prevé además que la concha del lado de succión y la concha del lado de presión estén dotadas de un bisel, uniéndose la lengüeta adhesiva a la concha del lado de succión o a la concha del lado de presión mediante la aplicación de un proceso de infusión de resina y creándose un espacio de unión entre el bisel de la otra concha de pala de rotor y la lengüeta adhesiva, en especial una hendidura rellena de adhesivo.

El adhesivo presente en el espacio de unión puede activarse de forma fiable y ventajosa gracias a la construcción de las conchas de pala de rotor en las que se prevé un bisel. Se proporciona una unión elástica y fiable de las dos conchas de pala de rotor.

Según otra forma de realización ventajosa se prevé que la concha del lado de succión y/o la concha del lado de presión presenten un bisel exterior, desarrollándose el bisel, visto en un plano de sección transversal perpendicularmente a una dirección longitudinal de la pala de rotor, sólo en una zona parcial de la sección transversal de la concha de pala de rotor.

De acuerdo con otro perfeccionamiento se prevé además que en otra zona parcial de la sección transversal de la concha de pala de rotor, en la que no hay ningún bisel, estén presentes capas de fibra continuas que sobresalgan del bisel y formen una lengüeta adhesiva.

La lengüeta adhesiva se forma ventajosamente a partir de las capas de fibra de una de las dos conchas de pala de rotor. De este modo se evita ventajosamente un número innecesariamente elevado de capas de fibra, como el que se produce, por ejemplo, a través de las lengüetas adhesivas laminadas si no se prevé ningún bisel correspondiente

en la zona del borde delantero de las conchas de pala de rotor. Lo mismo ocurre si se prevé una lengüeta adhesiva adicional. Ésta también da lugar a un aumento no deseado de las capas de fibras superpuestas. Según la invención se pone a disposición una unión fiable, fácilmente activable y elástica de las dos conchas de pala de rotor.

5 Conforme a otra forma de realización se prevé además que el bisel, visto en un plano de sección transversal perpendicularmente a una dirección longitudinal de la pala de rotor, tenga una forma convexa.

Una forma convexa del bisel provoca ventajosamente una transición entre las dos conchas de pala de rotor en la que las capas de fibra con grandes radios de curvatura, es decir, con poca flexión, se guían en la zona del plano de separación o en la zona del espacio de unión. Esto repercute ventajosamente en la estabilidad del material compuesto de fibra en esta zona.

10 La tarea según la invención se resuelve además mediante un procedimiento para la fabricación de una pala de rotor para un aerogenerador, comprendiendo la pala de rotor una concha del lado de succión y una concha del lado de presión fabricadas de un material compuesto de fibra, uniéndose entre sí un borde delantero de la concha del lado de succión y un borde delantero de la concha del lado de presión por una cara delantera de perfil de la pala de rotor y perfeccionándose el procedimiento gracias a que en el procedimiento el borde delantero de la concha del lado de succión y/o el borde delantero de la concha del lado de presión se dotan, al menos por secciones, especialmente por
15 un lado, de un bisel, fabricándose el material compuesto de fibra de cañamazos de fibra superpuestos o de esteras de fibra que, visto en un plano de sección transversal perpendicularmente a una dirección longitudinal de la pala de rotor, forman un número de capas de fibra superpuestas, insertándose las capas de fibra en un molde durante la fabricación de la concha del lado de succión y/o de la concha del lado de presión, de manera que se reduzca un
20 número de capas de fibra superpuestas en dirección del borde delantero de la concha del lado de succión y/o de la concha del lado de presión, de modo que disminuya un grosor de pared de la concha del lado de succión y/o de la concha del lado de presión en dirección del borde delantero.

Además se prevé en especial que las capas de fibra se introduzcan en un molde, de manera que la concha del lado de succión y/o la concha del lado de presión presenten un bisel interior.

25 Las ventajas iguales o similares ya mencionadas con respecto a la propia pala de rotor también se aplican al procedimiento para la fabricación de una pala de rotor y no deben repetirse en este punto.

De acuerdo con otra forma de realización, el procedimiento se perfecciona gracias a que una lengüeta adhesiva en la zona del bisel se une a una cara interior de la concha del lado de succión o a una cara interior de la concha del lado de presión, dotándose en especial la concha del lado de succión y la concha del lado de presión de un bisel y
30 uniéndose la lengüeta adhesiva a la concha del lado de succión o a la concha del lado de presión mediante la aplicación de un procedimiento de infusión de resina y quedando además especialmente entre el bisel de la otra concha de pala de rotor y la lengüeta adhesiva un espacio de unión que se rellena de adhesivo.

Este procedimiento se perfecciona fabricando el material compuesto de fibra de cañamazos de fibra o de esteras de fibra superpuestas que, visto en un plano de sección transversal perpendicularmente a una dirección longitudinal de la pala de rotor, forman un número de capas de fibra superpuestas, insertándose las capas de fibra en un molde durante la fabricación de la concha del lado de succión y/o de la concha del lado de presión, de manera que la concha del lado de succión y/o la concha del lado de presión presenten un bisel exterior, desarrollándose el bisel, visto en el plano de sección transversal, sólo en una zona parcial de la sección transversal de la concha de pala de rotor.
35

40 Para la fabricación de una pala de rotor de este tipo se prevé además que en el molde para la fabricación de la concha del lado de succión y/o de la concha del lado de presión se prevea un molde angular curvado para la adhesión del saliente, ajustándose las capas de fibra en el molde y al molde angular para la adhesión del saliente de manera que se forme el bisel exterior y que en otra zona parcial restante de la sección transversal de la concha de pala de rotor, en la que no hay ningún bisel, estén disponibles capas de fibra continuas que sobresalen del bisel y
45 forman una lengüeta adhesiva y presentando el bisel, visto en el plano de sección transversal, una forma convexa.

El uso de un molde angular curvado para la adhesión del saliente permite ventajosamente fabricar la concha del lado de succión o la concha del lado de presión con un bisel moldeado de forma convexa, de manera que en la zona del bisel el número de capas de fibra superpuestas disminuya en dirección del borde delantero.

50 En la descripción de formas de realización según la invención junto con las reivindicaciones y los dibujos adjuntos se pueden ver otras características de la invención. Las formas de realización según la invención pueden cumplir características individuales o una combinación de varias características.

La invención se describe a continuación sin limitación de la idea general de la invención por medio de ejemplos de realización en relación con los dibujos, haciéndose referencia expresa a los dibujos con respecto a todas las características según la invención no explicadas con mayor detalle en el texto.

55 Se muestra en la:

Figura 1 esquemáticamente un aerogenerador,

Figuras 2 a 5 respectivamente una vista en sección transversal esquemática a través de una pala de rotor de un aerogenerador en la zona de la cara delantera de perfil.

En los dibujos, los elementos respectivamente idénticos o similares y/o los componentes se dotan de los mismos números de referencia, de manera que se omite una nueva presentación.

La figura 1 muestra esquemáticamente un aerogenerador 2 que comprende un rotor 4 con un cubo de rotor 6 en el que hay una serie de palas de rotor 8. El rotor 4 se monta sobre una estructura de soporte 10, por ejemplo, una torre. La estructura de soporte 10 se encuentra en una base 12 que sólo se apoya a modo de ejemplo en el suelo 14. También es posible que en el caso del aerogenerador 2 se trate de un aerogenerador marino cuya base 12 está anclada en el lecho marino y cuya estructura de soporte 10 sobresale del agua, por ejemplo, del mar. Durante el funcionamiento del aerogenerador 2, el rotor 4 gira en la dirección de giro D.

Las palas de rotor 8 se extienden, partiendo de una raíz de pala de rotor 16 unida al cubo de rotor 6, en una dirección longitudinal L representada a modo de ejemplo para una de las palas de rotor 8, hasta una punta de pala de rotor 18. Cada una de las palas de rotor 8 presenta una cara delantera de perfil 20 que al girar el rotor 4 en dirección de giro D se orienta hacia la masa de aire que incide. En el lado opuesto de la pala de rotor 8 se encuentra un canto trasero de perfil 22. Por motivos de claridad, los números de referencia para la cara delantera de perfil 20 y para el canto trasero de perfil 22 sólo se asignan a modo de ejemplo a una de las palas de rotor 8 del rotor representado 4.

Las figuras 2 a 5 muestran respectivamente secciones transversales esquemáticas a través de una pala de rotor 8. Mientras que las figuras 2, 4 y 5 muestran una sección transversal por secciones a lo largo del plano identificado en la figura 1 con la referencia II-II en la zona de la punta de pala de rotor 18, la figura 3 muestra una sección transversal por secciones a lo largo del plano identificado en la figura 1 con la referencia III-III en la zona de la raíz de pala de rotor 16. Las vistas en sección transversal representadas muestran por secciones una parte de la pala de rotor 8 en la zona de la cara delantera de perfil 20.

Una pala de rotor 8 del aerogenerador 2 comprende una concha del lado de succión 24 y una concha del lado de presión 26. Durante el funcionamiento del aerogenerador 2, la concha del lado de succión 24 está orientada hacia el viento y su superficie forma el lado de succión del perfil de pala de rotor. De forma correspondiente, la concha del lado de presión 26 es opuesta al viento. La superficie de la concha del lado de presión 26 forma el lado de succión del perfil de pala de rotor.

La concha del lado de succión 24 y la concha del lado de presión 26 se unen a lo largo de un plano de separación T representado como una línea de rayas y puntos. Éstas se fabrican de un material compuesto de fibra que consiste en láminas de fibra fundidas con resina, por ejemplo, resina epoxi, o en esteras de fibra que forman capas de fibra 28 situadas una encima de otra dentro del material compuesto de fibra. Las capas de fibra 28 se representan esquemáticamente. Sólo por motivos de claridad se muestran únicamente algunas de las capas de fibra 28 realmente existentes y de éstas sólo algunas se dotan de números de referencia.

En una zona de la concha del lado de succión 24 y de la concha del lado de presión 26 más alejada del plano de separación T se prevé además un material espumado 30 rodeado por ambos lados por capas de fibra 28 o por un material compuesto de fibra. Tanto la concha del lado de succión 24, como también la concha del lado de presión 26 presentan respectivamente un borde delantero 32, 34 orientado hacia el plano de separación T. Por un borde delantero 32 de la concha del lado de succión 24 o por un borde delantero 34 de la concha del lado de presión 26 se entiende una zona marginal de la concha de pala de rotor 24, 26 que está orientada hacia el plano de separación T en la zona de la cara delantera de perfil 20 y que se extiende a lo largo de la pala de rotor 8 en su dirección longitudinal L.

En la zona del borde delantero 32 de la concha del lado de succión 24 e igualmente en la zona del borde delantero 34 de la concha del lado de presión 26 hay un bisel 36, 38. El bisel 36, 38 se extiende al menos por secciones en la dirección longitudinal L de la pala de rotor 8. En especial, el bisel 36, 38 se extiende a lo largo de toda la longitud de la pala de rotor 8 en la zona del borde delantero 32, 34 de la concha del lado de succión 24 o de la concha del lado de presión 26. Se trata preferiblemente de un bisel 36, 38 de un solo lado. Con otras palabras, el bisel 36, 38 se prevé bien en una cara interior o bien en una cara exterior de la respectiva concha de pala de rotor 24, 26. Conforme al ejemplo de realización de la figura 2, el respectivo bisel 36, 38 de las conchas de pala de rotor 24, 26 está orientado hacia un espacio interior S de la pala de rotor 8 rodeado por las mismas.

En el ejemplo de realización representado en la figura 2, el bisel 36, 38 define la zona final 40, 42 de la concha del lado de succión 24 o de la concha del lado de presión 26. En la zona final 40, 42, el grosor de pared 44, 46 de la concha del lado de succión 24 o de la concha del lado de presión 26 disminuye. El grosor de pared 44, 46 disminuye en dirección del extremo delantero libre de la concha del lado de presión 26 o de la concha del lado de succión 24, es decir, en dirección de un canto delantero de la concha del lado de succión 24 o de la concha del lado de presión 26 que está situado dentro o próximo al plano de separación T. El grosor de pared decreciente 44, 46 se realiza reduciéndose el número de capas de fibra superpuestas 28 en dirección del borde delantero 32, 34 de las conchas de pala de rotor.

El bisel 36, 38 se extiende además a lo largo de todo el grosor de material, es decir, a lo largo de todo el grosor de pared 44, 46 de la concha del lado de succión 24 o de la concha del lado de presión 26. Con otras palabras, el bisel 36 de la concha del lado de succión 24 se desarrolla desde una cara exterior 48 de la concha del lado de succión 24 hasta una cara interior 50 de esta concha de pala de rotor. Lo mismo ocurre en el caso de la concha del lado de presión 26; allí el bisel 38 también se desarrolla desde una cara exterior 52 hasta una cara interior 54.

En la cara interior 50 de la concha del lado de succión 24 se prevé una lengüeta adhesiva 60. Ésta se une en la zona del bisel 36 a la cara interior 50 de la concha del lado de succión 24. En especial la lengüeta adhesiva 60 se compone de un material idéntico o similar al de las propias conchas de pala de rotor 24, 26, es decir, de un material compuesto de fibra. La lengüeta adhesiva 60 se une preferiblemente al material compuesto de fibra de la concha del lado de succión 24 en un procedimiento de infusión de resina que también se utiliza con preferencia para la fabricación de las conchas de pala de rotor 24, 26. La lengüeta adhesiva 60 constituye preferentemente un componente integral de la concha del lado de succión 24. Lo mismo ocurre naturalmente si la lengüeta adhesiva 60 está disponible, según otro ejemplo de realización, en la concha del lado de presión 26. De acuerdo con este otro ejemplo de realización no representado, la lengüeta adhesiva 60 se une a la concha del lado de presión 26 del mismo modo que se ha mencionado anteriormente con respecto a la concha del lado de succión 24.

Según el ejemplo de realización representado en la figura 2, entre la lengüeta adhesiva 60 y la concha del lado de presión 26 se encuentra un espacio de unión 62 relleno de adhesivo. Las dos conchas de pala de rotor 24, 26 se unen entre sí aplicando el adhesivo existente en el espacio de unión 62 y activándolo a continuación, por ejemplo, térmicamente.

El bisel 36, 38 que se encuentra en la concha del lado de succión 24 y en la concha del lado de presión 26 permite ventajosamente que un grosor de material o un grosor de pared 44, 46 de la concha de pala de rotor 24, 26 no aumente fundamentalmente en la zona de la cara delantera de perfil 20 como consecuencia de la lengüeta adhesiva 60. Así, la concha de pala de rotor 24, 26 mantiene su elasticidad y flexibilidad también en la zona de la cara delantera de perfil 20 sin que sea preciso tolerar variaciones innecesariamente grandes de la rigidez de la pala de rotor en la zona de la cara delantera de perfil 20. Además es posible activar de forma óptima el adhesivo presente en el espacio de unión 62, de manera que proporcione una unión fiable entre la lengüeta adhesiva 60 y la concha del lado de presión 26.

Las figuras 3 y 4 muestran otras vistas en sección transversal de una pala de rotor 8 según otro ejemplo de realización. Mientras que la figura 3 muestra una sección transversal por zonas próxima a la de la raíz de pala de rotor 16 (compárese figura 1) y aproximadamente a lo largo de la línea de corte III-III, la figura 4 muestra una sección transversal por secciones a través de la pala de rotor 8 en la zona de la punta de pala de rotor 18 que se extiende aproximadamente a lo largo del plano de corte II-II.

Según el ejemplo de realización representado, la concha del lado de presión 26 está dotada de un bisel exterior 38. Sólo se muestra a modo de ejemplo la concha del lado de presión 26 dotada del bisel 38. Según otro ejemplo de realización no representado también es posible dotar a la concha del lado de succión 24 de un bisel correspondiente 38 por medio de una estructura simétrica.

El bisel representado 38 sólo se desarrolla en una zona parcial de la sección transversal de la concha del lado de presión 26. Con otras palabras, el bisel 38 se extiende en la zona del plano de separación T sólo a lo largo de una parte del grosor de pared 46 de la concha del lado de presión 26. Un grosor de pared 44 de la concha del lado de succión 24 se reduce en la misma medida en la que el grosor de pared 46 de la concha del lado de presión 26 retrocede en la zona del bisel 38. Una zona parcial restante de la sección transversal de la concha del lado de presión 26 o un grosor de pared restante 47 se utilizan para realizar capas de fibra continuas 28 que forman una lengüeta adhesiva 60 moldeada en la concha del lado de presión 26. Por lo tanto, hay capas de fibra continuas 28 que sobresalen del bisel 38. Entre la lengüeta adhesiva 60 y la cara interior 50 de la concha del lado de succión 24 se prevé el espacio de unión 62 que se rellena con adhesivo para la unión de las dos conchas de pala de rotor 24, 26.

En la vista en sección transversal representada en la figura 3, el bisel 38 tiene una forma convexa. Esto se consigue mediante el empleo de un molde angular para la adhesión del saliente 64 que está curvado en dirección del espacio interior S. El brazo del molde angular para la adhesión del saliente 64 utilizado para la fabricación del bisel 38 se dobla de manera que su extremo libre, situado en la zona del plano de separación T, se desplace hacia atrás en la dirección del espacio interior S frente a una cara exterior 48, 52 de las conchas de pala de rotor 24, 26. El otro brazo del molde angular para la adhesión del saliente 64 sigue de forma alineada a un molde 66 que se utiliza para la fabricación de la concha del lado de presión 26. Para la fabricación de la concha del lado de presión 26 se introducen en el molde 66 capas de fibra 28, cuya longitud aumenta desde la cara exterior 52 hacia la cara interior 54 respectivamente en dirección del plano de separación T. Con otras palabras, las capas de fibra 28 se escalonan en la zona del bisel 38, de manera que después de la siguiente infusión de resina y del endurecimiento del material de la concha del lado de presión 26 se obtenga un material compuesto de fibra con un bisel 38 cuya forma está determinada por la forma del molde angular para la adhesión del saliente 64.

La figura 4 muestra en otra vista en sección transversal esquemática la concha del lado de succión 24 y la concha del lado de presión 26 en la zona de la cara delantera de perfil 20 en un plano próximo a la punta de pala de rotor 18. El número de capas de fibra 28 utilizadas para la fabricación de las conchas de pala de rotor 24, 26 es más reducido en comparación con una zona próxima a la raíz de pala de rotor 16. Sólo para una mayor claridad, en las figuras 3 y 4, la reducción del número de capas de fibra 28 no se representa en el perímetro, donde realmente tiene lugar.

Al igual que en la zona de la raíz de pala de rotor 16, la concha del lado de succión 24 también se dota, en la zona de la punta de pala de rotor 18, de un bisel cóncavo 38. Como en la zona de la raíz de pala de rotor 16, el molde

angular para la adhesión del saliente 64 utilizado para su fabricación se apoya con un brazo en el molde 66 utilizado para la fabricación de la concha del lado de presión 26. Una distancia X1 respecto al plano de separación T (compárese también la figura 3) es en la zona de la raíz de pala de rotor 16 mayor que una distancia X2 entre una cara inferior del brazo de apoyo del molde angular para la adhesión del saliente 64 y el plano de separación T en la zona de la punta de pala de rotor 18. La distancia X1 es mayor que la distancia X2.

Con otras palabras, un extremo del bisel 38 orientado hacia la cara exterior 52 de la concha del lado de presión 26 en la zona de la punta de pala de rotor 18 (distancia X2) está menos alejado del plano de separación T que un extremo del bisel 38 orientado hacia la cara exterior 52 de la concha del lado de presión 26 (distancia X1) en la zona de la raíz de pala de rotor 16.

La mayor distancia en la zona de la raíz de pala de rotor 16 garantiza que las capas de fibra 28, que se guían más allá del bisel 38 para la configuración de la lengüeta adhesiva 60, se guían con radios de curvatura grandes, es decir, con una curvatura reducida en la zona en cuestión, especialmente en la zona del plano de separación T.

En el ejemplo de realización representado en las figuras 3 y 4, la lengüeta adhesiva 60 se lamina directamente en las capas de fibra 28 de la concha del lado de presión 26. Con otras palabras, la lengüeta adhesiva 60 se fabrica especialmente en un procedimiento de infusión de resina junto con la concha del lado de presión 26.

La figura 5 muestra otro ejemplo de realización que muestra por secciones una pala de rotor 8 en la zona de la cara delantera de perfil 20 y en la zona del plano de separación T. El bisel 38 se encuentra en el exterior de la concha del lado de presión 26 en una zona alargada representada sólo parcialmente y que también debe entenderse como zona final 42. En la zona final 42 se reduce el número de capas de fibra 28 a lo largo del grosor de pared 46 de la concha del lado de presión 26. Con otras palabras, la concha del lado de presión 26 se estrecha en la zona final 42 hasta alcanzar progresivamente el grosor de material deseado en dirección del plano de separación T. En la zona del plano de separación T, las capas de fibra 28 utilizadas para la fabricación de la concha del lado de presión 26 se dobla o doblan para formar una lengüeta adhesiva 60. De este modo se configura un espacio de unión 62 entre una cara interior 50 de la concha del lado de succión 24 y una cara exterior 52 de la concha del lado de presión 26. El espacio de unión 62 se rellena con adhesivo y se endurece para unir las dos conchas de pala de rotor 24, 26. En la figura 5 también se representa otro molde 68 que sirve para la fabricación de la concha del lado de succión 24.

En todos los ejemplos de realización se considera que las medidas correspondientes llevadas a cabo a modo de ejemplo en la concha del lado de presión 26 pueden realizarse del mismo modo en la concha del lado de succión 24 de forma simétrica, por lo que, en tal caso, las medidas descritas en relación con esta concha del lado de succión 24 tendrían que aplicarse a la concha del lado de presión 26.

En un procedimiento para la fabricación de una pala de rotor 8 para un aerogenerador 2, las distintas capas de fibra 28 se insertan en los moldes 66, 68, pudiendo utilizarse un molde angular para la adhesión del saliente 64 para fabricar el bisel 36, 38, siempre que se trate de un bisel exterior 36, 38. Si se desea realizar un bisel interior 36, 38, se utilizan las capas de fibra largas 28 escalonadas de forma correspondiente. Las capas de fibra 28 se unen a continuación en un procedimiento de infusión de resina para la fabricación de un material compuesto de fibra. Especialmente en esta fase de fabricación, la lengüeta adhesiva 60 se une a una de las dos conchas de pala de rotor 24, 26, laminándose ésta sobre o en el material de la correspondiente concha de pala de rotor 24, 26. Acto seguido, las conchas de pala de rotor 24, 26 se unen formando un espacio de unión 62. El espacio de unión 62 se rellena con un adhesivo adecuado para unir las dos conchas de pala de rotor 24, 26 y, a continuación, se activa, por ejemplo, por acción del calor, de manera que las dos conchas de pala de rotor 24, 26 se unan entre sí para la fabricación de una pala de rotor 8.

Todas las características citadas, incluidas las que se deducen de los dibujos, así como también las características individuales reveladas en combinación con otras características, se consideran fundamentales para la invención por sí solas y en combinación. Las formas de realización según la invención se pueden llevar a cabo con las distintas características individuales o con una combinación de varias características. En el marco de la invención, las características identificadas con "especialmente" o "preferiblemente" deben entenderse como características opcionales.

Lista de referencias

2	Aerogenerador
4	Rotor
6	Cubo de rotor
8	Pala de rotor
10	Estructura de soporte
12	Base
14	Suelo

	16	Raíz de pala de rotor
	18	Punta de pala de rotor
	20	Cara delantera de perfil
	22	Canto trasero de perfil
5	24	Concha del lado de succión
	26	Concha del lado de presión
	28	Capas de fibra
	30	Material espumado
	32, 34	Borde delantero
10	36, 38	Bisel
	40, 42	Zona final
	44, 46, 47	Grosor de pared
	48, 52	Cara exterior
	50, 54	Cara interior
15	60	Lengüeta adhesiva
	62	Espacio de unión
	64	Molde angular para la adhesión del saliente
	66	Molde
	68	Otro molde
20	L	Dirección longitudinal
	D	Dirección de giro
	T	Plano de separación
	S	Espacio interior

REIVINDICACIONES

1. Pala de rotor (8) para un aerogenerador (2) que comprende una concha del lado de succión (24) y una concha del lado de presión (26) fabricadas de un material compuesto de fibra, uniéndose entre sí un borde delantero (32) de la concha del lado de succión (24) y un borde delantero (34) de la concha del lado de presión (26) por una cara delantera de perfil (20) de la pala de rotor (8), caracterizada por que el borde delantero (32) de la concha del lado de succión (24) y/o el borde delantero (34) de la concha del lado de presión (26) se dotan, al menos por secciones y especialmente por un lado, de un bisel (36, 38), fabricándose el material compuesto de fibra de cañamazos de fibra superpuestos o de esteras de fibra que, visto en un plano de sección transversal perpendicularmente a una dirección longitudinal (L) de la pala de rotor (8), forman un número de capas de fibra superpuestas (28), reduciéndose en una zona final (40, 42) fijada por el bisel (36, 38), un grosor de pared (44, 46) de la concha del lado de succión (24) y/o de la concha del lado de presión (26) en dirección del borde delantero (32, 34) y disminuyendo un número de capas de fibra superpuestas (28) en esta dirección.
2. Pala de rotor (8) según la reivindicación 1, caracterizada por que la concha del lado de succión (24) y/o la concha del lado de presión (26) presentan un bisel interior (36, 38).
3. Pala de rotor (8) según la reivindicación 2, caracterizada por que el bisel (36, 38) se extiende por un grosor de pared completo (44, 46) de la concha del lado de succión (24) y/o de la concha del lado de presión (26) desde una cara exterior (48, 52) hasta una cara interior (50, 54) de la concha del lado de succión (24) y/o de la concha del lado de presión (26).
4. Pala de rotor (8) según la reivindicación 2 ó 3, caracterizada por que hay una lengüeta adhesiva (60) que en la zona del bisel (36, 38) se une a una cara interior (50) de la concha del lado de succión (24) o a una cara interior (54) de la concha del lado de presión (26).
5. Pala de rotor (8) según la reivindicación 4, caracterizada por que la concha del lado de succión (24) y la concha del lado de presión (26) se dotan de un bisel (36, 38), uniéndose la lengüeta adhesiva (60) a la concha del lado de succión (24) o a la concha del lado de presión (26) mediante la aplicación de un procedimiento de infusión de resina y quedando disponible entre el bisel (36, 38) de la otra concha de pala de rotor (24, 26) y la lengüeta adhesiva (60), un espacio de unión (62) especialmente relleno de un adhesivo.
6. Pala de rotor (8) según la reivindicación 1, caracterizada por que la concha del lado de succión (24) y/o la concha del lado de presión (26) presentan un bisel exterior (36, 38), desarrollándose el bisel (36, 38), visto en un plano de sección transversal perpendicularmente a una dirección longitudinal (L) de la pala de rotor (8), sólo en una zona parcial de la sección transversal de la concha de pala de rotor (24, 26).
7. Pala de rotor (8) según la reivindicación 6, caracterizada por que en otra zona parcial restante de la sección transversal de la concha de pala de rotor (24, 26), en la que no hay ningún bisel (36, 38), están disponibles capas de fibra continuas (28) que sobresalen del bisel (36, 38) y que forman una lengüeta adhesiva (60).
8. Pala de rotor (8) según la reivindicación 7, caracterizada por que el bisel (38), visto en un plano de sección transversal perpendicularmente a una dirección longitudinal (L) de la pala de rotor (8), tiene una forma convexa.
9. Procedimiento para la fabricación de una pala de rotor (8) para un aerogenerador (2), comprendiendo la pala de rotor (8) una concha del lado de succión (24) y una concha del lado de presión (26) fabricadas de un material compuesto de fibra, uniéndose entre sí un borde delantero (32) de la concha del lado de succión (24) y un borde delantero (34) de la concha del lado de presión (26) por una cara delantera de perfil (20) de la pala de rotor (8), caracterizado por que en el procedimiento el borde delantero (32) de la concha del lado de succión (24) y/o el borde delantero (34) de la concha del lado de presión (26) se dotan, al menos por secciones y especialmente por un lado, de un bisel (36, 38), fabricándose el material compuesto de fibra de cañamazos de fibra superpuestos o de esteras de fibra que, visto en un plano de sección transversal perpendicularmente a una dirección longitudinal (L) de la pala de rotor (8), forman un número de capas de fibra superpuestas (28), introduciéndose las capas de fibra (28), durante la fabricación de la concha del lado de succión (24) y/o de la concha del lado de presión (26), en un molde (66, 68) de manera que se reduzca un número de capas de fibra superpuestas (28) en dirección del borde delantero (32, 34) de la concha del lado de succión (24) y/o de la concha del lado de presión (26), de modo que disminuya un grosor de pared (44, 46) de la concha del lado de succión (24) y/o de la concha del lado de presión (26) en dirección del borde delantero (32, 34).
10. Procedimiento según la reivindicación 9, caracterizado por que las capas de fibra (28) se introducen en un molde (66, 68) de manera que la concha del lado de succión (24) y/o la concha del lado de presión (26) presenten un bisel interior (36, 38).
11. Procedimiento según la reivindicación 10, caracterizado por que una lengüeta adhesiva (60) en la zona del bisel (36, 38) se une a una cara interior (50) de la concha del lado de succión (24) o a una cara interior (54) de la concha del lado de presión (26), dotándose especialmente la concha del lado de succión (24) y la concha del lado de

presión (26) de un bisel (36, 38) y uniéndose la lengüeta adhesiva (60) a la concha del lado de succión (24) o a la concha del lado de presión (26) mediante la aplicación de un procedimiento de infusión de resina, y quedando además especialmente entre el bisel (36, 38) de la otra concha de pala de rotor (24, 26) y la lengüeta adhesiva (60) un espacio de unión (62) que se rellena de un adhesivo.

- 5
12. Procedimiento según la reivindicación 9, caracterizado por que el material compuesto de fibra se fabrica de cañamazos de fibra superpuestos o de esteras de fibra que, visto en un plano de sección transversal perpendicularmente a una dirección longitudinal (L) de la pala de rotor (8), forman un número de capas de fibra superpuestas (28), introduciéndose las capas de fibra (28), durante la fabricación de la concha del lado de succión (24) y/o de la concha del lado de presión (26), en un molde (66) de manera que la concha del lado de succión (24) y/o la concha del lado de presión (26) presenten un bisel exterior (36, 38), desarrollándose el bisel (36, 38), visto en el plano de sección transversal, sólo en una zona parcial de la sección transversal de la concha de pala de rotor (24, 26).
- 10
13. Procedimiento según la reivindicación 12, caracterizado por que en el molde (66, 68) para la fabricación de la concha del lado de succión (24) y/o de la concha del lado de presión (26) se prevé un molde angular curvado para la adhesión del saliente (64), ajustándose las capas de fibra (28) en el molde (66, 68) y al molde angular para la adhesión del saliente (64), de manera que se forme el bisel exterior (36, 38) y quedando en otra zona parcial restante de la sección transversal de la concha de pala de rotor (24, 26), en la que no hay ningún bisel (36, 38), unas
- 15
- 20 capas de fibra continuas (28) que sobresalen del bisel (36, 38) y que forman una lengüeta adhesiva (60) y presentando el bisel (36, 38), visto en el plano de sección transversal, una forma convexa.

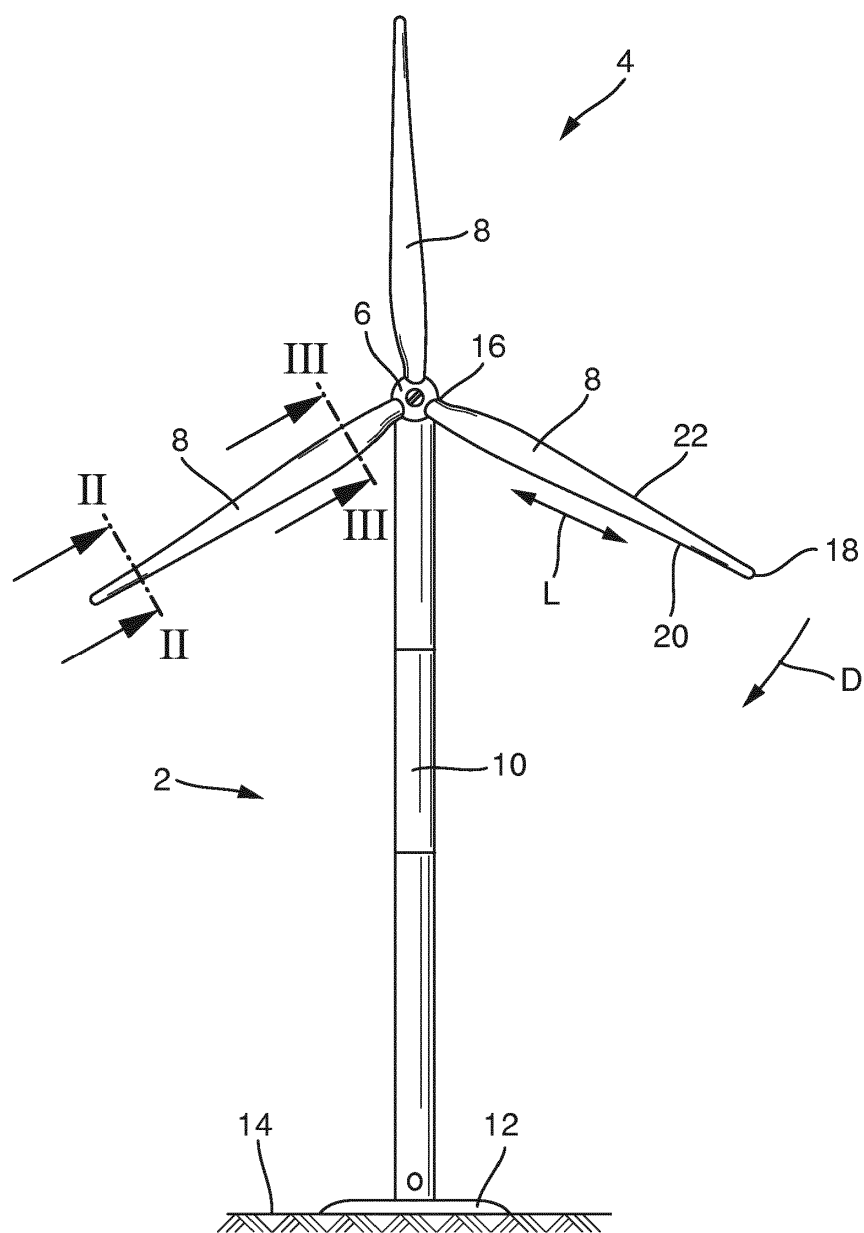


Fig. 1

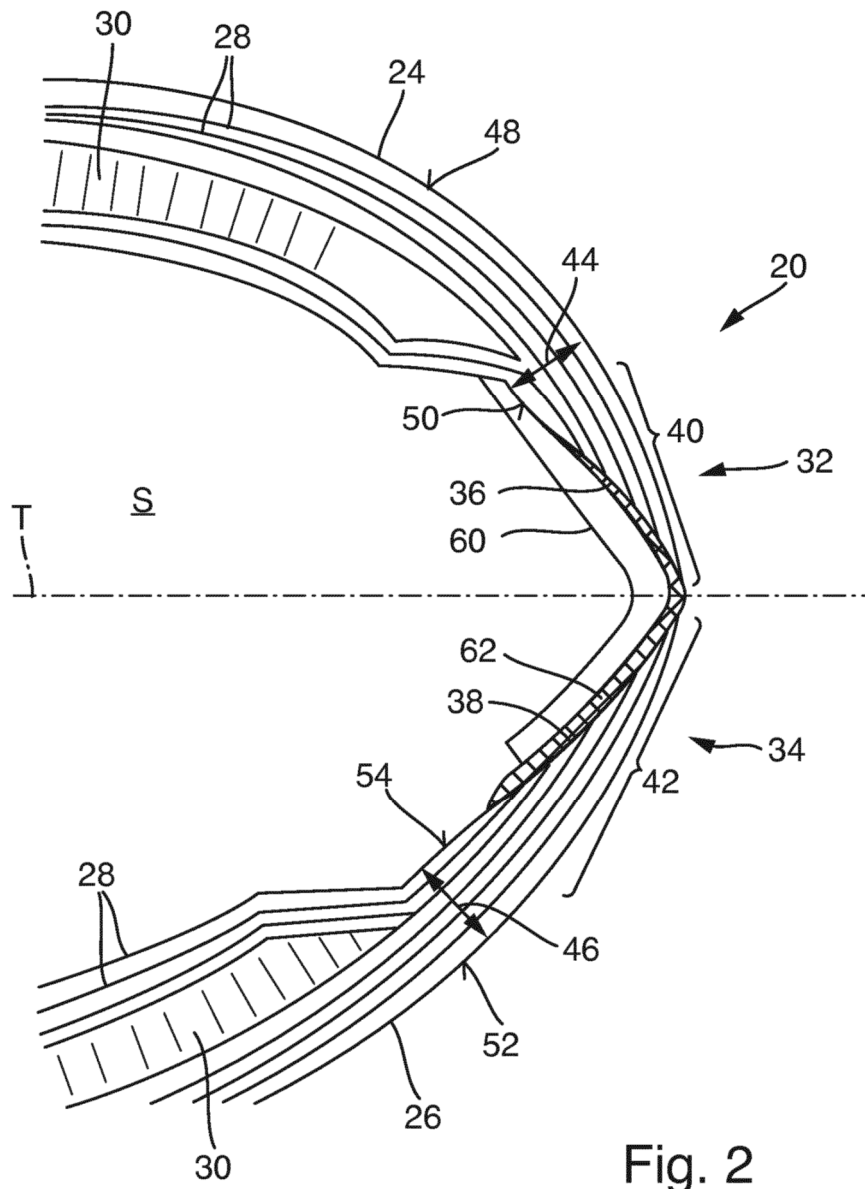


Fig. 2

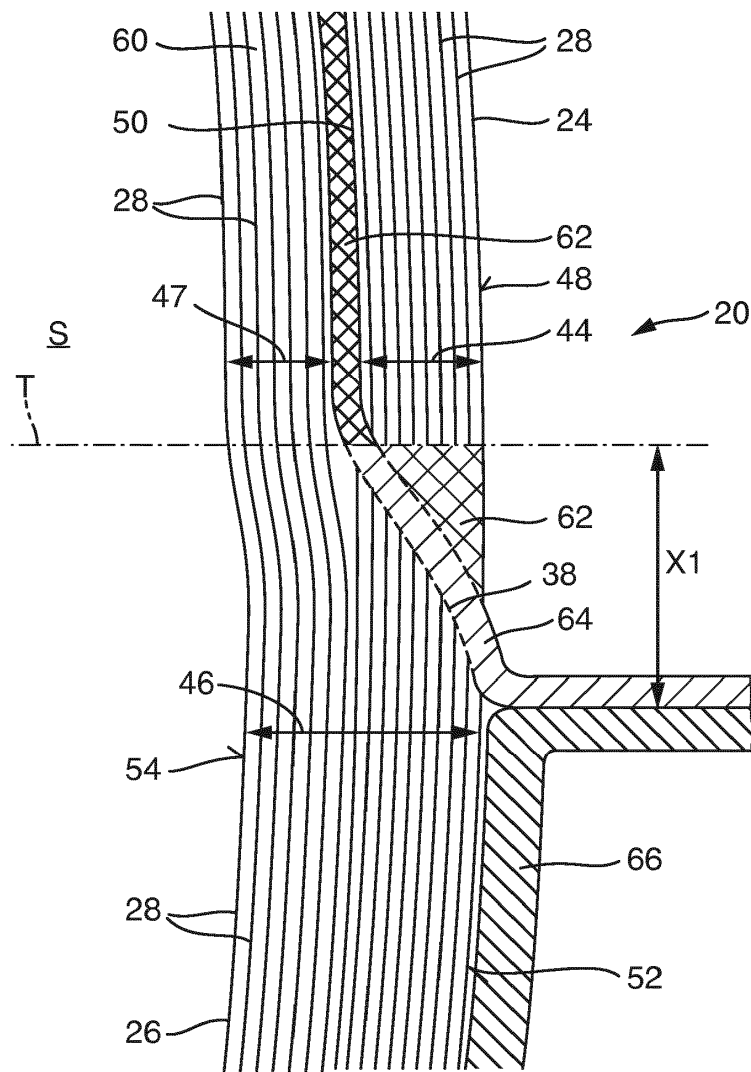


Fig. 3

