

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 937 404**

51 Int. Cl.:

F03D 1/06 (2006.01)

F03D 80/50 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.08.2018 PCT/DK2018/050210**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.03.2019 WO19048014**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.08.2018 E 18785823 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.11.2022 EP 3679245**

54 Título: **Un método para el refuerzo de una pala de turbina eólica**

30 Prioridad:

06.09.2017 DK PA201700486

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

28.03.2023

73 Titular/es:

BLADE REPAIR SOLUTIONS IVS (100.0%)

Hedevej 25

9560 Hadsund, DK

72 Inventor/es:

TANGAGER, KIM

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 937 404 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Un método para el refuerzo de una pala de turbina eólica

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere en general al campo de las turbinas eólicas. Más específicamente, la presente invención en un primer aspecto se refiere a un método para reforzar una parte de la superficie exterior de una pala de turbina eólica.

En un segundo aspecto, la presente invención se refiere a un método para reducir la frecuencia y/o la duración del tiempo no operativo de una turbina eólica.

10 En un tercer aspecto de la presente invención, la presente invención se refiere a un kit de partes que comprende una cubierta protectora y una cubierta de montaje para usar en un método para reforzar una pala de turbina eólica.

En un cuarto aspecto, la presente invención se refiere a una cubierta protectora per se, tal como se define con respecto al tercer aspecto.

En un quinto aspecto, la presente invención se refiere a una cubierta de montaje como se define con respecto al tercer aspecto.

15 Antecedentes de la invención

En las últimas décadas, la energía eólica se ha utilizado cada vez más como fuente de energía renovable y se han fabricado y construido una gran cantidad de turbinas eólicas tanto en tierra como en alta mar.

20 Una turbina eólica en su forma más predominante la cual es del tipo de rotor horizontal comprende una torre de turbina eólica anclada en el suelo o en el lecho marino en una cimentación. Una góndola está dispuesta de forma pivotante en el extremo superior opuesto de la torre. La propia góndola lleva el rotor que comprende típicamente tres palas de rotor dispuestas en un repartidor sobre un eje de rotor. La góndola también comprende un generador eléctrico para convertir el par de torsión del eje del rotor, recogido por las palas del viento y transformado en rotación, en energía eléctrica.

25 El desarrollo dentro del campo de la tecnología de turbinas eólicas ha tendido durante diversos años a moverse en la dirección de diseñar turbinas eólicas con tamaños cada vez mayores, que incluye el tamaño de las palas de turbina eólica. Por el momento, las palas de turbinas eólicas que tienen una longitud superior a 80 m no son raras.

En dichas turbinas eólicas, no es raro que las puntas de las palas de turbina eólica encuentren velocidades tan altas como alrededor de 100 m/s.

30 Como el aire que sopla a través del plano del rotor de un rotor de turbina eólica puede contener diversos tipos de desechos sólidos y líquidos, tales como arena, polvo, insectos, granizo, hielo, agua y nieve, el impacto de dichos desechos con la pala de turbina eólica tener un efecto perjudicial en la integridad estructural de la pala, al menos en la parte de la punta de la pala la cual encuentra la velocidad angular más alta, lo que conduce a la destrucción y eliminación de la capa o capas de revestimiento exterior e incluso a la delaminación del material compuesto del cual se fabrica la pala de turbina eólica. Dichos efectos inicialmente tendrán un efecto perjudicial sobre las propiedades aerodinámicas de la pala de turbina eólica, reduciendo así la potencia de la turbina eólica y eventualmente también tendrán como consecuencia que la integridad estructural de la pala de turbina eólica se verá reducida en la medida en que no existe el riesgo de que la pala de turbina eólica se desintegre y se desprenda.

35 Con el fin de aliviar los efectos perjudiciales del impacto con los desechos encontrados por una pala de turbina eólica, ha sido costumbre desmontar las palas de turbina eólica y, trabajando en el suelo, reconstruir las palas aplicando material compuesto nuevo, si es necesario, y para aplicar nuevos revestimientos exteriores que cubren el material laminado de la pala.

40 Se ha puesto una solución alternativa en el mercado por 3M® comercializa una cinta protectora de poliuretano la cual se puede aplicar sobre la superficie de una pala de turbina eólica. La cinta se suministra en carretes y simplemente se adhiere al borde de ataque y las áreas inmediatas detrás del borde de ataque en el lado de baja presión y el lado de alta presión de la pala.

45 Sin embargo, esta solución requiere que la superficie de la pala de turbina eólica, en el área de aplicación, esté libre de defectos superficiales. Por lo tanto, esta solución sólo es aplicable a palas de turbina eólica nuevas las cuales no hayan estado en funcionamiento o palas de turbina eólica usadas cuya superficie exterior se haya regenerado.

50 Aunque esta solución proporcionará una protección mejorada durante algún tiempo, esta solución proporcionada por 3M® sufre el problema de que con el tiempo la cinta protectora pierde adherencia y se empieza a despegar de la pala.

Otro método el cual implica el montaje de una cubierta frontal en una porción delantera de una pala de turbina eólica se divulga en el documento WO 2004/076852 A2. Este documento divulga un método para la fabricación de una pala de turbina eólica. El método implica la formación de dos partes de cubierta a partir de las cuales se forma posteriormente la turbina eólica mediante el montaje de las mismas. Posteriormente, y para impedir laboriosas operaciones de lijado, se pega una cubierta frontal sobre la porción delantera de las partes ensambladas en la línea de unión de las dos partes de la cubierta. La cubierta frontal de este documento tiene como objetivo hacer más eficiente la producción de una nueva pala de turbina eólica impidiendo el lijado de la zona de unión de las dos partes de la cubierta.

El documento WO 2004/076852 A2 no divulga que la cubierta frontal se fabrique de forma que represente una copia de la geometría exterior de la pala. En cambio, en el método del documento WO 2004/076852 A2 se considera ventajoso que la cubierta frontal no encaje con la superficie de la pala, ya que se prefiere que al fijar la cubierta frontal a la superficie de la pala, se establezca que quede un vacío entre la cubierta frontal y la superficie frontal de la pala de turbina el cual se rellenará con masilla y cola. La cubierta frontal divulgada en el documento WO 2004/076852 A2 no está diseñada para usarse como una cubierta protectora para proteger contra la erosión de la superficie de la pala de turbina eólica y la cubierta frontal divulgada en el presente documento no está diseñada para reparar una pala de turbina eólica la cual haya encontrado defectos superficiales durante su funcionamiento.

El presente inventor tiene en su anterior solicitud de patente DK 2015 70881 A1 una propuesta a una solución aún alternativa con el problema de los defectos de la punta de la pala causados por los desechos. Esta solución se refiere a la preparación de un molde que tiene una topografía de la superficie exterior la cual corresponde a la topografía de la superficie de la pala real la cual se va a proteger. A partir de ese molde se funde de un material compuesto una cubierta compuesta la cual debido al modo de fabricación tendrá una topografía superficial interior la cual corresponde a la topografía superficial exterior del área de la pala de turbina eólica que se va a proteger.

Una vez fabricada a partir del molde, la cubierta compuesta se pega a la superficie exterior en una porción delantera de la pala.

Aunque se ha demostrado que esta solución proporciona una resistencia superficial muy mejorada en una porción delantera de una pala de turbina eólica, la cubierta compuesta adolece de ciertas desventajas.

Estas desventajas se relacionan con el hecho de que al pegar la cubierta compuesta sobre la porción delantera de la pala de turbina eólica no se puede asegurar completamente que no habrá bolsas de aire entre la superficie exterior de la pala y la cubierta compuesta.

En caso de presencia de dichas bolsas de aire, la pala de turbina eólica resultante será propensa a una desintegración explosiva en una situación en donde un rayo caiga sobre la pala debido al rápido aumento resultante de la temperatura de dicho aire.

Además, el método divulgado en DK 2015 70881 A1 requiere que cualquier defecto superficial en el área de posicionamiento de la cubierta compuesta deberá repararse antes del montaje de la misma. Dichas reparaciones agregan mano de obra y coste al proceso. Otro ejemplo de la técnica anterior se divulga en WO2016/189278A1.

En consecuencia, persisten los problemas en relación con impedir defectos superficiales de una porción delantera de una pala de turbina eólica, provocados por los desechos que impactan presentes en el aire.

Es un objetivo de la presente invención aliviar o incluso eliminar dichos problemas.

Breve descripción de la invención

Este objetivo se logra mediante la presente invención en su primer, segundo, tercer, cuarto y quinto aspecto, respectivamente.

En consecuencia, la presente invención se refiere en un primer aspecto a un método para reforzar una parte de la superficie exterior de una pala de turbina eólica, dicho método comprende las etapas:

i) proporcionar un tapón de pala que tiene una superficie exterior que se asemeja a la topografía de la superficie exterior de al menos una porción delantera de al menos parte de la longitud de una pala de turbina eólica;

ii) moldear un molde de parte del tapón obtenido en la etapa i) de tal manera que la topografía de una superficie interior de dicho molde corresponda a la topografía de parte de una superficie exterior de dicho tapón proporcionado en la etapa i);

iii) a partir del molde obtenido en la etapa ii), preparar una cubierta protectora realizando un moldeado de la superficie interior de dicho molde; dicha cubierta protectora comprende una superficie interior y una superficie exterior, dicha cubierta protectora está hecha de uno o más materiales predeterminados;

iv) partiendo de la topografía de la superficie de la pala de turbina eólica; o partiendo de un tapón de pala como el obtenido en la etapa i) preparar un tapón agrandado; comprendiendo dicho tapón agrandado una superficie exterior

que se asemeja a la topografía de la superficie exterior de al menos una parte delantera de dicha pala de turbina eólica; dicha superficie exterior de dicho tapón agrandado tiene dimensiones mayores que dicha superficie exterior de dicho tapón de pala;

5 v) partiendo del tapón agrandado obtenido en la etapa iv), moldear una cubierta de montaje que tenga una superficie interior y una superficie exterior, de tal forma que la topografía de al menos parte de una superficie interior de dicha cubierta de montaje corresponda a la topografía de parte de una superficie exterior de dicho tapón agrandado;

vi) aplicar un adhesivo a al menos parte de la superficie interior de dicha cubierta protectora y/o a al menos parte de la superficie exterior de al menos una porción delantera de dicha superficie exterior de dicha pala de turbina eólica;

10 vii) encajar la superficie interior de dicha cubierta protectora sobre al menos una porción delantera de la superficie exterior de dicha pala de turbina eólica;

viii) encajar la superficie interior de dicha cubierta de montaje sobre dicha superficie exterior de dicha cubierta protectora;

15 ix) aplicar una fuerza a dicha cubierta de montaje y, por lo tanto, también a dicha superficie exterior de dicha cubierta protectora; en donde dicha fuerza comprende un componente de fuerza en la dirección de una cuerda a partir de la superficie delantera hasta la superficie posterior de dicha pala de turbina eólica; en donde dicha fuerza comprende además un componente de fuerza en una dirección perpendicular a la dirección de la cuerda y perpendicular a la dirección longitudinal de dicha pala de turbina eólica; presionando de este modo dicha cubierta de montaje y dicha cubierta protectora contra la superficie exterior de la pala de turbina eólica;

20 x) dejar curar dicho adhesivo aplicado en la etapa vi), y posteriormente retirar dicha cubierta de montaje de dicha pala de turbina eólica y de dicha cubierta protectora.

En un segundo aspecto, la presente invención se refiere a un método para reducir la frecuencia y/o la duración del tiempo no operativo de una turbina eólica, en donde dicho método implica dotar a dicha turbina eólica de palas de turbina eólica las cuales han sido reforzadas de acuerdo con el método del primer aspecto de la presente invención.

25 En un tercer aspecto, la presente invención se refiere a un kit de partes que comprende una cubierta protectora y una cubierta de montaje; en donde dicha cubierta protectora se prepara de acuerdo con la etapa i), ii) y iii) como se establece en el primer aspecto de la presente invención; y en donde dicha cubierta de montaje se prepara de acuerdo con la etapa i), iv) y v) como se establece en el primer aspecto de la presente invención.

En un cuarto aspecto, la presente invención se refiere a una cubierta protectora per se, como se define con respecto al tercer aspecto de la presente invención.

30 En un quinto aspecto, la presente invención se refiere a una cubierta de montaje per se, como se define con respecto al tercer aspecto de la presente invención.

35 La presente invención, en sus diversos aspectos, proporciona la mejora de la integridad estructural de una pala de turbina eólica ordinaria mediante la aplicación de una cubierta protectora de acuerdo con la invención. La cubierta protectora se puede aplicar a palas nuevas, sin usar y las cuales nunca se han puesto en funcionamiento, o se puede aplicar a palas usadas las cuales ya se han puesto en funcionamiento.

El método de la invención incluso permite aplicar una cubierta protectora en palas de turbinas eólicas las cuales sufren defectos superficiales en una porción delantera debido a la erosión del material compuesto el cual a su vez ha sido causada por el impacto de la pala con diversos tipos de desechos en el aire, incluso sin regenerar la superficie de la pala de turbina eólica en los lugares de dichos defectos.

40 La presente invención también hace posible que un fabricante de palas de turbinas eólicas o un taller de reparación proporcionen a los operadores de turbinas eólicas un juego de partes que comprende una cubierta protectora y una cubierta de montaje correspondiente con el fin de reforzar las palas de turbinas eólicas que ya están en funcionamiento, haciéndolas así posible para los operadores de turbinas eólicas obtener una frecuencia y/o duración reducida del tiempo no operativo de una turbina eólica.

45 Utilizando la presente invención en sus diversos aspectos, es posible, de una forma muy sencilla, fijar de forma segura una cubierta protectora a una parte delantera de una pala de turbina eólica.

Además, el uso de una cubierta de montaje y la aplicación de fuerza en la etapa de curado del adhesivo aplicado entre la cubierta protectora y la superficie exterior de la pala de turbina eólica garantiza que la cubierta protectora se colocará de una manera mejorada proporcionando mejores propiedades aerodinámicas de la pala de turbina eólica resultante.

50 Además, se puede asegurar que no quedan bolsas de aire entre la cubierta protectora añadida y la superficie exterior de la pala de turbina eólica, impidiendo así el riesgo de desintegración explosiva de la pala en caso de que la caiga un rayo sobre la pala.

Finalmente, cualquier defecto superficial en la pala de turbina eólica en el área de montaje de la cubierta protectora puede ser cubierto simplemente por la propia cubierta protectora sin la necesidad de una reparación previa de dichos defectos.

- 5 Estas ventajas se consiguen simplemente añadiendo una cantidad suficiente de adhesivo entre la cubierta protectora y la superficie exterior de la pala de turbina eólica, y proporcionando una fuerza adecuada a la cubierta de montaje y, por lo tanto, también a la cubierta protectora en la etapa de curado del adhesivo. Cualquier exceso de adhesivo simplemente rellenará cualquier defecto superficial de la superficie exterior de la pala.

Breve descripción de las figuras.

La Figura 1 es una vista en sección transversal de una pala de turbina eólica.

- 10 La Figura 2 es una vista en perspectiva de una pala de turbina eólica.

La Figura 3 es un diagrama que ilustra esquemáticamente el método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención.

La Figura 4 es una vista en perspectiva de una pala de turbina eólica que en su porción delantera ha sido provista con una cubierta protectora de refuerzo de acuerdo con el método de la presente invención.

- 15 La Figura 5 es una vista en sección transversal que ilustra una realización de la etapa de sujetar o fijar una cubierta protectora a la porción delantera de una pala de turbina eólica.

La Figura 6 es una vista en despiece, parcialmente en sección transversal, de la etapa de sujetar o fijar una cubierta protectora a la porción delantera de una pala de turbina eólica.

Descripción detallada de la invención

- 20 En un primer aspecto la presente invención se refiere a un método para reforzar una parte de la superficie exterior de una pala de turbina eólica, dicho método comprende las etapas:

i) proporcionar un tapón de pala que tiene una superficie exterior que se asemeja a la topografía de la superficie exterior de al menos una porción delantera de al menos parte de la longitud de una pala de turbina eólica;

- 25 ii) moldear un molde de parte del tapón obtenido en la etapa i) de tal manera que la topografía de una superficie interior de dicho molde corresponda a la topografía de parte de una superficie exterior de dicho tapón proporcionado en la etapa i);

iii) a partir del molde obtenido en la etapa ii), preparar una cubierta protectora realizando un moldeado de la superficie interior de dicho molde; dicha cubierta protectora comprende una superficie interior y una superficie exterior, dicha cubierta protectora está hecha de uno o más materiales predeterminados;

- 30 iv) partiendo de la topografía de la superficie de la pala de turbina eólica; o partiendo de un tapón de pala como el obtenido en la etapa i) preparar un tapón agrandado; comprendiendo dicho tapón agrandado una superficie exterior que se asemeja a la topografía de la superficie exterior de al menos una parte delantera de dicha pala de turbina eólica; dicha superficie exterior de dicho tapón agrandado tiene dimensiones mayores que dicha superficie exterior de dicho tapón de pala;

- 35 v) a partir del tapón agrandado obtenido en la etapa iv), moldear una cubierta de montaje que tenga una superficie interior y una superficie exterior, de tal forma que la topografía de al menos parte de una superficie interior de dicha cubierta de montaje corresponda a la topografía de parte de una superficie exterior de dicho tapón agrandado;

vi) aplicar un adhesivo a al menos parte de la superficie interior de dicha cubierta protectora y/o a al menos parte de la superficie exterior de al menos una porción delantera de dicha superficie exterior de dicha pala de turbina eólica;

- 40 vii) encajar la superficie interior de dicha cubierta protectora sobre al menos una porción delantera de la superficie exterior de dicha pala de turbina eólica;

viii) encajar la superficie interior de dicha cubierta de montaje sobre dicha superficie exterior de dicha cubierta protectora;

- 45 ix) aplicar una fuerza a dicha cubierta de montaje y, por lo tanto, también a dicha superficie exterior de dicha cubierta protectora; en donde dicha fuerza comprende un componente de fuerza en la dirección de una cuerda a partir de la superficie delantera hasta la superficie posterior de dicha pala de turbina eólica; en donde dicha fuerza comprende además un componente de fuerza en una dirección perpendicular a la dirección de la cuerda y perpendicular a la dirección longitudinal de dicha pala de turbina eólica; presionando de este modo dicha cubierta de montaje y dicha cubierta protectora contra la superficie exterior de la pala de turbina eólica;

x) dejar curar dicho adhesivo aplicado en la etapa vi), y posteriormente retirar dicha cubierta de montaje de dicha pala de turbina eólica y de dicha cubierta protectora.

5 Al proporcionar una cubierta protectora de acuerdo con el método del primer aspecto de la presente invención, se asegura que la topografía de la superficie interior de la cubierta protectora se ajuste a la superficie exterior en una parte delantera de la turbina eólica sobre la cual se montará la cubierta protectora. Al proporcionar una cubierta de montaje de acuerdo con el método del primer aspecto de la presente invención, se asegura que la superficie interior de dicha cubierta de montaje se ajuste a la superficie exterior de dicha cubierta protectora. Por la presente se asegura que la cubierta protectora se puede colocar sobre la superficie exterior en una parte delantera de la turbina eólica de una manera mejorada en donde la cubierta de montaje permite aplicar presión a toda la superficie interior de la cubierta protectora al permitir que se cure el adhesivo aplicado, por ejemplo, uniendo con correas la pala de turbina eólica, la cubierta protectora y la cubierta de montaje.

En una realización del método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, dicha pala de turbina eólica es una pala de turbina eólica nueva y sin usar; o dicha pala de turbina eólica es una pala de turbina eólica usada, cuya superficie ha sido reacondicionada o cuya superficie no ha sido reacondicionada.

15 El método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención es ventajoso porque permite reforzar una pala de turbina eólica independientemente de si esa turbina eólica es nueva o usada e independientemente de si una pala de turbina eólica usada ha sido reacondicionada, tal como por ejemplo reparando los defectos de la superficie antes de aplicar la cubierta protectora, o no.

20 En una realización del método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, dicha superficie exterior de dicho tapón de pala representa una superficie ampliada de la superficie exterior de dicha pala de turbina eólica.

25 En una realización del método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, se aumenta la escala de dicho tapón de pala en el sentido de que, con respecto a una porción de la superficie exterior de dicha pala de turbina eólica, se eleva cada punto de dicha superficie exterior una cierta distancia en una dirección perpendicular a un plano tangencial de dicho punto, siendo dicha distancia opcionalmente 0.5-5 mm, tal como 1.0 – 4.5 mm, tal como 1.5 – 4.0 mm, por ejemplo 2.0 – 3.5 mm, tal como 2.5 – 3.0 mm.

Al proporcionar el tapón de pala con una superficie exterior la cual representa una superficie ampliada de la superficie exterior de dicha pala de turbina eólica sobre la cual se va a montar la cubierta protectora, se puede asegurar que la superficie interior de dicha cubierta protectora se ajuste a la topografía de una porción delantera de una superficie exterior de dicha pala de turbina eólica.

30 En una realización del método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, dicho tapón de pala provisto en la etapa i) es una copia de al menos parte de la pala de turbina eólica con respecto a la cual se va a realizar el refuerzo, y en donde dicha copia comprende un material espumado, tal como poliestireno espumado o poliuretano espumado; provisto opcionalmente de una serie de nervaduras rígidas dispuestas esencialmente paralelas entre sí a lo largo de la dirección longitudinal de dicho tapón de pala, en donde dicho tapón de pala opcionalmente está provisto de una capa exterior de poliéster reforzado con fibra de vidrio y opcionalmente cubierto por una o más capas de laca.

35 En una realización del método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, dicho tapón de pala proporcionado en la etapa i) se ha realizado a partir de mediciones realizadas en dicha pala de turbina eólica o en donde dicho tapón de pala se ha fabricado a partir de datos de especificación de dicha pala de turbina eólica, en donde dicho tapón de pala opcionalmente se está preparando mediante un proceso que implica fresado CNC.

40 Estas formas de fabricar el tapón de pala son fáciles, rápidas y rentables.

En una realización del método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, dicho molde preparado en la etapa ii) está hecho de un material compuesto, tal como una combinación de un material fibroso y una resina endurecida.

45 En una realización del método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, dicho material fibroso se selecciona independientemente del grupo que comprende: fibras de vidrio, fibras de aramida, fibras de carbono; y/o en donde dicha resina se selecciona independientemente del grupo que comprende poliéster, epoxi, polivinil éster.

Estos materiales han demostrado ser excelentes para el propósito previsto.

50 En una realización del método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, dicha cubierta protectora preparada en la etapa iii) está hecha de un material compuesto, tal como una combinación de un material fibroso y una resina endurecida.

En una realización del método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, dicho material fibroso se selecciona independientemente del grupo que comprende: fibras de vidrio, fibras de aramida, fibras de carbono; y/o en donde dicha resina se selecciona independientemente del grupo que comprende poliéster, epoxi, polivinil éster.

Estos materiales han demostrado ser excelentes para el propósito previsto.

En una realización del método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, dicha superficie exterior de dicha cubierta protectora colocada en la etapa vii) comprende una resina endurecida libre de cualquier material fibroso.

Por la presente se aseguran excelentes propiedades aerodinámicas de la pala de turbina eólica resultante.

5 En una realización del método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, dicha cubierta protectora preparada en la etapa iii) tiene una extensión en una dirección longitudinal correspondiente a la extensión, en una dirección longitudinal, de la pala de turbina eólica de la cual está preparado el tapón de pala; o en donde dicha cubierta protectora preparada en la etapa iii) tiene una extensión en una dirección longitudinal correspondiente al 10% o más, tal como el 20% o más, por ejemplo el 40% o más, tal como el 50% o más de la extensión, en una dirección longitudinal, de la pala de turbina eólica a partir de la cual se prepara el tapón de pala, medida a partir del extremo de la punta de
10 dicha pala de turbina eólica.

Dado que las velocidades angulares más altas de una pala de turbina eólica se encuentran en el extremo de la punta, estas dimensiones longitudinales de la cubierta protectora, cuando se montan cerca del extremo de la punta, garantizan una protección adecuada contra el impacto de los desechos, la lluvia o el granizo que encuentra una pala de turbina eólica durante la operación.

15 En una realización del método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, dicha cubierta protectora preparada en la etapa iii) se está preparando con un tamaño mayor que el tamaño final deseado, y en donde el material excesivo de dicha cubierta (8) protectora, que se extiende en una dirección de cuerda, posteriormente se va recortando para retirar dicho exceso de material.

20 De este modo se puede asegurar una transición suave entre la cubierta protectora y la superficie de la pala de turbina eólica sobre la cual se está montando.

En una realización del método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, dicha cubierta protectora tiene una extensión en su dirección longitudinal de 1 - 100 m, tal como 2 - 95 m, por ejemplo 5 - 90 m, tal como 10 - 85 m, por ejemplo, 15 - 80 m, tal como 20 - 75 m, por ejemplo, 25 - 70 m, tal como 30 - 65 m, por ejemplo, 35 - 60 m, tal como 40 - 55 m o 45 - 50 m.

25 Estas longitudes de la cubierta protectora aseguran una protección adecuada y suficiente contra el impacto de desechos o lluvia o granizo o nieve que encuentra una pala de turbina eólica durante el funcionamiento.

30 En una realización del método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, dicha cubierta protectora tiene un grosor, medido en una dirección perpendicular a su superficie interna o externa, en el rango de 350 μm o más, tal como 400 μm o más, por ejemplo, 450 μm o más, tal como 500 μm o más, por ejemplo, 550 μm o más, tal como 600 μm o más o 650 μm o más.

En una realización del método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, dicho tapón agrandado preparado en la etapa iv) se prepara añadiendo un material exterior a al menos parte de la superficie exterior de dicho tapón de pala.

35 En una realización del método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, dicho tapón agrandado preparado en la etapa iv) se prepara aplicando un material exterior en forma de lámina a al menos parte de la superficie exterior de dicho tapón de pala; o aplicando un relleno y cubriendo opcionalmente con un revestimiento, tal como un revestimiento de teflón.

En una realización de esta realización, dicho material exterior de tipo pala se aplica a una superficie exterior de dicho tapón de pala mediante encolado.

40 En una realización de esta realización, dicho material exterior tiene un grosor correspondiente al grosor de dicha cubierta protectora.

En una realización del método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, dicho tapón de pala provisto en la etapa i) y la etapa iv) es el mismo tapón de pala o son tapones de pala diferentes.

45 El tapón de pala usado para preparar la cubierta protectora puede ser el mismo tapón de pala que se usó para preparar la cubierta protectora, o puede ser un tapón de pala diferente, dependiendo del modo de preparación deseado.

En una realización del método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, dicha cubierta de montaje preparada en la etapa v) está hecha de un material compuesto, tal como una combinación de un material fibroso y una resina endurecida.

50 En una realización del método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, dicho material fibroso se selecciona independientemente del grupo que comprende: fibras de vidrio, fibras de aramida, fibras de carbono; y/o en donde dicha resina se selecciona independientemente del grupo que comprende poliéster, epoxi, polivinil éster.

Estos materiales han demostrado ser excelentes para el propósito previsto.

En una realización del método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, dicha cubierta de montaje preparada en la etapa v) tiene una extensión en la dirección longitudinal correspondiente a la extensión en la dirección longitudinal de la cubierta protectora preparada en la etapa iii).

- 5 En una realización del método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, dicha cubierta de montaje preparada en la etapa v), en una superficie exterior de la misma, está provista de una o más estructuras de refuerzo para mejorar la rigidez y la integridad estructural de dicha cubierta de montaje; y/o para controlar las magnitudes de las fuerzas en diversas áreas, aplicadas a la cubierta protectora subyacente en la etapa ix).

La presencia de dichas estructuras de refuerzo proporciona un control mejorado al aplicar presión en la etapa de curado del método y también proporciona una rigidez adecuada de la cubierta de montaje.

- 10 En una realización del método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, dicha cubierta de montaje tiene una extensión en su dirección longitudinal de 1 - 100 m, tal como 2 - 95 m, por ejemplo 5 - 90 m, tal como 10 - 85 m, por ejemplo, 15 - 80 m, tal como 20 - 75 m, por ejemplo, 25 - 70 m, tal como 30 - 65 m, por ejemplo, 35 - 60 m, tal como 40 - 55 m o 45 - 50 m.

- 15 Estas longitudes de la cubierta de montaje permiten el montaje de una cubierta protectora de la misma longitud y, por lo tanto, proporcionan una protección adecuada y suficiente contra el impacto de desechos, lluvia, granizo o nieve que encuentra una pala de turbina eólica durante el funcionamiento.

- 20 En una realización del método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, las dimensiones de la superficie exterior de dicho tapón de pala y las dimensiones de la superficie exterior de dicho tapón agrandado y el grosor de dicha cubierta protectora se adaptan entre sí de tal manera que la superficie interior de dicha cubierta protectora encaje sobre al menos una parte de dicha superficie exterior de dicha pala de turbina eólica, y de tal forma que dicha superficie interior de dicha cubierta de montaje encaje sobre la superficie exterior de dicha cubierta protectora.

De este modo, se asegura una calidad óptima de la cubierta protectora montada en la pala de turbina eólica.

- 25 En una realización del método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, el adhesivo aplicado en la etapa vi) es de un tipo seleccionado del grupo que comprende: adhesivo de poliuretano, epoxi o acrilatos.

Este tipo de adhesivos ha demostrado proporcionar excelentes resultados de adherencia.

En una realización del método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, se colocan uno o más revestimientos antiadherentes entre dicha cubierta protectora y dicha cubierta de montaje en la etapa viii). De este modo se impide que dicha cubierta de montaje esté pegada a dicha pala de turbina eólica.

- 30 En una realización del método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, dicha cubierta protectora en la etapa vii) se ajusta como una y sólo una entidad coherente; y en donde en la etapa viii) dicha cubierta de montaje se ajusta como una entidad coherente o como dos o más entidades separadas.

Siempre que la cubierta protectora como una sola cubierta coherente proporcione una adherencia y una protección óptimas de la pala de turbina eólica.

- 35 En una realización del método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, dicha cubierta de montaje se ajusta como dos o más entidades separadas, en donde estas entidades se fabrican a partir de dicha sola y única entidad coherente, en posiciones longitudinales predeterminadas de dicha cubierta de montaje, aplicando un revestimiento antiadherente en una superficie exterior de la misma y moldeando un polímero reforzado con fibra, tal como poliéster reforzado con fibra de vidrio, sobre dicho revestimiento antiadherente y a una distancia de un borde de dicho revestimiento, formando así una sección superpuesta de polímero reforzado con fibra; y posteriormente cortar a través de dicha cubierta de montaje en la posición de dicho borde de dicho revestimiento sin cortar a través de dicha sección de superposición de polímero reforzado con fibra.

Montar la cubierta de montaje como dos o más entidades separadas permite un manejo más fácil de la cubierta de montaje durante el montaje de la cubierta protectora.

- 45 En una realización del método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, las etapas vii), viii) y ix) y opcionalmente también la etapa vi) se realizan en tierra, tal como en una instalación de fabricación o reparación; o in situ en una pala de turbina eólica la cual está montada en un repartidor de un rotor de turbina eólica, tal como en una turbina eólica en tierra o en alta mar; o en tierra en el emplazamiento de dicha turbina eólica.

- 50 En consecuencia, el método para reforzar una parte de la superficie exterior de una pala de turbina eólica no requiere mucha restricción en cuanto a la ubicación del montaje de la cubierta protectora.

En una realización del método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, la etapa ix) se realiza disponiendo una o más correas alrededor de dicha pala de turbina eólica, dicha cubierta protectora y dicha cubierta de montaje y, posteriormente, ajustando dichas una o más correas durante una duración de tiempo predeterminada.

De este modo se asegura un contacto superficial óptimo entre la superficie exterior de la turbina eólica y la superficie interior de la cubierta protectora y, por lo tanto, se asegura una adherencia óptima a la superficie de la pala.

5 En una realización del método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, dichas correas se disponen de forma independiente a lo largo de la dirección longitudinal de dicha pala de turbina eólica, a una distancia mutua de 0.1 – 3.0 metros, tal como 0.2 – 2.9 metros, por ejemplo 0.3 – 2.8 metros, por ejemplo 0.4 – 2.7 metros, tal como 0.5 – 2.6 metros, tal como 0.6 – 2.5 metros, por ejemplo 0.7 – 2.4 metros, por ejemplo 0.8 – 2.3 metros, por ejemplo 0.9 – 2.2 metros, tal como 1.0 – 2.1 metros, por ejemplo 1.1 – 2.0 m, tal como 1.2 – 1.9 m, por ejemplo 1.3 – 1.8 m, tal como 1.4 – 1.7 m o 1.5 – 1.6 m.

De este modo se asegura una adherencia óptima de la cubierta protectora a la superficie de la pala.

10 En una realización del método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, la etapa ix) se realiza colocando una bolsa inflable desinflada entre dicha cubierta protectora y dicha cubierta de montaje y en donde dicha fuerza aplicada a dicha superficie exterior de dicha cubierta protectora es proporcionada por inflar dicha bolsa inflable.

De este modo, se puede obtener un mejor control de las fuerzas aplicadas a la cubierta de montaje.

15 En una realización del método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, la etapa x) se realiza proporcionando medios de calentamiento, tal como una o más mantas de calentamiento cerca de dicha cubierta de montaje, tal como en la superficie exterior de dicha cubierta de montaje.

De este modo, se puede lograr una tasa de curado mejorada de dicho adhesivo.

20 En una realización del método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, dicha superficie exterior de al menos una porción delantera de dicha pala de turbina eólica, antes de la etapa vi), se limpia, se desgasta y/o se somete a otros tipos de tratamiento para mejorar la adherencia de dicho adhesivo y, por lo tanto, de dicha cubierta protectora.

De este modo, se puede lograr una mayor adherencia de la cubierta protectora.

En una realización del método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, los bordes de dicha cubierta protectora se estrechan a partir de su superficie exterior hasta su superficie interior.

25 De este modo, se proporciona un área de transición suave entre dicha pala de turbina eólica y dicha cubierta protectora.

En un segundo aspecto, la presente invención se refiere a un método para reducir la frecuencia y/o la duración del tiempo no operativo de una turbina eólica, en donde dicho método implica dotar a dicha turbina eólica de palas de turbina eólica que han sido reforzadas de acuerdo con el método del primer aspecto de la presente invención.

30 En un tercer aspecto, la presente invención se refiere a un kit de partes que comprende una cubierta protectora y una cubierta de montaje; en donde dicha cubierta protectora se prepara de acuerdo con la etapa i), ii) y iii) como se establece en el primer aspecto de la presente invención; y en donde dicha cubierta de montaje se prepara de acuerdo con la etapa i), iv) y v) como se establece en el primer aspecto de la presente invención.

35 En una realización del kit de partes de acuerdo con el tercer aspecto de la presente invención, dicho kit de partes comprende además un airbag inflable.

De este modo, se puede obtener un mejor control de las fuerzas aplicadas a la cubierta de montaje al usar el kit de partes.

En una realización del kit de partes de acuerdo con el tercer aspecto de la presente invención, dicha cubierta protectora está presente como un carrete que define una espiral.

40 De esta manera se logra que incluso las cubiertas protectoras muy largas que tienen una extensión en una dirección longitudinal de diversas docenas de metros puedan almacenarse y transportarse fácilmente.

En un cuarto aspecto, la presente invención se refiere a una cubierta protectora per se, como se define con respecto al tercer aspecto de la presente invención.

45 En un quinto aspecto, la presente invención se refiere a una cubierta de montaje per se, como se define con respecto al tercer aspecto de la presente invención.

Con referencia ahora a las figuras para ilustrar mejor la presente invención en sus diversos aspectos, la Figura 1 ilustra una pala de turbina eólica en una vista en sección transversal. La Figura 1 muestra la pala 100 de turbina eólica que tiene una superficie 102 exterior con una porción 104 delantera y una porción 106 posterior. La superficie exterior comprende un lado 108 de alta presión y un lado 110 de baja presión.

Entre el borde 116 de ataque y el borde 118 de salida de la pala 100 se define una línea de cuerda C. En consecuencia, la línea de cuerda se cruza con una línea 120 de borde frontal que comprende puntos en las posiciones delanteras lejanas de la porción delantera de la pala de turbina eólica.

5 La Figura 2 es una vista en perspectiva de una pala 100 de turbina eólica. La Figura 2 muestra que la pala de turbina eólica comprende un extremo 112 de raíz y un extremo 114 de punta. En la Figura 2 también se representa que la dirección longitudinal X de la pala 100 de turbina eólica se define como una dirección que se extiende esencialmente entre el extremo 112 de raíz y el extremo 114 de punta. De forma análoga, una dirección de ancho Y es la dirección entre la porción 104 delantera y la porción 106 posterior de la pala de turbina eólica. La dirección Y es perpendicular a la dirección longitudinal X.

10 Perpendicular a la dirección longitudinal X y la dirección de ancho Y es la dirección de altura Z.

La Figura 3 es un diagrama que ilustra esquemáticamente una realización del método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención. En consecuencia, la Figura 3 ilustra las diversas etapas i), ii), iii), iv), v), vi), vii), viii), ix) y x) implicados en el método del primer aspecto de la presente invención.

15 En la Figura 3 se ve que la etapa i) del método del primer aspecto de la presente invención se relaciona con la provisión de un tapón 2 de pala. El tapón de pala está hecho a partir de información relativa a la topografía de la superficie exterior de una porción 104 delantera de la turbina 100 eólica la cual se va a reforzar.

Como solo estamos interesados en reforzar una parte de la porción 104 delantera de la superficie 102 exterior de la pala 100 de turbina eólica, el tapón 2 de pala proporcionado en la etapa i) del método del primer aspecto de la presente invención solo tiene una extensión que se asemeja a la porción 104 delantera de la pala 100 de turbina eólica.

20 El modelo de pala 100 de turbina eólica que proporciona la información relativa a la topografía de la superficie 102 exterior de la porción delantera de la misma puede ser la propia pala 100 de turbina eólica respecto de la cual se va a realizar el refuerzo o puede ser una pala 100 de turbina eólica similar o del mismo tipo que la pala de turbina eólica con respecto a la cual se va a realizar el refuerzo; o puede ser una copia de al menos parte de la pala 100 de turbina eólica con respecto a la cual se va a realizar el refuerzo.

25 Dicha copia de la pala 100 de turbina eólica o parte de la misma puede fabricarse a partir de un material espumado, tal como poliestireno espumado o poliuretano espumado, el cual puede estar provisto de una serie de nervaduras rígidas dispuestas esencialmente paralelas entre sí a lo largo de la dirección longitudinal de dicha copia de dicha pala de turbina eólica. Tal copia de la pala de turbina eólica puede estar provista de un revestimiento de poliéster reforzado con fibra de vidrio y una o más capas de laca.

30 El tapón 2 de pala proporcionado en la etapa i) también puede fabricarse a partir de datos de especificación de la pala 100 de turbina eólica, en donde el tapón 2 de pala puede prepararse mediante fresado CNC. La superficie 3 exterior del tapón 2 de pala se parece a la superficie 102 exterior de la porción 104 delantera de la pala 100 de turbina eólica que se va a reforzar. Sin embargo, la superficie 3 exterior representa una superficie ampliada de la superficie exterior de la pala de turbina eólica.

35 De ese modo se asegura que la superficie 3 exterior del tapón de pala represente la topografía de al menos una porción 104 delantera de al menos parte de la longitud de la pala 100 de turbina eólica.

En la etapa ii) del método del primer aspecto de la presente invención, se funde un molde 4 a partir del tapón 2 de pala proporcionado en la etapa i).

40 El molde 4 normalmente se prepara cubriendo la superficie 3 exterior del tapón 2 de pala con una o más capas de un material compuesto. Dicho material compuesto puede ser una combinación de un material fibroso y una resina endurecida.

Como ejemplos de material fibroso se pueden mencionar fibras de vidrio, fibras de aramida, fibras de carbono;

Los ejemplos de resinas pueden ser poliéster, epoxi, éster polivinílico, poliuretano, MDI, PUR, y HDI.

45 Cuando el material compuesto se ha aplicado a la superficie 3 exterior del tapón 2 de pala y se ha dejado curar, el molde 4 se retira del tapón 2 de pala.

50 Como nos hemos asegurado de que la superficie 3 exterior del tapón de la pala representa la topografía de la superficie 102 exterior de una porción 104 delantera de la pala 100 de la turbina eólica, también la superficie 6 interior del molde 4 tiene una topografía que representa la superficie 102 exterior de una porción 104 delantera de la pala 100 de turbina eólica; eso es en un sentido inverso. En consecuencia, dado que la superficie 3 exterior del tapón de pala es una representación positiva de parte de la superficie 102 exterior de una porción 104 delantera de la pala 100 de turbina eólica, la superficie 6 interior del molde 4 se ha convertido en una representación negativa de parte de la superficie 102 exterior de una porción 104 delantera de la pala 100 de turbina eólica.

En la etapa iii) del método del primer aspecto de la presente invención, se funde una cubierta 8 protectora a partir del molde 4 proporcionado en la etapa ii).

5 La cubierta 8 protectora normalmente se prepara cubriendo la superficie 6 interior del molde 4 con una o más capas de un material compuesto. Dicho material compuesto puede ser una combinación de un material fibroso y una resina endurecida.

Como ejemplos de material fibroso se pueden mencionar fibras de vidrio, fibras de aramida, fibras de carbono.

Los ejemplos de resinas pueden ser poliéster, epoxi, y polivinil éster. Cuando el material compuesto se ha aplicado a la superficie 6 interior del molde 4 y se ha dejado curar, la cubierta 8 protectora se retira del molde 4.

10 La cubierta 8 protectora ahora está lista para ser fijada a una porción 104 delantera de la superficie 102 exterior de la pala 100 de turbina eólica.

Esta fijación de la cubierta 8 protectora a la turbina 100 eólica se está realizando en la etapa vi) y vi)) del método del primer aspecto de la presente invención como se ilustra en la Figura 3.

Sin embargo, antes de que la cubierta 8 protectora pueda fijarse a la pala de turbina eólica, primero debe prepararse un montaje. Esto se ilustra en la Figura 3 que muestra la etapa iv).

15 En la etapa iv) se prepara un tapón 14 agrandado. El tapón agrandado se fabrica a partir del tapón 2 de pala agregando un material 16 exterior a al menos parte de la superficie 3 exterior del tapón 2 de pala. Por lo tanto, el tapón 14 agrandado comprenderá una superficie 18 exterior la cual exhibe una topografía agrandada en comparación con la topografía de la superficie 3 del tapón 2 de pala.

20 El material 16 exterior aplicado a la superficie 3 exterior del tapón 2 de pala puede ser un material similar a una pala la cual se puede aplicar a la superficie 3 exterior de dicho tapón 2 de pala mediante encolado. En la etapa iv) del primer aspecto de la presente invención puede ser el mismo tapón 2 de pala provisto en la etapa i), o alternativamente, estos tapones de pala 2 pueden ser diferentes tapones de pala.

25 En la etapa v) se prepara una cubierta 20 de montaje a partir del tapón 14 agrandado. La cubierta 20 de montaje normalmente se prepara cubriendo la superficie 18 exterior del tapón 14 agrandado con una o más capas de un material compuesto. Dicho material compuesto puede ser una combinación de un material fibroso y una resina endurecida.

Como ejemplos de material fibroso se pueden mencionar fibras de vidrio, fibras de aramida, fibras de carbono.

30 Los ejemplos de resinas pueden ser poliéster, epoxi, polivinil éster. Una vez que el material compuesto se ha aplicado a la superficie 18 exterior del tapón 14 agrandado y se ha dejado curar, la cubierta 20 de montaje se retira del tapón 14 agrandado.

Ahora, cuando se han proporcionado la cubierta 8 protectora y la cubierta 20 de montaje, la cubierta 8 protectora se puede fijar a la pala 10 de turbina eólica.

Esto se ilustra en la Figura 3 en la etapa vi), vii), viii) y ix).

35 En la etapa vi) se aplica un adhesivo 26 a al menos parte de la superficie 10 interior de dicha cubierta 8 protectora y/o a al menos parte de la superficie 102 exterior de al menos una porción delantera de dicha pala 100 de turbina eólica. El adhesivo 26 no es visible en la Figura 3.

Posteriormente, en la etapa vii) la superficie 10 interior de dicha cubierta 8 protectora se ajusta sobre al menos una porción 104 delantera de la superficie 102 exterior de la pala 100 de turbina eólica.

40 Cuando la cubierta protectora se ha ajustado sobre la superficie 102 exterior de la pala 100 de turbina eólica, la superficie 22 interior de dicha cubierta 20 de montaje se ajusta en la etapa viii) sobre la superficie 12 exterior de la cubierta 8 protectora.

Posteriormente, en la etapa ix) se aplica una fuerza a la cubierta 20 de montaje y, por lo tanto, también a la superficie 12 exterior de la cubierta 8 protectora para garantizar que se proporcione una unión hermética entre la cubierta 8 protectora y la superficie 102 exterior de la pala 100 de turbina eólica.

45 La fuerza aplicada comprende un componente de fuerza en la dirección de la cuerda C a partir de la porción delantera de la superficie 102 exterior hasta la porción 106 posterior de la superficie 102 exterior de la pala 100 de turbina eólica.

Adicionalmente, la fuerza aplicada comprende un componente de fuerza en una dirección Z perpendicular a la dirección de la cuerda C y perpendicular a la dirección longitudinal X de dicha pala 100 de turbina eólica.

50 De este modo se garantiza que la cubierta 20 de montaje y la cubierta 8 protectora se presionan contra la superficie 102 exterior de la pala 100 de turbina eólica.

Finalmente, en la etapa x) se deja curar el adhesivo 26 aplicado en la etapa vi), y posteriormente se retira la cubierta 20 de montaje de la pala 100 de turbina eólica y de la cubierta 8 protectora.

Por la presente se ha proporcionado una pala de turbina eólica reforzada.

Esto se ilustra en la Figura 4.

5 La Figura 4 muestra la pala 100 de turbina eólica la cual, en una porción 104 delantera de la superficie 102 exterior, ha sido provista de una cubierta 8 protectora de acuerdo con el método del primer aspecto de la presente invención.

La cubierta 8 protectora se extiende en el lado 110 de baja presión de la superficie 102 exterior de la turbina eólica a partir de la línea 120 de borde frontal una distancia hacia la porción 106 posterior de la pala 100.

10 Asimismo, la cubierta 8 protectora también se extiende en el lado 108 de alta presión de la superficie 102 exterior de la turbina eólica a partir de la línea 120 de borde frontal una distancia hacia la porción 106 posterior de la pala 100 (no visible en la Figura 4).

La Figura 5 ilustra en una vista en sección transversal una realización de la etapa de sujetar o fijar la cubierta 8 protectora a la porción 104 delantera de la superficie 102 exterior de la pala de turbina eólica.

15 La Figura 5 muestra la pala 100 de turbina eólica la cual en su porción 104 delantera de su superficie 102 exterior ha sido provista de una cubierta 8 protectora la cual está pegada a la superficie exterior de la pala 100 de turbina eólica con un adhesivo 26. El adhesivo 26 no es visible en la Figura 5.

Encima de la cubierta 8 protectora se ha dispuesto una cubierta 20 de montaje. La cubierta 20 de montaje tiene en su superficie 24 exterior una serie de estructuras 28 de refuerzo las cuales pueden ser vigas de madera dispuestas en una dirección longitudinal X de la pala de turbina eólica.

20 Se han dispuesto diversas correas 32 para rodear la pala 100 de turbina eólica, la cubierta 8 protectora y la cubierta 20 de montaje con sus estructuras 28 de refuerzo.

Al apretar una o más correas 32 a través del tensor 36 de correas durante un tiempo predeterminado, se asegura una fijación fuerte y duradera de la cubierta 8 protectora en la turbina eólica.

25 Además, experimentando con las posiciones, las distancias mutuas y las extensiones por encima de la superficie 24 exterior de las estructuras 28 de refuerzo de la cubierta 20 de montaje, se obtuvo una distribución óptima de las magnitudes y la dirección de las fuerzas que fuerzan la cubierta protectora sobre la superficie 102 exterior de la se puede conseguir una pala de turbina eólica, asegurando así una fijación óptima de esa cubierta protectora.

La Figura 6 es una vista en despiece, parcialmente en sección transversal, de la etapa de sujetar o fijar una cubierta protectora a la porción delantera de una pala de turbina eólica.

30 La Figura 6 muestra la pala 100 de turbina eólica que tiene una superficie 102 exterior y una porción 104 delantera.

Por encima de la porción 104 delantera de la pala 100 se dispone una cubierta 8 protectora. La cubierta 8 protectora está provista en su superficie 10 interior de una capa de adhesivo 26.

Por encima de la cubierta 8 protectora se ha dispuesto una cubierta 20 de montaje. La cubierta 20 de montaje tiene en su superficie 24 exterior una serie de estructuras 28 de refuerzo.

35 Entre la cubierta 8 protectora y la cubierta 20 de montaje está dispuesta una bolsa 38 de aire inflable. La bolsa 38 de aire está provista de una manguera 40 para suministrar aire y por lo tanto para inflar la bolsa de aire.

Se ha dispuesto una correa 32 para rodear la pala 100 de turbina eólica, la cubierta 8 protectora, la cubierta 20 de montaje y la bolsa 38 de aire inflable.

40 La correa 32 y la bolsa 38 de aire inflable proporcionan juntas la aplicación de fuerzas a la cubierta 8 protectora para asegurar una adherencia suficiente de la cubierta protectora a la superficie 102 de la pala de turbina eólica en una porción 104 delantera de la misma.

La Figura 6 también muestra que los bordes 13 de la cubierta protectora se han estrechado en una dirección a partir de la superficie exterior de los mismos hasta la superficie interior de los mismos.

45 Debe entenderse que las figuras de la presente solicitud de patente se incluyen únicamente con fines ilustrativos. Especialmente se observa que no se ha hecho ningún intento de hacer las figuras a escala real.

Debe entenderse que todas las características y logros discutidos anteriormente y en las reivindicaciones adjuntas en relación con un aspecto de la presente invención y realizaciones de la misma se aplican igualmente bien a los otros aspectos de la presente invención y realizaciones de la misma.

Lista de numerales de referencia

- 2 Tapón de pala
- 3 Superficie exterior del tapón de pala
- 4 Molde
- 5 6 Superficie interior del molde
- 8 Cubierta protectora
- 10 Superficie interior de la cubierta protectora
- 12 Superficie exterior de la cubierta protectora
- 13 Borde de capa protectora
- 10 14 Tapón agrandado
- 16 Material exterior del tapón agrandado
- 18 Superficie exterior del tapón agrandado
- 20 Cubierta de montaje
- 22 Superficie interior de la cubierta de montaje
- 15 24 Superficie exterior de la cubierta de montaje
- 26 Adhesivo
- 28 Estructura de refuerzo en la superficie exterior de la cubierta de montaje
- 30 Revestimiento antiadherente
- 32 Correa
- 20 36 Tensor de correa
- 38 Bolsa de aire inflable
- 40 Manguera de aire de bolsa de aire inflable
- 100 Pala de turbina eólica
- 102 Superficie exterior de la pala de turbina eólica
- 25 104 Porción delantera de la pala de turbina eólica
- 106 Porción final de la pala de turbina eólica
- 108 Lado de alta presión de la pala de turbina eólica
- 110 Lado de baja presión de la pala de turbina eólica
- 112 Extremo de raíz de la pala de turbina eólica
- 30 114 Extremo de punta de la pala de turbina eólica
- 116 Borde de ataque de la pala de turbina eólica
- 118 Borde de salida de la pala de una turbina eólica
- 120 Línea de borde frontal
- C Dirección de la cuerda de la pala de turbina eólica
- 35 X Dirección longitudinal de la pala de turbina eólica
- Y Dirección del ancho de la pala de turbina eólica
- Z Dirección de la altura de la pala de turbina eólica

REIVINDICACIONES

1. Un método para reforzar una parte de la superficie (102) exterior de una pala (100) de turbina eólica, comprendiendo dicho método las etapas:

- 5 i) proporcionar un tapón (2) de pala que tiene una superficie (3) exterior que se asemeja a la topografía de la superficie exterior de al menos una porción (104) delantera de al menos parte de la longitud de una pala (100) de turbina eólica;
- ii) moldear un molde (4) de parte del tapón (2) de pala obtenido en la etapa i) de tal manera que la topografía de una superficie (6) interior de dicho molde (4) corresponda a la topografía de parte de una superficie (3) exterior de dicho tapón de pala proporcionado en la etapa i);
- 10 iii) a partir del molde (4) obtenido en la etapa ii), preparar una cubierta (8) protectora realizando un moldeo de la superficie (6) interior de dicho molde; comprendiendo dicha cubierta protectora una superficie (10) interior y una superficie (12) exterior, dicha cubierta protectora está hecha de uno o más materiales predeterminados;
- 15 iv) partiendo de la topografía de la superficie de la pala (100) de turbina eólica; o partiendo de un tapón (2) de pala como el obtenido en la etapa i) preparar un tapón (14) agrandado; comprendiendo dicho tapón agrandado una superficie (18) exterior que se asemeja a la topografía de la superficie exterior de al menos una parte (104) delantera de dicha pala (100) de turbina eólica; dicha superficie (18) exterior de dicho tapón (14) agrandado tiene dimensiones mayores que dicha superficie (3) exterior de dicho tapón (2) de pala;
- 20 v) a partir del tapón (14) agrandado obtenido en la etapa iv), moldear una cubierta (20) de montaje que tiene una superficie (22) interior y una superficie (24) exterior, de tal manera que la topografía de al menos parte de una superficie (22) interior de dicha cubierta (20) de montaje corresponde a la topografía de parte de una superficie (18) exterior de dicho tapón (14) agrandado;
- vi) aplicar un adhesivo (26) a al menos parte de la superficie (10) interior de dicha cubierta (8) protectora y/o a al menos parte de la superficie (102) exterior de al menos una porción delantera de dicha superficie (102) exterior de dicha pala (100) de turbina eólica;
- 25 vii) encajar la superficie (10) interior de dicha cubierta (8) protectora sobre al menos una porción (104) delantera de la superficie (102) exterior de dicha pala (100) de turbina eólica;
- viii) encajar la superficie (22) interior de dicha cubierta (20) de montaje sobre dicha superficie (12) exterior de dicha cubierta (8) protectora;
- 30 ix) aplicar una fuerza a dicha cubierta (20) de montaje, y por lo tanto también a dicha superficie (12) exterior de dicha cubierta (8) protectora; en donde dicha fuerza comprende un componente de fuerza en la dirección de la cuerda (C) a partir de la superficie delantera hasta la superficie posterior de dicha pala (100) de turbina eólica; en donde dicha fuerza comprende adicionalmente un componente de fuerza en una dirección (Z) perpendicular a la dirección de la cuerda (C) y perpendicular a la dirección longitudinal (X) de dicha pala (100) de turbina eólica; presionando así dicha cubierta (20) de montaje y dicha cubierta (8) protectora contra la superficie (102) exterior de la pala (100) de turbina eólica.
- 35 x) dejar curar dicho adhesivo (26) aplicado en la etapa vi), y posteriormente retirar dicha cubierta (20) de montaje de dicha pala (100) de turbina eólica y de dicha cubierta (8) protectora.

2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicho tapón (2) de pala proporcionado en la etapa i) es una copia de al menos parte de la pala (100) de turbina eólica con respecto a la cual se va a realizar el refuerzo, y en donde dicha copia comprende un material espumado, tal como poliestireno espumado o poliuretano espumado;

40 provisto opcionalmente de una serie de nervaduras rígidas dispuestas esencialmente paralelas entre sí a lo largo de la dirección longitudinal de dicho tapón (2) de pala, en donde dicho tapón (2) de pala opcionalmente está provisto de una capa exterior de poliéster reforzado con fibra de vidrio y opcionalmente cubierto por una o más capas de laca;

45 y en donde dicho tapón (2) de pala proporcionado en la etapa i) se ha realizado opcionalmente a partir de mediciones realizadas en dicha pala (100) de turbina eólica o en donde dicho tapón (2) de pala se ha fabricado opcionalmente a partir de datos de especificación de dicha pala (100) de turbina eólica, en donde dicho tapón (2) de pala opcionalmente se está preparando mediante un proceso que implica un fresado CNC.

3. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dicho tapón (14) agrandado preparado en la etapa iv) se prepara añadiendo un material (16) exterior a al menos parte de la superficie (3) exterior de dicho tapón (2) de pala;

50 y donde dicho tapón (14) agrandado preparado en la etapa iv) opcionalmente se prepara aplicando un material (16) exterior en forma de lámina a al menos parte de la superficie (3) exterior de dicho tapón (2) de pala; o aplicando un relleno y cubriendo opcionalmente con un revestimiento, tal como un revestimiento de Teflón.

4. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dicho material (16) exterior tiene un grosor correspondiente al grosor de dicha cubierta (8) protectora.
5. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el tapón (2) de pala provisto en la etapa i) y la etapa iv) es el mismo tapón de pala o son tapones de pala diferentes.
- 5 6. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dicha cubierta (20) de montaje preparada en la etapa v) tiene una extensión en la dirección longitudinal (X) correspondiente a la extensión en la dirección longitudinal de la cubierta protectora preparada en la etapa iii).
- 10 7. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dicha cubierta (20) de montaje preparada en la etapa v), en una superficie (24) exterior de la misma, está provista de una o más estructuras (28) de refuerzo para mejorar la rigidez y la integridad estructural de dicha cubierta de montaje; y/o para controlar las magnitudes de las fuerzas en diversas áreas, aplicadas a la cubierta (8) protectora subyacente en la etapa ix).
- 15 8. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde las dimensiones de la superficie (3) exterior de dicho tapón (2) de pala y las dimensiones de la superficie (18) exterior de dicho tapón agrandado y el grosor de dicha cubierta (8) protectora están adaptados entre sí de tal manera que la superficie (10) interior de dicha cubierta (8) protectora se ajusta sobre al menos una parte de dicha superficie (102) exterior de dicha pala (100) de turbina eólica, y de tal manera que dicha superficie (22) interior de dicha cubierta (14) de montaje se ajusta sobre la superficie (12) exterior de dicha cubierta (8) protectora.
- 20 9. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde en la etapa vii) la cubierta (8) protectora se ajusta como una y sólo una entidad coherente; y en donde en la etapa viii) la cubierta (20) de montaje se ajusta como una entidad coherente o como dos o más entidades separadas;
- 25 y en donde en la etapa viii) la cubierta (20) de montaje se ajusta opcionalmente como dos o más entidades separadas, en donde estas entidades se fabrican a partir de dicha una y solo una entidad coherente, en posiciones longitudinales predeterminadas de dicha cubierta (20) de montaje, aplicar un revestimiento antiadherente en una superficie exterior de la misma y moldear un polímero reforzado con fibra, tal como poliéster reforzado con fibra de vidrio, sobre dicho revestimiento antiadherente y a una distancia de un borde de dicho revestimiento, formando así una sección superpuesta de polímero reforzado con fibra; y posteriormente cortar a través de dicha cubierta (20) de montaje en la posición de dicho borde de dicho revestimiento sin cortar a través de dicha sección de superposición de polímero reforzado con fibras.
- 30 10. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la etapa vii), viii) y ix) y opcionalmente también la etapa vi) se realizan en tierra, tal como en una instalación de fabricación o reparación; o in situ en una pala (100) de turbina eólica la cual está montada en un repartidor de un rotor de turbina eólica, tal como en una turbina eólica en la costa o en alta mar; o en tierra en el emplazamiento de dicha turbina eólica.
- 35 11. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la etapa ix) se realiza disponiendo una o más correas (32) alrededor de dicha pala (100) de turbina eólica, dicha cubierta (8) protectora y dicha cubierta (20) de montaje y, posteriormente, apretando dichas una o más correas (32) durante un tiempo predeterminado.
- 40 12. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la etapa ix) se realiza disponiendo una bolsa (38) inflable desinflada entre dicha cubierta (8) protectora y dicha cubierta (20) de montaje y en donde dicha fuerza aplicada a dicha superficie (12) exterior de dicha cubierta (8) protectora se proporciona inflando dicha bolsa (38) inflable;
- y/o en donde la etapa x) se realiza proporcionando medios de calentamiento, tal como una o más mantas de calentamiento cerca de dicha cubierta de montaje, tal como en la superficie exterior de dicha cubierta de montaje para mejorar la velocidad de curado de dicho adhesivo (26);
- 45 y/o en donde antes de la etapa vi) dicha superficie (102) exterior de al menos una porción (104) delantera de dicha pala (100) de turbina eólica se limpia, desgasta y/o somete a otros tipos de tratamiento para mejorar la adherencia de dicho adhesivo y por lo tanto dicha cubierta (8) protectora;
- y/o en donde los bordes (13) de dicha cubierta (8) protectora se estrechan a partir de la superficie (12) exterior de la misma hacia la superficie (10) interior de la misma, proporcionando así un área de transición suave en dicha pala (100) de turbina eólica.
- 50 13. Un kit de partes que comprende una cubierta (8) protectora y una cubierta (20) de montaje; en donde dicha cubierta (8) protectora se prepara de acuerdo con la etapa i), ii) y iii) como se establece en cualquiera de las reivindicaciones 1 - 12; y en donde dicha cubierta (20) de montaje se prepara de acuerdo con la etapa i), iv) y v) como se establece en cualquiera de las reivindicaciones 1 - 12.
14. Una cubierta (20) de montaje como se define en la reivindicación 13.

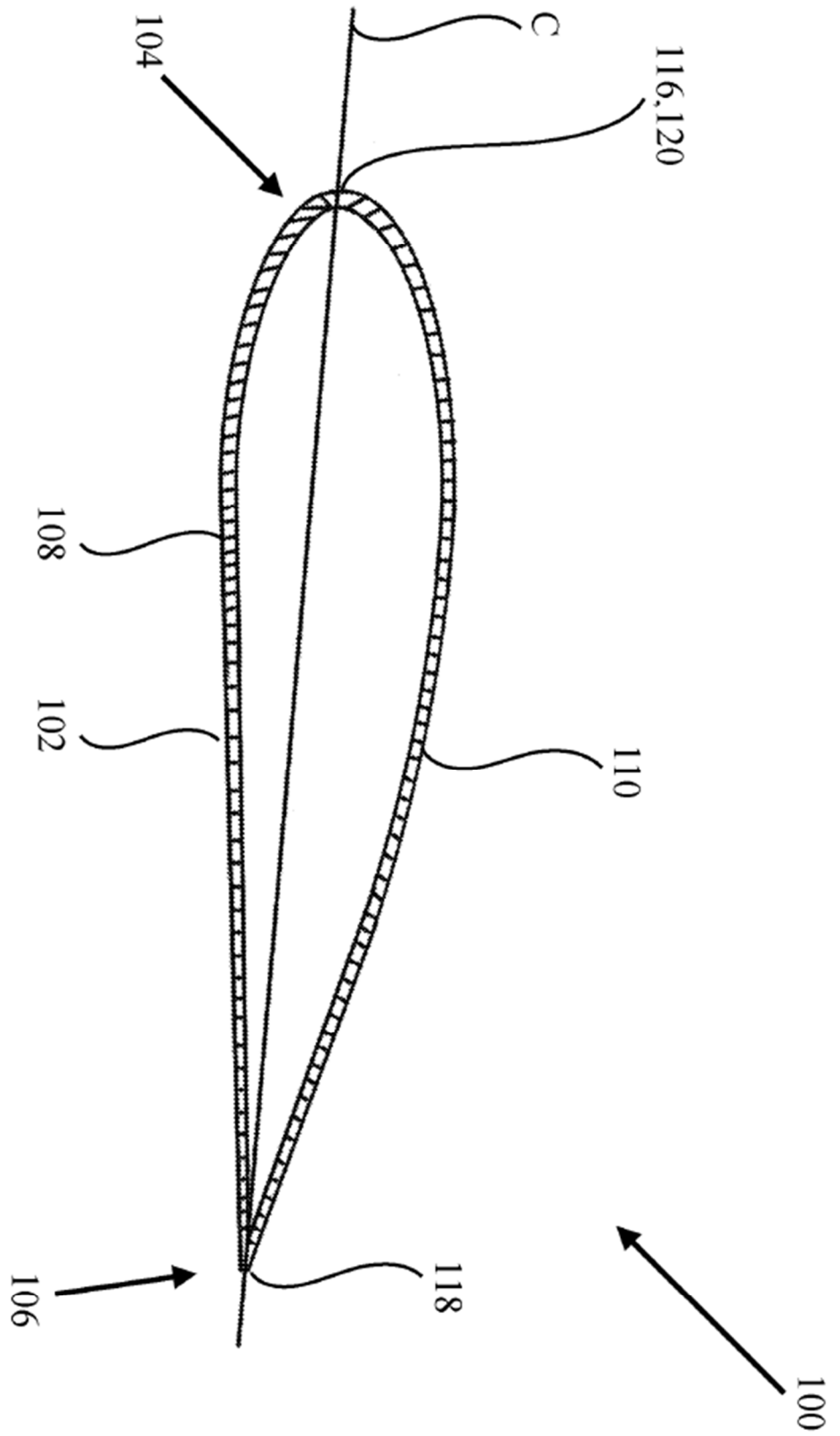


Fig. 1

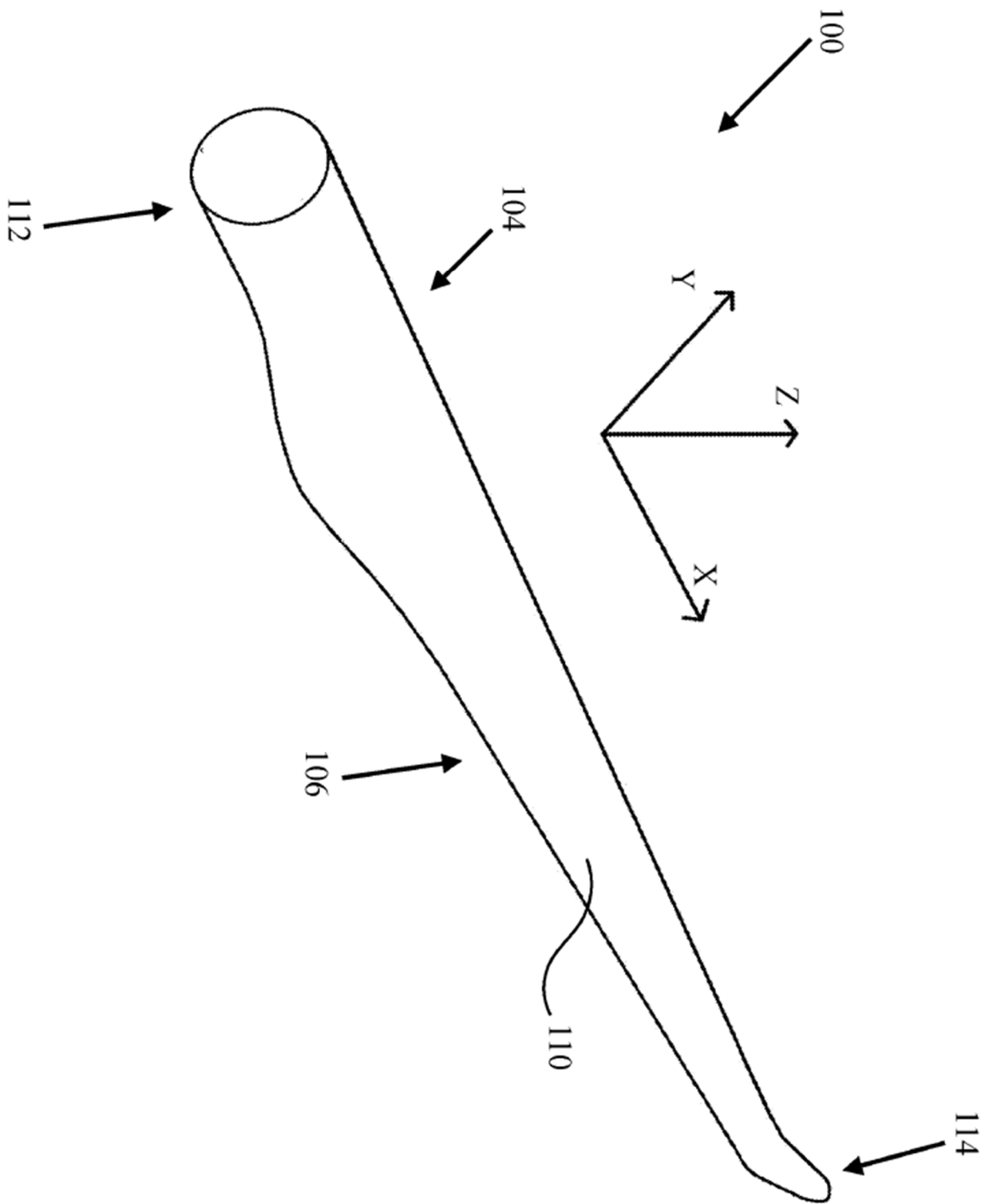


Fig. 2

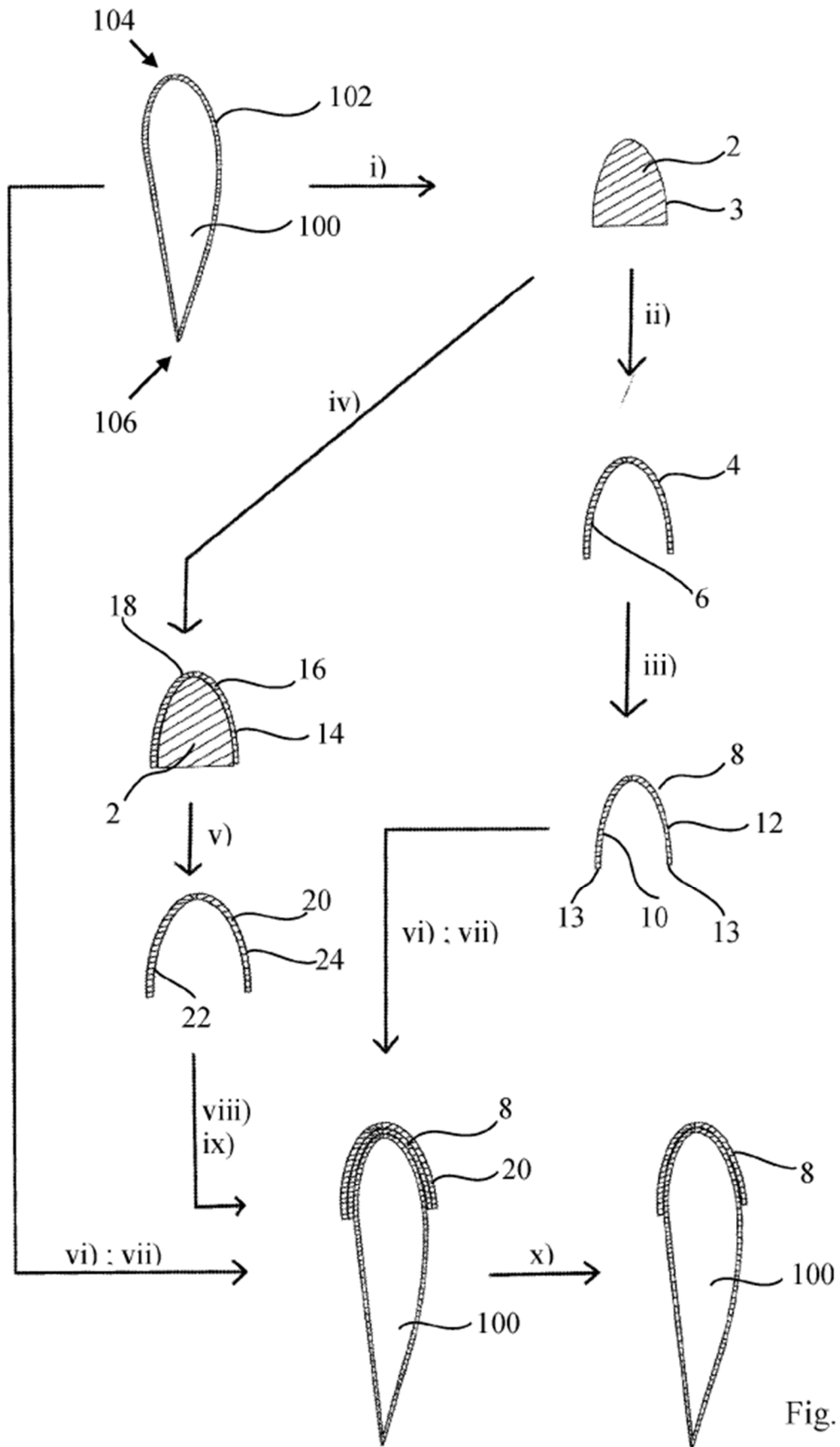


Fig. 3

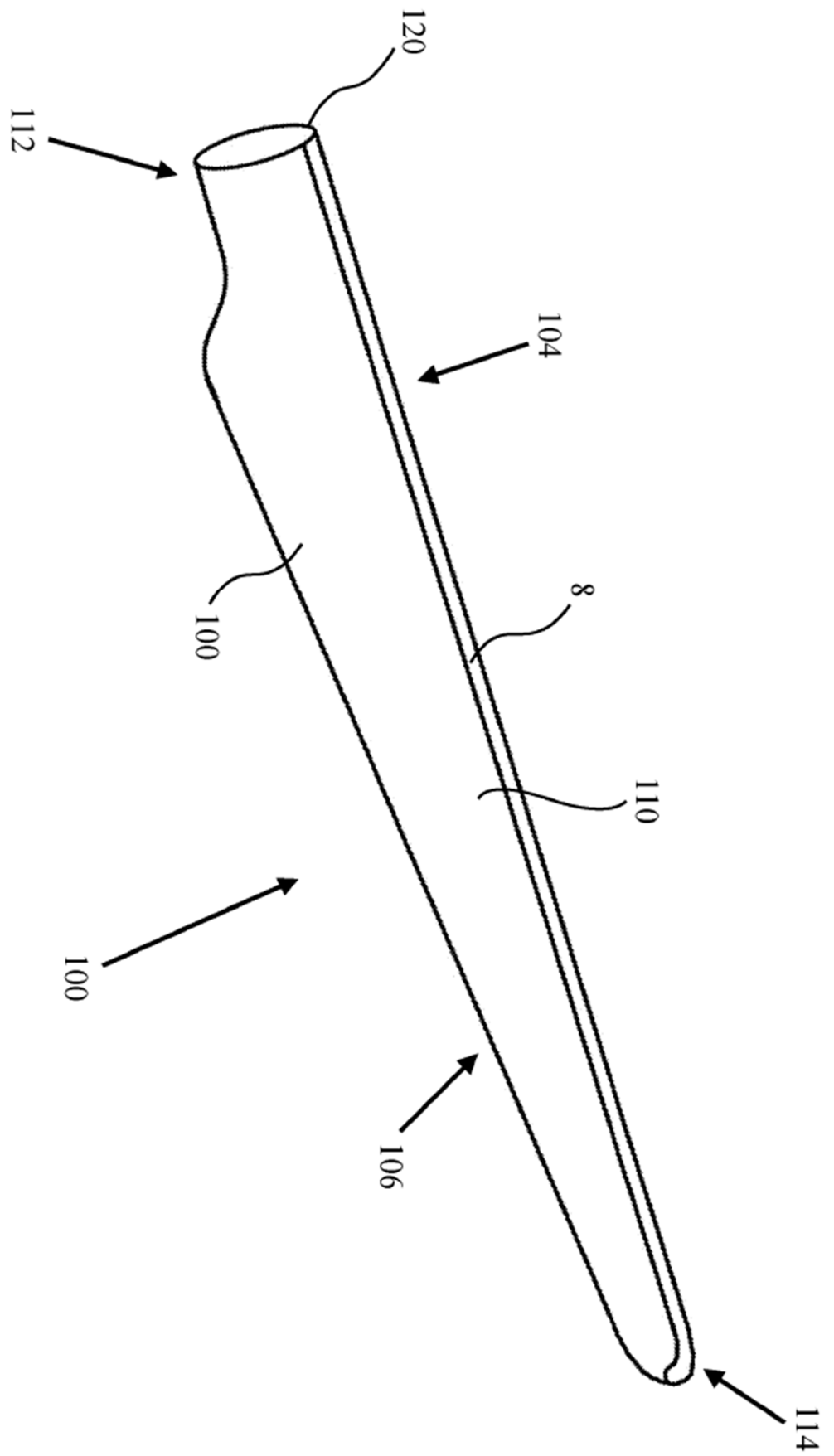


Fig. 4

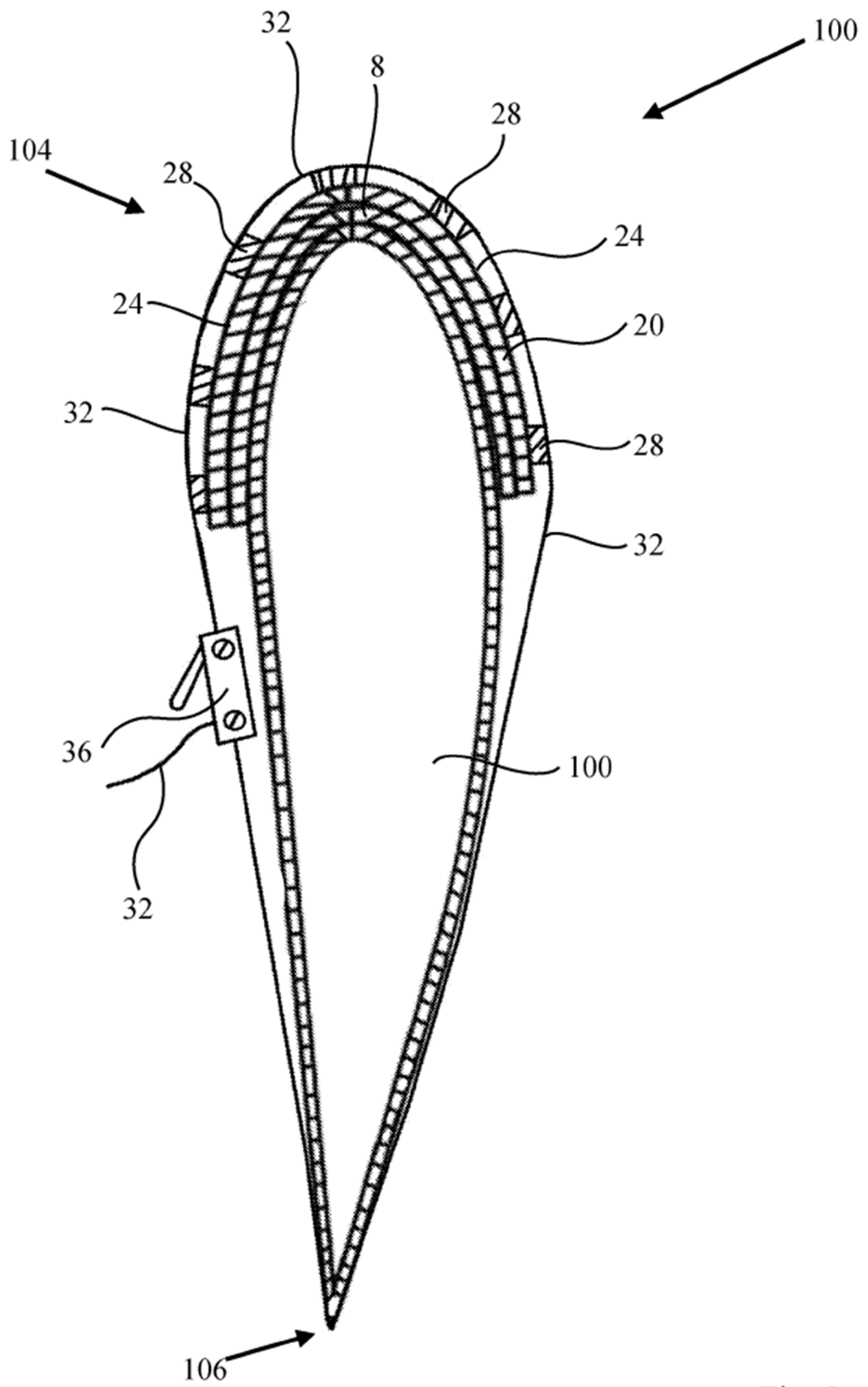


Fig. 5

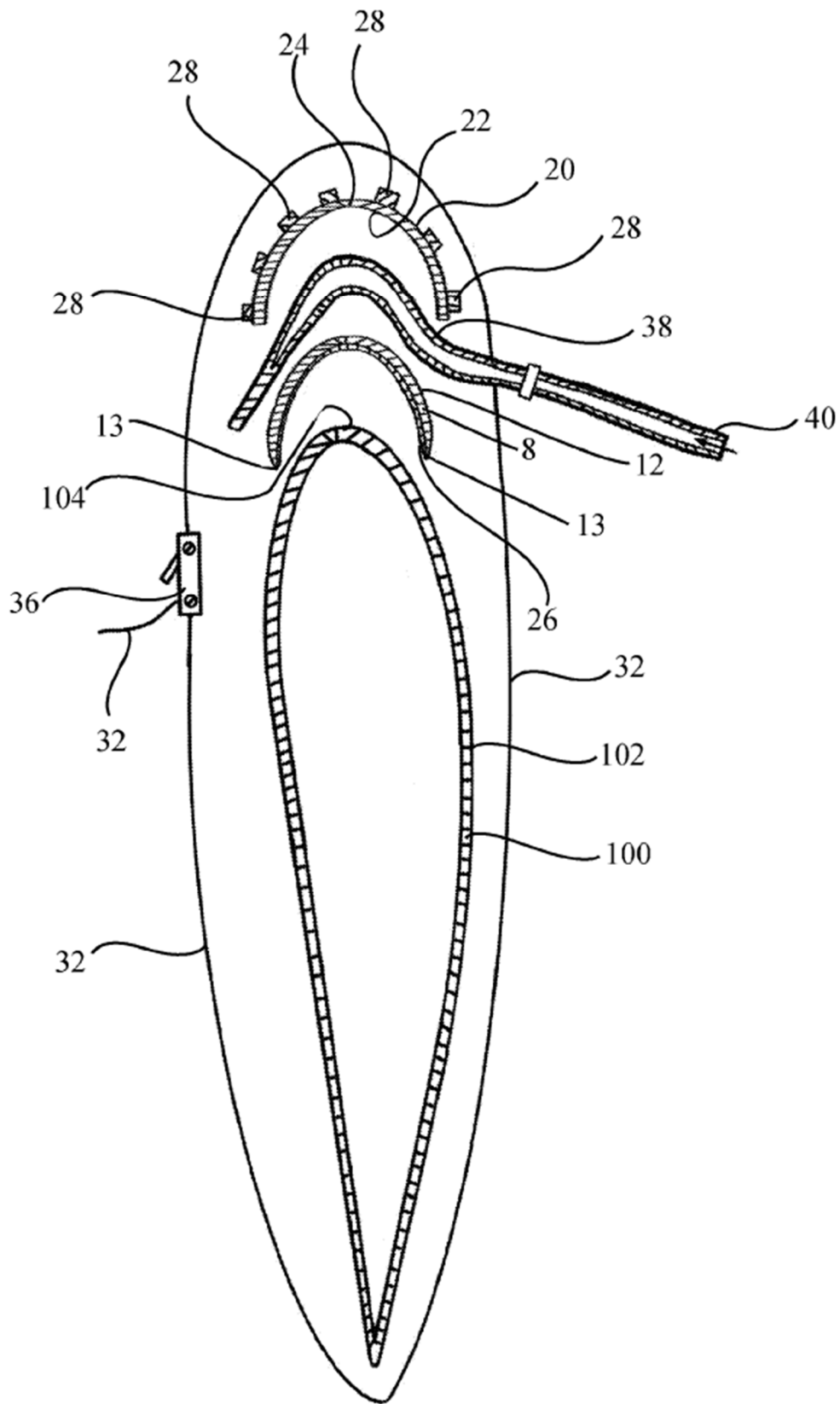


Fig. 6