

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 976 437**

51 Int. Cl.:

F03D 1/06 (2006.01)

F03D 80/30 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.04.2020** **E 20171366 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.01.2024** **EP 3901452**

54 Título: **Pala de turbina eólica para una turbina eólica y método para fabricar una pala de turbina eólica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
01.08.2024

73 Titular/es:

SIEMENS GAMESA RENEWABLE ENERGY A/S
(100.0%)
Borupvej 16
7330 Brande, DK

72 Inventor/es:

GIROLAMO, DONATO y
PONNADA, RAJESH SRI MARKANDEYA

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 976 437 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 turbina eólica para una turbina eólica y método para fabricar una pala de turbina eólica

- 5 La presente invención se refiere a una pala de turbina eólica para una turbina eólica y un método correspondiente para fabricar una pala de turbina eólica.
- 10 El polímero reforzado con fibra de carbono (CFRP), debido a su alta relación de resistencia con respecto a la masa, está reemplazando rápidamente a los componentes estructurales basados en fibra de vidrio para obtener un mejor rendimiento de las palas de rotor de turbinas eólicas, particularmente como material para refuerzos de larguero o vigas.
- 15 Las palas de rotor de una turbina eólica están expuestas frecuentemente a impactos de rayos. La protección contra rayos de las palas de rotor generalmente se basa en proporcionar un medio para la intercepción y transferencia de grandes corrientes de rayos mediante el uso de receptores metálicos (es decir, terminaciones de aire) y cables tendidos internamente (es decir, conductores de bajada para transferir corrientes de rayos a tierra).
- 20 Dado que las fibras de carbono son conductoras de electricidad, los elementos de carbono pueden estar expuestos a impactos de rayos, lo que puede dañar su estructura y, por consiguiente, provocar fallos en las palas y la turbina sin previo aviso. Para evitar la fijación de rayos, se restringe el uso de elementos de carbono en las piezas más externas (es decir, la región de la punta) de una pala de turbina eólica, lo que afecta negativamente la ventaja de peso y la flexibilidad de diseño que de otro modo podría haber proporcionado el CFRP. Por las mismas razones, se evitan las terminaciones aéreas adyacentes a elementos de carbono.
- 25 Además, los refuerzos de larguero de CFRP que se extienden en el sentido de la envergadura en paralelo a un conductor de bajada metálico se comportan como un conjunto de conductores paralelos con una distancia corta y, por lo tanto, cuando una terminación aérea intercepta un rayo y lo transfiere a través del conductor de bajada, una inducción mutua establecerá corrientes en los refuerzos de larguero de CFRP paralelas.
- 30 Además de eso, las propiedades del material del conductor de bajada junto con los parámetros de forma de onda de las corrientes de rayos dan como resultado una caída potencial a lo largo del conductor de bajada que es del orden de millones de voltios, forzando de este modo una descarga disruptiva (es decir, un arco eléctrico) entre el conductor de bajada y los refuerzos de larguero de CFRP, lo que posiblemente provoque daños estructurales en la pala de turbina eólica.
- 35 Para mitigar tales riesgos, la técnica anterior propone proporcionar uniones equipotenciales a intervalos regulares a lo largo de la longitud de los refuerzos de larguero de CFRP. Debido a la anisotropía del CFRP y a las diferencias en las propiedades con respecto al conductor de bajada metálico, resulta complicado transferir corriente entre ellos, generando de este modo chispas y puntos calientes.
- 40 Finalmente, con corrientes elevadas también surge el desafío del calentamiento de Joule, que puede causar daños térmicos que provocan delaminación y quemaduras, degradando gravemente el rendimiento de elementos estructurales, tales como los refuerzos de larguero.
- 45 El documento EP 2 267 280 A2 muestra un sistema de protección contra rayos para una pala de turbina eólica que comprende fibra reforzada con vidrio o fibra reforzada con carbono. El sistema de protección contra rayos incluye una lámina sustancialmente plana de material conductor o semiconductor dispuesta internamente a la región de punta de pala y entre el lado de aspiración y el lado de presión de la pala. La lámina funciona durante la descarga de un rayo para formar un mecanismo de control de campo eléctrico que controla un campo eléctrico en la región de punta
- 50 causado por el impacto de un rayo.
- El documento EP 3 255 275 A1 muestra un conductor de bajada de pala de rotor de un sistema de protección contra rayos de turbina eólica. El conductor de bajada se extiende desde la raíz de la pala hasta la punta de la pala. Además, una parte del conductor de bajada comprende una autoinductancia reducida en comparación con la autoinductancia
- 55 de un conductor de bajada de una sola cadena funcionalmente equivalente.
- Un objeto de la presente invención es proporcionar una pala de turbina eólica mejorada que facilite un uso menos restringido de elementos de carbono al tiempo que proporciona suficiente protección contra impactos de rayos.
- 60 Según un primer aspecto, se proporciona una pala de turbina eólica para una turbina eólica. La pala de turbina eólica comprende: un primer elemento que contiene fibras de carbono, estando el primer elemento encerrado mediante una primera cubierta metálica para formar una jaula de Faraday alrededor del mismo; un segundo elemento que contiene fibras de carbono, estando el segundo elemento encerrado mediante una segunda cubierta metálica para formar una jaula de Faraday alrededor del mismo; y una unión eléctrica que conecta la primera cubierta metálica y la segunda
- 65 cubierta metálica.

Al formar una jaula de Faraday alrededor de elementos que contienen fibras de carbono, la corriente del rayo se puede transferir de manera eficiente y al mismo tiempo proteger los elementos de los campos electromagnéticos. Al mismo tiempo, al conectar la primera cubierta metálica y la segunda cubierta metálica entre sí mediante la unión eléctrica, se obtiene una equipotencialización entre dichas cubiertas. Por lo tanto, los impactos de rayos externos se pueden interceptar y conducir de forma segura a través de la cubierta metálica debido a su alta conductividad.

Además, como los elementos que contienen fibras de carbono están protegidos, se pueden colocar más hacia la punta de la pala de turbina eólica, haciendo que la pala de turbina eólica sea más ligera y permitiendo adaptar mejor la forma de la punta. Al limitar la cubierta metálica solo a los elementos que contienen fibras de carbono pero no a toda la pala, se puede conseguir un ahorro de peso y costes.

Además, las reparaciones estructurales y las relacionadas con los rayos se desacoplan, permitiendo por lo tanto realizar reparaciones rápidas y eficaces, particularmente porque una reparación de las jaulas de Faraday es relativamente sencilla y solo implica realizar una nueva capa de cubierta metálica y, opcionalmente, comprobar una conexión eléctrica con un ohmímetro. Esto se debe a que los elementos que contienen fibras de carbono ya no actúan como conductores eléctricos en el circuito de un sistema de protección contra rayos. Además, debido a la protección que ofrece la cubierta metálica, las reparaciones frecuentemente se pueden realizar mediante trabajos verticales o grúas, siendo de este modo innecesaria la puesta a tierra de una pala.

Se puede colocar una cubierta eléctricamente aislante, tal como fibras de vidrio, entre la primera cubierta metálica y el primer elemento y/o se puede colocar una cubierta eléctricamente aislante, tal como fibras de vidrio, entre la segunda cubierta metálica y el segundo elemento. Esto puede mejorar el efecto de Faraday obtenido con respecto al elemento respectivo.

Según una realización, la pala de turbina eólica comprende además un punto de terminación aérea dispuesto en la cubierta metálica y conectado eléctricamente a la misma.

Ya que el elemento que contiene fibras de carbono está protegido mediante la cubierta metálica, es posible interceptar corrientes de rayos en zonas de la pala de turbina eólica que antes no se podían proteger adecuadamente.

Según una realización adicional, la pala de turbina eólica comprende además un punto de terminación aérea dispuesto en un área de la pala de turbina eólica alejada del primer y segundo elemento y conectado eléctricamente a la cubierta metálica, por ejemplo, con un conductor tal como un cable.

Por lo tanto, es posible proporcionar puntos de terminación aérea, p. ej., hacia la punta de una pala de turbina eólica sin la necesidad de un conductor de bajada que atraviese toda la sección transversal horizontal de la pala de turbina eólica. En el área de los elementos que contienen fibras de carbono, p. ej., los refuerzos de larguero, un componente que asume la función de conductor de bajada, se realizan más bien mediante cubiertas metálicas.

Según una realización adicional, la unión eléctrica es un conductor metálico, en particular, un cable metálico.

Un conductor metálico, debido a su alta conductividad, proporciona una rápida equipotencialización en caso de impacto de un rayo.

Según una realización adicional, una parte de extremo de la primera y/o segunda cubierta metálica está agrupada para formar una interfaz de conexión para la unión eléctrica.

De esta manera se puede proporcionar una interfaz sencilla, eficaz y segura con el resto de un sistema de protección contra rayos, especialmente ya que se reduce el número de componentes adicionales necesarios.

Según una realización adicional, la primera y/o segunda cubierta metálica es al menos una de entre una lámina, malla, lámina de metal, pintura y recubrimiento.

La jaula de Faraday formada alrededor de los elementos que contienen fibras de carbono también se puede formar mediante múltiples métodos, p. ej., usando una malla que se agrupa en un cable solo en lugares que sirven como una interfaz de conexión para la unión eléctrica, mientras que usa recubrimientos en otros lugares.

El tamaño de rejilla de la jaula de Faraday puede variar desde cero (es decir, una lámina de metal continua) hasta muchos milímetros para una malla, en donde diferentes regiones de un elemento que contiene fibras de carbono usan también mallas de diferentes tamaños de rejilla. El tamaño de la malla también puede ser mayor (es decir, superior a 1 cm), p. ej., para regiones que tienen una baja probabilidad de impactos de rayos o para regiones que sirven principalmente para la ecualización de voltaje, tales como las uniones eléctricas que conectan la primera cubierta metálica y la segunda cubierta metálica.

Según una realización adicional, el primer y/o segundo elemento que contiene fibras de carbono es un polímero reforzado con fibra de carbono.

Un polímero reforzado con fibra de carbono proporciona una importante ventaja de peso y flexibilidad de diseño en el diseño de palas de turbinas eólicas y se debe proteger contra impactos de rayos debido a su conductividad eléctrica.

5 Según otra realización, las partes de extremo de cada una de la primera y segunda cubierta metálica están agrupadas y conectadas en una sola pieza entre sí para formar la unión eléctrica.

En consecuencia, la primera y segunda cubiertas metálicas están formadas integralmente a partir de una pieza de material, p. ej., una malla, que se usa para proteger el primer y segundo elementos que contienen fibras de carbono.

10 Según una realización adicional, el primer elemento es un primer refuerzo de larguero y/o el segundo elemento es un segundo refuerzo de larguero.

15 Dado que los refuerzos de larguero son miembros estructurales y frecuentemente contienen fibras de carbono, existe una gran demanda de protección de los refuerzos de larguero.

Según una realización adicional, el primer y el segundo refuerzo de larguero se extienden en el sentido de la envergadura y paralelos entre sí, en donde la unión eléctrica es el único conductor en el espacio intermedio en el sentido de la cuerda entre la primera y segunda cubierta metálica.

20 Esto tiene la ventaja de que ya no es necesario colocar un conductor de bajada entre dos refuerzos de larguero, ya que las cubiertas metálicas que encierran los refuerzos de larguero asumen la función de un conductor de bajada. Por lo tanto, se pueden conseguir importantes simplificaciones en el diseño y montaje de una pala de turbina eólica.

25 Según una realización adicional, la unión eléctrica se proporciona entre partes de extremo en el sentido de la envergadura de la primera y segunda cubierta metálica, en donde la unión eléctrica está conectada eléctricamente a un conductor de bajada de la turbina eólica.

30 Al proporcionar la unión eléctrica solo en una parte de extremo lateral de una primera y segunda cubierta metálica, es decir, una parte de extremo lateral de los respectivos refuerzos de larguero, no es necesario colocar ninguna conexión eléctrica en el espacio en el sentido de la cuerda entre los refuerzos de larguero, lo que da como resultado simplificaciones constructivas adicionales de la pala de turbina eólica.

35 Según una realización especialmente preferida, la conexión eléctrica se realiza de manera discontinua, p. ej., proporcionando una vía de chispas en lugar de una conexión continua.

La unión eléctrica proporcionada en la parte de extremo lateral de una primera y segunda cubierta metálica se puede conectar además a un sistema de protección contra rayos existente de una turbina eólica, p. ej., mediante un terminal de raíz.

40 Para la cubierta metálica, se pueden usar materiales conductores como metales y aleaciones siempre que presenten un riesgo mínimo de corrosión galvánica (p. ej., cobre, bronce). Como alternativa, también se podrían usar no metales (p. ej., carbono) y/o sus compuestos recubiertos con materiales metálicos, p. ej., fibras metalizadas.

45 Cualquier realización del primer aspecto se puede combinar con cualquier realización del primer aspecto para obtener otra realización del primer aspecto.

Según un segundo aspecto, la invención se refiere a una turbina eólica que comprende al menos una pala de turbina eólica según el primer aspecto.

50 Según un tercer aspecto, se proporciona un método para fabricar una pala de turbina eólica de una turbina eólica. El método comprende las etapas de: encerrar un primer elemento que contiene fibras de carbono mediante una primera cubierta metálica para formar una jaula de Faraday alrededor del mismo; encerrar un segundo elemento que contiene fibras de carbono mediante una segunda cubierta metálica para formar una jaula de Faraday alrededor del mismo; y conectar la primera cubierta metálica y la segunda cubierta metálica con una unión eléctrica.

55 Las realizaciones y características descritas con referencia al aparato de la presente invención se aplican *mutatis mutandis* al método de la presente invención.

60 Posibles implementaciones o soluciones alternativas adicionales de la invención también abarcan combinaciones, que no se mencionan explícitamente en la presente descripción, de las características descritas anteriormente o a continuación con respecto a las realizaciones. El experto en la técnica también podrá añadir aspectos y características individuales o aislados a la forma más básica de la invención.

65 Otras realizaciones, características y ventajas de la presente invención resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción y reivindicaciones dependientes, en combinación con las figuras adjuntas, en donde:

La figura 1 muestra, en una vista en sección transversal, una pala de turbina eólica según una primera realización;

5 la figura 2 muestra, en una vista en sección transversal, el primer elemento que contiene fibras de carbono de la pala de turbina eólica según la primera realización;

la figura 3 muestra, en una vista en perspectiva, un refuerzo de larguero encerrado mediante una cubierta metálica, en donde una parte de extremo de la cubierta metálica está agrupada para formar una interfaz de conexión;

10 la figura 4 muestra, en una vista en perspectiva, dos refuerzos de larguero encerrados mediante cubiertas metálicas que están agrupadas y conectadas en una sola pieza entre sí para formar una unión eléctrica;

15 la figura 5 muestra, en una vista en perspectiva, dos realizaciones de un refuerzo de larguero encerrado mediante una cubierta metálica, en donde la cubierta metálica está conectada a un punto de terminación aérea de diferentes maneras;

la figura 6 muestra una realización adicional de una base de terminación aérea que comprende soportes mediante los cuales se conecta la cubierta metálica;

20 la figura 7 muestra, en una vista en sección transversal, una parte de punta de una pala de turbina eólica que comprende dos terminaciones aéreas; y

la figura 8 muestra, en un diagrama de flujo, un método para fabricar una pala de turbina eólica de una turbina eólica.

25 En las figuras, los números de referencia similares designan elementos similares o funcionalmente equivalentes, salvo que se indique lo contrario.

30 La figura 1 muestra una pala 1 de turbina eólica según una primera realización. La pala 1 de turbina eólica comprende un primer elemento 2 que contiene fibras de carbono, estando el primer elemento 2 encerrado mediante una primera cubierta metálica 3 para formar una jaula de Faraday alrededor del mismo. Además, la pala 1 de turbina eólica comprende un segundo elemento 4 que contiene fibras de carbono, estando el segundo elemento 4 encerrado mediante una segunda cubierta metálica 5 para formar también una jaula de Faraday alrededor del mismo. En el presente caso, el primer elemento 2 es un primer refuerzo de larguero y el segundo elemento 4 es también un segundo refuerzo de larguero.

35 Adicionalmente, se proporcionan uniones eléctricas 6 que conectan la primera cubierta metálica 3 y la segunda cubierta metálica 5. Según la realización de la figura 1, la respectiva cubierta metálica 3, 5 es una malla metálica que es particularmente evidente en las partes ampliadas superior e inferior de la figura 1.

40 Aunque en esta realización se ilustran tres uniones eléctricas 6, también puede ser suficiente proporcionar solo dos uniones eléctricas 6 para conectar la primera cubierta metálica 3 y la segunda cubierta metálica 5. En detalle, omitir la unión metálica 6 en un área entre los refuerzos de larguero simplificará la construcción general de la pala 1 de turbina eólica.

45 La pala 1 de turbina eólica comprende además puntos 7 de terminación aérea dispuestos en la respectiva cubierta metálica 3, 5 que están conectados eléctricamente a la misma. Además, se pueden disponer puntos 7 de terminación aérea adicionales en un área 8 de la pala 1 de turbina eólica alejada del primer y segundo elemento 2, 4, es decir, los refuerzos de larguero, y conectados eléctricamente a la cubierta metálica 3, 5. Como se desprende de la figura 1, los respectivos puntos 7 de terminación aérea penetran una capa exterior 9 de la pala 1 de turbina eólica que la encierra.

50 Las cubiertas metálicas 3, 5, las uniones eléctricas 6 y los puntos 7 de terminación aérea crean un sistema de protección contra rayos para la pala 1 de turbina eólica. Para transferir, después del impacto de un rayo, las corrientes del rayo a tierra, dicho sistema puede estar conectado a un conductor de bajada de la turbina eólica por medio de un terminal 10 de raíz.

55 La cubierta metálica 3 se puede proporcionar uniendo alambres metálicos entre sí usando soportes, engarces, soldadura, soldadura fuerte, unión o anudado, p. ej., con materiales conductores y no conductores, etc. para formar nodos de una red metálica como se indica en la ampliación superior de la figura 1. Alternativamente, la cubierta metálica 6 puede ser una malla metálica (p. ej., tejida) como se indica en la ampliación inferior de la figura 1 (sin nodos aparentes).

60 La figura 2 muestra, en una vista en sección transversal, el primer elemento 2 de la pala 1 de turbina eólica según la primera realización.

65 En el presente caso, el primer elemento 2 que contiene fibras de carbono es un refuerzo de larguero que, por ejemplo, comprende un polímero reforzado con fibra de carbono. Dado que el primer elemento 2 está encerrado mediante una

cubierta metálica 3, p. ej., una malla metálica, está protegido contra impactos de rayos. Esto es así porque la cubierta metálica 3 forma una jaula de Faraday alrededor del primer elemento 2 que sirve para conducir las corrientes de los rayos.

5 La figura 3 muestra, en una vista en perspectiva, un primer elemento 2 que contiene fibras de carbono en forma de un refuerzo de larguero que está encerrado mediante una cubierta metálica 3. En la misma, una parte 11 de extremo de la cubierta metálica 3 está agrupada para formar una interfaz 12 de conexión.

10 La cubierta metálica 3 tiene una transición 13 desde la jaula de Faraday que rodea el primer elemento 2 hasta la interfaz 12 de conexión que también se puede denominar “haz conductor”. La interfaz 12 de conexión se puede disponer hacia la punta y/o la raíz de la pala 1 de turbina eólica, lo que permite una interfaz fácil, eficiente y segura con los componentes restantes de un sistema de protección contra rayos, por ejemplo, usando una unión eléctrica 6.

15 En el caso de que se use una red metálica que comprende nodos (según la ampliación superior de la figura 1) como la cubierta metálica 3, el agrupamiento en una parte de extremo, es decir, la raíz o la punta de la pala de turbina eólica, se logra retirando y/o deshaciendo los nodos metálicos, abrazaderas, engarces, nudos, etc. de la red metálica y agrupando los alambres metálicos en un cable. Alternativamente, la red metálica se puede agrupar con los nodos incluidos después de enderezar los alambres metálicos.

20 La figura 4 muestra, en una vista en perspectiva, los elementos primero y segundo 2, 4 que contienen fibras de carbono, p. ej., refuerzos de larguero, encerrados mediante cubiertas metálicas 3, 5, respectivamente, en donde la cubierta metálica 3 está agrupada entre los refuerzos 2, 4 de larguero para formar una unión eléctrica. Puesto que solo se usa una pieza de material para formar una interfaz 12 de conexión para ambos refuerzos 2, 4 de larguero, el número total de componentes requeridos disminuye y, por lo tanto, se pueden evitar posibles vulnerabilidades, tales como una conexión floja. En detalle, ya no es necesario proporcionar medios adicionales para conectar una primera cubierta metálica 3 con una segunda cubierta metálica 5 puesto que la unión eléctrica se realiza mediante la parte agrupada de la cubierta metálica 3 como se desprende de la transición 13. En una realización alternativa, se pueden usar ambas cubiertas metálicas 3, 5 para formar la interfaz 12 de conexión.

25 30 En caso de que se use una red metálica que comprende nodos como la cubierta metálica 3, se puede lograr un agrupamiento en el centro de la viga incluyendo un tercer alambre metálico en la red metálica (o nodos metálicos) o malla metálica.

35 La figura 5 muestra, en una vista en perspectiva, un elemento 2 que contiene fibras de carbono que está encerrado mediante una cubierta metálica 3, en una primera realización según la cual la cubierta metálica 3 está conectada directamente a un punto 7 de terminación aérea y en una segunda realización según la cual la cubierta metálica 3 está conectada a un punto 7 de terminación aérea mediante un conductor 14.

40 El conductor 14 también se puede proporcionar por medio de un haz conductor, agrupando un extremo de la cubierta metálica 3 para formar el conductor 14 que está conectado a una base 15 del punto 7 de terminación aérea.

45 La realización ilustrada en el lado izquierdo de la figura 5 muestra un punto 7 de terminación aérea que está dispuesto directamente en el primer elemento 2 que contiene fibras de carbono tales como un refuerzo de larguero. En detalle, una base 15 del punto 7 de terminación aérea está conectada eléctricamente a la cubierta metálica 3, mientras que una terminación aérea 16 del punto 7 de terminación aérea penetra una capa exterior 9 de la pala 1 de turbina eólica (no ilustrada).

50 Por el contrario, la realización mostrada en el lado derecho de la figura 5 corresponde a un punto 7 de terminación aérea que está dispuesto en un área de la pala 1 de turbina eólica alejada del segundo elemento 4 y conectado eléctricamente a la cubierta metálica 5 usando un conductor 14. El conductor 14 puede ser, por ejemplo, un cable metálico.

55 La figura 6 muestra una realización adicional de una base 15 de terminación aérea que comprende soportes 17 mediante los cuales se conecta una cubierta metálica 3.

60 Antes del montaje, dichos soportes 17 se pueden extender perpendicularmente desde la parte inferior de la base 15 de terminación aérea. Después de insertar la cubierta metálica 3 en los soportes 17, estos se doblan para sujetar o engarzar la cubierta metálica 3. Ventajosamente, los soportes 17 sujetan o engarzan la cubierta metálica 3 en un área donde diferentes cables de la cubierta metálica 3 están conectados a través de nodos 18 que se indica en el lado izquierdo de la figura 6.

65 La figura 7 muestra, en una vista en sección transversal, una parte de punta de una pala 1 de turbina eólica que comprende dos terminaciones aéreas 16. Cada una de las terminaciones aéreas 16 penetra una capa exterior 9 de la pala 1 de turbina eólica que la encierra. Dichas terminaciones aéreas 16 están conectadas a una base 15 de terminación aérea

que, a su vez, está conectada a un conductor 14. En lugar de conectar el conductor 14 a un conductor de bajada que se extendería en el sentido de la envergadura en la pala 1 de turbina eólica, dicho conductor 14 está conectado a una primera y/o segunda cubierta metálica 3, 5.

- 5 La figura 8 muestra un diagrama de flujo que ilustra un método para fabricar una pala 1 de turbina eólica de una turbina eólica. En una etapa S1, un primer elemento 2 que contiene fibras de carbono está encerrado mediante una primera cubierta metálica 3 para formar una jaula de Faraday alrededor del mismo. En una etapa S2, un segundo elemento 4 que contiene fibras de carbono está encerrado mediante una segunda cubierta metálica 5 para formar una jaula de Faraday alrededor del mismo. En una etapa S3, la primera cubierta metálica 3 y la segunda cubierta metálica 5 están
10 conectadas con una unión eléctrica 6.

Aunque la presente invención se ha descrito según realizaciones preferidas, resulta obvio para el experto en la técnica que las modificaciones son posibles en todas las realizaciones.

15

REIVINDICACIONES

1. Una pala (1) de turbina eólica para una turbina eólica, comprendiendo la pala (1) de turbina eólica:
5 un primer elemento (2) que contiene fibras de carbono, estando el primer elemento (2) encerrado mediante una primera cubierta metálica (3) para formar una jaula de Faraday alrededor del mismo; un segundo elemento (4) que contiene fibras de carbono, estando el segundo elemento (4) encerrado mediante una segunda cubierta metálica (5) para formar una jaula de Faraday alrededor del mismo; y
10 una unión eléctrica (6) que conecta la primera cubierta metálica (3) y la segunda cubierta metálica (5).
2. La pala de turbina eólica según la reivindicación 1, que comprende además un punto (7) de terminación aérea dispuesto sobre la cubierta metálica (3, 5) y conectado eléctricamente a la misma.
- 15 3. La pala de turbina eólica según la reivindicación 1 o 2, que comprende además un punto (7) de terminación aérea dispuesto en un área (8) de la pala (1) de turbina eólica alejada del primer (2) y segundo elemento (4) y eléctricamente conectado a la cubierta metálica (3, 5).
- 20 4. La pala de turbina eólica según una de las reivindicaciones 1 a 3, en donde la unión eléctrica (6) es un conductor metálico, en particular, un cable metálico.
5. La pala de turbina eólica según una de las reivindicaciones 1 a 4, en donde una parte (11) de extremo de la primera (3) y/o segunda cubierta metálica (5) está agrupada para formar una interfaz (12) de conexión para la unión eléctrica (6).
- 25 6. La pala de turbina eólica según una de las reivindicaciones 1 a 5, en donde la primera (3) y/o segunda cubierta metálica (5) es al menos una de entre una lámina, malla, lámina de metal, pintura y recubrimiento.
- 30 7. La pala de turbina eólica según una de las reivindicaciones 1 a 6, en donde el primer (2) y/o segundo elemento (4) que contiene fibras de carbono es un polímero reforzado con fibra de carbono.
8. La pala de turbina eólica según una de las reivindicaciones 1 a 7, en donde partes (11) de extremo de cada una de la primera (3) y segunda cubierta metálica (5) están agrupadas y conectadas en una sola pieza entre sí para formar la unión eléctrica (6).
- 35 9. La pala de turbina eólica según una de las reivindicaciones 1 a 8, en donde el primer elemento (2) es un primer refuerzo de larguero y/o el segundo elemento (4) es un segundo refuerzo de larguero.
- 40 10. La pala de turbina eólica según la reivindicación 9, en donde el primer y el segundo refuerzo de larguero se extienden en el sentido de la envergadura y paralelos entre sí, en donde la unión eléctrica (6) es el único conductor en el espacio intermedio en el sentido de la cuerda entre la primera (3) y segunda cubierta metálica (5).
- 45 11. La pala de turbina eólica según la reivindicación 9 o la reivindicación 10, en donde la unión eléctrica (6) se proporciona entre las partes de extremo en el sentido de la envergadura de la primera (3) y segunda cubierta metálica (5), en donde la unión eléctrica (6) está conectada eléctricamente a un conductor de bajada de la turbina eólica.
- 50 12. Una turbina eólica que comprende al menos una pala (1) de turbina eólica según una de las reivindicaciones 1 a 11.
13. Método para fabricar una pala (1) de turbina eólica de una turbina eólica, comprendiendo el método las etapas de:
55 encerrar (S1) un primer elemento (2) que contiene fibras de carbono mediante una primera cubierta metálica (3) para formar una jaula de Faraday alrededor del mismo;
encerrar (S2) un segundo elemento (4) que contiene fibras de carbono mediante una segunda cubierta metálica (5) para formar una jaula de Faraday alrededor del mismo; y
60 conectar (S3) la primera cubierta metálica (3) y la segunda cubierta metálica (5) con una unión eléctrica (6).

Figura 1

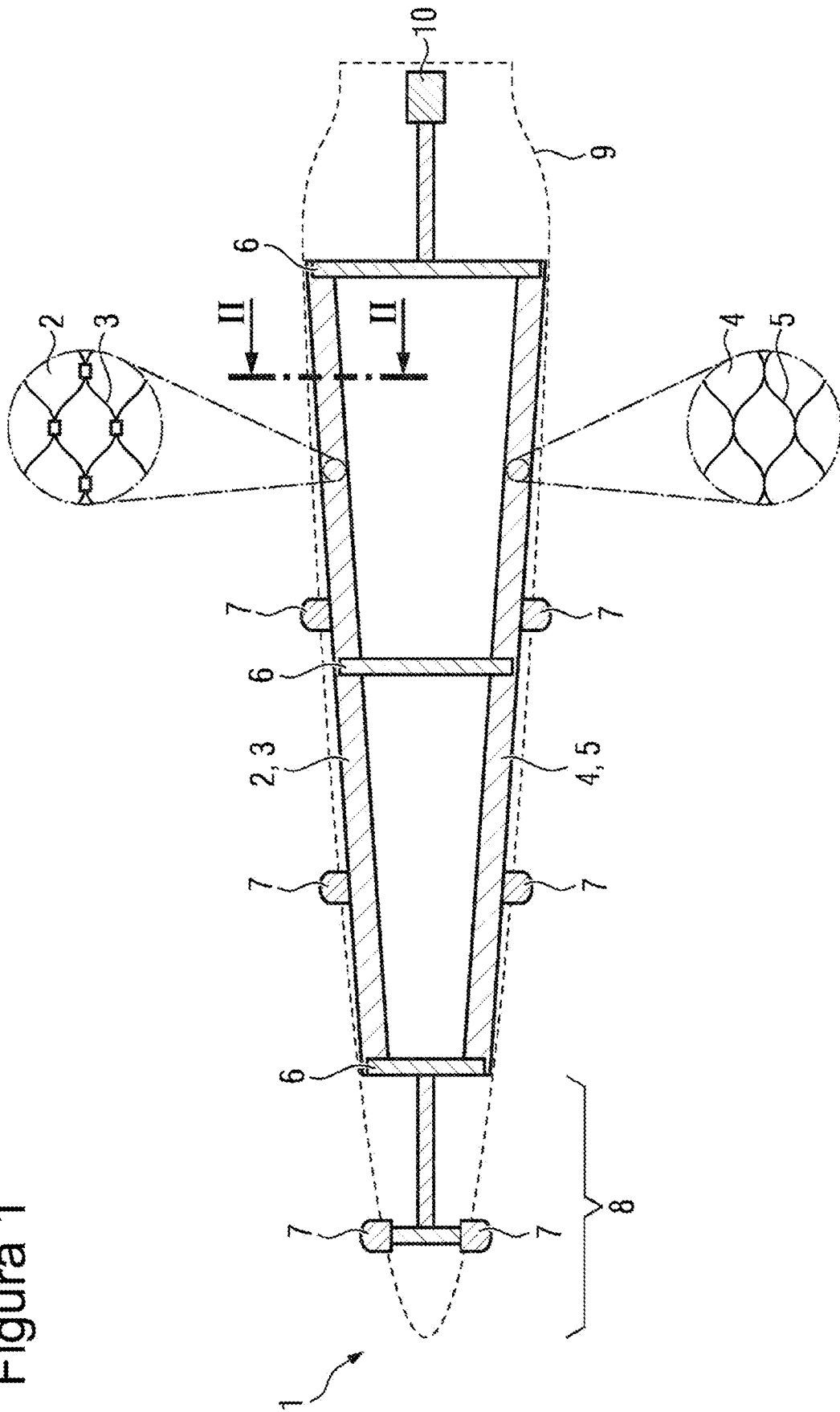


Figura 2

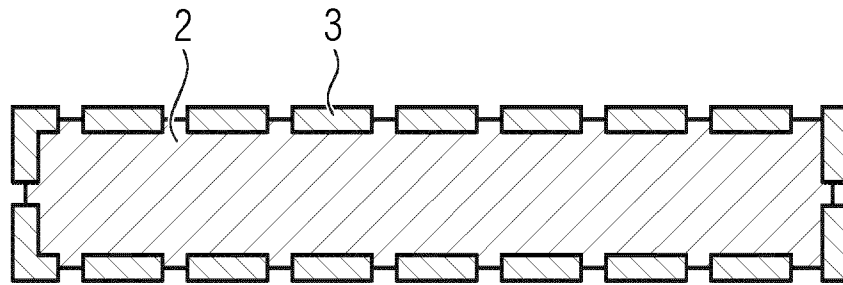


Figura 3

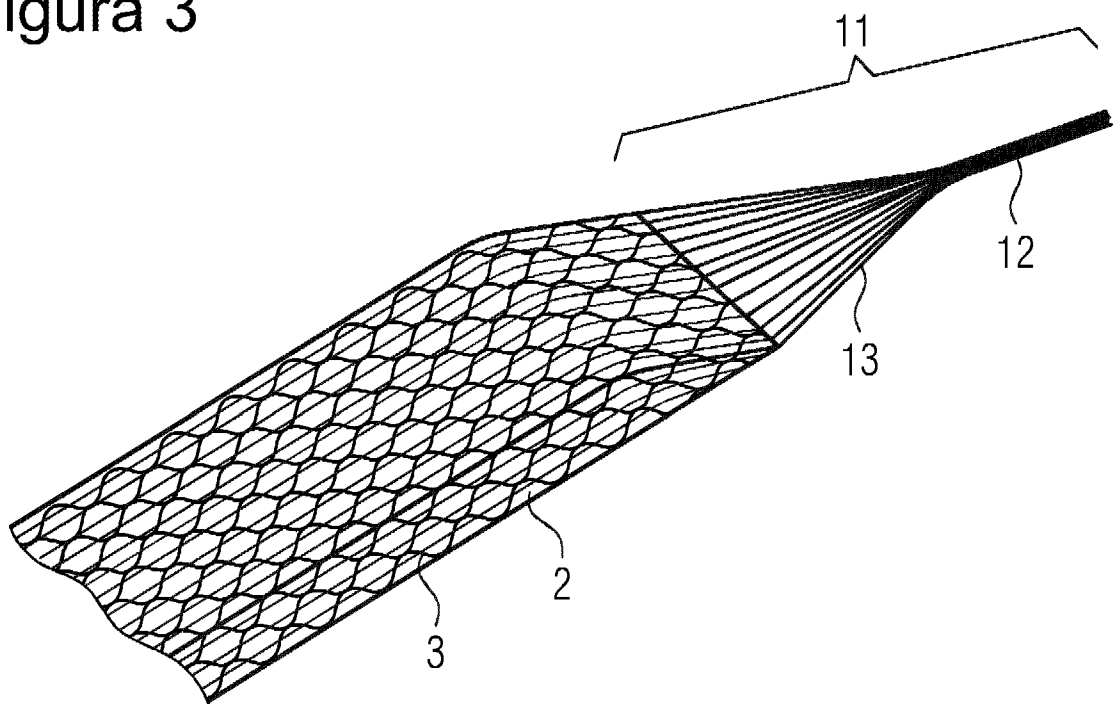


Figura 4

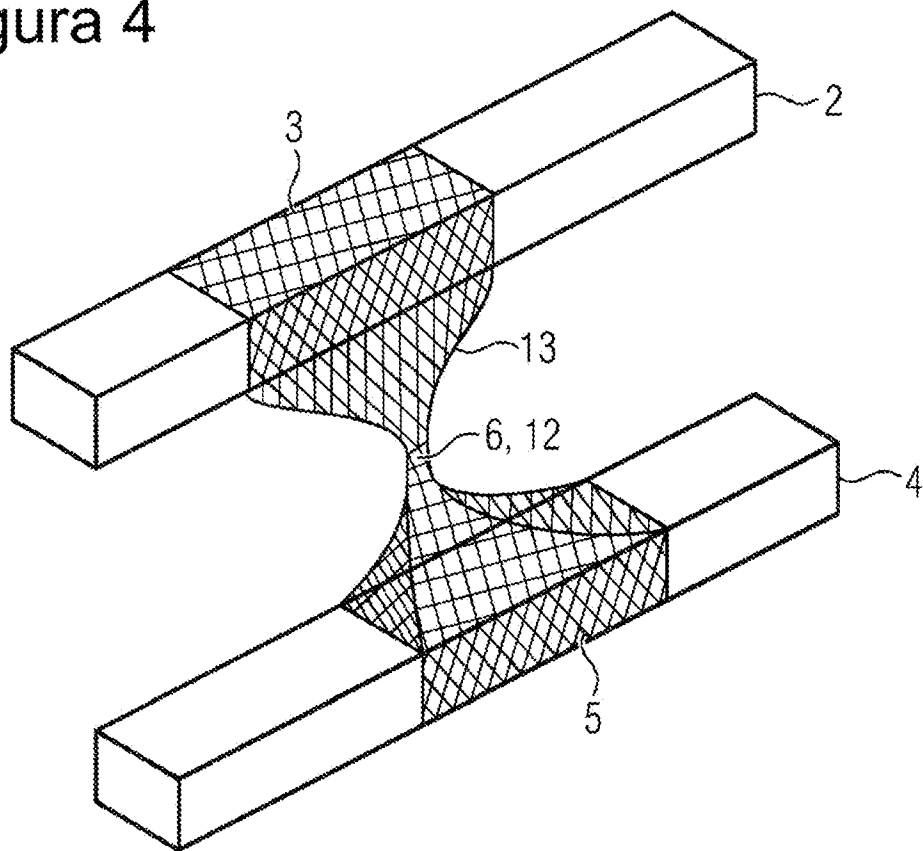


Figura 5

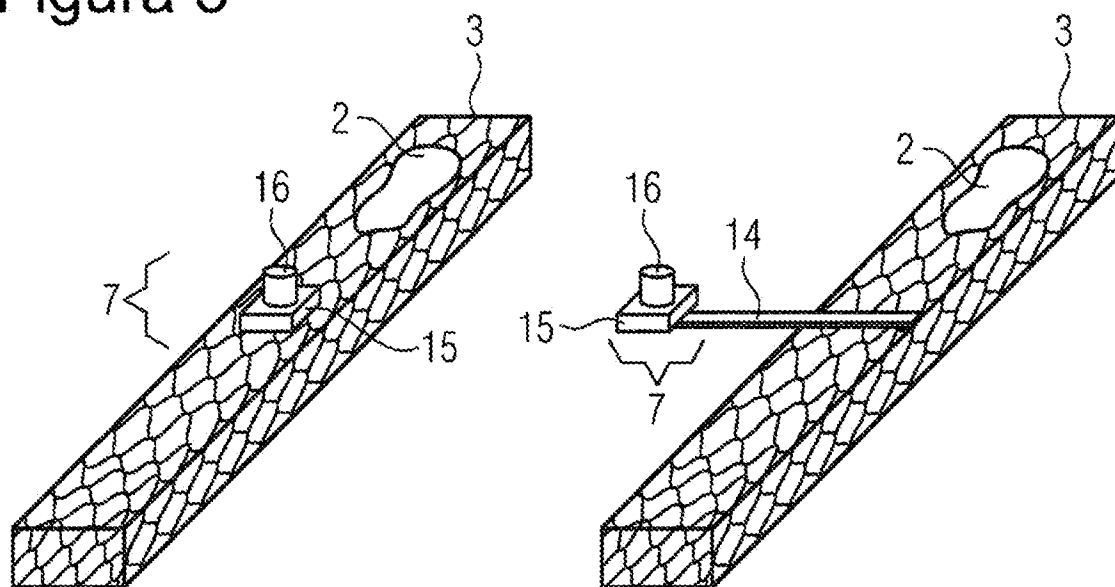


Figura 6

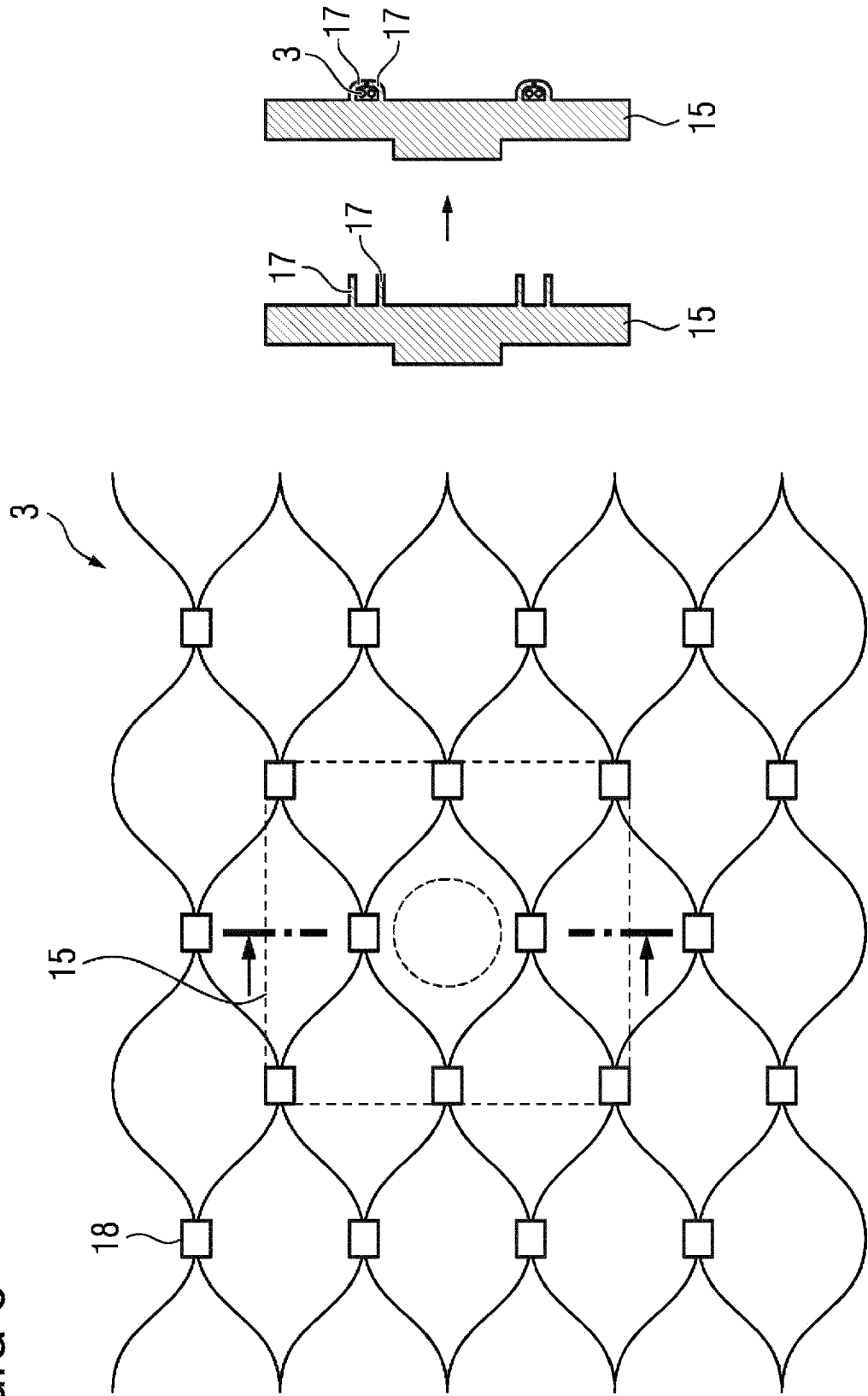


Figura 7

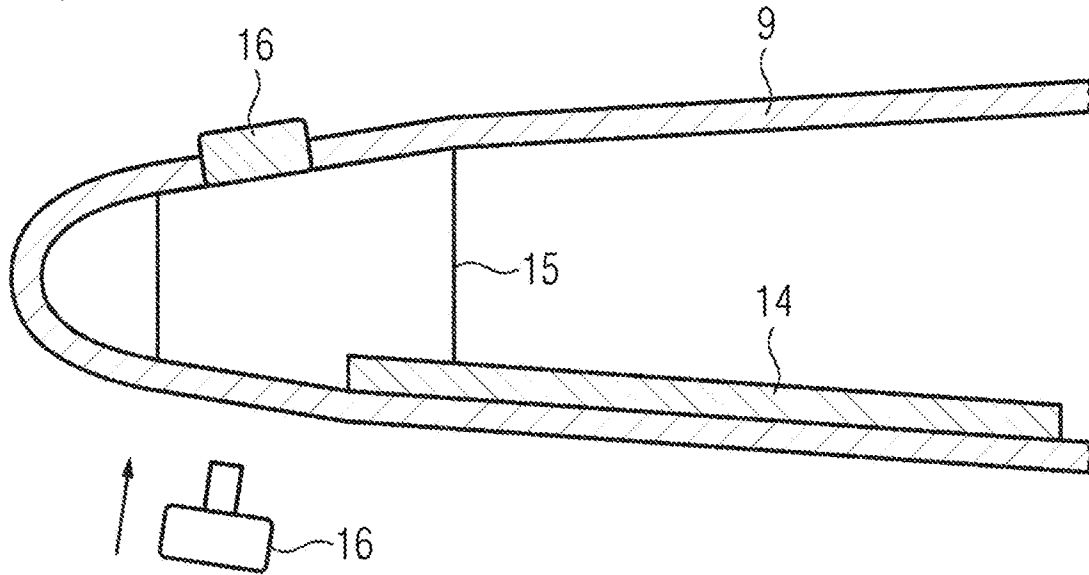


Figura 8

