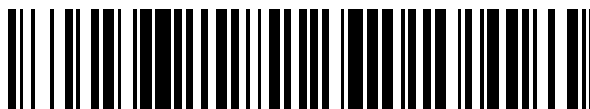


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 716 309**

51 Int. Cl.:

F03D 80/30 (2006.01)

F03D 1/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.11.2013** **PCT/EP2013/073188**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.05.2014** **WO14075976**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.11.2013** **E 13786286 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.01.2019** **EP 2920460**

54 Título: **Punta de pala de rotor y procedimiento de fabricación**

30 Prioridad:

15.11.2012 DE 102012220936

04.04.2013 DE 102013205965

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

11.06.2019

73 Titular/es:

WOBEN PROPERTIES GMBH (100.0%)

Borsigstrasse 26

26607 Aurich, DE

72 Inventor/es:

HOFFMANN, ALEXANDER;

DULLE, DENNIS y

CLEMENS, CHRISTIAN

74 Agente/Representante:

ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María

ES 2 716 309 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

Punta de pala de rotor y procedimiento de fabricación

5 La presente invención se refiere a una pala de rotor de una instalación de energía eólica, que presenta una parte principal y una punta de pala. Además, la presente invención se refiere a un dispositivo de conexión para la conexión de una parte principal de pala semejante con la punta de pala de rotor y la presente invención se refiere a una punta de pala de rotor, que a continuación también se designa de forma simplificada como punta de pala, y la presente invención se refiere a un procedimiento para el montaje de una punta de pala en una parte principal de una pala de rotor.

Por el documento PCT/EP2003/014621 se conoce un borde curvado de una pala de rotor para una instalación de energía eólica. Esta pala de rotor presenta una así denominada punta de pala de rotor, que está montada de forma acodada en el extremo de la pala de rotor.

15 Una desventaja del borde curvado dado a conocer en el documento PCT/EP2003/014621 consiste en que, según se propone, el borde curvado, que también se puede designar como punta de pala de rotor, está hecho de aluminio. Este borde de pala puede ser correspondientemente pesado y caro en la fabricación.

20 Los términos borde curvado, punta de pala de rotor o sencillamente punta de pala se usan de forma sinónima en esta solicitud.

Se conocen en general las instalaciones de energía eólica, en particular aquellas del tipo de instalaciones de energía eólica de eje horizontal con de manera habitual tres palas de rotor, y una semejante se muestra en la figura 5. Para la mejora de la aerodinámica se proponen puntas de pala de rotor que están dobladas en el extremo más exterior de una pala de rotor fuera del plano de rotor.

Las modernas instalaciones de energía eólica actuales usan palas de rotor muy grandes, éstas pueden suponer un problema durante el transporte, en este contexto puede ser un alivio que la punta de pala acodada o doblada sólo se monte in situ. Además, se debe tener en cuenta que, en el caso de caída de un rayo, el rayo cae en el extremo más exterior de la pala de rotor, es decir, en la punta de pala. Por ello también puede ser razonable una punta de pala intercambiable, a fin de poder cambiarla tras la caída de un rayo.

35 Por la solicitud de patente internacional WO2012/031976 se conoce una punta de pala de rotor desmontable. Allí se propone insertar una punta de pala de rotor en una zona final de la pala de rotor y establecer además una conexión en arrastre de forma con un pasador pretensado. De forma complementaria un tornillo puede servir como elemento de aseguramiento.

Una conexión semejante también puede ser desventajosa ya que en cualquier caso para el accionamiento del tornillo mencionado para el aseguramiento se debe trabajar a través de la superficie de la pala de rotor. Por consiguiente, allí se origina un punto de perturbación en la pala de rotor. Para ocultarlo un barnizado conduciría a que este tornillo sólo se podría volver a encontrar con dificultad en caso necesario de un cambio de la punta de pala. También o en otro caso un punto de perturbación puede conducir a la penetración de humedad en el material de la pala de rotor. Tanto la pala de rotor como también los elementos afectados del dispositivo de conexión se pueden deteriorar de forma permanente de este modo.

Otros ejemplos del estado de la técnica se conocen por los documentos WO2009135902, WO2010023299, DE102005045579 y EP2226497.

50 El objetivo de la presente invención es por consiguiente direccionar al menos uno de los problemas mencionados. En particular se debe proponer una solución para la conexión de una punta de pala de rotor con la parte principal de una pala de rotor, que simplifique una separabilidad y evite a ser posible los daños en la pala de rotor. En particular se debe proponer una solución especialmente sostenible con pocos costes. En particular se debe proponer un borde curvado mejorado o una punta de pala de rotor mejorada, que tiene que poderse fabricar en particular de forma más económica. Al menos se debe proponer una solución alternativa.

Para la subsanación de las desventajas mencionadas, una forma de realización de la invención prevé que la prolongación de la punta de pala de rotor esté fabricada del mismo material que la pala de rotor, y que sólo la punta, concretamente la primera parte, esté fabricada de un material eléctricamente conductor.

Un conocimiento esencial de la invención se basa en el hecho de que

- un borde curvado fabricado completamente de aluminio es más pesado que un borde curvado fabricado parcialmente de material compuesto de fibras de vidrio.

5

La invención tiene la ventaja, al menos según una forma de realización, de que el borde curvado está fabricado del mismo material que la pala de rotor, al menos en la zona de conexión entre la pala de rotor y borde curvado, y por consiguiente se puede conectar directamente con ésta a través de una unión adhesiva.

10 Otras particularidades y ventajas de la invención también se dan a conocer en los ejemplos de realización según los dibujos.

Según la invención también se propone una pala de rotor de una instalación de energía eólica según la reivindicación 1.

15

Por tanto, la pala de rotor presenta una parte principal y una punta de pala, en donde la punta de pala se fija de forma separable en la parte principal mediante un dispositivo de conexión. El dispositivo de conexión presenta una sección de punta y una sección de base. La sección de punta está fijada en la punta de pala y la sección de base está fijada en la parte principal y está preparada para la recepción de la sección de punta, es decir, está adaptada a

20

ésta. La sección de punta presenta al menos un medio de bloqueo que llega hasta la sección de base, para el bloqueo de la sección de punta en la sección de base. El medio de bloqueo se acciona para la realización del bloqueo a través de una abertura en una superficie de la punta de pala. La invención aprovecha una dobladura de la punta de pala y usa la zona doblada correspondiente para la previsión de la abertura para el accionamiento del medio de bloqueo, concretamente la zona convexa de la dobladura o la zona exterior de la dobladura, en el sentido de una curva exterior. Cuando la punta de pala está doblada así hacia el lado de presión de la pala de rotor, la dobladura exterior está en el o hacia el lado de aspiración de la pala de rotor. Exactamente en esta zona se propone prever la abertura.

25

Preferentemente esta abertura debería mantenerse tan pequeña como sea posible, en particular tan pequeña que el medio de bloqueo se pueda accionar a través de la abertura, pero no insertarse. Así un agujero que señala hacia

30

fuera se puede mantener lo más pequeño posible.

La punta de pala de rotor se puede aplicar por ello en la parte principal y luego se realiza un bloqueo a través de una abertura en la superficie de la punta de pala.

35

Por consiguiente, se puede evitar una abertura en la parte principal de pala de rotor. Esto tiene en particular la ventaja de que la punta de pala de rotor se puede producir de forma proporcionalmente adecuada como componente individual, pequeño en comparación a la parte principal de pala de rotor. Las aberturas eventuales para el accionamiento del medio de bloqueo se pueden efectuar de forma precisa con la técnica de fabricación, por lo que se evitan deterioros eventuales de la punta de pala.

40

De este modo también se evita que la punta de pala sufra las influencias meteorológicas. No obstante, si la punta de pala se deteriorase en esta zona, entonces sólo se produciría un problema comparablemente pequeño, ya que la punta de pala se puede cambiar de forma comparablemente económica.

45

El accionamiento a través de una abertura en la superficie de la punta de pala se realiza, por ejemplo, de modo que se guía una llave para tornillos o destornillador correspondiente a través de la abertura hacia el medio de bloqueo.

Preferentemente la sección principal de pala y además o alternativamente la punta de pala está elaborada predominantemente de plástico reforzado con fibras, en particular de plástico reforzado con fibras de vidrio. En particular la parte principal de pala de rotor presenta algunas estructuras de apoyo, que se pueden elaborar de otro material. No obstante, en particular la parte predominante de la envolvente exterior de la pala de rotor está elaborada predominantemente de plástico reforzado con fibras, como plástico reforzado con fibras de vidrio. Se pueden añadir otros materiales, como, por ejemplo, la laca de revestimiento o láminas de revestimiento. También entra en consideración el uso de un plástico reforzado con fibras de carbono.

50

Se propone que en un plástico semejante reforzado con fibras esté laminada la sección de base o la sección de punta. Para ello la sección de base o la sección de punta presentan una zona correspondiente, elaborada en particular como perfil, que puede estar prevista ya durante la fabricación de la pala de rotor en el molde de fabricación correspondiente. Por consiguiente, la parte principal de pala de rotor o la punta de pala puede estar

60

presente ya en su posición durante la previsión de la malla correspondiente y entonces la incorporación de la resina

correspondiente para la generación del plástico reforzado con fibras y por consiguiente fabricarse directamente. En este sentido el laminado también se debe entender de modo que concretamente la prolongación de la formación correspondiente de la sección de base o de la sección de punta se aplique directamente sobre la malla o la malla se disponga directamente sobre esta sección y se empapa con resina.

5

Preferentemente la sección de punta y/o la sección de base presentan al menos un pin de conexión para la inserción estable frente a basculamiento en las aberturas correspondientes en la sección de base o la sección de punta. Así pueden estar previstos, por ejemplo, dos pines paralelos en la sección de punta, que se insertan, en particular introducen, para la fijación en orificios correspondientes en la sección de base. Asimismo, los pines pueden estar

10

previsto en la sección de base, de modo que la punta de pala se coloque con su sección de punta sobre estos pines. Pero preferentemente los pines están en la sección de punta, según se describe arriba, de modo que se evitan los problemas de transporte eventuales en la parte principal de la pala de rotor.

Una pala de rotor preferida está caracterizada porque el al menos un medio de bloqueo

15

- engrana con un primer extremo en una recepción correspondiente en la sección de base y
- está dispuesto en la punta de pala con un segundo extremo opuesto al primer extremo para la realización del bloqueo y para la separación del bloqueo, en donde el segundo extremo se hace entrar en la punta de pala bajo la abertura de la superficie de la punta de pala, de modo que se puede accionar a través de la abertura en esta

20

superficie y entre el segundo extremo y la superficie queda espacio para la disposición de un medio de cierre para el cierre de la abertura enrasado respecto a la superficie.

El medio de bloqueo lleva por consiguiente de la sección de punta de pala hacia la sección de base y por consiguiente de la punta de pala hacia la parte principal de pala de rotor. El medio de bloqueo se puede anclar en la

25

sección de base correspondientemente con un primer extremo, que también se puede designar como primera sección. El segundo extremo, que también se puede designar como segunda sección, está dispuesto en la sección de punta y por consiguiente la punta de pala está dispuesta por debajo de la abertura de la punta de pala. A este respecto la disposición por debajo de la abertura se refiere a la superficie correspondiente, en la que está dispuesta la abertura y por debajo de la superficie significa por consiguiente en el interior de la punta de pala. Pero en este

30

caso este segundo extremo no está directamente por debajo de la superficie, sino interiormente en la punta de pala, en tanto que en o por debajo de la abertura queda suficiente espacio para un medio de cierre. A este respecto está previsto suficiente espacio, de modo que el medio de cierre se puede insertar en la abertura, de modo que ésta se puede cerrar al ras, concretamente al ras con la superficie. Por consiguiente, se evita un medio de cierre sobrepuesto, como un tapón sobrepuesto, y se posibilita por consiguiente una configuración ventajosa de forma

35

aerodinámica. Se debe prestar atención a que en la punta de pala de rotor aparecen las velocidades del viento relativas más elevadas.

Preferentemente el medio de bloqueo está configurado como un tornillo y se puede enroscar en la sección de base con su rosca, que forma el primer extremo de este medio de bloqueo, en la sección de base a través de la abertura

40

en su cabeza de tornillo, que forma por consiguiente el segundo extremo del medio de bloqueo.

Además, según una configuración se propone usar un medio de cierre, que después de la fijación de la punta de pala en la parte principal de pala de rotor forma un elemento de la pala de rotor así ensamblada. El medio de cierre está previsto para la fijación separable en la abertura y presenta para ello un mecanismo de fijación. En este sentido

45

así no sólo existe un material elástico en una pieza, como por ejemplo un tapón, sino un mecanismo de fijación, que está configurado en particular como mecánica de fijación, que mediante su accionamiento provoca primeramente una fijación fija en la abertura correspondiente.

Preferentemente el medio de cierre está preparado para modificar, en particular aumentar, su forma, su

50

circunferencia y/o su anchura mediante un recalcado en una dirección longitudinal, a fin de sujetarse de este modo en la abertura. Este recalcado y la modificación resultante de la forma, de la circunferencia o de la anchura está previsto preferentemente sólo en una sección del medio de cierre. En particular se recalca una parte elástica, en particular un elemento elástico y de este modo aumenta la circunferencia y de este modo se inmoviliza en la

55

abertura. Preferentemente el recalcado se provoca por el giro de un medio de recalcado, en particular de un tornillo, por lo que se provoca la fijación en la abertura. Un giro en la dirección opuesta conduce correspondientemente a una extensión en la dirección longitudinal y una disminución de la anchura y de este modo se suelta la fijación.

60

Para evitar que todo el medio de cierre se gire conjuntamente durante el giro del medio de recalcado, una forma de

realización prevé que el medio de cierre presente una sección de sujeción adaptada al medio de bloqueo, o a la inversa. Esta sección de sujeción impide por consiguiente un giro conjunto de todo el medio de cierre, cuando éste se acciona correspondientemente, pero en donde el medio de recalcado y el medio de cierre – medio de cierre no está fijado en conjunto en el medio de bloqueo, sino que el medio de bloqueo sólo impide dicho giro conjunto del medio de cierre – medio de cierre. Esto es válido tanto para la fijación del medio de cierre, como también para una separación del medio de cierre.

Otra configuración propone que la pala de rotor está caracterizada porque el dispositivo de conexión está conectado con medios de conducción de rayos y está preparado para transferir la corriente eléctrica de un rayo que cae en la punta de pala hacia la sección principal de pala, y porque preferentemente el medio de cierre – medio de cierre está realizado de forma eléctricamente aislante, o está realizado de forma eléctricamente conductora, de modo que puede transferir la corriente eléctrica de un rayo que cae en el medio de cierre – medio de cierre hacia el dispositivo de conexión. Por consiguiente, están previstos medios de conducción de rayos, que posibilitan una derivación de un rayo que cae en la punta de pala a través del dispositivo de conexión de la punta de pala hacia la parte principal de pala de rotor. Por ejemplo, la sección de punta puede estar conectada de forma eléctricamente conductora para ello con un pararrayos correspondiente en la punta de pala y en el estado insertado, por ejemplo, a través de pines de conexión, puede establecer una conductividad eléctrica hacia la sección de base, que está conectada de nuevo por su lado con medios de conducción de rayos en la parte principal de pala. A este respecto, estos pines y recepciones correspondientes están dimensionados de modo que se puede guiar al menos a corto plazo una corriente de rayo correspondiente.

El medio de cierre – medio de cierre puede estar configurado para ello de forma aislante, de modo que se puede esperar que un rayo caiga en otra parte, concretamente en la punta de pala en un medio de conducción de rayos previsto. Alternativamente el medio de cierre – medio de cierre puede estar realizado de forma eléctricamente conductora dirigida y llegar correspondientemente hasta la superficie de la punta de pala. Correspondientemente el medio de cierre puede estar diseñado y conectarse eléctricamente con la sección de punta, de modo que una corriente eléctrica de un rayo se puede derivar a través del medio de cierre, la sección de punta y la sección de base.

Además se propone un dispositivo de conexión para la conexión de una parte principal de pala y una punta de pala de una pala de rotor o de un borde curvado de una pala de rotor entre sí. Este dispositivo de conexión presenta los elementos, características y/o propiedades que ya se han descrito arriba en relación con al menos una de las formas de realización explicadas de la pala de rotor. Igualmente se propone una punta de pala de una pala de rotor, que presenta los elementos, características y/o propiedades que ya se han descrito arriba en relación con al menos una de las formas de realización explicadas de la pala de rotor.

Preferentemente se propone un borde curvado o una punta de pala que está caracterizado porque la primera sección está configurada como borde del borde curvado o de la punta de pala y engasta totalmente o parcialmente la segunda sección. El material eléctricamente conductor engasta así el material eléctricamente no conductor. A este respecto se realiza un engaste en el sentido de un borde o marco totalmente o parcialmente periférico. En particular la sección de punta de la punta de pala y los dos bordes o aristas de la punta de pala o del borde curvado son eléctricamente conductores, en particular de metal. De estos dos bordes o aristas señala uno según lo previsto esencialmente en la dirección de movimiento de la pala de rotor, durante el funcionamiento según lo previsto de las instalaciones de energía eólica, y el otro borde o la otra arista señala esencialmente en la dirección opuesta.

Se ha reconocido que un rayo no debe caer o no exclusivamente en la punta de la punta de pala, sino que también se puede esperar en las aristas o puede presentar una extensión local, que no está limitada a la punta. Preferentemente aquí en la configuración correspondiente de la punta de pala se puede usar el efecto sinérgico de que la previsión del material eléctricamente conductor, en particular metal, en los bordes también puede lograr una conducción eléctrica de la corriente alejándose de la punta hacia una conexión para la conexión con la parte principal de pala de rotor. Además, como otro efecto sinérgico resulta que especialmente mediante la previsión de metal al menos en el borde o la arista en la dirección hacia delante del movimiento de giro según lo previsto del rotor también se pueden usar la capacidad de resistencia mecánica del metal adicionalmente a sus capacidades de la derivación de rayos. Una punta de pala de rotor se puede mover con velocidad considerable en el caso de instalaciones de energía eólica modernas, que presentan diámetros de rotor entretanto de hasta 126 metros. Cualquier contacto con suciedades o insectos puede provocar fácilmente un deterioro con velocidades elevadas semejantes.

El uso de un borde de material eléctricamente conductor, en particular metal, puede ofrecer por consiguiente aquí en una protección, elevar las propiedades de la protección contra rayos y simultáneamente crear una punta de pala de

rotor o un borde curvado con peso comparablemente bajo.

Preferentemente la primera sección, concretamente la sección eléctricamente conductora, en particular metálica, está configurada como marco para la recepción o engaste de la segunda sección. Este marco puede recibir por
5 consiguiendo la segunda sección y de este modo lograr una buena conexión de las dos secciones y crear correspondientemente una punta de pala estable o un borde curvado estable.

Otra configuración propone que la primera sección, concretamente en particular el marco, presente un marco de recepción para la recepción de la segunda sección y un marco de fijación para la fijación en el marco de recepción y
10 de este modo para el bloqueo de la segunda sección en el marco de recepción. Por consiguiente, la segunda sección se puede insertar o introducir en el marco de recepción, en donde los dos elementos están elaborados en este caso preferentemente ya con exactitud de ajuste. Finalmente, el marco de fijación se puede colocar, introducir o insertar luego, concretamente de modo que se sitúa, por ejemplo, una parte de la segunda sección, p. ej. un borde de recepción o sujeción periférico de la segunda sección, al menos parcialmente entre el marco de recepción y el marco
15 de fijación. De este modo la segunda sección se puede engarzar o aprisionar en esta zona. La fijación del marco de fijación en el marco de recepción se realiza por ejemplo mediante medios de fijación como tornillos o remaches o similares.

Preferentemente un borde curvado está preparado según al menos una de las formas de realización descritas anteriormente o descritas todavía posteriormente, a fin de fijarse en la parte principal de pala de rotor. En particular
20 la fijación se realiza según se ha descrito en relación con al menos una forma de realización de la pala de rotor, de un dispositivo de conexión o de un procedimiento para la conexión. Por lo tanto, una pala de rotor se puede elaborar de manera ventajosa, en particular también ensamblarse en el lugar de colocación en la zona de la punta de pala. Esto facilita el transporte de la pala de rotor y también posibilita eventualmente un intercambio de un borde curvado
25 o una punta de pala en el caso de una caída de rayo si es necesario.

Además se propone un procedimiento para el montaje de una punta de pala en una parte principal de pala de una pala de rotor. El procedimiento usa una punta de pala, según se ha descrito arriba en relación con al menos una forma de realización de la pala de rotor. Además, la punta de pala se puede montar en una parte principal de una
30 pala de rotor correspondiente.

El procedimiento propone que en primer lugar la punta de pala con su sección de punta se pueda aplicar en la sección de base fijada en la parte principal de pala. De este modo la punta de pala se aplica en primer lugar en la parte principal de la pala de rotor y luego se fija en una etapa siguiente, en la que se acciona el medio de bloqueo,
35 que se ha descrito arriba en relación con al menos una forma de realización de la pala de rotor.

A continuación, la invención se explica a modo de ejemplo mediante formas de realización en referencia a las figuras adjuntas.

40 La figura 1 muestra una vista en perspectiva de un borde curvado según una forma de realización.

La figura 2 muestra un borde curvado similar a la representación esquemática de la fig. 2 en una vista en planta.

La figura 3 muestra respecto a un borde curvado similar a las figuras 2 y 3 una vista en planta de la conexión de pala
45 de rotor, similar a la conexión con la parte principal de pala de rotor.

La figura 4 muestra esquemáticamente una pala de rotor de una instalación de energía eólica con un borde curvado.

La figura 5 muestra una instalación de energía eólica en una representación en perspectiva.
50

La figura 6 muestra un dispositivo de conexión según una forma de realización de la invención en una representación despiezada, inclusive el receptor de rayos, pero sin medio de cierre.

La figura 7 muestra en una representación despiezada una parte del dispositivo de conexión según la figura 6 con
55 una punta de pala de rotor y con medio de cierre indicado.

La figura 8 muestra una sección de punta de un dispositivo de conexión, inclusive receptor de rayos conectado, en una representación en perspectiva.

60 La figura 9 muestra en una vista en perspectiva, cortada parcialmente un medio de cierre y una parte de un

dispositivo de fijación.

Las figuras 10 a 13 muestran una punta de pala o un borde curvado según una forma de realización en diferentes vistas.

5

La fig. 1 muestra una vista en perspectiva de un borde curvado según la invención. En esta vista la parte interior del receptor de rayos 6 y el conductor de protección contra rayos 5 están dibujados no ocultos. El conductor de protección contra rayos 5 se sitúa en el interior del borde curvado 1. La punta del receptor de rayos 3 está fabricada de un material eléctricamente conductor. Aquí es especialmente apropiado el aluminio o acero inoxidable, ya que

10

estos materiales presentan un peso más bajo que el acero o hierro. El receptor de protección contra rayos 3 está conectado con un conductor eléctrico 5, que también se puede designar como conductor de protección contra rayos y que se guía al punto de conexión de la pala de rotor 4. El conductor eléctrico 5 pueden ser una pieza de acero conformada o alternativamente un cable.

15

En la conexión de pala de rotor 4 se conecta con un conductor de protección contra rayos de la pala de rotor. En la forma de realización propuesta, la conexión se establece mediante una conexión atornillada.

20

Dado que el borde curvado 1, a excepción del receptor de rayos, está elaborado completamente de materiales de fibras de vidrio, el receptor de rayos y el conductor de protección contra rayos 5 se incorporan y pegan en la malla de fibras de vidrio durante la fabricación. El borde curvado se fabrica a partir de dos semicubiertas, cada vez una para el lado de aspiración y de presión. Las semicubiertas se fabrican a partir de esteras de fibras de vidrio y un procedimiento de infusión en vacío. Al final de la fabricación se pegan las semicubiertas con el receptor de rayos.

25

Tras la elaboración desde fuera sólo se puede ver la punta del receptor de rayos 3. La parte interior del receptor de rayos 6 está oculta en el borde curvado 1.

30

La fig. 2 muestra el borde curvado en la vista en planta. En esta reproducción sólo se puede ver la punta del receptor de rayos 3. La parte interior del receptor de rayos 6 está introducida en el borde curvado. La relación (A/B) de la parte exterior 3 respecto a la interior 6 del receptor de rayos se sitúa entre 2,0 y 2,7, de forma especialmente preferida es una relación de 2,5. La relación (C/D) de la altura del borde curvado y la longitud de la conexión en la pala de rotor 4 se sitúa entre 3 y 3,5.

35

El conductor de protección contra rayos 5 del borde curvado se conecta con el sistema de protección contra rayos de la pala de rotor a través de una conexión atornillada 11.

40

La fig. 3 muestra el borde curvado 1 en una vista en planta lateral. La conexión con la pala de rotor se llena mediante un material resistente al agua 20, para que no se mueva la conexión para la protección contra rayos 5 durante el funcionamiento de la instalación de energía eólica, y que el agua condensada no pueda penetrar desde la pala de rotor en el borde curvado. El agua condensada acumulada en el borde curvado se evacúa a través de un orificio en el borde curvado lo más cerca posible en el receptor de rayos (no representado aquí). Este orificio se perfora de manera ideal con un ángulo de 45°, para que no penetre agua de lluvia en el borde curvado, y el agua acumulada se pueda extraer a través del orificio. Los lados de la conexión de pala de rotor 4 están reforzados con un relleno, para que no se deteriore la conexión con las solicitaciones que aparecen.

45

La fig. 4 muestra una pala de rotor 30 de una instalación de energía eólica con un borde curvado 1 según la invención.

50

El receptor de rayos o receptor de protección contra rayos también se puede designar como primera sección del borde curvado. La conexión con la pala de rotor del borde curvado también se puede designar como zona de conexión del borde curvado. El receptor de rayos o receptor de protección contra rayos presenta una parte exterior y una parte interior. La parte exterior forma una punta de borde curvado o presenta la punta de borde curvado y la parte interior del receptor de rayos o receptor de protección contra rayos está prevista para la conexión con la segunda parte del borde curvado y también se puede designar como prolongación de receptor.

55

Las figuras 1 a 3 ilustran en particular la estructura del borde curvado, concretamente, en particular el uso de diferentes materiales en el borde curvado, en particular el uso de un material eléctricamente conductor para la punta del receptor de rayos 3 y el uso de un plástico reforzado por fibras esencialmente para la zona restante del borde curvado.

60

Las figuras 6 a 9 se refieren al montaje de un borde curvado o una punta de pala en una pala de rotor o en la parte

principal de la pala de rotor. Un tipo semejante de conexión también se puede usar para el borde curvado descrito en las figuras 1 a 3, en donde eventualmente se deberían efectuar adaptaciones más pequeñas al borde curvado de las figuras 1 a 3, en particular para disponer la sección de punta en la punta de pala o el borde curvado según las figuras 1 a 3 y conseguir una accionabilidad del medio de bloqueo. En cualquier caso se pueden combinar los aspectos, que se han descrito a modo de ejemplo en relación con las figuras 1 a 3, con los aspectos, que se describen a modo de ejemplo con las figuras 6 a 9, y según las formas de realización de la presente invención también se proponen combinaciones semejantes.

La pala de rotor, que se muestra a modo de ejemplo y de forma muy simplificada en la figura 3, puede presentar tanto un borde curvado según las figuras 1 a 3, como también uno según la figura 7, y el borde curvado 1 se fija preferentemente con un dispositivo de fijación, según se describen o como partes de él en las figuras 6 a 9. La representación en resumen de la figura 4 no reproduce sin embargo el tipo concreto de la fijación del borde curvado 1 en la pala de rotor 30.

Asimismo, las palas de rotor, que se muestran en la instalación de energía eólica según la figura 5, pueden presentar respectivamente un borde curvado según las figuras 1 a 3 y/o estar fijadas mediante un dispositivo de conexión, explicándose a modo de ejemplo respecto a los detalles en las figuras 6 a 9.

La figura 5 muestra una instalación de energía eólica 100 con una torre 102 y una góndola 104. En la góndola 104 está dispuesto un rotor 106 con tres palas de rotor 108 y un buje 110. El rotor 106 se hace girar por el viento durante el funcionamiento y de este modo acciona un generador en la góndola 104. La figura 5 muestra en este sentido una instalación de energía eólica 100 con palas de rotor según invención y puntas de pala de rotor o bordes curvados.

La figura 6 muestra un dispositivo de conexión 202 con una sección de base 204 y una sección de punta 206. Además se muestra un receptor de rayos 208 y está conectado de forma eléctricamente conductora con la sección de punta 206.

La sección de base presenta una zona de conexión de pala 210, que se debe disponer y fijar en una zona de la pala de rotor, concretamente en su extremo. Para ello presenta en particular superficies adhesivas 212 y 214 de gran superficie, que allí se pueden pegar con el material reforzado con fibras de vidrio de la pala de rotor. Como terminación se fija una placa de base de terminación 216 en la zona de conexión de pala 210 mediante dos tornillos de fijación 218. La placa de base de conexión 216 presenta a este respecto el perfil de la pala de rotor en la zona y de este modo logra una terminación más limpia de la pala de rotor hacia la punta de pala a aplicar.

En la placa de base de terminación 216 se inserta desde dentro, concretamente en una zona que señala hacia la zona de conexión de pala 210, un casquillo roscado 220, que presenta una rosca interior y en el estado ensamblado de la sección de base 204 es accesible desde fuera.

Además, en la representación en perspectiva de la figura 7 se puede reconocer que la zona de conexión de pala 210 presenta una recepción de casquillo 222 para la recepción del casquillo roscado 220.

La figura 6 muestra respecto a la sección de punta 206 que ésta presenta una placa de punta de terminación 224, que debe formar una terminación de la punta de pala a aplicar e igualmente presenta aproximadamente el perfil de la pala de rotor o la punta de pala en esta zona. En las superficies adhesivas 226 y 228 se fija de forma adhesiva la placa de punta de terminación 224 en la punta de pala.

Para la aplicación o inserción de la punta de pala sobre o en el extremo de pala, concretamente la sección de base 204, la placa de punta de terminación 224 presenta dos pines de inserción o pernos de inserción 230, que se insertan de forma fija en los orificios base de pin 232. Para la aplicación de la punta de pala en la pala de rotor, estos pines de inserción 230 llegan luego a través de aberturas de inserción 234 correspondiente a la placa de base de terminación 216 y se insertan en las recepciones de inserción 236 en la zona de conexión de pala 210, que se pueden ver sólo en la perspectiva según la figura 7. Entre la placa de base de terminación 216 y la placa de punta de terminación 224 se prevé una junta de separación 240, que tiene aproximadamente el tipo y dimensión de una así denominada junta de estanqueidad de anillo toroidal. La junta de separación 240 logra que la placa de base de terminación 216 y la placa de punta de terminación 224 se fijen de forma espaciada entre sí con una pequeña junta. De este modo la junta de separación 240 puede crear eventualmente pequeñas compensaciones.

Para el bloqueo luego se atornilla un tornillo 242, que trabaja aquí como medio de bloqueo, a través de un casquillo tensor 244, un orificio de bloqueo 246 y otro orificio central 248 en el casquillo roscado 220. Gracias al casquillo tensor 244 se puede conservar un pretensado y de este modo se evita una fatiga de la conexión, al menos se

retarda.

La figura 8 muestra en este sentido una sección de punta 206 ensamblada, que está preparada para la conexión con la sección de base 204. La figura 8 también ilustra una primera zona final 250, con la que el medio de bloqueo o el tornillo 242 debe engranar en el casquillo roscado 220, y una segunda zona final 252, que está configurada aquí como cabeza de tornillo, y se aplica en el casquillo tensor 244.

Además, en las figuras 6 y 8 la conexión eléctrica del receptor de rayos 208 está conectada a través de una línea eléctrica 254 con la placa de punta de conexión 224 en la zona de una conexión de placa 256. En el receptor 208 está prevista una conexión de receptor 258.

Además, de la figura 7 se puede extraer una punta de pala 260, que aquí sólo está representada esquemáticamente y en particular no pone de relieve el receptor de rayos 208 en esta representación. Esta punta de pala está doblada hacia el lado de presión 262 de la pala de rotor y por consiguiente también la punta de pala 260. De este modo se origina en el lado de aspiración 264 una curvatura convexa o mediante la curvatura una superficie convexa 266, a través de la que se puede accionar el medio de bloqueo 242. Además, también el casquillo espaciador 244 y también el medio de bloqueo se puede introducir en la punta de pala 260 a través de una abertura semejante, pero que no se puede reconocer en la perspectiva de la figura 7. La figura 7 indica además un medio de cierre 280. Este medio de cierre 280 está representado en la figura 9 en detalle. La representación cortada parcialmente de la figura 9 indica una zona de superficie 282 de la punta de pala 260. Además está representado un borde de abertura 284, en el que está configurada una abertura 286 en la que está insertado el medio de cierre 280.

A este respecto, el medio de cierre 280 presenta una sección de terminación 288, que llega hasta la superficie 282 o configura la superficie 282 en la zona mostrada. Un cuerpo de recalcado 290 está adyacente a la sección de terminación 288, en donde el cuerpo de recalcado 290 y sección de terminación 288 están representados cortados.

Para el recalcado está configurado un medio de recalcado 292 básicamente como tornillo y engrana en un cuerpo antagonista 294. El cuerpo antagonista 294 presenta un disco de apriete 296 y una sección de sujeción 298. La sección de sujeción 298 está configurada como hexágono exterior y descansa fundamentalmente como una llave Allen correspondiente en la cabeza de tornillo 252 del medio de bloqueo 242. La cabeza de tornillo 252 presenta un hexágono interior en la zona en la que está insertada la sección de sujeción 298, como una llave para tornillos correspondiente. La sección de sujeción 298 descansa básicamente sólo de forma suelta en esta cabeza de tornillo 252 y la cabeza de tornillo 252 impide sólo que el cuerpo antagonista 294 se gire conjuntamente durante el giro del medio de recalcado 292. Una conexión con la cabeza de tornillo 252 no existe por lo demás según esta realización. La cabeza de tornillo 252 forma por consiguiente una recepción de sujeción para esta sección de sujeción 298.

Ahora el medio de recalcado 292 por ejemplo se atornilla en el cuerpo antagonista 294 a través de su cabeza de tornillo 300, se reduce la distancia entre la sección de terminación 288 y el disco de apriete 296 del cuerpo antagonista 294. El cuerpo de recalcado 290 se recalca de este modo y se ensancha hacia fuera. De este modo en el ejemplo mostrado se logra esencialmente una fijación de los medios de cierre 280 en la abertura 286 a través de un cierre por fricción.

El medio de cierre 280 presenta todavía una pequeña abertura de accionamiento 302 para el accionamiento del medio de recalcado 292, pero que es pequeña en comparación a la abertura 286 y no representa un problema aerodinámicamente, ni permite fácilmente la penetración de agua o aire sucio.

La fig. 10 muestra un borde curvado 901 en una sección lateral con una sección de punta 906 y una sección de base 904. El borde curvado 901 presenta una zona de fijación 905 con medios de fijación 930 representados esquemáticamente. A este respecto, el borde curvado 901 presenta un arco con una dobladura exterior 966 entre la sección de punta 906 y zona de fijación 905. Además, el borde curvado 901 presenta esencialmente dos secciones, concretamente una primera sección 903 de metal y una segunda sección 902 de un material eléctricamente no conductor.

La figura 11 muestra una vista en perspectiva del borde curvado 901 esencialmente desde una vista de la dobladura exterior 966. La figura 12 muestra una vista del borde curvado 901 en la dobladura exterior 966. Por las figuras 11 y 12 también se clarifica que la primera sección 903 engasta la segunda sección 902.

La figura 13 muestra el borde curvado 901 en una vista en sección en una sección a través de la sección de base 904, en donde por motivos de claridad no están dibujadas las superficies de corte de forma rayada. A este respecto, la vista de la figura 13 está en el lado cóncavo del borde curvado 901, es decir, en el lado opuesto a la dobladura

exterior 966.

En esta vista de la figura 13 se puede reconocer que la primera sección 903 está prevista como marco y presenta un marco de recepción 913 y un marco de fijación 923. El marco de fijación 923 está fijado con medios de fijación 933 en las recepciones 913. Entre los marcos de recepción 913 y marcos de fijación 923 está recibida de forma fija una sección de borde 943 de la segunda sección 902. Por consiguiente, el borde curvado 901 se puede ensamblar, expresado de forma simplificada, de modo que la segunda sección 902 se mete con su sección de borde 943 en los marcos de recepción 913. La sección de borde 943 se sitúa a este respecto en una zona correspondiente del marco de recepción 913 y por lo demás ya está encajada con precisión de ajuste en los marcos de recepción 913. El marco de fijación 923 se coloca entonces esencialmente sobre el borde de recepción 943 y a este respecto también se inserta en los marcos de recepción 913.

Leyenda:

- 15 1. Borde curvado
- 2. Superficie del borde curvado
- 3. Receptor de rayos (parte exterior)
- 4. Conexión con la pala de rotor
- 5. Conductor de protección contra rayos
- 20 6. Receptor de protección contra rayos (parte interior)
- 10. Estructura de apoyo en panal de refuerzo del borde curvado
- 11. Conexión para receptor de rayos
- 20. Relleno
- 21. Refuerzo
- 25 30. Pala de rotor de una instalación de energía eólica
- 202. Dispositivo de conexión
- 204. Sección de base
- 206. Sección de punta
- 208. Receptor de rayos
- 30 210. Zona de conexión de pala
- 212. Superficies adhesivas
- 214. Superficies adhesivas
- 216. Placa de base de terminación
- 218. Tornillos de fijación
- 35 220. Casquillo roscado
- 222. Recepción de casquillo
- 224. Placa de punta de terminación
- 226. Superficies adhesivas
- 228. Superficies adhesivas
- 40 230. Pines / pernos de inserción
- 232. Orificios base de pines
- 234. Aberturas de inserción
- 236. Recepciones de inserción
- 240. Junta de separación
- 45 242. Tornillo / medio de bloqueo
- 244. Casquillo tensor
- 246. Orificio de bloqueo
- 248. Orificio central
- 250. Primera zona final
- 50 252. Segunda zona final / cabeza de tornillo
- 254. Línea eléctrica
- 256. Conexión de placa
- 258. Conexión de receptor
- 260. Punta de pala
- 55 262. Lado de presión
- 264. Lado de aspiración
- 266. Superficie convexa / curvatura
- 280. Dispositivo de cierre
- 282. Zona de superficie
- 60 284. Borde de abertura

- 286. Abertura
- 288. Sección de terminación
- 290. Cuerpo de recalcado
- 292. Medio de recalcado / tornillo
- 5 294. Cuerpo antagonista
- 296. Disco de apriete
- 298. Sección de sujeción
- 300. Cabeza de tornillo 292
- 302. Abertura de accionamiento
- 10 901. Borde curvado
- 902. Segunda sección
- 903. Primera sección
- 904. Sección de base
- 905. Zona de fijación
- 15 906. Sección de punta
- 913. Marco de recepción
- 923. Marco de fijación
- 930. Medio de fijación
- 933. Medio de fijación
- 20 943. Sección de borde
- 966. Dobladura exterior

REIVINDICACIONES

1. Pala de rotor (30) de una instalación de energía eólica (100) con

- 5 - una parte principal de pala y
 - una punta de pala (260), en donde
 - la punta de pala (260) se fija de forma separable en la parte principal mediante un dispositivo de conexión (202) y el dispositivo (202) presenta
 - una sección de punta (206) fijada en la punta de pala (260) y
- 10 - una sección de base (204) fijada en la parte principal de pala para la recepción de la sección de punta (206), en donde la sección de punta (206)
 - presenta al menos un medio de bloqueo (242) que llega hasta la sección de base (204) para el bloqueo de la sección de punta (206) en la sección de base (204) y
 - el medio de bloqueo (242) para la realización del bloqueo se puede accionar a través de una abertura (286) en la
- 15 superficie (282) de la punta de pala (260),

caracterizada porque

la punta de pala (260) está doblada, en particular hacia el lado de presión de la pala de rotor (1), y en una dobladura exterior (266) que se origina de este modo está configurada la abertura (286) para el accionamiento del medio de bloqueo (242).

2. Pala de rotor (30) según la reivindicación 1,

caracterizada porque

25 la sección principal de pala y/o la punta de pala (260) están elaboradas predominantemente de plástico reforzado con fibras, en particular plástico reforzado con fibras de vidrio, y la sección de base (204) está laminada en la sección principal de pala y/o la sección de punta (206) en la punta de pala (260).

3. Pala de rotor (30) según una de las reivindicaciones 1 o 2,

30

caracterizada porque

la sección de punta (206) y/o la sección de base (204) presentan al menos un pin de conexión (230) para la inserción estable frente a basculamiento en aberturas (236) correspondientes en la sección de base (204) o la sección de punta (206).

35

4. Pala de rotor (30) según una de las reivindicaciones anteriores,

caracterizada porque

40 el al menos un medio de bloqueo (242)

- engrana con una primera zona final (250) en una recepción (220) correspondiente en la sección de base (204) y
- está dispuesto en la punta de pala (260) con una segunda zona final (252) opuesta a la primera zona final (250) para la realización del bloqueo y para la separación del bloqueo, en donde la segunda zona final (252) se hace entrar
- 45 en la punta de pala (260) bajo la abertura (286) de la superficie (282) de la punta de pala (260), de modo que se puede accionar a través de la abertura (286) en esta superficie (282) y entre la segunda zona final (252) y la superficie (282) queda espacio para la disposición de un medio de cierre (280) para el cierre de la abertura (286) enrasado respecto a la superficie (282).

50 5. Pala de rotor (30) según una de las reivindicaciones anteriores,

caracterizada porque

el medio de bloqueo (242) está configurado como un tornillo (242) con una o la primera zona final (250) como rosca para el atornillado en una o la recepción (220) correspondiente en la sección de base (204) y una o la segunda zona final (252) como cabeza de tornillo (252) para el accionamiento del tornillo (242).

55

6. Pala de rotor (30) según una de las reivindicaciones anteriores,

60 **caracterizada porque**

está comprendido uno o el medio de cierre (280) y **porque** el medio de cierre (280) presenta un mecanismo de fijación para la fijación separable en la abertura (286).

5 7. Pala de rotor (30) según la reivindicación 6,

caracterizada porque

el medio de cierre (280) está preparado para modificar, en particular aumentar, su forma, su circunferencia y/o su anchura al menos en una sección parcial (290) mediante un recalcado en una dirección longitudinal, al menos de esta sección parcial (290), a fin de sujetarse de este modo en la abertura (286).

8. Pala de rotor (30) según la reivindicación 6 o 7,

15 **caracterizada porque**

el recalcado se provoca o suelta mediante el giro de un medio de recalcado (242), en particular un tornillo (242), y **porque** el medio de cierre (280) presenta una sección de sujeción (252) adaptada al medio de bloqueo (242) y/o el medio de bloqueo (242) presenta una recepción de sujeción (252) adaptada al medio de cierre (280), en particular la sección de sujeción (298), a fin de sujetarse sobre o en el medio de bloqueo (242) de modo que el medio de cierre (280) no se gira conjuntamente en el caso de giro del medio de recalcado (290).

9. Pala de rotor (30) según una de las reivindicaciones anteriores,

25 **caracterizada porque**

el dispositivo de conexión (202) está conectado con medios de conducción de rayos (208, 254) y está preparado para transferir la corriente eléctrica de un rayo que cae en la punta de pala hacia la sección principal de pala, y **porque** preferentemente los medios de cierre (280) estén realizados de forma eléctricamente aislante o están realizados de forma eléctricamente conductora, de modo que pueden transferir la corriente eléctrica de un rayo que cae en los medios de cierre (202) hacia el dispositivo de conexión (202).

10. Dispositivo de conexión (202) para la conexión de una parte principal de pala y una punta de pala (260) de una pala de rotor (30) entre sí, en donde el dispositivo de conexión (202) presenta

- 35 - una sección de punta (206) a fijar en la punta de pala (260) y
- una sección de base (204) a fijar en la parte principal de pala para la recepción de la sección de punta (206), en donde la sección de punta (206)
- presenta al menos un medio de bloqueo (242) que llega hasta la sección de base (204) para el bloqueo de la sección de punta (206) en la sección de base (204) y
- 40 - el medio de bloqueo (242) para la realización del bloqueo se puede accionar a través de una abertura (286) en la superficie (282) de la punta de pala (260),

caracterizado porque está preparado para usarse según lo previsto en una pala de rotor (30) con una punta de pala doblada (260) según una de las reivindicaciones 1 a 9.

11. Punta de pala (260) de una pala de rotor (30) de una instalación de energía eólica (100) con una sección de punta (206) de un dispositivo de conexión (202) según la reivindicación 10, en donde la punta de pala (260) con la sección de punta (206) está preparada para usarse según lo previsto en una pala de rotor (30) según una de las reivindicaciones 1 a 9.

12. Procedimiento para el montaje de una punta de pala (260) según la reivindicación 11 en una parte principal de pala de una pala de rotor (30) según una de las reivindicaciones 1 a 9, que comprende las etapas:

- aplicación de la punta de pala (260) con su sección de punta (206) en la sección de base (204) fijada en la parte principal de pala y
- 55 - bloqueo de la punta de pala (260) así aplicada mediante accionamiento del medio de bloqueo (242).

13. Procedimiento según la reivindicación 12,

60 **caracterizado porque**

después del bloqueo se inserta uno o el medio de cierre (280) en la abertura (286) de la pala de rotor (1) y se fija en la abertura (286), en particular mediante accionamiento de uno o del medio de recalcado (292).

- 5 14. Borde curvado (1) de una pala de rotor (30) de una instalación de energía eólica (100), en donde el borde curvado (1) presenta una primera sección (3) de al menos un primer material eléctricamente conductor y una segunda sección (2) de un segundo material eléctricamente no conductor,

caracterizado porque la primera sección (903) está configurada como marco para la recepción o engastado de la
10 segunda sección (902).

15. Borde curvado (901) según la reivindicación 14, **caracterizado porque** la primera sección (3) está configurada como borde del borde curvado y engasta la segunda sección totalmente o parcialmente.

- 15 16. Borde curvado (901) según una de las reivindicaciones 14 y 15, **caracterizado porque** la primera sección (903), en particular el marco, presenta

- un marco de recepción (913) para la recepción de la segunda sección (902) y
- un marco de fijación (923) para la fijación en el marco de recepción (913) y bloqueo de la segunda sección (902) en
20 el marco de recepción (913).

17. Borde curvado (901) según una de las reivindicaciones 14 a 16, preparado para fijarse como punta de pala en la parte principal de pala de rotor de una pala de rotor según una de las reivindicaciones 1 a 10, en particular mediante un dispositivo de conexión según la reivindicación 11 o 12.

- 25 18. Pala de rotor (30) de una instalación de energía eólica (100), que comprende un borde curvado (1) según una de las reivindicaciones 14 a 17.

19. Instalación de energía eólica (100) con una pala de rotor según una de las reivindicaciones 1 a 9 o 18.

- 30 20. Procedimiento para la fabricación de un borde curvado (1) según una de las reivindicaciones 14 a 17.

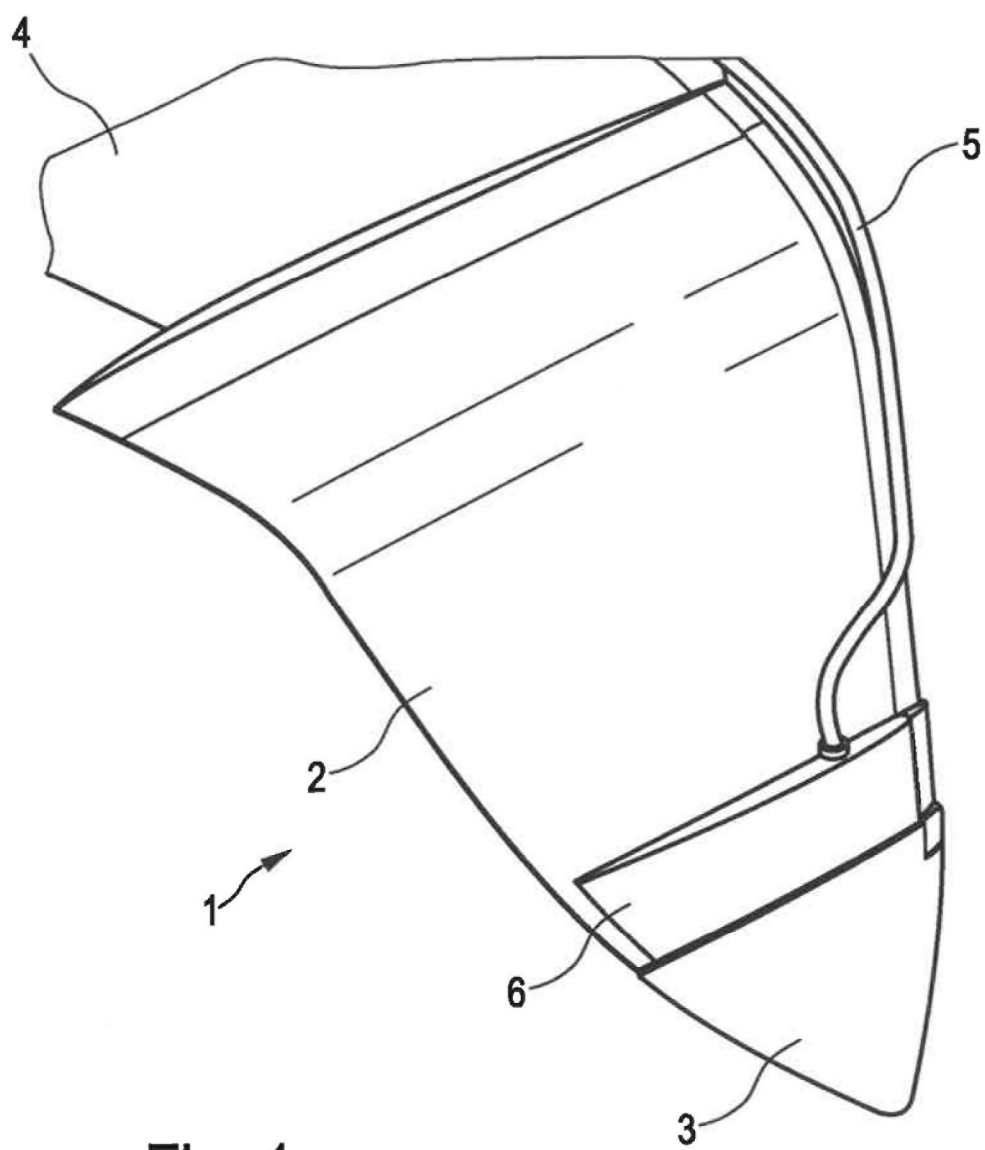


Fig. 1

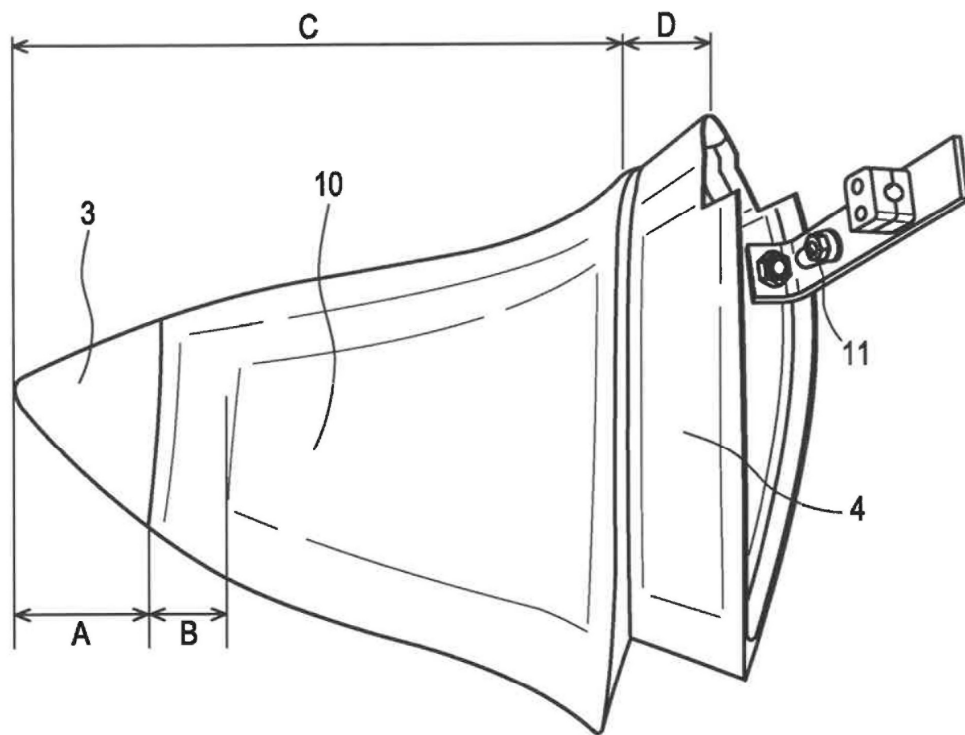


Fig. 2

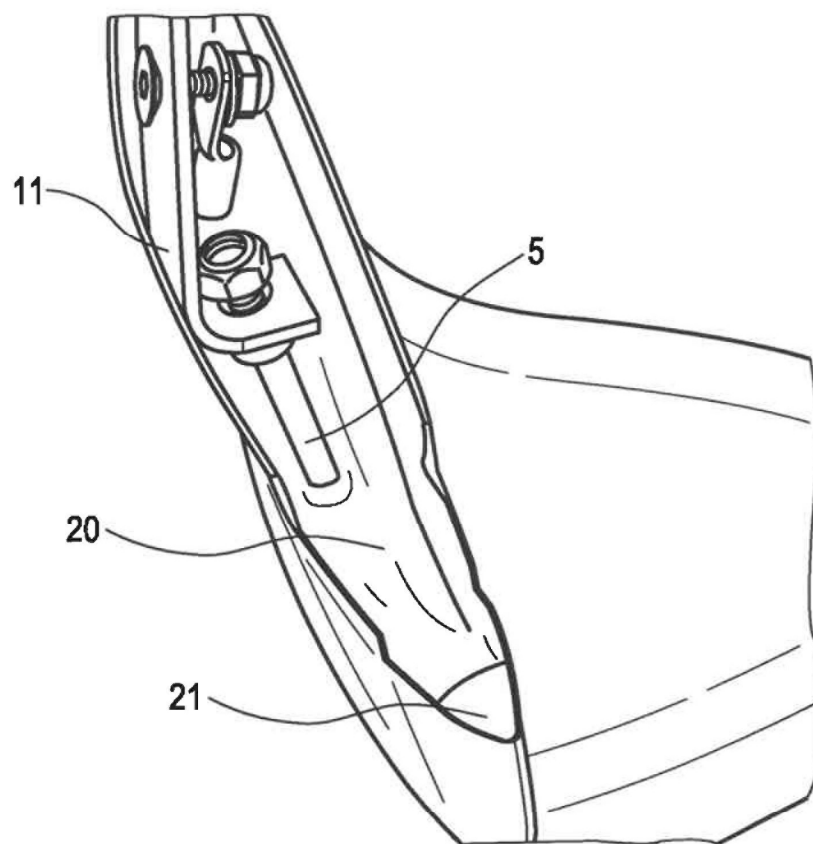
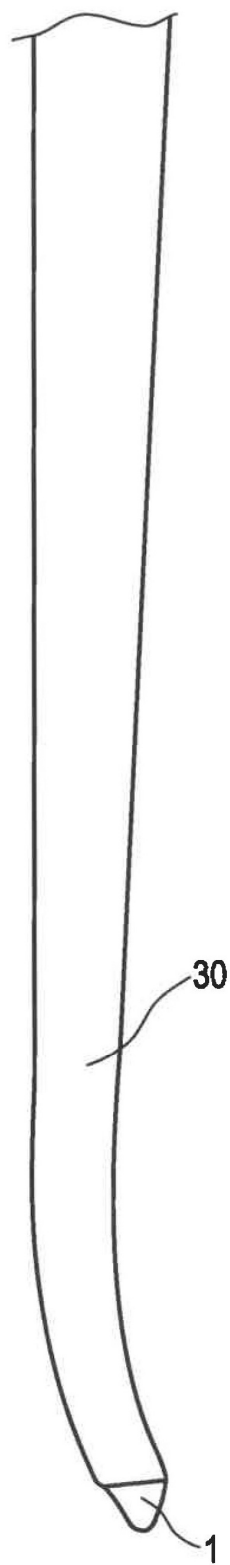


Fig. 3

Fig. 4



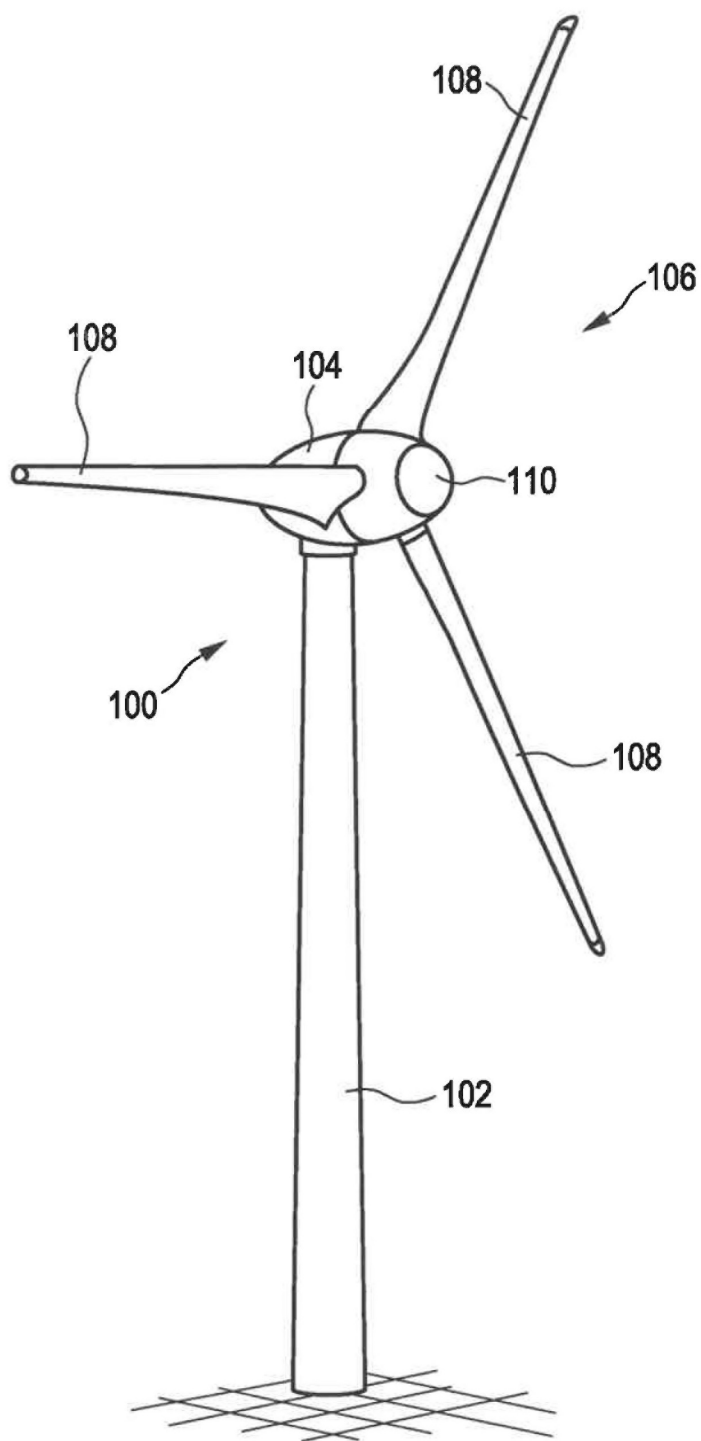


Fig. 5

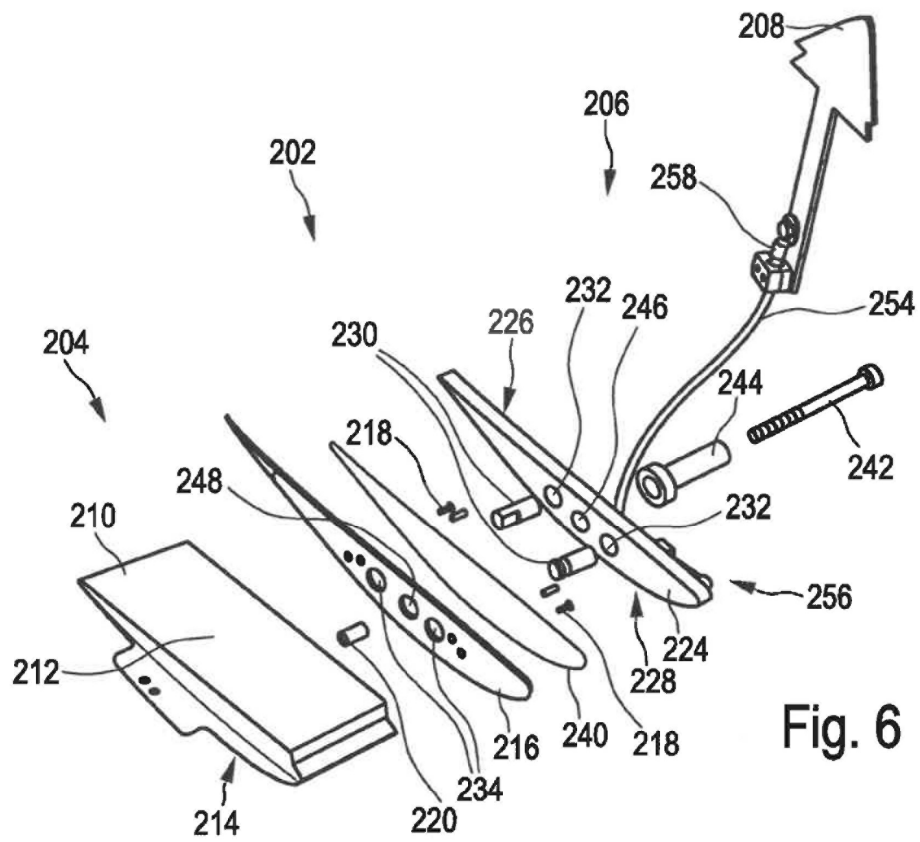


Fig. 6

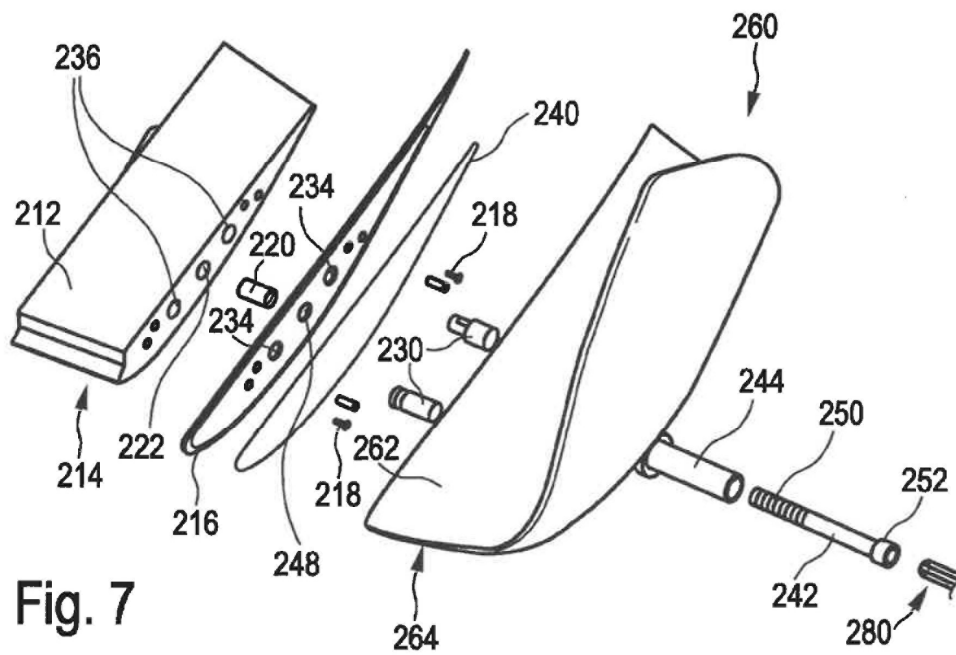


Fig. 7

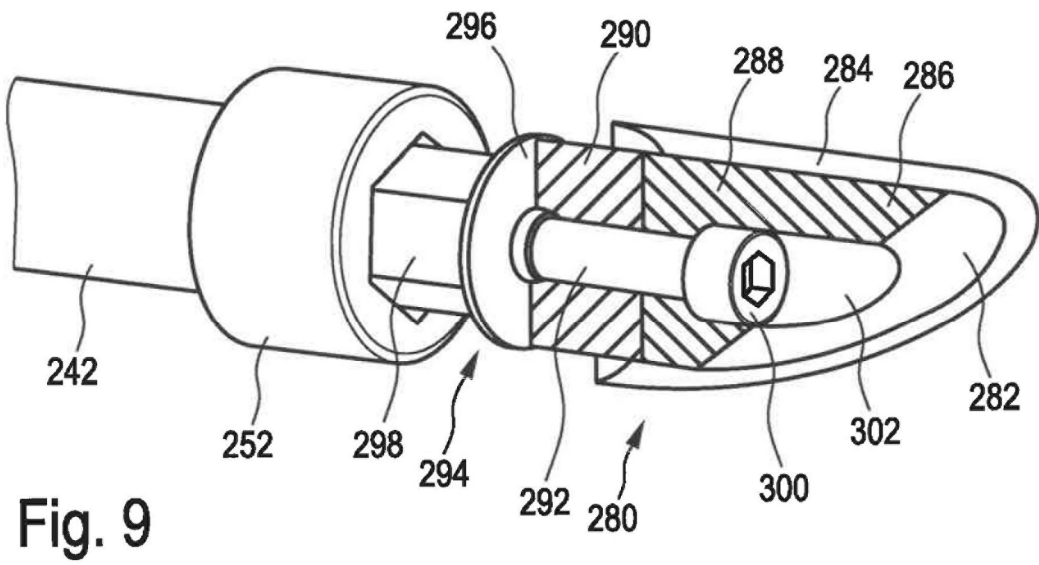
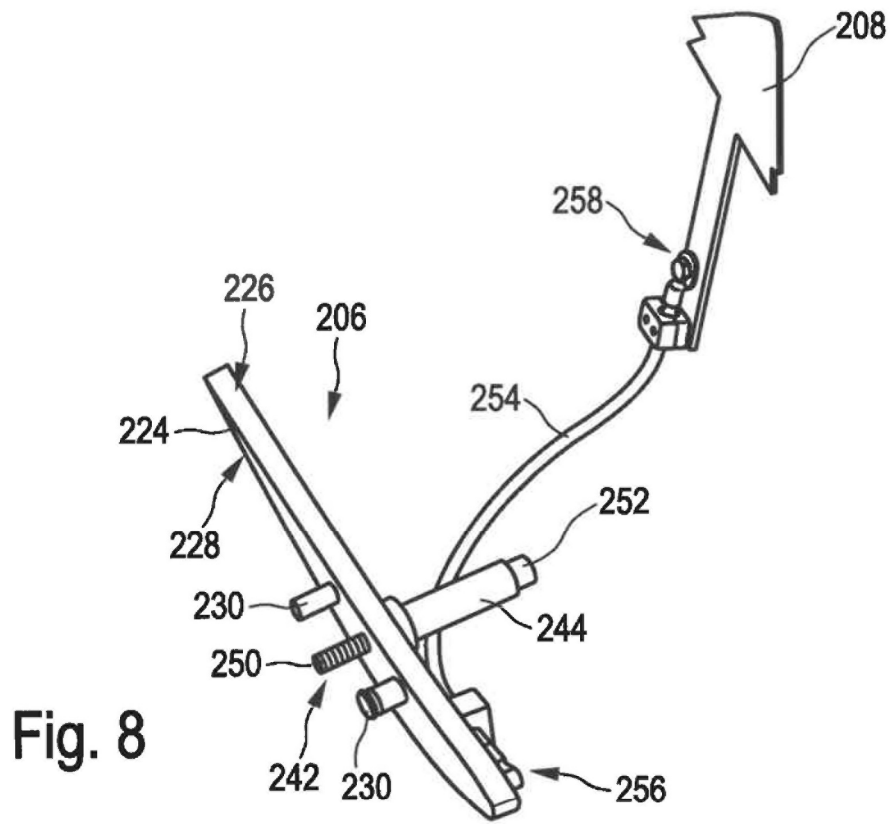


Fig. 11

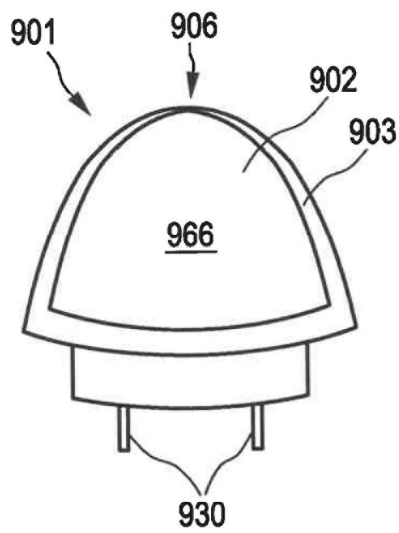
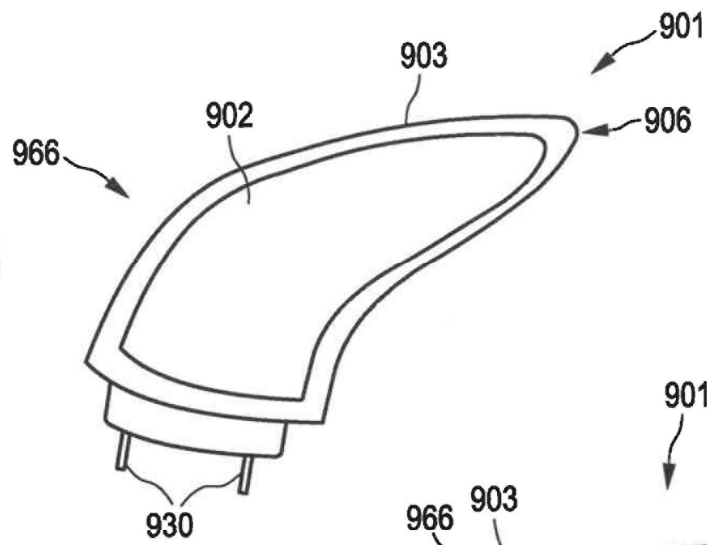


Fig. 12

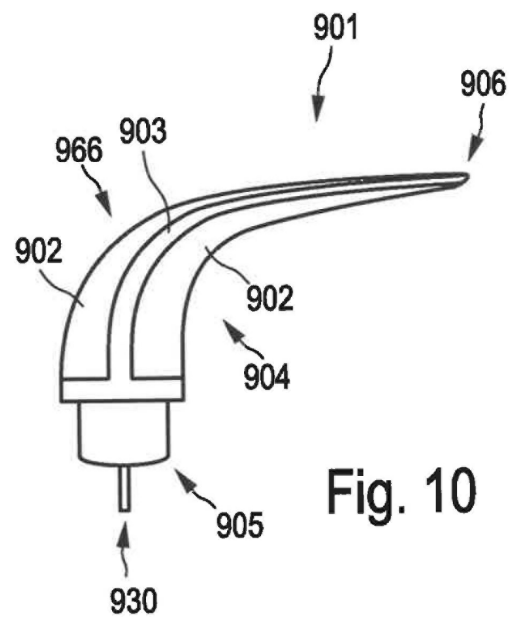


Fig. 10

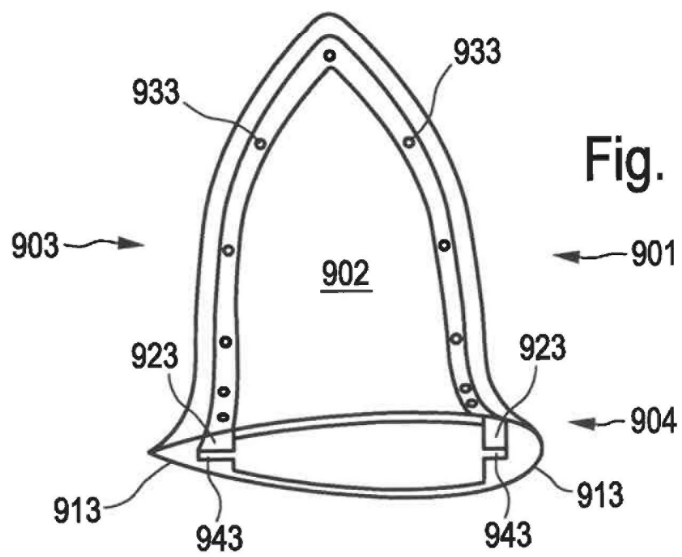


Fig. 13