

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 933 497**

51 Int. Cl.:

F03D 80/30

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.09.2018** **E 18196894 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.11.2022** **EP 3628863**

54 Título: **Protección contra rayos para un complemento de pala de rotor**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
09.02.2023

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**GIRSCHIG, FLORIAN y
PONNADA, RAJESH SRI MARKANDEYA**

74 Agente/Representante:

LOZANO GANDIA, José

ES 2 933 497 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

Protección contra rayos para un complemento de pala de rotor

5 Campo de invención

La presente invención se refiere a una disposición para descargar una corriente debida al impacto de un rayo en un complemento de punta de una pala de rotor de una turbina eólica, se refiere a un complemento de punta para una pala de rotor de una turbina eólica, se refiere además a una pala de rotor readaptada para una turbina eólica. Además, la presente invención se refiere a un método de fabricación de una disposición para descargar una corriente debida al impacto de un rayo en un complemento de punta de una pala de rotor de una turbina eólica, se refiere a un método de fabricación de un complemento de punta de una pala de rotor y finalmente se refiere a un método de readaptación de una pala de rotor con un complemento de punta.

15 Antecedentes de la técnica

Una turbina eólica puede comprender un árbol de rotación en el que están conectadas múltiples palas de rotor. El árbol de rotación puede accionar un generador para generar potencia eléctrica con la rotación del árbol de rotación. En la actualidad, las palas de rotor se vuelven cada vez más largas y por tanto alcanzan una altura sustancial por encima del suelo. Por tanto, las palas de rotor, al ser la parte más expuesta de la turbina eólica, pueden someterse con frecuencia a golpes de rayos o impactos de rayos. Por tanto, la probabilidad del impacto es la más grande en el extremo de punta y puede disminuir a medida que se avanza hacia la raíz de la pala.

Las palas de rotor también pueden readaptarse con los denominados complementos de punta, tales como extensiones y/o aletas. En una pala de rotor readaptada, el complemento de punta puede pasar a ser el nuevo extremo de punta de la pala de rotor, aumentando de ese modo la longitud efectiva de la pala. En este caso, los complementos de punta son los componentes que tienen el mayor riesgo de verse afectados por el impacto de un rayo. Los complementos de punta pueden fabricarse habitualmente a partir de materiales no conductores. Esto hace que sean altamente vulnerables a impactos de rayos. Por tanto, puede requerirse un sistema de protección contra rayos (LPS) eficaz para proteger estos componentes frente a daño catastrófico.

Convencionalmente, la protección contra rayos para complementos puede lograrse dotando a estos últimos de puntos de acoplamiento de rayo sobre la superficie (receptores) conectados a un sistema de conducción de bajada interno (IDCS). El IDCS puede estar habitualmente compuesto por un cable metálico y bloques de metal conectados en las posiciones de porción de receptor. El cable puede convertirse en el trayecto de conexión a tierra y los bloques de receptor pueden servir como puntos de montaje para los receptores. Cuando el complemento se monta en una pala de rotor existente, el IDCS del complemento se conecta al IDCS de pala ya conectado a tierra. Al hacer esto, puede proporcionarse un trayecto seguro para la corriente de rayo. El documento US2018/0135602 da a conocer una punta de pala extraíble usada en un sistema de protección contra rayos.

Para una protección eficaz, puede resultar crítico que el rayo sólo se acople a los puntos de acoplamiento de rayo designados (también denominados receptores) pero no al propio IDCS.

Por tanto, puede existir una necesidad de una disposición para descargar una corriente debida al impacto de un rayo en un complemento de punta de una pala de rotor de una turbina eólica, de un complemento de punta para una pala de rotor de una turbina eólica, de una pala de rotor readaptada para una turbina eólica, de un método de fabricación de una disposición para descargar una corriente debida al impacto de un rayo en un complemento de punta de una pala de rotor de una turbina eólica, de un método de fabricación de un complemento de punta de una pala de rotor y de un método de readaptación de una pala de rotor con un complemento de punta, en los que se permita una protección contra rayos fiable y que también soporte un diseño y construcción existentes de palas de rotor. Además, puede desearse lograr un sistema de protección contra rayos para un complemento de punta de una pala de rotor, en el que los impactos de rayos estén esencialmente confinados o restringidos a impactar en una posición de recepción predeterminada.

La necesidad puede satisfacerse mediante el objeto de la reivindicación independiente. Las reivindicaciones independientes especificadas mediante realizaciones particulares de la presente invención.

Sumario de la invención

Según la realización de la presente invención, se proporciona una disposición para descargar corriente debida al impacto de un rayo en un complemento de punta de una pala de rotor de una turbina eólica, comprendiendo la disposición: un conductor adaptado para conducir la corriente debida al impacto del rayo; un aislamiento dispuesto alrededor del conductor; pudiendo disponerse el aislamiento con el conductor dentro del complemento de punta.

El complemento de punta puede comprender una sección de superficie aerodinámica o un perfil aerodinámico tal como el formado por una superficie exterior de una pared de superficie aerodinámica. El complemento de punta

puede estar configurado para readaptarse en la pala de rotor existente para extender la longitud efectiva de la pala de rotor y/o para adaptar o modificar o mejorar el rendimiento aerodinámico de la pala de rotor. Con este fin, el complemento de punta puede instalarse o conectarse en el primer extremo (longitudinal) de la pala de rotor.

La disposición se proporciona para proteger el complemento de punta frente a daños debidos a impacto de rayo ya que la corriente provocada por el impacto del rayo se descarga usando el conductor de la disposición, en la que el conductor en particular puede conectarse o está conectado a un conductor interno respectivo de la pala de rotor. El conductor puede estar dispuesto, por ejemplo, para resistir un impacto de rayo de alta tensión que implica corrientes de hasta 200.000 A, por ejemplo en el intervalo de entre 100 A y 200 kA. El conductor puede fabricarse de uno o más metales diferentes, tales como aluminio, acero, bronce, etc., y puede ser flexible o rígido, al menos en el sentido de la sección. El conductor puede estar parcialmente formado a partir de cable flexible que comprende varios hilos y/o puede fabricarse a partir de una barra de metal formada de manera solidaria, por ejemplo. El conductor puede tener en particular una forma alargada que puede tener una longitud casi tan larga como el complemento de punta.

El aislamiento puede comprender materiales sintéticos, en particular un polímero, y puede ser flexible o rígido. Cuando el aislamiento está dispuesto alrededor del conductor, el impacto del rayo puede impactar únicamente en posiciones predeterminadas de receptores conductores (que están eléctricamente conectados al conductor) pero no en ninguna otra posición a lo largo del conductor, por ejemplo. Cuando los impactos de rayo están restringidos o confinados a impactar en la posición particular (en particular en los receptores conductores instalados en posiciones predeterminadas particulares), el daño del complemento de punta (en particular la superficie aerodinámica del mismo) puede reducirse o incluso evitarse, dado que la alta corriente y alta tensión pueden descargarse a través del/de los receptor(es) conductor(es) y el conductor hasta un trayecto de conexión a tierra proporcionado dentro de la pala de rotor, sin transportar una corriente parcialmente a través de una pared de superficie aerodinámica aislante del complemento de punta.

Cuando se descarga, o después de descargarse, el impacto de un rayo a través del receptor conductor conectado con el conductor y a través del conductor hacia un trayecto de conexión a tierra (dentro de la pala de rotor), la sección de superficie aerodinámica del complemento de punta puede no experimentar ningún daño y además la pala de rotor puede no experimentar ningún daño. Por tanto, de este modo se permite una protección contra rayos eficaz del complemento de punta (y también de la pala de rotor).

El complemento de punta puede estar formado por una pared de superficie aerodinámica que rodea un espacio interno. Dentro de este espacio interno, puede colocarse o disponerse el aislamiento junto con el conductor (rodeado por el aislamiento). En particular, es posible que el aislamiento con el conductor pueda disponerse dentro del espacio interno del complemento de punta en posiciones y/u orientación predeterminadas o deseadas. De ese modo, posiciones de receptores conductores que van a conectarse posteriormente al conductor (en porciones de base de receptor particulares) pueden ubicarse en posiciones deseadas.

El aislamiento eléctrico del conductor (en particular el sistema de conductor de bajada interno, IDCS) dentro del complemento de punta puede ser una manera conveniente de lograr que el impacto del rayo impacte únicamente en puntos de acoplamiento de rayo designados o en receptores conductores particulares, pero no en ninguna otra porción del conductor. Puede lograrse un aislamiento suficiente mediante un grosor suficiente del material de aislamiento (por ejemplo, poliuretano) sobre componentes de metal y/o cable de alta tensión aislado. El aislamiento puede llevarse a cabo de la mejor manera sobre (esencialmente) toda la longitud del conductor dentro del complemento incluyendo la superficie de contacto con una pala existente, donde se espera que se produzca la mayor parte de los impactos de rayo.

Según cualquier realización de la presente invención, el aislamiento rodea completamente el conductor excepto en un extremo en el que el complemento de punta va a conectarse a la pala de rotor.

Cuando el aislamiento rodea completamente el conductor, el impacto de un rayo puede confinarse a las posiciones deseadas del/de los receptor(es) conductor(es) conectado(s) al conductor. El aislamiento puede encapsular el conductor dejando esencialmente tan sólo un extremo libre que está conectado a un conductor dentro de la pala de rotor para proporcionar un trayecto de conexión a tierra.

Según cualquier realización de la presente invención, el aislamiento, en particular realizado de polímero, tiene una forma para restringir la ubicación de la disposición dentro del complemento para que esté en una posición predeterminada y/o configuración extendida.

Dependiendo de la forma del espacio interno del complemento, la forma del aislamiento también puede ajustarse o adaptarse a las particularidades del complemento de punta. La disposición puede disponerse, por ejemplo, durante la fabricación del complemento de punta, dentro del espacio interno del complemento de punta y puede moverse o desplazarse para lograr una posición deseada particular de porción/porciones de base de receptor descrita(s) a continuación a la que después se conectan eléctricamente receptores conductores. De ese modo, se permite fabricar el complemento de punta que incluye la disposición de protección contra rayos.

Según una realización de la presente invención, el conductor, en particular que comprende aluminio y/o acero y/o bronce y/o que es parcialmente flexible o rígido, comprende: al menos una porción de base de receptor, en particular múltiples porciones de base de receptor, dispuestas para conectar eléctrica y mecánicamente, en particular mediante enroscado, a las mismas un receptor conductor que va a exponerse al exterior del complemento de punta, en particular sobresaliendo a partir de una superficie exterior del complemento de punta, para recibir el impacto de un rayo.

Pueden proporcionarse una o varias porciones de base de receptor, tal como, por ejemplo, de 1 a 5 o de 1 a 10 porciones de base de receptor. Cada porción de base de receptor puede estar configurada para permitir la conexión eléctrica y/o mecánica de uno o más receptores conductores respectivos. El receptor conductor (por ejemplo, de 1 a 5 o de 1 a 10 receptores conductores) puede estar formado, por ejemplo, a partir de un perno y/o una o más arandelas. El receptor conductor puede sobresalir, para el complemento de punta acabado, a partir de una superficie aerodinámica del complemento de punta al exterior. Las posiciones del/de los receptor(es) conductor(es) definen los puntos de impacto de rayo deseados. Uno o más receptores conductores pueden disponerse, por ejemplo, cerca del, o en el, extremo de punta del complemento de punta. Los receptores conductores pueden enroscarse, por ejemplo, en roscas internas previstas dentro de la porción de base de receptor. Pueden usarse arandelas con el fin de ajustar la altura con la que sobresale el receptor conductor respectivo a partir de la superficie aerodinámica. Entonces, el impacto de un rayo puede impactar en uno o más de los receptores conductores y la corriente puede descargarse a través de los receptores conductores, la porción de base de receptor y otras porciones del conductor y adicionalmente a través de un conductor interno dispuesto dentro de la pala de rotor hasta la tierra.

Según la presente invención, el conductor comprende una porción de superficie de contacto adaptada para conectarse eléctricamente a una porción de conexión de un sistema de conductor de bajada interno (IDCS) de pala para descargar corrientes de impacto de rayo.

La porción de superficie de contacto también puede estar adaptada para conectarse mecánicamente a una porción de conexión del sistema de conductor de bajada interno de pala. De ese modo, el conductor y toda la disposición para descargar corriente puede fijarse mecánicamente. Pueden proporcionarse otros medios para fijar mecánicamente la disposición al complemento de punta, tales como medios de conexión que conectan el conductor y/o el aislamiento a una pared de superficie aerodinámica del complemento de punta, por ejemplo. De ese modo, puede proporcionarse una conexión eléctrica satisfactoria entre el sistema de protección contra rayos (LPS) de la pala y el complemento de punta. De ese modo, pueden usarse componentes de protección contra rayos de la pala de rotor para proporcionar también protección contra rayos para un complemento de punta. Los receptores conductores pueden funcionar como medios para interceptar el impacto del rayo y además para transferir corriente de rayo a la porción de base de receptor respectiva y a través de otras porciones del conductor hasta la tierra.

Según una realización de la presente invención, la porción de superficie de contacto comprende al menos una placa de conexión, en particular que va a unirse con una placa de conexión del sistema de conductor de bajada interno de pala, en particular que incluye una junta por recubrimiento.

La placa de conexión puede tener, por ejemplo, una forma rectangular o cuadrática y puede comprender uno o más orificios pasantes a través de los cuales pueden ponerse en contacto entre sí la placa de conexión de la disposición o el conductor y la placa de conexión del sistema de conductor de bajada interno de pala. En particular, de ese modo superficies principales de la placa de conexión pueden estar en contacto entre sí y pueden presionarse juntas. De ese modo, puede proporcionarse una conexión fiable, segura y estable (eléctrica y/o mecánicamente) entre el conductor y el sistema de conductor de bajada interno de pala. La junta por recubrimiento puede formarse solapando placas de conexión y fijando las placas de conexión entre sí.

Según una realización de la presente invención, la porción de superficie de contacto está configurada para conectar eléctrica y mecánicamente a la misma uno o más receptores conductores, en particular un par de receptores conductores, que van a exponerse al exterior del complemento de punta.

De ese modo, la porción de superficie de contacto puede proporcionar una doble función, en primer lugar conectar eléctricamente el conductor con un sistema de conductor de bajada interno de pala y además permitir la conexión eléctrica y mecánica a uno o más receptores de conducción, que pueden actuar además como receptor de un posible impacto de un rayo. De ese modo, puede reducirse adicionalmente el riesgo de daño debido al impacto de un rayo.

Según la presente invención, la disposición comprende además un recipiente de recepción de superficie de contacto (por ejemplo, caja de tope de espuma) adaptado para recibir la porción de superficie de contacto incluyendo algo de margen y para proteger la porción de superficie de contacto frente a la contaminación durante la fabricación del complemento de punta, en la que el recipiente (133) de recepción de superficie de contacto está adaptado para proteger la porción de superficie de contacto frente a la contaminación durante la formación de espuma el interior del complemento de punta.

El recipiente de recepción de superficie de contacto también puede denominarse o funcionar como caja de tope de espuma. Dentro del recipiente de recepción de superficie de contacto puede colocarse al menos la porción de superficie de contacto con un margen (tolerancia) particular tal como para permitir ajustar ligeramente la posición y/u orientación de la porción de superficie de contacto en una etapa de fabricación o readaptación de unir eléctrica y/o mecánicamente la porción de superficie de contacto (en particular, usando la placa de conexión) a un sistema de conductor de bajada interno de pala. Esta etapa de fabricación puede requerir un ligero reajuste de posición y/u orientación de la porción de superficie de contacto. Dado que se dispone dentro del recipiente de recepción de superficie de contacto, no se encapsulará (directamente) con espuma u otro material de relleno que pueda llenarse en el interior del complemento de punta. Por tanto, aunque esencialmente todo el espacio interior del complemento de punta puede haberse llenado con espuma o con otro material de relleno, la porción de superficie de contacto puede estar libre para moverse ligeramente para alcanzar una posición y/u orientación, en la que la porción de superficie de contacto (en particular, a través de la placa de conexión) puede conectarse al sistema de conductor de bajada interno de pala (en particular con la placa de conexión del mismo). Durante la instalación del complemento de punta en la pala de rotor, la libertad de movimiento de la superficie de contacto, junto con la forma cónica de la entrada de la superficie de contacto, puede garantizar que la placa de conexión de lado de pala se guiará al interior de la superficie de contacto de lado de complemento de punta. De ese modo, la instalación del complemento de punta en la pala de rotor puede simplificarse y mejorarse.

Según una realización de la presente invención, el conductor comprende entre diferentes porciones de base de receptor adyacentes y/o entre una porción de base de receptor y la porción de superficie de contacto: una porción de separador, en el que la porción de base de receptor y/o la porción de superficie de contacto tiene una sección transversal más grande que la porción de separador, en el que entre una porción de base de receptor y la porción de superficie de contacto la porción de separador está formada en particular al menos parcialmente como un cable flexible.

La porción de separador puede ser más pequeña en cuanto al grosor y/o al área en sección transversal que la(s) porción(es) de base de receptor y la porción de superficie de contacto. De ese modo, puede reducirse el peso. Cuando la porción de separador está formada al menos parcialmente por un cable flexible, pueden usarse componentes convencionalmente disponibles, reduciendo de ese modo los costes de la disposición.

Según una realización de la presente invención, se proporciona un complemento de punta para una pala de rotor de una turbina eólica, que comprende una pared de superficie aerodinámica que encierra un espacio interno; una disposición según una de las realizaciones anteriores dispuesta dentro del espacio interno, en el que el complemento de punta está configurado en particular como, o comprende al menos uno de: una aleta; una extensión de punta. De ese modo, se proporciona un complemento de punta que incluye un sistema de protección contra impactos de rayo fiable. Según una realización de la presente invención, se proporciona una pala de rotor readaptada para una turbina eólica, que comprende una pala de rotor que incluye un sistema de conductor de bajada interno de pala; y un complemento de punta según la realización anterior conectado en un extremo de la pala de rotor, en la que el conductor de la disposición para descargar corriente debida al impacto de un rayo del complemento de punta está eléctricamente conectado al sistema de conductor de bajada interno de pala.

La pala de rotor readaptada puede tener una longitud extendida y/o rendimiento aerodinámico mejorado, al tiempo que también se protege de manera fiable contra el riesgo de daño debido a impactos de rayo.

Debe entenderse que características, individualmente o en cualquier combinación, dadas a conocer, descritas, proporcionadas o aplicadas a una disposición para descargar corriente debida al impacto de un rayo en un complemento de punta de una pala de rotor de una turbina eólica o aplicadas a un complemento de punta o aplicadas a una pala de rotor readaptada, también pueden aplicarse, según las realizaciones de la presente invención, individualmente o en cualquier combinación, a un método de fabricación de una disposición para descargar una corriente, a un método de fabricación de un complemento de punta de una pala de rotor y también a un método de readaptación de una pala de rotor con un complemento de punta según realizaciones de la presente invención y viceversa.

Según una realización de la presente invención, se proporciona un método de fabricación de una disposición para descargar una corriente debida al impacto de un rayo en un complemento de punta de una pala de rotor de una turbina eólica, comprendiendo el método: proporcionar un conductor adaptado para conducir la corriente debida al impacto del rayo; disponer alrededor del conductor un aislamiento, pudiendo disponerse el aislamiento con el conductor dentro del complemento de punta; proporcionar un recipiente (133) de recepción de superficie de contacto adaptado para recibir la porción (125) de superficie de contacto incluyendo algo de margen y para proteger la porción de superficie de contacto frente a la contaminación durante la fabricación del complemento de punta, en el que el recipiente (133) de recepción de superficie de contacto está adaptado para proteger la porción de superficie de contacto frente a la contaminación durante la formación de espuma el interior del complemento de punta.

Según una realización de la presente invención, se proporciona un método de fabricación de un complemento de punta de una pala de rotor, que comprende fabricar una pared de superficie aerodinámica que encierra parcialmente un espacio interno; fabricar una disposición para descargar una corriente debida al impacto de un rayo según la

realización anterior; y disponer la disposición para descargar una corriente dentro del espacio interno del complemento de punta; en particular que comprende además formar espuma en el espacio interno.

Según una realización de la presente invención, se proporciona un método de readaptación de una pala de rotor con un complemento de punta, que comprende realizar un método de fabricación de un complemento de punta de una pala de rotor según la realización anterior; retirar una porción de receptor de punta de pala, si está presente, a partir de la pala de rotor; instalar un componente de superficie de contacto de pala en la pala de rotor; conectar eléctricamente el componente de superficie de contacto de pala instalado con la porción de superficie de contacto del complemento de punta; acoplar mecánicamente el complemento de punta a un extremo de la pala de rotor.

Además, se proporcionan una turbina eólica y un método de fabricación correspondiente.

Ahora se describen realizaciones de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos. La invención no se restringe a las realizaciones, en vez de eso se define mediante las reivindicaciones adjuntas.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 ilustra esquemáticamente una pala de rotor readaptada que incluye un complemento de punta para una pala de rotor según una realización de la presente invención que comprende una disposición para descargar corriente debida al impacto de un rayo según una realización de la presente invención en una vista en sección transversal esquemática;

la figura 2 ilustra esquemáticamente un complemento de punta que incluye una disposición para descargar corriente debida al impacto de un rayo según una realización de la presente invención tal como se aplica a una extensión de punta;

la figura 3 ilustra esquemáticamente en una vista en sección transversal un complemento de punta que incluye una disposición para descargar corriente debida al impacto de un rayo según una realización de la presente invención tal como se aplica a una aleta;

la figura 4 ilustra en una vista en perspectiva una etapa de método de fabricación de un complemento de punta según una realización de la presente invención que incluye una disposición para descargar corriente debida al impacto de un rayo según una realización de la presente invención;

la figura 5 ilustra en una vista en perspectiva una porción de superficie de contacto de un conductor de una disposición para descargar corriente debida al impacto de un rayo según una realización de la presente invención, recibiendo la porción de superficie de contacto en un recipiente de recepción de superficie de contacto para protección; y

la figura 6 ilustra componentes de un conductor de una disposición para descargar corriente debida al impacto de un rayo según realizaciones de la presente invención.

Descripción detallada de realizaciones

La figura 1 ilustra en una vista en sección esquemática una pala 105 de rotor readaptada según una realización de la presente invención. La pala 105 de rotor readaptada incluye una disposición 100 para descargar corriente debida al impacto de un rayo en un complemento 101 de punta de una pala 103 de rotor de una turbina eólica según una realización de la presente invención y el complemento 101 de punta. La disposición 100 se muestra en la figura 1 como instalada dentro del complemento 101 de punta que, en la realización ilustrada, está configurado como una extensión de punta, extendiendo de ese modo eficazmente la longitud de la pala 103 de rotor. En particular, la pala 103 de rotor que tiene instalado en la misma el complemento de extremo de punta que incluye la disposición 100 forma la pala 105 de rotor readaptada según una realización de la presente invención.

La disposición 100 comprende un conductor 107 que se extiende a través de la mayor parte del espacio 119 interno del complemento y que está compuesto por varios componentes. En particular, el conductor 107 está adaptado para conducir la corriente debida al impacto del rayo que se recibe en receptores 109a, 109b, 109c, 109d, 109e y 109f conductores, que están dispuestos en diferentes posiciones del complemento de punta y que sobresalen a partir de una superficie 111 aerodinámica del complemento 101 de punta, por ejemplo, entre 0,1 mm y 20 mm o entre 0,5 mm y 10 mm o entre 0,5 mm y menos de 20 mm.

El conductor 107 está rodeado por un aislamiento 113. Aunque la figura 1 sólo muestra una vista en sección, el aislamiento 113 rodea completamente el conductor 107 excepto en un extremo 115 en el que el complemento 101 de punta tiene que conectarse a la pala 103 de rotor.

El complemento 101 de punta comprende una pared 117 de superficie aerodinámica que tiene la superficie 111 exterior (superficie aerodinámica) y que rodea un espacio 119 interno del complemento 101 de punta. La disposición

100 está dispuesta dentro del espacio 119 interno, en la que el resto del espacio 119 interno se llena con espuma 121 (ilustrado con puntos en patrones). Además, el espacio 120 dentro del complemento 101 y fuera del extremo de la pala 103 de rotor en la que se impone el complemento puede llenarse con espuma. Tal como puede apreciarse a partir de la figura 1, el aislamiento 113 tiene una forma para restringir la ubicación de la disposición 100 dentro del espacio 119 interno para estar en una posición y orientación particulares.

En particular, se pretende que los receptores 109a, ... 109f conductores estén en posiciones definidas. Con este fin, el conductor 107 comprende al menos una porción 123a, 123b de base de receptor, que está dispuesta y configurada para conectar eléctrica y mecánicamente a la misma uno o más receptores 109a, ... 109f conductores, que después se exponen al exterior del complemento 101 de extremo de punta, para recibir el impacto de un rayo.

El conductor 107 comprende una porción 125 de superficie de contacto que está adaptada para conectarse eléctricamente a una porción 127 de conexión de un sistema 129 de conductor de bajada interno de pala, que sólo se ilustra esquemáticamente en la figura 1. De ese modo, el impacto de un rayo que impacta en uno de los receptores 109a, ... 109f conductores se conduce a través del receptor conductor respectivo, a través de la porción 123a, 123b de base de receptor (a la que está conectado el receptor conductor), a través de una porción 131 de separador, a través de la porción 125 de superficie de contacto, a través de la porción 127 de conexión y a través del sistema 129 de conductor de bajada interno hasta la tierra.

En particular, la porción 131 de separador está entre la porción 123a de base de receptor y la porción 125 de superficie de contacto y forma parte del conductor 107. En el mismo, la porción 131 de separador tiene un tamaño en sección transversal más pequeño que las porciones 123a, 123b de base de receptor y también que la porción 125 de superficie de contacto. La porción de separador del conductor 107 puede estar configurada, por ejemplo, como un cable flexible que también tiene un aislamiento o revestimiento no ilustrado.

La disposición 100 comprende además un recipiente 133 de recepción de superficie de contacto (también denominado caja de tope de espuma) adaptado para recibir la porción 125 de superficie de contacto incluyendo algo de margen (espacio restante entre superficies internas del recipiente 133 de recepción de superficie de contacto y superficies externas de la porción 125 de superficie de contacto) y para proteger la porción 125 de superficie de contacto frente a la contaminación durante la fabricación del complemento de punta, en particular durante la formación del interior 119 del complemento 101 de punta. Tal como también se ilustra en la figura 1, en esta realización, la porción 125 de superficie de contacto está configurada para conectar eléctrica y mecánicamente a la misma un receptor 109f, 109e conductor que va a exponerse al exterior del complemento 101 de punta.

La figura 2 ilustra esquemáticamente en una vista en sección un complemento 201 de punta según una realización de la presente invención que comprende una disposición 200 para descargar corriente debida al impacto de un rayo según una realización de la presente invención. El complemento 201 de punta está configurado como una extensión de punta.

Los componentes y elementos similares o iguales en cuanto a estructura y/o función se etiquetan en diferentes ilustraciones con signos de referencia que sólo difieren en el primer dígito. Una descripción de un elemento no descrito en particular en una realización particular puede tomarse de la descripción en otra realización respectiva.

El conductor 207 de la disposición 201 comprende una porción 231 de separador, una porción 223a de base de receptor y otra porción 223b de base de receptor de manera similar a la realización ilustrada en la figura 1. El conductor 207 está rodeado por un aislamiento 213. En la realización ilustrada, en el espacio 219 interno del complemento 201 de punta no se forma espuma o no se llena con material de relleno sólido. A diferencia de la realización ilustrada en la figura 1, la porción 125 de superficie de contacto del conductor 207 puede formar o no una porción de base de receptor. Sin embargo, la porción de superficie de contacto comprende una placa 226 de conexión.

Una placa de conexión de este tipo también puede comprender en la porción 125 de superficie de contacto ilustrada en la figura 1 y etiquetada con el signo de referencia 126. En el presente documento, la porción 127 de conexión del sistema de conductor de bajada interno de pala también termina en una placa 128 que está en contacto con la placa 126 de conexión de la porción 125 de superficie de contacto y que se aprieta, por ejemplo, usando pernos, para establecer una conexión eléctrica y, al mismo tiempo, mecánica.

En una región de extremo el aislamiento 213 (véase la figura 2) muestra una forma 214 de rombo o una forma de cabeza de flecha o una forma cilíndrica. En sección transversal, el aislamiento 213 que rodea la porción 223a de base de receptor puede tener una forma rectangular o forma ovalada o forma circular o incluso otra forma que se ajusta al interior 219 del complemento 201 de punta. El aislamiento puede tener, por ejemplo, una forma cilíndrica.

La figura 3 ilustra esquemáticamente un complemento 301 de punta según una realización de la presente invención que comprende una disposición 300 para descargar corriente debida al impacto de un rayo según una realización de la presente invención. En el presente documento, el complemento 301 de punta está configurado como una aleta que comprende una superficie 311 aerodinámica de una pared 317 de superficie aerodinámica, que tiene una curva

312 mejorando de ese modo el rendimiento aerodinámico de la pala de rotor readaptada cuando se instala la aleta 301 en una porción de extremo de la misma.

Las realizaciones ilustradas en las figuras 2 y 3 pueden comprender además receptores de conductor respectivos conectados a una porción de base de receptor respectiva, por ejemplo 223a, 223b o 323a o 323b. Dado que el conductor 307 está rodeado por el aislamiento 313, puede garantizarse que el impacto del rayo impacta de manera preferible o exclusiva en la posición deseada, en la que están colocados los receptores conductores respectivos, es decir cerca de las porciones 223, 323 de base de receptor.

La figura 4 ilustra una vista en perspectiva de un complemento 401 de punta durante la fabricación de según una realización de la presente invención. Durante el procedimiento de fabricación, el complemento de punta aún no está cerrado de modo que el espacio 419 interno es visible. Dentro del espacio interno, se coloca una disposición 400 para descargar corriente debida al impacto de un rayo. Puede verse el aislamiento 413 que rodea un conductor no ilustrado. En un extremo el conductor tiene una porción 423b de base de receptor que tiene un aislamiento en forma de rombo alrededor. Otra porción 423a de base de receptor está dispuesta más hacia abajo hacia la raíz de complemento de punta. Entre la porción 425 de superficie de contacto y la porción 423a de base de receptor, está dispuesta la porción 431 de separador.

En un siguiente procedimiento de fabricación, se cerrará el complemento 401 de punta y opcionalmente se formará espuma en el interior 419 o se llenará con otro material de relleno. Entonces, se unirán los receptores conductores, por ejemplo, enroscando pernos en orificios roscados internos dispuestos o previstos dentro de la porción 423a, 423b de base de receptor.

La figura 5 ilustra en una vista en perspectiva dos mitades de un recipiente 533a (primera mitad) y 533b (segunda mitad) de recepción de superficie de contacto. Las dos mitades 533a y 533b se unirán mientras se recibe la porción 525 de superficie de contacto en las mismas con un margen particular. Tras cerrar o conectar las dos mitades 533a y 533b, puede formarse espuma en el espacio 519 interno del complemento de punta. Dado que la porción 525 de superficie de contacto está encerrada dentro del recipiente 533 de recepción de superficie de contacto, la porción 525 de superficie de contacto todavía puede moverse o girarse un poco con el fin de permitir la conexión a unos medios de conexión respectivos de un sistema de conductor de bajada interno de una pala de rotor.

La figura 6 ilustra un sistema de conductor de bajada interno de pala que tiene una placa 628 de conexión, con la que se conectará una placa de conexión respectiva (por ejemplo, la placa 126 de conexión de la realización ilustrada en la figura 1) para establecer una conexión eléctrica entre el conductor dentro del complemento de punta y la tierra.

La figura 6 ilustra además un ejemplo de un receptor 609 conductor que tiene una rosca 610 externa para permitir la conexión a una porción de base de receptor respectiva, por ejemplo la porción 123a, 123b de base de receptor ilustrada en la figura 1. Para ajustar una altura de protuberancia del receptor 609 conductor, pueden usarse una o más arandelas 614.

El LPS para el complemento de punta puede estar diseñado para tener al menos un bloque de receptor de punta (también denominado porción de base de receptor) y ninguno, uno o más bloques de receptor adicionales antes de interconectarse a la pala de rotor. Los bloques de receptor y el sistema de conductor de bajada interno entre los mismos pueden estar encapsulados en aislamiento (aislamiento de polímero tal como PUR). La geometría externa del aislamiento de LPS puede estar adaptada a la de la forma particular del espacio interno del complemento de punta siempre que se requiera. Las unidades de LPS pueden estar colocadas de manera central en el complemento de punta y puede formarse espuma en el espacio entre el LPS aislado y las cubiertas del complemento con un material estructural, haciendo de ese modo que el sistema de LPS sea una parte integral de la estructura de complemento de punta. Pueden montarse receptores después de fabricarse el complemento mediante perforación en los bloques de receptor. Entonces se conecta el cable de conductor de bajada de alta tensión aislado a partir del complemento de punta LPS al de la pala o bien directamente (soldadura, engarce, etc.) o mediante una superficie de contacto especialmente diseñada.

Con el fin de mantener la libertad del componente de superficie de contacto en el complemento de punta (para proporcionar una tolerancia mientras se instala la extensión de punta en la pala), incluso después de la operación de formación de espuma, se usa, por ejemplo, una caja de tope de espuma (también denominada recipiente de recepción de superficie de contacto) que añade dos mitades que se adhiere a las cubiertas de complemento durante la fabricación. La caja también puede proteger el componente de superficie de contacto de complemento frente a la contaminación con espuma que puede dificultar la conexión eléctrica.

Una realización de una superficie de contacto especialmente diseñada de este tipo mencionada anteriormente puede ser de tal manera que los IDC a partir de la pala y el complemento terminan en dos placas conductoras paralelas en su superficie de contacto y estas palas (también denominadas placas de conexión) pueden formar una junta por recubrimiento cuando se presionan mediante un par de receptores de tipo tuerca-perno (superficie de contacto). Una de las terminaciones también puede adoptar un perfil en forma de U que conduce a una junta por recubrimiento doble si se requiere. Aunque es posible una terminación en forma de una placa con el IDC de

- complemento ya que es un diseño nuevo para la pala, esto se realiza sustituyendo el bloque de receptor de punta de pala por una pieza diseñada de nuevo. Un orificio realizado a través de las placas (sección transversal de complemento) durante el procedimiento de instalación de extensión de punta para montar los receptores que fijan las placas en su sitio, aplicar presión y formar una junta conductora. Estos receptores pueden ser una característica del sistema que añade protección a la región de superficie de contacto que, como en todos los sistemas, es propensa a daños. Los receptores de superficie de contacto pueden estar diseñados con una profundidad convencional, mientras que hay arandelas realizadas de un material conductor relativamente más blando disponibles en múltiples tamaños y pueden usarse para lograr la protuberancia correcta de los receptores a partir de la superficie de pala/complemento. De manera similar, uno o más, en particular ambos, de los componentes de superficie de contacto también pueden estar dotados de aislamiento de tal manera que cubre la región de superficie de contacto. Al igual que contra una conexión ciega, el orificio realizado para instalar los receptores puede pasar a ser un orificio de observación para confirmar que las placas de metal de la superficie de contacto se han alineado y que puede establecerse una conexión fiable. Todos los espacios abiertos pueden llenarse en última instancia con adhesivo.
- Realizaciones de la presente invención pueden tener las siguientes ventajas:
- La unidad de LPS se introduce en el complemento de punta durante la fabricación de este último y, por tanto, se fija estructuralmente.
- El LPS en el complemento está completamente aislado. El aislamiento proporcionado por la estructura de complemento se añade al mismo.
- El aumento de masa debido al aislamiento de LPS se limita por la reducción de compensación del peso de espuma estructural.
- El uso de un conductor de bajada flexible (soportado por la caja de tope de espuma) puede permitir la conexión de LPS entre el LPS aislado de pala y complemento incluso en el caso de una gran tolerancia geométrica.
- La preparación de pala puede ser relativamente menor para la integración de IDCS.
- La caja de tope de espuma puede proteger la superficie de contacto de LPS frente a la contaminación por material estructural.
- Los receptores de superficie de contacto pueden ayudar a realizar la superficie de contacto en los LPS, proporcionar protección contra rayos, permitir la confirmación visual de que los componentes de superficie de contacto están alineados.
- La junta por recubrimiento individual puede permitir presionar mejor las placas. Las placas pueden estar diseñadas para ofrecer una gran zona de contacto para la transferencia de corrientes eléctricas.
- El tipo de conexión entre IDCS de complemento y de pala puede ser flexible (según el diseño) basándose en el diseño existente de pala y complemento y restricciones en el campo.
- El uso de tamaños variables de arandelas en lugar de receptores es rentable y permite una fabricación fácil.
- Según realizaciones de la presente invención, se proporciona un sistema de protección contra rayos aislado, estructuralmente integrado, para complemento de punta de pala de rotor.
- Debe observarse que el término “que comprende” no excluye otros elementos o etapas y “un” o “una” no excluyen una pluralidad. Además, pueden combinarse elementos descritos en asociación con diferentes realizaciones. También debe observarse que no debe interpretarse que los signos de referencia en las reivindicaciones limiten el alcance de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Disposición (100) para descargar corriente debida al impacto de un rayo en un complemento (101) de punta de una pala (103) de rotor de una turbina eólica, comprendiendo la disposición:
un conductor (107) adaptado para conducir la corriente debida al impacto del rayo;
un aislamiento (113) dispuesto alrededor del conductor; pudiendo disponerse el aislamiento (113) con el conductor (107) dentro del complemento (101) de punta;
en la que el conductor comprende:
una porción (125) de superficie de contacto adaptada para conectarse eléctricamente a un sistema de conductor de bajada interno (IDCS) de pala para descargar corrientes de impacto de rayo; comprendiendo la disposición además:
un recipiente (133) de recepción de superficie de contacto adaptado para recibir la porción (125) de superficie de contacto incluyendo algo de margen, caracterizada porque el recipiente (133) de recepción de superficie de contacto también está adaptado para proteger la porción de superficie de contacto frente a la contaminación durante la fabricación del complemento de punta,
en la que el recipiente (133) de recepción de superficie de contacto está adaptado para proteger la porción de superficie de contacto frente a la contaminación durante la formación de espuma del interior del complemento de punta.
2. Disposición según la reivindicación anterior, en la que el aislamiento (113) rodea completamente el conductor (107) excepto en un extremo (115) en el que el complemento (101) de punta tiene que conectarse a la pala (103) de rotor.
3. Disposición según una de las reivindicaciones anteriores, en la que el aislamiento (113), en particular realizado de polímero, tiene una forma para restringir la ubicación de la disposición dentro del complemento de punta para que esté en una posición predeterminada y/o configuración extendida.
4. Disposición según una de las reivindicaciones anteriores, en la que el conductor (107), en particular que comprende aluminio y/o acero y/o bronce y/o que es parcialmente flexible o rígido, comprende:
al menos una porción (123a, 123b) de base de receptor, en particular múltiples porciones de base de receptor, dispuestas para conectar eléctrica y mecánicamente, en particular mediante enroscado, a las mismas un receptor (109a,...,109f) conductor que va a exponerse al exterior del complemento (101) de punta, en particular sobresaliendo a partir de una superficie (111) exterior del complemento (101) de punta, para recibir el impacto de un rayo.
5. Disposición según una de las reivindicaciones anteriores, en la que la porción (125) de superficie de contacto comprende al menos una placa (126) de conexión, en particular que va a unirse con una placa (128) de conexión del sistema de conductor de bajada interno de pala, en particular que incluye una junta por recubrimiento.
6. Disposición según una de las reivindicaciones anteriores, en la que la porción (125) de superficie de contacto está configurada para conectar eléctrica y mecánicamente a la misma un receptor (109e, 109f) conductor, en particular un par de receptores conductores, que van a exponerse al exterior del complemento (101) de punta.
7. Disposición según una de las reivindicaciones anteriores, en la que el conductor (107) comprende entre diferentes porciones (123a, 123b) de base de receptor adyacentes y/o entre una porción (123a) de base de receptor y la porción (125) de superficie de contacto:
una porción (131) de separador,
en la que la porción de base de receptor y/o la porción de superficie de contacto tiene una sección transversal más grande que la porción de separador, en la que entre una porción de base de receptor y la porción de superficie de contacto la porción de separador está formada en particular al menos parcialmente como un cable flexible.
8. Complemento (101) de punta para una pala de rotor de una turbina eólica, que comprende:
una pared (117) de superficie aerodinámica que encierra un espacio (119) interno;

una disposición (100) según una de las reivindicaciones anteriores dispuesta dentro del espacio (119) interno,

en el que el complemento de punta está configurado en particular como, o comprende al menos uno de:

una aleta (301);

una extensión (101, 201) de punta.

9. Pala (105) de rotor readaptada para una turbina eólica, que comprende:

una pala (103) de rotor que incluye un sistema (129) de conductor de bajada interno de pala; y

un complemento (101) de punta según la reivindicación anterior conectado en un extremo de la pala de rotor,

en la que el conductor (107) de la disposición para descargar corriente debida al impacto de un rayo del complemento de punta está eléctricamente conectado al sistema (129) de conductor de bajada interno de pala.

10. Método de fabricación de una disposición (100) para descargar una corriente debida al impacto de un rayo en un complemento (101) de punta de una pala de rotor de una turbina eólica, comprendiendo el método:

proporcionar un conductor (107) adaptado para conducir la corriente debida al impacto del rayo, comprendiendo el conductor una porción (125) de superficie de contacto adaptada para conectarse eléctricamente a un sistema de conductor de bajada interno (IDCS) de pala para descargar corrientes de impacto de rayo;

disponer alrededor del conductor (107) un aislamiento (113);

pudiendo disponerse el aislamiento con el conductor dentro del complemento de punta;

proporcionar un recipiente (133) de recepción de superficie de contacto adaptado para recibir la porción (125) de superficie de contacto incluyendo algo de margen

caracterizado porque el recipiente (133) de recepción de superficie de contacto también está adaptado para proteger la porción de superficie de contacto frente a la contaminación durante la fabricación del complemento de punta,

en el que el recipiente (133) de recepción de superficie de contacto está adaptado para proteger la porción de superficie de contacto frente a la contaminación durante la formación de espuma del interior del complemento de punta.

11. Método de fabricación de un complemento (101) de punta de una pala de rotor, que comprende:

fabricar una pared (117) de superficie aerodinámica que encierra parcialmente un espacio (119) interno;

fabricar una disposición (100) para descargar una corriente debida al impacto de un rayo según la reivindicación anterior; y

disponer la disposición (100) para descargar una corriente dentro del espacio (119) interno del complemento (101) de punta; en particular que comprende además:

formar espuma en el espacio (119) interno.

12. Método de readaptación de una pala (103) de rotor con un complemento (101) de punta, que comprende:

realizar un método de fabricación de un complemento (101) de punta de una pala de rotor según la reivindicación anterior;

retirar una porción de receptor de punta de pala, si está presente, a partir de la pala de rotor;

instalar un componente (127) de superficie de contacto de pala en la pala (103) de rotor;

conectar eléctricamente el componente (127) de superficie de contacto de pala instalado con la porción

(125) de superficie de contacto del complemento (101) de punta;

acoplar mecánicamente el complemento (101) de punta a un extremo de la pala (103) de rotor.

FIG 1

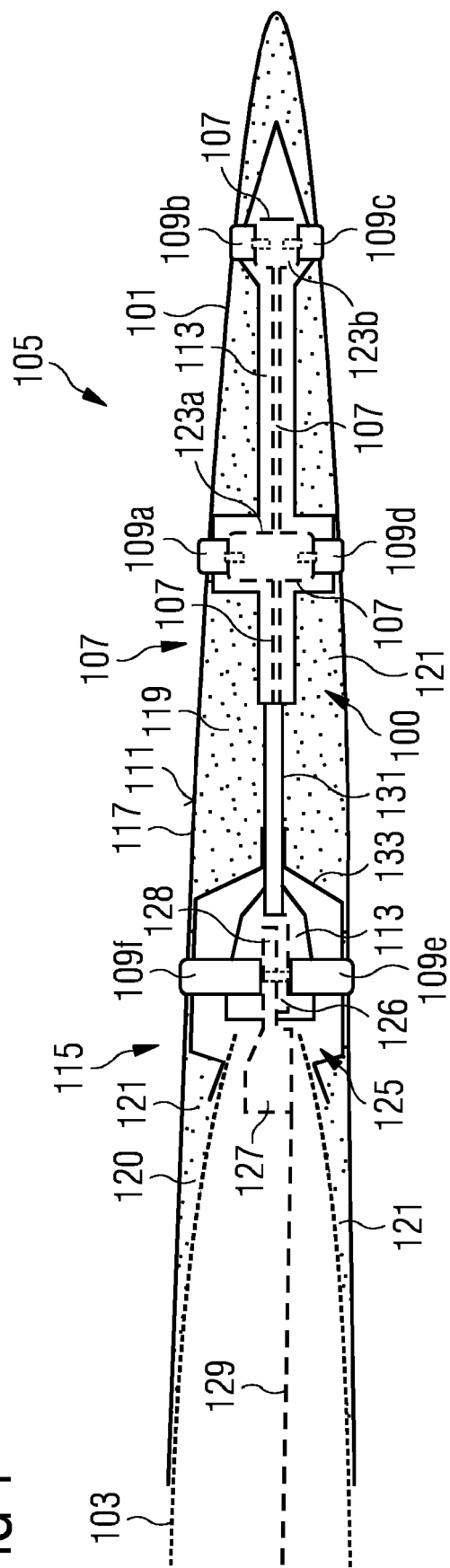


FIG 2

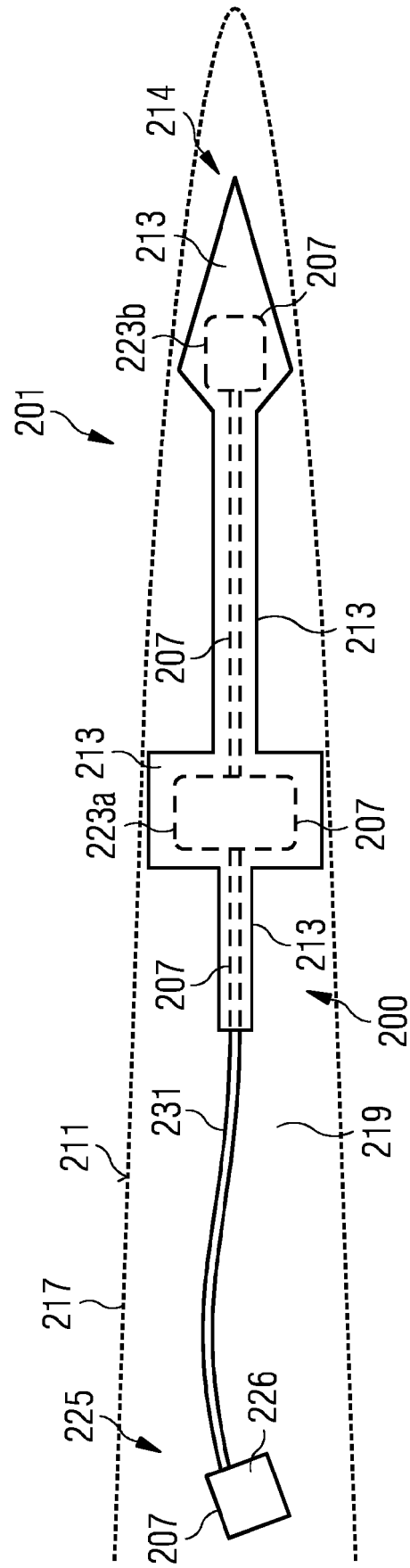


FIG 3

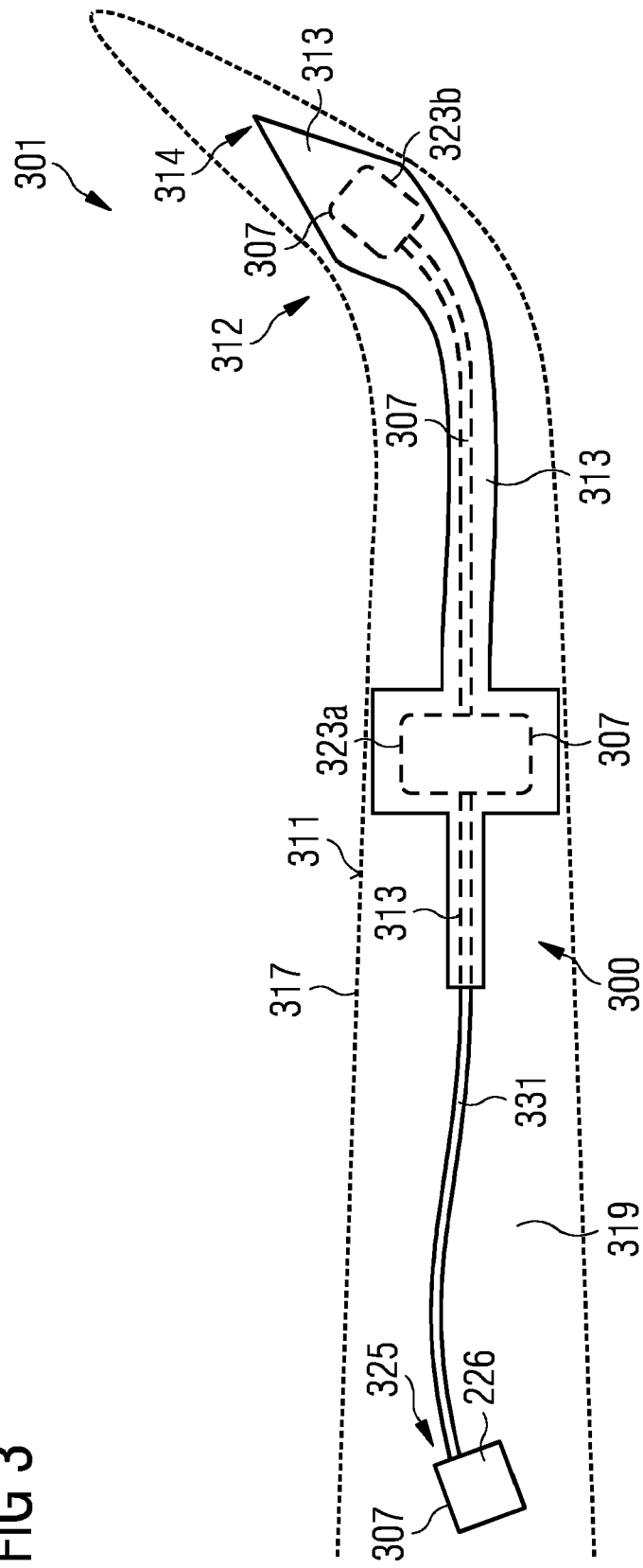


FIG 4

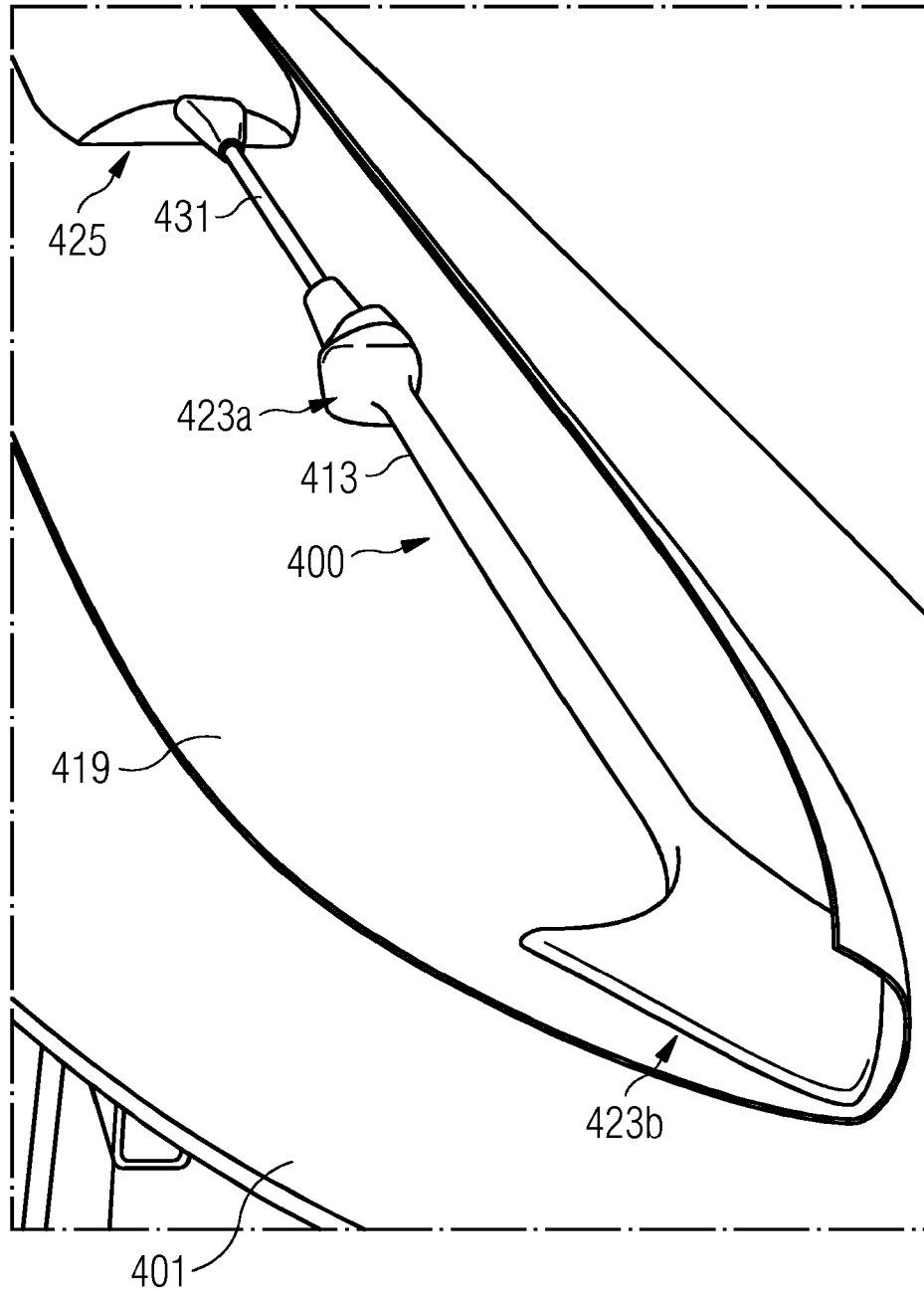


FIG 5

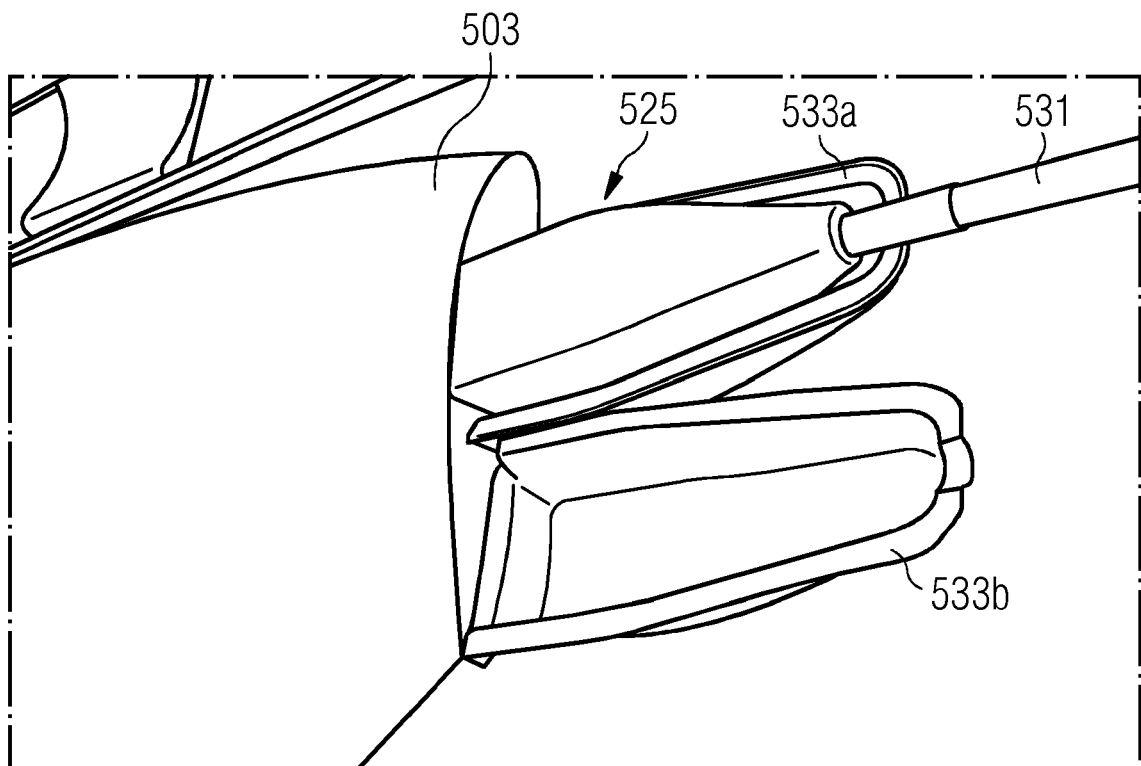


FIG 6

