

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 966 192**

51 Int. Cl.:

F03D 80/30 (2006.01)

F03D 80/40 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.01.2021** **E 21382007 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.09.2023** **EP 4027010**

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

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.04.2024

73 Titular/es:

**SIEMENS GAMESA RENEWABLE ENERGY
INNOVATION & TECHNOLOGY S.L. (100.0%)
Avenida de la Innovación 9-11
31621 Sarriguren (Navarra), ES**

72 Inventor/es:

**MARCH NOMEN, VICTOR;
ECHANIZ DEL GUAYO, ALBERTO y
BELMONTE DE UDAONDO, ESTEBAN**

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 966 192 T3

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

DESCRIPCIÓN

Pala para una turbina eólica y método para fabricar una pala

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a una pala para una turbina eólica y un método para fabricar una pala, en particular, a palas que comprenden un sistema de prevención de formación de hielo y un sistema de protección contra rayos.

10 Técnica anterior

En la técnica se conocen palas para una turbina eólica con sistema de prevención de formación de hielo y sistema de protección contra rayos. Teniendo en cuenta que las turbinas eólicas y, en particular, las palas de estas turbinas tienen altas probabilidades de ser alcanzadas por un rayo, es necesario dotar a la pala con un sistema de protección contra rayos para minimizar el efecto del rayo en la pala, en particular en los elementos eléctricos comprendidos en la pala y/o en la turbina eólica.

Por otro lado, las cuchillas que incluyen láminas metálicas conductoras en el laminado externo de la pala, en particular en el área del borde de ataque, son conocidas por evitar la formación de hielo, que afecta negativamente la eficiencia de la turbina eólica.

La presencia de sistemas de prevención de formación de hielo en una pala podría afectar a la eficiencia del sistema de protección contra rayos. Para evitar tal problema, el documento EP 2857678 A1 describe un sistema de protección que permite desactivar el modo de calentamiento y habilitar el modo de protección contra rayos siempre que se detecte la caída de un rayo. El sistema de protección incluye al menos un dispositivo de protección contra sobretensiones que conecta directamente los electrodos conectados a las láminas conductoras del sistema de prevención de formación de hielo a un cable de bajada de rayos del sistema de protección contra rayos.

El documento WO 2018/095649 A1 describe una pala que comprende un sistema de protección contra rayos con un cable de bajada para conducir la corriente del rayo recibida por un receptor a un terminal de conexión a tierra, y una capa eléctricamente conductora dispuesta en una superficie exterior de una carcasa de la pala, conectándose eléctricamente el cable de bajada y la capa conductora mediante un dispositivo contra sobretensiones de conexión de manera que su potencial se iguale. El documento US-2013170992 es otro ejemplo de la técnica anterior que describe un método de fabricar una turbina eólica.

Descripción de la invención

El objeto de la invención es proporcionar una pala para una turbina eólica y un método para fabricar una pala como se define en las reivindicaciones.

Un aspecto de la invención se refiere a una pala para una turbina eólica que comprende un sistema de prevención de formación de hielo, un sistema de protección contra rayos, y dispositivos de protección contra sobretensiones que conectan el sistema de prevención de formación de hielo con el sistema de protección contra rayos, asegurando la equipotencialidad de ambos sistemas. El sistema de prevención de formación de hielo comprende medios de calentamiento conectados a cables de alimentación, incluyendo el sistema de protección contra rayos al menos un conductor de bajada de rayos y configurado para conducir el rayo que impacta la pala al suelo a través del conductor de bajada de rayos.

Los medios de calentamiento comprenden al menos un primer elemento radiante y al menos un segundo elemento radiante dispuestos enfrentados entre sí alrededor de un borde de ataque de la pala, conectándose el primer elemento radiante a los cables de alimentación a través de conectores eléctricos respectivos en puntos de conexión respectivos. El conductor de rayos está conectado a cada cable de alimentación en los puntos de conexión a través del dispositivo de protección contra sobretensiones respectivo, estando el segundo elemento radiante conectado eléctricamente al primer elemento radiante, de modo que el segundo elemento radiante se suministre eléctricamente solo a través del primer elemento radiante. De esta manera, el sistema de prevención de formación de hielo y el sistema de protección contra rayos se equipotencializan eléctricamente por medio de la conexión eléctrica entre el primer elemento radiante y el segundo elemento radiante. Una vez que el primer elemento radiante y el segundo elemento radiante están conectados eléctricamente, no solo el segundo elemento radiante se alimenta eléctricamente, sino que también todo el sistema de protección contra rayos de la pala permanece conectado y equipotencializado con respecto al sistema de prevención de hielo.

Se obtiene una pala con dos circuitos eléctricos independientes, incluyendo dichos circuitos eléctricos el sistema de protección contra rayos y el sistema de prevención de formación de hielo. Cada carcasa incluye un circuito eléctrico independiente, estando ambos circuitos conectados mediante la conexión del segundo elemento radiante al primer elemento radiante. De esta manera, las conexiones eléctricas se minimizan y optimizan.

Otro aspecto de la invención se refiere a un método para fabricar la pala de las características descritas anteriormente. El método comprende las siguientes etapas;

• depositar en un primer molde una pluralidad de capas o láminas de tejido que formarán la carcasa inferior de la pala, al menos un primer elemento radiante en una zona de borde de ataque del primer molde, y al menos un elemento de conexión en contacto con una cavidad del primer molde y con un terminal eléctrico del primer elemento radiante, configurándose el elemento de conexión para definir una superficie de contacto en la carcasa inferior sobre el primer elemento radiante, en particular sobre el terminal eléctrico del primer elemento radiante,

• moldear la carcasa inferior,

• conectar el primer terminal eléctrico del primer elemento radiante al primer cable de alimentación, el segundo terminal eléctrico del primer elemento radiante al segundo cable de alimentación, y el conductor de bajada de rayos a cada cable de alimentación a través del dispositivo de protección contra sobretensiones respectivo,

• depositar en un segundo molde una pluralidad de capas o láminas de tejido que formarán la carcasa superior de la pala, que incluye al menos un segundo elemento radiante en un área del borde de ataque del segundo molde, y al menos un elemento de conexión en contacto con la cavidad del segundo molde y con un terminal del segundo elemento radiante, configurándose el elemento de conexión para definir una superficie de contacto en la carcasa superior sobre el segundo elemento radiante, en particular sobre el terminal eléctrico del segundo elemento radiante,

• cerrar ambos moldes entre sí, con el elemento de conexión del primer molde y el elemento de conexión del segundo molde enfrentados entre sí, y sellar la carcasa superior y la carcasa inferior entre sí,

• retirar la cuchilla de los moldes, y

• fijar los medios de conexión a la superficie de contacto de la carcasa inferior y a la superficie de contacto de la carcasa superior, de modo que el segundo elemento radiante esté conectado eléctricamente al primer elemento radiante, de modo que el segundo elemento radiante se suministre eléctricamente solo a través del primer elemento radiante.

El método según la invención está más optimizado, ya que permite integrar los elementos radiantes durante el proceso de fabricación e integrar tanto el sistema de protección contra rayos como el sistema de prevención de formación de hielo, de manera simple durante la fabricación de la pala. De este modo se obtiene un método de coste reducido.

Estas y otras ventajas y características de la invención, serán evidentes a la vista de las figuras y de la descripción detallada de la invención.

Descripción de los dibujos

Figura 1 muestra una sección longitudinal de una primera realización de una pala según la invención.

Figura 2 muestra un detalle de un primer elemento radiante de la pala que se muestra en la Figura 1.

Figura 3 muestra un detalle de un segundo elemento radiante de la pala que se muestra en la Figura 1.

Figura 4 muestra una sección transversal de la pala que se muestra en la Figura 1 a lo largo de la línea I-I.

Figura 5 muestra una sección transversal de una segunda realización de la pala según la invención.

Figura 6 muestra una sección transversal de una tercera realización de la pala según la invención.

Figura 7 muestra un detalle de la pala que se muestra en la Figura 1.

Figura 8 muestra una sección de un primer molde con una carcasa inferior de la pala según la invención.

Figura 9 muestra una sección de un segundo molde con una carcasa superior de la pala según la invención.

Descripción detallada de la invención

La Figura 1 muestra una pala 1 para una turbina eólica según la invención, que comprende un sistema 20 de prevención de formación de hielo y un sistema 30 de protección contra rayos. El sistema 20 de prevención de formación de hielo comprende medios 21 de calentamiento conectados a cables 40 y 41 de alimentación. Los medios 21 de calentamiento comprenden al menos un primer elemento radiante 22 y al menos un segundo elemento radiante 26 dispuestos adyacentes entre sí alrededor de un borde 7 de ataque de la pala 1, como se muestra en las figuras, con el primer elemento radiante 22 conectado a cables 40 y 41 de alimentación a través de conectores eléctricos 34a y 34b correspondientes en puntos C1 y C2 de conexión correspondientes. En particular, el primer elemento radiante 22 está conectado al primer cable 40 de alimentación a través del primer conector eléctrico 34a en el primer punto C1 de conexión y al segundo cable 41 de

alimentación a través del segundo conector eléctrico 34b en el segundo punto C2 de conexión. Cada cable 40 y 41 de alimentación se extiende longitudinalmente a lo largo de la pala 1 dentro de una carcasa inferior 4 de la pala 1.

El sistema 30 de protección contra rayos incluye al menos un conductor 31 de bajada de rayos configurado para conducir a tierra los impactos de los rayos a la pala, a través de un buje de la turbina eólica (no mostrado en las figuras). El conductor 31 de bajada de rayos se extiende longitudinalmente a la pala 1 desde un extremo de la pala 1. El conductor 31 de bajada de rayos está conectado a cada uno de los cables 40 y 41 de alimentación en los puntos C1 y C2 de conexión. El sistema 30 de protección contra rayos también incluye un receptor 32 de rayos en la punta 9 de la pala 1. Este receptor 32 de rayos está conectado al conductor 31 de bajada de rayos.

La pala 1 comprende, además, dispositivos 33 de protección contra sobretensiones (también conocidos como SPD) que conectan el sistema 20 de prevención de formación de hielo con el sistema 30 de protección contra rayos, asegurando la equipotencialidad de ambos sistemas 30 y 20, y evitando arcos eléctricos. El conductor 31 de bajada de rayos está dispuesto conectado a cada cable 40 y 41 de alimentación en los respectivos puntos C1 y C2 de conexión a través del dispositivo 33 de protección contra sobretensiones respectivo. En particular, un dispositivo 33 de protección contra sobretensiones está conectado al primer cable 40 de alimentación en el primer punto C1 de conexión, y al conductor 31 de bajada de rayos en un tercer punto C3 de conexión, y otro dispositivo 33' de protección contra sobretensiones está conectado al segundo cable 41 de alimentación en el segundo punto C2 de conexión, y al conductor 31 de rayos en un cuarto punto C4 de conexión, como se muestra en la Figura 2.

El segundo elemento radiante 26 no está conectado a ningún cable 40 y 41 de alimentación. Dicho segundo elemento radiante 26 está conectado eléctricamente al primer elemento radiante 22, de tal manera que el segundo elemento radiante 26 solo se suministre eléctricamente a través del primer elemento radiante 22.

La pala 1 comprende un cuerpo 2 que incluye una carcasa superior 3 y una carcasa inferior 4, y una viga 5. Cada elemento radiante 22 y 26 está dispuesto en el cuerpo 2 alrededor del borde 7 de ataque, en particular, el primer elemento radiante 22 está dispuesto en la carcasa inferior 4, y el segundo elemento radiante 26 está dispuesto en la carcasa superior 3, de manera que ambos elementos radiantes 22 y 26 están enfrentados entre sí alrededor del borde 7 de ataque de la pala 1, pero no están en contacto directo. Los elementos radiantes 22 y 26 están dispuestos, respectivamente, en la carcasa inferior 4 y en la carcasa superior 3. En particular, los elementos radiantes 22 y 26 están incrustados en la carcasa 3 y 4 correspondiente, protegiéndose del exterior por una capa 11 de recubrimiento exterior, impidiendo dicha capa 11 de recubrimiento exterior cualquier cortocircuito que pueda producirse entre ambos elementos radiantes 22 y 26, estando dispuestos entre sí. Los cables 40 y 41 de alimentación están dispuestos dentro de la carcasa inferior 4.

Cada elemento radiante 22 y 26 del medio 21 de calentamiento comprende un elemento resistivo 23 y 27 y un terminal eléctrico 24a, 24b, 28a y 28b en cada extremo de cada elemento resistivo 23 y 27. Cada terminal eléctrico 24a, 24b, 28a y 28b está conectado a un bloque metálico 25 y 29 correspondiente que facilita las conexiones eléctricas entre dichos terminales eléctricos y el dispositivo 33 de protección contra sobretensiones correspondiente o el conector eléctrico 34a y 34b correspondiente. En una realización, cada bloque metálico 25 y 29 está incrustado en la carcasa 3 y 4 correspondiente. En otras realizaciones, cada bloque metálico 25 y 29 está fijado a la superficie interna de la carcasa 3 y 4 correspondiente.

La pala 1 comprende medios conductores 35 a través de los cuales el segundo elemento radiante 26 está conectado eléctricamente al primer elemento radiante 22. En particular, al menos el primer terminal 24a del primer elemento radiante 22, y el primer terminal 28a del segundo elemento radiante 26, están dispuestos conectados entre sí a través de dichos medios conductores 35. En una realización de la invención, el segundo terminal 24b del primer elemento radiante 22, y el segundo terminal 28b del segundo elemento radiante 26, están también dispuestos conectados entre sí a través de dichos medios conductores 35. Los medios conductores 35 no están incrustados en la pala 1, están fijados a los elementos radiantes 22 y 26 en las áreas 12 y 13 de contacto en la carcasa superior 3 y la carcasa inferior 4, no estando los elementos radiantes 22 y 26 cubiertos por la capa 11 de revestimiento exterior en dichas áreas 12 y 13 de contacto.

En una realización de la invención, los medios conductores 35 comprenden un conductor plano conectado directamente a los terminales 24a, 24b, 28a y 28b de los elementos radiantes 22 y 26, respectivamente. El conductor plano se adhiere preferiblemente a las áreas 12 y 13 de contacto de la carcasa superior 3 y la carcasa inferior 4.

En otra realización de la invención, los medios conductores 35 comprenden una malla metálica directamente unida a los terminales 24a, 24b, 28a y 28b de los elementos radiantes 22 y 26, respectivamente. El conductor plano es preferiblemente para poner en contacto las áreas 12 y 13 de la carcasa superior 3 y la carcasa inferior 4.

En una realización, la pala 1 comprende un dispositivo 33' de protección contra sobretensiones adicional que conecta el conductor 31 de bajada de rayos con el segundo cable 41 de alimentación, de manera que un extremo del dispositivo 33' de protección contra sobretensiones adicional esté conectado al tercer punto C3 de conexión, y otro dispositivo 33' de protección contra sobretensiones adicional que conecta el conductor 31 de bajada de rayos con el primer cable 40 de alimentación, de modo que un extremo del dispositivo 33' de protección contra sobretensiones adicional esté conectado al cuarto punto C4 de conexión.

Cada dispositivo 33 y 33' de protección contra sobretensiones, conocido como SPD, funciona como un interruptor que se cierra durante el breve tiempo de la sobretensión, es decir, funciona como un interruptor abierto que evita el paso de corriente cuando no se supera una cierta tensión, y funciona como un interruptor cerrado cuando se supera una tensión determinada. Cuando se supera el voltaje especificado, las corrientes de sobretensión pueden fluir hacia el suelo a través del conductor 31 de bajada de rayos o a la red de suministro a través del cable 40 y 41 de alimentación correspondiente. Este tipo de cortocircuito dura solo la duración de la sobretensión, normalmente unos pocos microsegundos. El dispositivo 33 de protección contra sobretensiones puede basarse en una tecnología de vía de chispa. En otras realizaciones, el dispositivo de protección contra sobretensiones se basa en tecnología de varistor y/o tubo de descarga de gas u otra.

En una realización, los elementos radiantes 22 y 26 son elementos resistivos. Preferiblemente, los elementos radiantes 22 y 26 comprenden tejidos de carbono biaxial.

En una realización, los terminales eléctricos 24a, 24b, 28a y 28b de los elementos radiantes 22 y 26 son mallas de alambre, preferiblemente hechas de cobre, unidas a los elementos resistivos 23 y 27.

En una realización, la pala 1 está hecha de fibras de carbono, comprendiendo la pala 1 largueros 8 de carbono que se extienden longitudinalmente sobre la banda 5. En estas palas 1 hechas de fibras de carbono, un extremo del dispositivo 33 de protección contra sobretensiones está conectado al larguero 8 de carbono correspondiente. De manera similar, uno de los extremos del dispositivo 33' de protección contra sobretensiones auxiliar está conectado al larguero 8 de carbono correspondiente.

En la realización mostrada en las Figuras 4, 5, 8 y 9, la pala 1 está hecha de fibras de carbono, como se indicó anteriormente. El conductor 31 de bajada de rayos y los cables 40 y 41 de alimentación se extienden a lo largo del núcleo 5, en particular están dispuestos en la carcasa inferior 4. La pala 1 incluye en la carcasa inferior 4 un dispositivo 33 de protección contra sobretensiones conectado en un extremo al primer cable 40 de alimentación en el primer punto C1 de conexión, y en el otro extremo al conductor 31 de bajada de rayos en el tercer punto C3 de conexión y al larguero 8 de carbono incluido en la carcasa inferior 4.

La pala 1 comprende en la carcasa inferior 4 otro dispositivo 33 de protección contra sobretensiones conectado en un extremo al segundo cable 41 de alimentación en el segundo punto C2 de conexión, y en el otro extremo al conductor 31 de bajada de rayos en el punto C4 de conexión y al larguero 8 de carbono incluido en la carcasa inferior 4. Además, la pala 1 incluye un dispositivo 33' de protección contra sobretensiones auxiliar que se ubica en la carcasa inferior 4, y se conecta en un extremo al segundo cable 41 de alimentación, y en el otro extremo, al larguero 8 de carbono y al conductor 31 de bajada de rayos ubicado en la carcasa inferior 4. La pala 1 comprende, además, bloques metálicos 25 y 29 cada uno fijado en la superficie interior correspondiente de la carcasa inferior 4 y de la carcasa superior 3, estando fijados los conectores eléctricos 34a y 34b de los elementos radiantes 22 y 26 a dichos bloques metálicos 25 y 29. El primer cable 40 de alimentación está conectado al bloque metálico 25 correspondiente en la carcasa inferior 4, y el dispositivo 33 de protección contra sobretensiones está conectado al bloque metálico 29 correspondiente en la carcasa superior 3.

Finalmente, la pala 1 comprende en la carcasa superior 3 un dispositivo 33 de protección contra sobretensiones conectado en un extremo al segundo elemento radiante 26, y en el otro extremo, al larguero 8 de carbono.

En otra realización de la invención mostrada en la Figura 5, la pala 1 también está hecha de fibra de carbono, pero incluye un conductor 31 de bajada de rayos en cada carcasa 3 y 4 del cuerpo 2, es decir, incluye un conductor 31 de bajada de rayos en la carcasa inferior 4 y otro conductor 31 de bajada de rayos en la carcasa superior 3. El conductor 31 de bajada de rayos en la carcasa superior 3 estando conectado al segundo elemento radiante 26 a través de otro dispositivo 33 de protección contra sobretensiones, estando el sistema 30 de protección contra rayos equipotencializado en ambas carcasas 3 y 4 a través de la conexión eléctrica entre el primer elemento radiante 22 y el segundo elemento radiante 26. Preferiblemente, ambos conductores 31 de bajada de rayos están incrustados en las correspondientes carcasas 3 y 4.

Las conexiones eléctricas entre el primer elemento radiante 22, los cables 40 y 41 de alimentación, el conductor 31 de bajada de rayos alojado en la carcasa inferior 4, son análogos a los descritos para la realización anterior mostrada en la Figura 4.

En la carcasa superior 3, un extremo del dispositivo 33 de protección contra sobretensiones está conectado al conductor 31 de bajada de rayos, estando dicho conductor 31 de bajada de rayos también conectado al larguero 8 de la tapa.

En otra realización, mostrada en la Figura 6, la pala 1 está hecha de fibra de vidrio y no incluye destellos de carbono. La pala 1 comprende un conductor 31 de bajada de rayos y un dispositivo 33 de protección contra sobretensiones en la carcasa inferior 4, estando el dispositivo 33 de protección contra sobretensiones conectado en un extremo al primer cable 40 de suministro en el primer punto C1 de conexión y en el otro extremo al conductor 31 de bajada de rayos. La pala 1 comprende, además, un dispositivo 33' de protección contra sobretensiones auxiliar que se aloja en la carcasa inferior 4, estando el dispositivo 33' de protección contra sobretensiones auxiliar conectado en un extremo al segundo cable 41 de alimentación y en el otro extremo al conductor 31 de bajada de rayos.

Finalmente, los elementos 21 de calentamiento pueden comprender una pluralidad de primeros elementos radiantes 22 en la carcasa inferior 4, y una pluralidad de segundos elementos radiantes 26 en la carcasa superior 3, ambos

elementos radiantes 22 y 26 dispuestos a lo largo del borde 7 de ataque de la pala 1 y enfrentados entre sí. En las realizaciones mostradas en las figuras, los medios 21 de calentamiento comprenden tres primeros elementos radiantes 22 y tres segundos elementos radiantes 26 dispuestos unos frente a otros.

5 Otro aspecto de la invención es un método para la fabricación. El método comprende las siguientes etapas;

- depositar en un primer molde 50 una pluralidad de capas o láminas de tejido 10 que formarán la carcasa inferior 4 de la pala 1, al menos un primer elemento radiante 22 en una zona 53 de borde de ataque del primer molde 50, y al menos un elemento 55 de conexión en contacto con una cavidad 51 del primer molde 50 y con un terminal eléctrico 24a y 24b del primer elemento radiante 22, estando el elemento 55 de conexión configurado para definir una superficie 12 de contacto en la carcasa inferior 4 sobre el primer elemento radiante 22, en particular sobre el terminal eléctrico 24a y 24b del primer elemento radiante 22,
- moldear la carcasa inferior 4,
- conectar el primer terminal eléctrico 24a del primer elemento radiante 22 al primer cable 40 de alimentación, el segundo terminal eléctrico 24b del primer elemento radiante 22 al segundo cable 41 de alimentación, y el conductor 31 de bajada de rayos a cada cable 40 y 41 de alimentación a través del dispositivo 33 de protección contra sobretensiones respectivo,
- depositar en un segundo molde 60 una pluralidad de capas o láminas de tejido 10 que formarán la carcasa superior 3 de la pala 1, incluyendo al menos un segundo elemento radiante 26 en un área 63 del borde de ataque del segundo molde 60, y al menos un elemento 65 de conexión en contacto con la cavidad 61 del segundo molde 60 y con un terminal 28a y 28b del segundo elemento radiante 26, estando el elemento 65 de conexión configurado para definir una superficie 64 de contacto en la carcasa superior 3 sobre el segundo elemento radiante 26, en particular sobre el terminal eléctrico 28a y 28b del segundo elemento radiante 26,
- cerrar ambos moldes 50 y 60 entre sí, con el elemento 12 de conexión del primer molde 50, y el elemento 13 de conexión del segundo molde 60, enfrentados entre sí, y sellar la carcasa superior 3 y la carcasa inferior 4 entre sí,
- retirar la pala 1 de los moldes 50 y 60, y
- fijar los medios conductores 35 a la superficie 55 de contacto de la carcasa inferior 4 y a la superficie 65 de contacto de la carcasa superior 3, de modo que el segundo elemento radiante 26 esté conectado eléctricamente al primer elemento radiante 22, de modo que el segundo elemento radiante 26 se suministre eléctricamente solo a través del primer elemento radiante 22.

La zona 53 y 63 de borde de ataque del primer molde 50 y del segundo molde 60 forman el borde 7 de ataque de la pala 1.

40 Cada elemento 55 y 65 de conexión está dispuesto en un área específica de la zona 53 y 63 de borde de ataque correspondiente, generando superficies 12 y 13 de contacto respectivas en la pala 1. Las superficies 12 y 13 de contacto están enfrentadas entre sí. En cada molde 50 y 60, los elementos 55 y 65 de conexión están dispuestos en contacto con la superficie 52 y 62 delimitadora de cavidad de la cavidad 51 y 61 correspondiente, y con los elementos radiantes 22 y 26.

45 En dichas superficies 12 y 13 de contacto, el primer elemento radiante 22 y el segundo elemento radiante 26 no están cubiertos por la capa 11 de recubrimiento exterior o por cualquier otra fibra o tejido, es decir, están expuestos y visibles. En particular, estas áreas 12 y 13 de contacto están formadas al menos en el primer terminal 24a del primer elemento radiante 22 y en el primer terminal 28a del segundo elemento radiante 26.

50 La carcasa inferior 4 y la carcasa superior 3 se moldean mediante un proceso de infusión al vacío. Una vez que la pluralidad de capas o láminas de tejido 10, el primer elemento radiante 22 y el elemento 55 de conexión correspondiente se depositen en la cavidad 51 y 61, se aplica vacío y se infunde resina en la cavidad 51 y 61 del molde correspondiente. Después del curado, la carcasa inferior 4 y la carcasa superior 3 se obtienen respectivamente.

55 En una realización, el bloque metálico 25 y 29 se fija a la carcasa 3 y 4 correspondiente, después del curado, el elemento radiante 22 y 26 correspondiente se conecta a dicho bloque metálico 25 y 29. En otra realización, cada bloque metálico 25 y 29 está dispuesto entre la pluralidad de capas 10, estando incrustados entre ellas.

60 En la realización mostrada en la Figura 5, un conductor 31 de bajada de rayos está dispuesto en cada molde 50 y 60. El segundo elemento radiante 26 está conectado a otro conductor 31 de bajada de rayos a través de otro dispositivo 33 de protección contra sobretensiones alojado en la carcasa superior 3, estando el sistema 30 de protección contra rayos equipotencializado en ambas carcasas 3 y 4 a través de los medios conductores 35. En esta realización, ambos conductores 31 de bajada de rayos están incrustados en la carcasa 3 y 4 correspondiente. El conductor 31 de bajada de rayos correspondiente está conectado con la tapa 8 de larguero correspondiente antes de aplicar vacío.

Una vez que se moldee la carcasa inferior 4, la viga 5 se fija a la carcasa inferior 4. Posteriormente, los cables 40 y 41 de alimentación se disponen guiados a lo largo del núcleo 5. El primer elemento radiante 22 se conecta al bloque metálico respectivo 25. Después de eso, las conexiones eléctricas entre los conectores eléctricos 34a y 34b correspondientes, el primer cable 40 de alimentación, el segundo cable 41 de alimentación, los dispositivos 33 y 33' de protección contra sobrecargas, y el conductor 31 de bajada de rayos, se realizan como se describió anteriormente a lo largo de la descripción.

Antes de cerrar ambos moldes 50 y 60, las conexiones eléctricas correspondientes entre el primer elemento radiante 22, los cables 40 y 41 de alimentación, el conductor 31 de bajada de rayos, y los correspondientes dispositivos 33 y 33' de protección contra sobretensiones, se llevan a cabo en el primer molde 50, como se definió anteriormente. Las conexiones eléctricas de los elementos alojados/incluidos en la carcasa superior 3 y de los alojados/incluidos en la carcasa inferior 4, están conectadas independientemente unas de otras.

Una vez desmoldada la pala 1, los elementos 55 y 65 de conexión respectivos se retiran de las superficies 12 y 13 de contacto correspondientes, fijándose los medios conductores 35 sobre dichas superficies 12 y 13 de contacto.

En una realización, cada elemento 55 y 65 de conexión tiene una geometría rectangular, generando así superficies 12 y 13 de contacto sustancialmente rectangulares.

En una realización preferida, los medios conductores 35 se adhieren a la superficie 12 de contacto de la carcasa inferior 4 y a la superficie 13 de contacto de la carcasa superior 3. Después de desmoldar la pala 1, los medios conductores 35 se fijan a dichas superficies 12 y 13 de contacto mediante un adhesivo de curado. En particular, cada elemento 55 y 65 de conexión es una tira adhesiva, preferiblemente plástica, que se coloca en cada molde 50 y 60 para definir las superficies 12 y 13 de contacto, retirándose una vez que la pala 1 se retire de los moldes 50 y 60. Una vez se retire la tira adhesiva, entonces los medios conductores 35 se adhieren a las superficies 12 y 13 de contacto impregnadas con adhesivo. En ambos casos, se puede aplicar presión sobre los medios conductores 35 para mejorar el proceso de fijación.

En otras realizaciones, los medios conductores 35 pueden fijarse a las superficies 12 y 13 de contacto mediante cualquier otro medio conocido.

En una realización, las capas 10 pueden ser capas o láminas de carbono, el primer y segundo molde 50 y 60 alojando largueros 8 de carbono, de modo que dichos largueros 8 de carbono estén incrustados en la pala 1. Los largueros 8 de carbono incluidos en el primer molde 50 y el segundo molde 60, están conectados eléctricamente a los correspondientes dispositivos 33 y 33' de protección contra sobretensiones y/o al conductor 31 de bajada de rayos, como se describió anteriormente a lo largo de la descripción.

En otras realizaciones en las que la pala 1 comprende una pluralidad de primeros elementos radiantes 22 y una pluralidad de segundos elementos radiantes 26, cada molde 50 y 60 incluirá al menos un elemento 55 y 65 de conexión para cada primer elemento radiante 22 y para cada segundo elemento radiante 26, dichos elementos 55 y 65 de conexión disponiéndose enfrentados entre sí.

Lo que se ha descrito para la pala en cualquiera de sus realizaciones y/o configuraciones, también es válido para las realizaciones y/o configuraciones del método para fabricar la pala.

REIVINDICACIONES

1. Pala para una turbina eólica que comprende un sistema (20) de prevención de formación de hielo que comprende medios (21) de calentamiento conectados a cables (40, 41) de alimentación, un sistema (30) de protección contra rayos que incluye al menos un conductor (31) de bajada de rayos y configurado para conducir el rayo que impacte contra la pala (1) al suelo a través del conductor (31) de bajada de rayos, y dispositivos (33) de protección contra sobretensiones, que conectan el sistema (20) de prevención de formación de hielo con el sistema (30) de protección contra rayos, asegurando la equipotencialidad de ambos sistemas (30, 20), **caracterizado porque** los medios (21) de calentamiento comprenden al menos un primer elemento radiante (22) y al menos un segundo elemento radiante (26) dispuestos enfrentados entre sí alrededor de un borde (7) de ataque de la pala (1), estando el primer elemento radiante (22) conectado a los cables (40, 41) de alimentación a través de los respectivos conectores (34a, 34b) en los respectivos puntos (C1, C2) de conexión, y estando el conductor (31) de bajada de rayos conectado a cada cable (40, 41) de alimentación en los puntos (C1, C2) de conexión a través del dispositivo (33) de protección contra sobretensiones respectivo, estando el segundo elemento radiante (26) conectado eléctricamente al primer elemento radiante (22), de manera que el segundo elemento radiante (26) se suministre eléctricamente solo a través del primer elemento radiante (22).
2. Pala según la reivindicación anterior, en donde el primer elemento radiante (22) está dispuesto en una carcasa inferior (4) de la pala (1), y el segundo elemento radiante (26) está dispuesto en una carcasa superior (3) de la pala (1).
3. Pala según la reivindicación anterior, en donde el sistema (30) de protección contra rayos comprende otro cable (31) de bajada de rayos en la carcasa superior (3) conectado al segundo elemento radiante (26) a través de otro dispositivo (33) de protección contra sobretensiones, el cable (31) de bajada de rayos en la carcasa inferior (4) y el cable (31) de bajada de rayos en la carcasa superior (3) estando preferiblemente incrustados en la carcasa (3, 4) correspondiente, estando el sistema (30) de protección contra rayos equipotencializado en ambas carcasas (3, 4) a través de la conexión eléctrica entre el primer elemento radiante (22) y el segundo elemento radiante (26).
4. Pala según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende medios conductores (35) configurados para conectar eléctricamente el segundo elemento radiante (26) con el primer elemento radiante (22).
5. Pala según la reivindicación anterior, en donde el primer elemento radiante (22) y el segundo elemento radiante (26) comprenden, respectivamente, un primer terminal (24a, 28a) y un segundo terminal (24b, 28b), con los dos primeros terminales (24a, 28a) de los elementos radiantes (22, 26) y/o los dos segundos terminales (24b, 28b) de los elementos radiantes (22, 26) estando conectados entre sí a través de los medios conductores (35) unidos a los terminales correspondientes (24a, 24b, 28a, 28b).
6. Pala según la reivindicación anterior, en donde los medios conductores (35) comprenden un conductor plano o una malla metálica directamente unida a los terminales correspondientes (24a, 24b, 28a, 28b).
7. Pala según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el primer elemento radiante (22) está conectado al primer cable (40) de alimentación en el primer punto (C1) de conexión, incluyendo la pala (1) un dispositivo (33') de protección contra sobretensiones adicional que conecta el conductor (31) de bajada de rayos con el segundo cable (41) de alimentación en el primer punto (C1) de conexión.
8. Pala según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende tapas (8) de larguero que se extienden longitudinalmente, estando cada dispositivo (33, 33') de protección contra sobretensiones conectado a la respectiva tapa (8) de larguero.
9. Pala según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde los medios (21) de calentamiento comprenden una pluralidad de primeros elementos radiantes (22) y una pluralidad de segundos elementos radiantes (26), dispuestos alrededor del borde (7) de ataque de la pala (1).
10. Método para fabricar una pala para una turbina eólica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende las siguientes etapas:
 - depositar en un primer molde (50) capas o láminas de tejido (10) que formarán una carcasa inferior (4) de la pala (1), al menos un primer elemento radiante (22) en un área (53) del borde de ataque del primer molde (50), y al menos un elemento (55) de conexión en contacto con una cavidad (51) del primer molde (50) y con un terminal eléctrico (24a, 24b) del primer elemento radiante (22), estando el elemento (55) de conexión configurado para definir una superficie (12) de contacto en la carcasa inferior (4) sobre el terminal eléctrico (24a, 24b) del primer elemento radiante (22),
 - moldear la carcasa inferior (4),
 - conectar el primer terminal eléctrico (24a) del primer elemento radiante (22) al primer cable (40) de alimentación, el segundo terminal eléctrico (24b) del primer elemento radiante (22) al segundo cable

- (41) de alimentación, y el conductor (31) de bajada de rayos a cada cable (40, 41) de alimentación a través del dispositivo (33) de protección contra sobretensiones respectivo,
- depositar en un segundo molde (60) una pluralidad de capas o láminas de tejido (10) que formarán una carcasa superior (3) de la pala (1), incluyendo al menos un segundo elemento radiante (26) en un área (63) de borde de ataque del segundo molde (60), y al menos un elemento (65) de conexión en contacto con una cavidad (61) del segundo molde (60) y con un terminal eléctrico (28a, 28b) del segundo elemento radiante (26), estando el elemento (65) de conexión configurado para definir una superficie (13) de contacto en la carcasa superior (3) sobre el terminal eléctrico (28a, 28b) del segundo elemento radiante (26),
 - moldear la carcasa superior (3),
 - cerrar ambos moldes (50, 60) entre sí, el elemento (55) de conexión del primer molde (50) y el elemento (65) de conexión del segundo molde (60) enfrentados entre sí, y sellar ambas carcasas (3, 4) que forman la pala (1),
 - desmoldar la pala (1) de los moldes (50, 60) retirando los elementos (55, 65) de conexión, y
 - fijar los medios conductores (35) a las superficies (12, 13) de contacto generadas, retirando los elementos (55, 65) de conexión, de modo que el segundo elemento radiante (26) se suministre eléctricamente solo a través del primer elemento radiante (22).
11. Método de fabricación según la reivindicación anterior, en donde un bloque metálico (25) está fijado al menos a la carcasa inferior (4) o está incrustado al menos en la carcasa inferior (4), estando el primer elemento radiante (22) y el primer cable (40) de alimentación conectados al bloque metálico (25).
12. Método de fabricación según las reivindicaciones 10 u 11, en donde una vez que se forme la carcasa superior (3) y antes de cerrar ambos moldes (50, 60), el segundo elemento radiante (26) se conecta a otro conductor (31) de bajada de rayos a través de otro dispositivo (33) de protección contra sobretensiones alojado en la carcasa superior (3), estando el sistema (30) de protección contra rayos equipotencializado en ambas carcasas (3, 4) a través de los medios conductores (35).
13. Método de fabricación según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, en donde en cada molde (50, 60), los elementos (55, 65) de conexión están dispuestos en contacto con la superficie de la cavidad (51, 61) correspondiente y con los elementos radiantes (22, 26).
14. Método de fabricación según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13, en donde los medios conductores (35) se adhieren a las superficies (12, 13) de contacto, en particular mediante un adhesivo de curado,
15. Método de fabricación según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 14, en donde el elemento (55, 65) de conexión es una tira adhesiva, preferiblemente plástica, que se coloca en cada molde (50, 60) para definir las superficies (12, 13) de contacto, retirándose los elementos (55, 65) de conexión una vez que la pala (1) se desmolde, estando los medios conductores (35) adheridos a las superficies (12, 13) de contacto impregnadas con adhesivo.

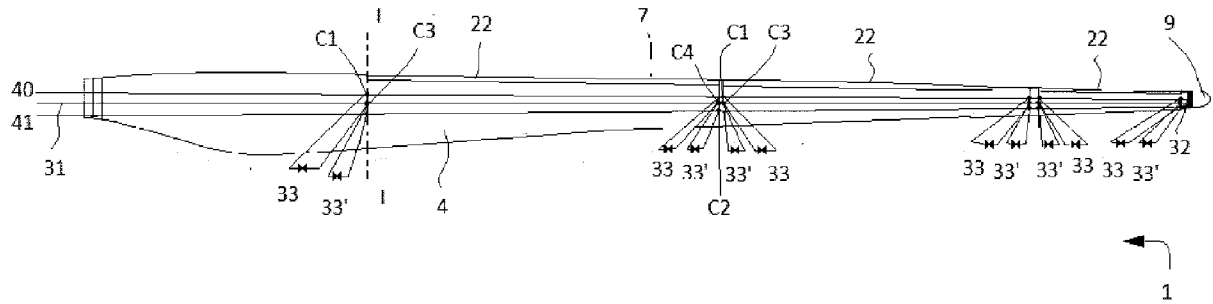


Figura 1

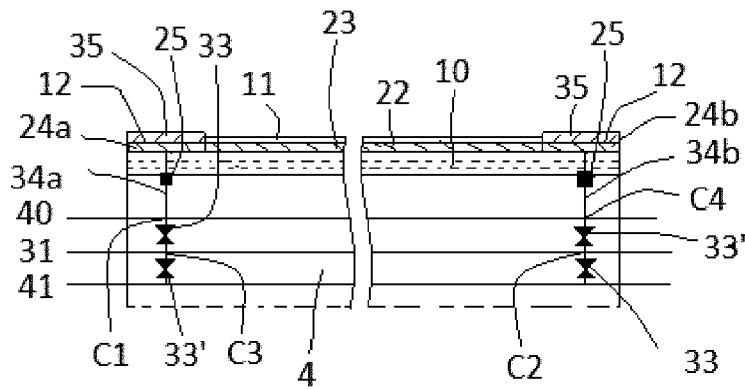


Figura 2

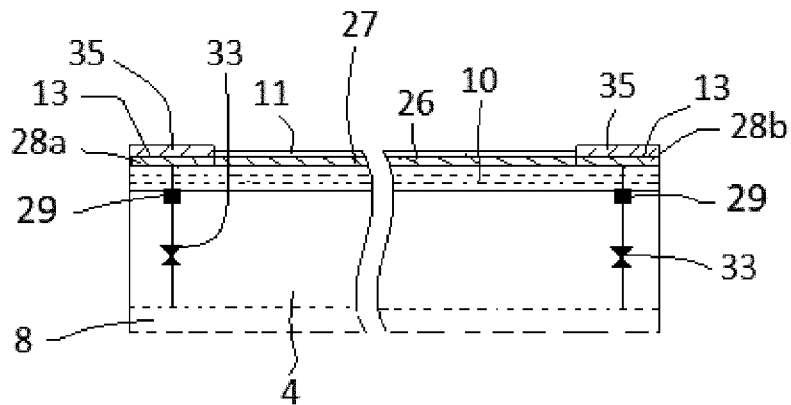


Figura 3

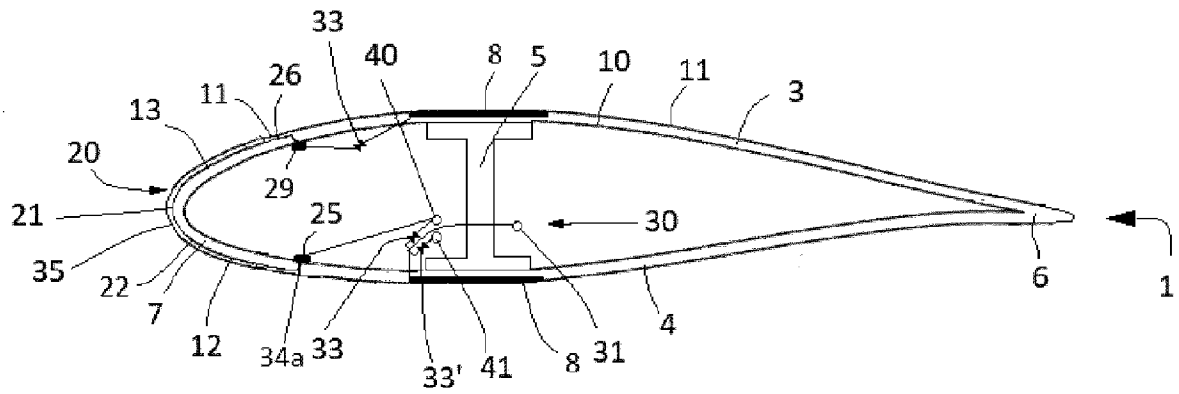


Figura 4

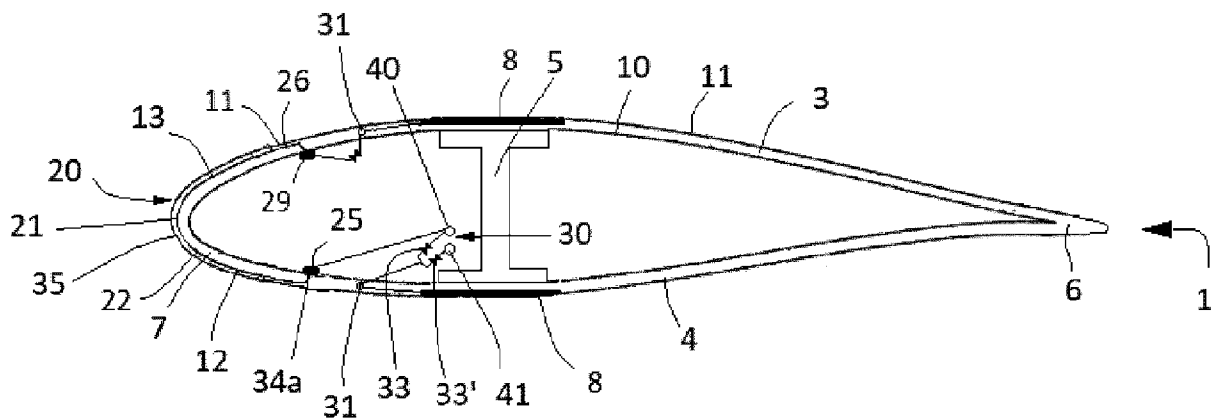


Figura 5

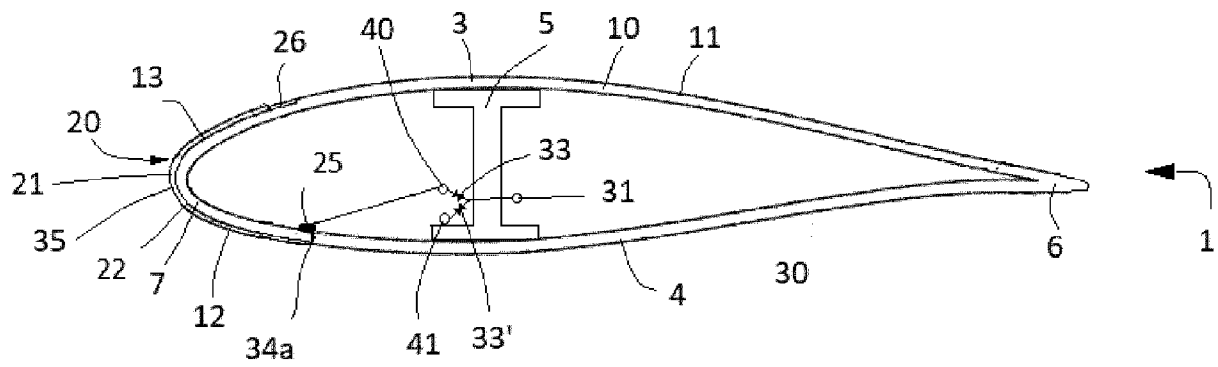


Figura 6

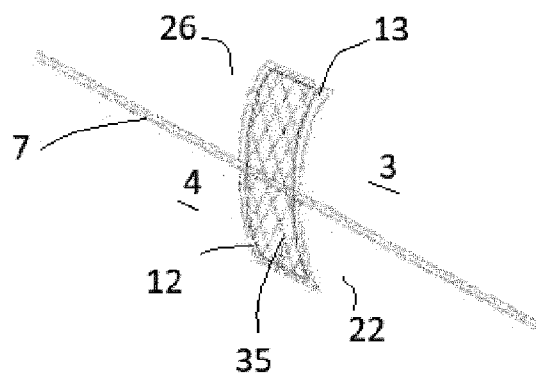


Figura 7

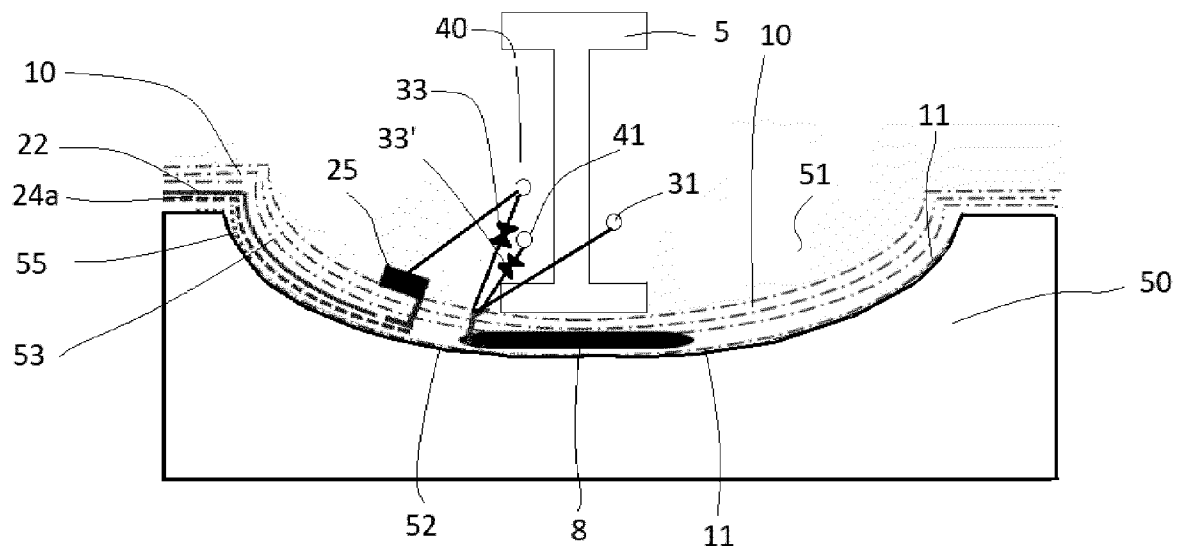


Figura 8

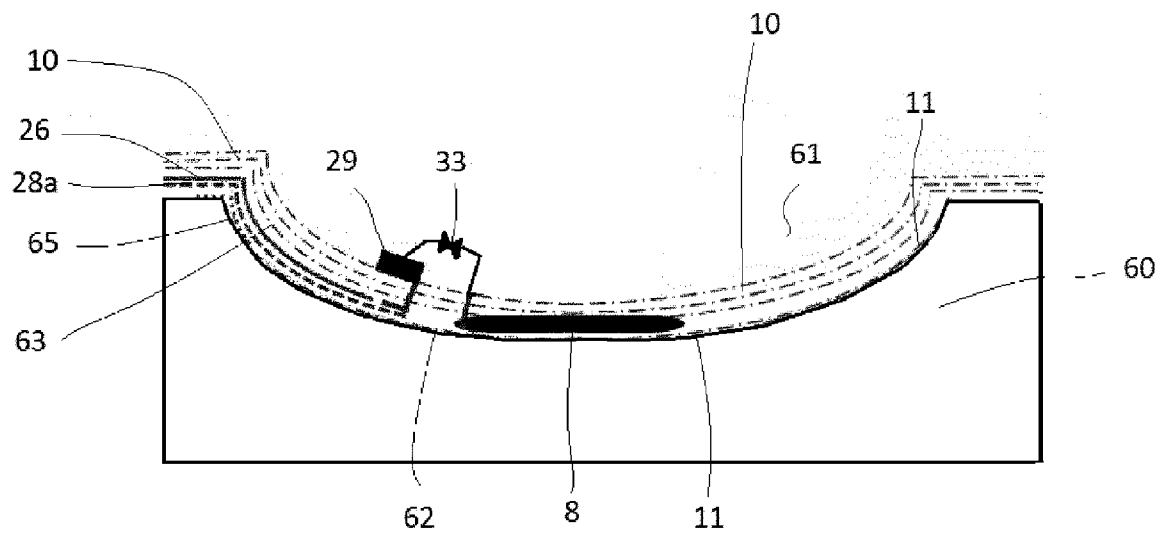


Figura 9