

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 612 031**

51 Int. Cl.:

F03D 80/30

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.11.2005 PCT/ES2005/070156**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.05.2006 WO06051147**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.11.2005 E 05815151 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.08.2016 EP 1826402**

54 Título: **Sistema pararrayos para pala de aerogenerador con laminados de fibra de carbono**

30 Prioridad:

11.11.2004 ES 200402847

10.11.2005 ES 200502728

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

11.05.2017

73 Titular/es:

**GAMESA INNOVATION & TECHNOLOGY, S.L.
(100.0%)**

**Avenida Ciudad de la Innovación 9-11
31621 Sarriguren, Navarra, ES**

72 Inventor/es:

**LLORENTE GONZÁLEZ, J.I. y
VÉLEZ ORIA, SERGIO**

ES 2 612 031 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

SISTEMA PARARRAYOS PARA PALA DE AEROGENERADOR CON LAMINADOS DE FIBRA DE CARBONO

Objeto de la patente

5

El objeto de la patente es un sistema de pararrayos para transmisión y recepción de rayos en palas de aerogeneradores. Se da la característica importante de que parte de la pala es un laminado de fibra de carbono.

10

Antecedentes de la invención

15

La inclusión de fibra de carbono en la fabricación de palas de aerogenerador es bastante reciente y aunque ya está bastante extendida entre las empresas más importantes del sector, la experiencia en cuanto a la forma de protección contra rayo es aún muy limitada y no existe conocimiento generalizado de ninguna técnica cuya eficacia esté probada.

20

Tanto en la normativa aplicable a aerogeneradores como en la bibliografía existente, se recoge que una forma eficaz de proteger las palas de fibra de vidrio contra los rayos consiste en un sistema pararrayos basado en receptores puntuales situados a lo largo de la pala y un cable que conecta dichos receptores con la raíz de la pala y que discurre por el interior de la misma.

25

En ese sentido puede citarse la patente WO 96/07825 donde se presenta un "Pararrayos para palas de aerogenerador" constituido por un conductor eléctrico que se extiende desde la punta de la pala transcurriendo por el interior de la misma y finalizando en la raíz de la pala en un eje de espiga que permite el giro de la pala. El conductor estará con o sin revestimiento aislante y contribuye a la propia sujeción de la pala.

30

Por la WO 0177527 se conoce una pala que presentan una protección contra rayo con conductores internos y externos, conectados entre si y distribuidos por toda la pala. También presenta una serie de puntos de

penetración y un par de configuraciones para punta y resto de la pala.

La US 6.612.810 presenta una protección donde la pala comprende un par de conductores extendidos longitudinalmente por la superficie de la pala (también incorpora elementos calentadores anti-hielo). La punta de la pala tiene un receptor de impacto conectado a un tercer conductor que discurre por el interior de la pala. Todos los conductores y calentadores están conectados entre sí.

WO2005/050808 y WO2005/026538 divulgan dos ejemplos más.

En la bibliografía existente sobre impactos de rayos se recoge también la necesidad de equipotencializar el objeto que va a recibir el impacto con el sistema pararrayos. Es decir, para que todos los elementos estén al mismo potencial deberán ser conectados eléctricamente mediante conductores situados en la zona a proteger.

La fibra de carbono, como material conductor, deberá ser equipotencializada con el sistema pararrayos. El problema de dejar elementos conductores aislados es la diferencia de potencial tan elevada que se crea entre los mismos debido a los fenómenos de inducción originados por el rayo a su paso por el sistema pararrayos. Esta diferencia de potencial puede dar lugar a un salto del arco, lo que en el caso concreto que nos ocupa en el que el laminado de fibra de carbono constituye la parte resistente principal de la pala, un fallo de este tipo sería fatal.

Existen diversas formas basadas en mallas metálicas que tratan de evitar la intervención del compuesto de fibra de carbono en el problema de la aparición de la diferencia de potencial pero ninguna de ellas ha demostrado eficacia en la resolución del problema.

Descripción

El sistema pararrayos en pala con laminados de fibra de carbono

objeto de la invención emplea el sistema pararrayos basado en un cable principal al que adicionalmente se dota de unas derivaciones para conectarlo directamente con los laminados de fibra de carbono, de esta forma aseguramos que ambos sistemas se hallan al mismo potencial.

5

Es también objeto de esta invención presentar un nuevo método para mejorar las características eléctricas de las conexiones existentes en el sistema pararrayos de una pala entre el cable principal y los laminados de fibra de carbono de la pala. El método consiste en aplicar un nanocomposite basado en resina conductora en las inmediaciones o proximidades de una conexión de forma controlada. Utilizando este método, se consiguen unas características eléctricas óptimas para el buen funcionamiento del sistema de protección antirrayos de la pala.

15

De acuerdo con la invención, el sistema consiste en dos conexiones a cada uno de los dos laminados, dichos laminados se encuentran dispuestos en las dos caras que se pegan enfrentadas a las conchas de la pala denominadas alas. Las conexiones se realizan una en la zona de la raíz de la viga y la otra en la zona de punta, de tal forma que las alas de la viga pasan a ser caminos alternativos del rayo.

20

El sistema empleado tiene como característica diferenciadora la forma de realizar las conexiones entre el cable principal y los laminados de carbono, por medio de derivaciones del cable principal gracias a pequeños trozos de cable auxiliar conectados mediante unión atornillada a una pletina metálica. La pletina metálica es la encargada de realizar la conexión directa con el carbono. Las pletinas se colocan durante el proceso de laminación de la viga y en contacto directo con las sucesivas capas de fibra de carbono de la misma, siendo posteriormente cubiertas con las capas de fibra de vidrio empleadas en el laminado de las siguientes capas de fibra de vidrio. Las pletinas se curan con el curado normal de dicha viga consiguiendo así una unión mecánicamente robusta con la viga y eléctricamente bien conectada con la fibra de carbono.

25

30

La conexión eléctrica puede ser además mejorada por el uso de resina conductora en el área de unión. La resina conductora empleada está basada en la mezcla controlada de las resinas habitualmente empleadas en la fabricación de palas de aerogenerador con nanofibras o nanotubos de fibra de carbono. La adición de estas nanofibras o nanotubos de fibra de carbono confiere a la resina inicial unas propiedades eléctricas varios órdenes de magnitud diferentes a las propiedades iniciales.

Una realización concreta contempla la adición de una cierta cantidad de nanofibras o nanotubos de carbono, preferentemente en una proporción de entre un 3 y un 30%, a una resina de tipo epoxy, comúnmente empleada en la fabricación de palas eólicas. Posteriormente, esta resina conductora ya mezclada es aplicada en las inmediaciones de la conexión del cable exterior al laminado de carbono.

Una aplicación concreta donde la conexión al de carbono se realice por medio de pletinas metálicas, la aplicación nanocomposite basado en resina conductora entre la pieza metálica y el laminado de carbono a conectar, así como en las inmediaciones de la conexión durante la laminación de la pieza de compuesto, mejoran considerablemente las propiedades eléctricas de la conexión, ya que se mejora la forma en que la corriente se transmite desde la pieza metálica a cada una de las fibras de carbono del laminado.

Otra aplicación de esta resina conductora es su aplicación en aquellas zonas en las que interese disminuir la resistencia eléctrica del laminado, como por ejemplo la aplicación de la resina en toda la superficie exterior de la viga.

Otra característica objeto de la invención es la determinación adecuada de los radios en los que se disponen las conexiones a la viga de la pala para facilitar una buena conexión eléctrica y evitar cualquier salto de arco debido a fenómenos de inducción.

Descripción de las figuras

La figura 1 representa la posición relativa entre las alas de carbono y el cable que discurre a través del alma en una sección de la pala.

5 La figura 2 muestra la pletina que realiza la conexión con la fibra de carbono así como las derivaciones mediante cables auxiliares.

La figura 3 muestra en detalle la conexión entre la pletina y la fibra de carbono y las derivaciones de los cables auxiliares al cable principal.

10 La figura 4 muestra una sección de la pala en la que aparecen representados todos los componentes del sistema y las conexiones entre ellos.

La figura 5 muestra el área ideal para aplicar la resina conductora basada en nanocomposite para obtener la mejor conexión conductora.

15 **Descripción de la realización preferencial**

Tal y como muestra la figura 1, el sistema pararrayos en pala (1) con laminados de fibra de carbono (2) objeto de la invención emplea el sistema pararrayos basado en un cable principal (6) al que adicionalmente se dota de
20 unas derivaciones para conectarlo directamente con los laminados de fibra de carbono (2), de esta forma aseguramos que ambos sistemas se hallan al mismo potencial.

Tal y como muestran las figuras 2 y 3, las derivaciones se realizan
25 mediante dos conexiones a cada uno de los dos laminados de fibra de carbono (2), el correspondiente a la parte superior de la viga (10) y el correspondiente a la parte inferior de la misma, representados en la figura anterior. Dichos laminados se encuentran dispuestos en las dos caras que se pegan enfrentadas a las conchas de la pala denominadas alas (4). Las
30 conexiones se realizan una en la zona de la raíz de la viga y otra en la zona de la punta, de tal forma que las alas (4) de la viga pasan a ser caminos alternativos del rayo. La característica diferenciadora del sistema empleado radica en la forma de realizar las conexiones entre el cable principal (6) y los laminados de carbono (2), esto se consigue por medio de derivaciones del

cable principal (6) gracias a pequeños trozos de cable auxiliar (5) que son conectados mediante unión atornillada a una pletina (3) metálica. La pletina (3) metálica es la responsable de realizar la conexión directa con el carbono (2). Las pletinas (3) son colocadas durante el proceso de laminación de la viga sobre las capas de fibra de carbono de la viga y posteriormente son cubiertas con las capas de fibra de vidrio empleadas en el laminado posterior de la viga. Las pletinas (3) se curan con el curado normal de dicha viga consiguiendo así una unión mecánicamente robusta con la viga y eléctricamente bien conectada con la fibra de carbono (2). La conexión eléctrica puede ser adicionalmente mejorada utilizando la resina conductora en el área de unión como muestra la figura 5.

Tal y como se muestra en la figura 4, la punta de la pala (11) incorpora un receptor metálico (7) que se extiende a través del cable principal (6) por toda la longitud del alma (8) de la viga (10). Tal y como se ha mencionado con anterioridad las conexiones se realizan una en la raíz de la viga y otra en la zona de punta.

Tal y como muestra la figura 5, el camino ideal para mejorar las características eléctricas de las uniones consiste en aplicar la resina conductora basada en nanofibras o nanocomposites de carbono (11) ambos entre la pletina y la última capa de carbono y en las áreas alrededor de la conexión de la pletina. Ambos, la resina conductora y las pletinas (3) se curan en proceso habitual de curado de palas consiguiendo una unión mecánicamente robusta con una correcta unión eléctrica a la fibra de carbono (2). La conexión resultante tiene propiedades eléctricas que son considerablemente mejor que si no se hubiera usado la resina conductora.

Para el caso en que se trate de un laminado híbrido alternando capas de fibra de carbono y capas de fibra de vidrio, la equipotencialización entre las distintas capas de fibra de carbono se consiguen gracias a ventanas, discontinuidades o huecos abiertos en las capas de fibra de vidrio del laminado híbrido. Alternativamente, la equipotencialización se puede obtener entre las distintas capas de fibra de carbono separadas por capas de fibra

de vidrio usando nanocomposite basado en resina conductora a lo largo de toda la capa de fibra de vidrio inicialmente aislada v o en ciertas áreas de lo mismo, por ejemplo en el lugar donde las ventanas fueron situadas.

5

Reivindicaciones

- 1.- Sistema pararrayos en palas de aerogenerador formadas por una viga central estructural y algunas capas con laminados de fibra de carbono de los
5 que incorporan un cable principal (6) caracterizado porque el mencionado cable principal (6) está equipotencializado con los laminados (2) de fibra de carbono en dos localizaciones de la pala (1) siendo estas localizaciones en punta (11) y raíz de la pala, usando derivaciones desde el cable principal (6) mediante cables auxiliares (5) caracterizados porque los cables auxiliares
10 están conectados usando una unión atornillada a una pletina de metal (3) laminada de uno en uno durante el proceso de laminación al laminado de fibra de carbono (2) de la viga.
- 2.- Sistema pararrayos en un aerogenerador con laminados de fibra de carbono, según la reivindicación primera, caracterizado porque en el cable
15 auxiliar (5) y los laminados de fibra de carbono (2) de la viga (10) comprende un pin metálico, de forma cónica, el cual establece el contacto eléctrico con el laminado.
- 3.- Sistema pararrayos para pala de aerogenerador con laminados de fibra de carbono, según reivindicaciones anteriores, caracterizado porque las
20 pletinas (3) son las responsables de la conexión directa con los laminados de fibra de carbono (2) y se colocan durante el proceso de laminación la viga de la pala (10), en contacto con capas de fibra de carbono (2) de dicha pala o
25 viga (10) y siendo cubiertas posteriormente con las siguientes capas de fibra de vidrio y curadas al mismo tiempo que los propios laminados.
- 4.- Sistema pararrayos en pala de aerogenerador con laminados de fibra de carbono, según las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque las
30 conexiones equipotenciales al laminado de carbono incorpora resina conductora alrededor del área para conectar al laminado de carbono comprendiendo las pletinas y los pins.
- 5.- Sistema pararrayos en pala de aerogenerador con laminados de fibra

de carbono, según la reivindicación 4, caracterizado porque la resina conductora está formada por la adición de nanofibras o nanotubos de carbono a una resina inicialmente no conductora, preferiblemente resina epoxy,

5

- **6.-** Sistema pararrayos en pala de aerogenerador con laminados de fibra de carbono, según reivindicaciones las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque los laminados de fibra de carbono (2) de la viga (10) están integrados en un laminado híbrido con telas de fibra de carbono y fibra de vidrio, en el que la equipotencialización entre las diferentes capas de fibra de carbono se consigue utilizando ventanas, discontinuidades o espacios abiertos en las capas de fibra de vidrio o por la aplicación de resinas conductoras en toda la superficie de las capas de fibra de vidrio o parte de ella.

15

- 7.-** Sistema pararrayos en pala de aerogenerador con laminados de fibra de carbono, según las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la superficie de fuera del laminado de la viga (10) es impregnada con resina conductora.

20

25

30

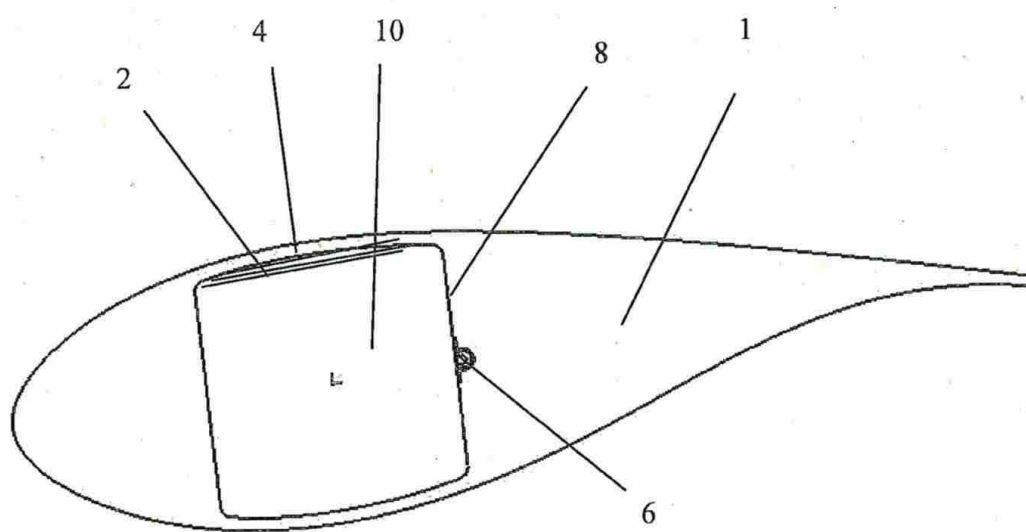


Fig. 1

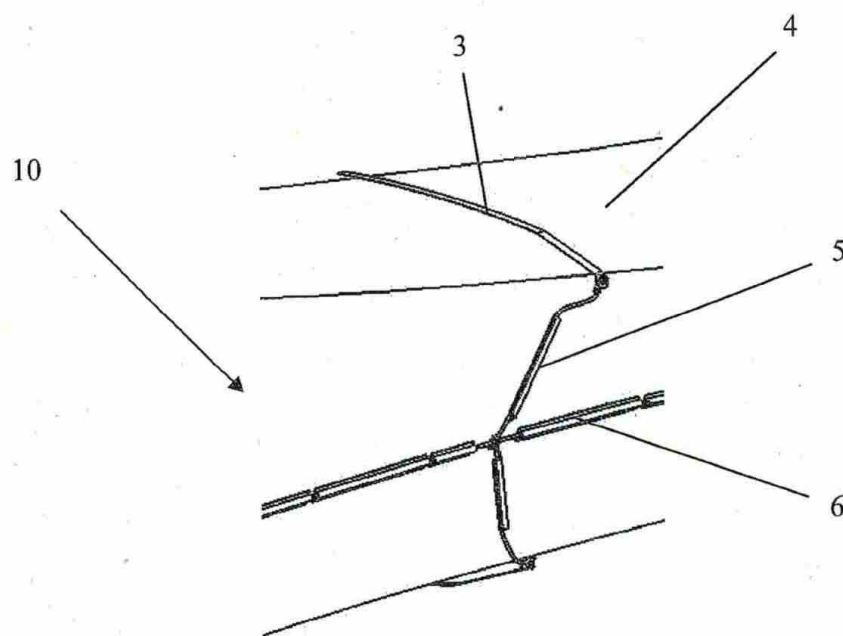


Fig. 2

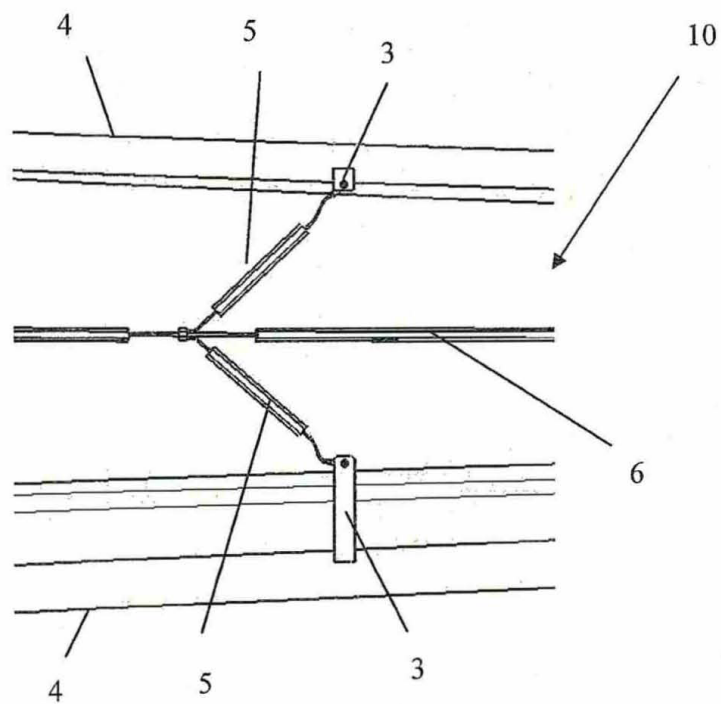


Fig. 3

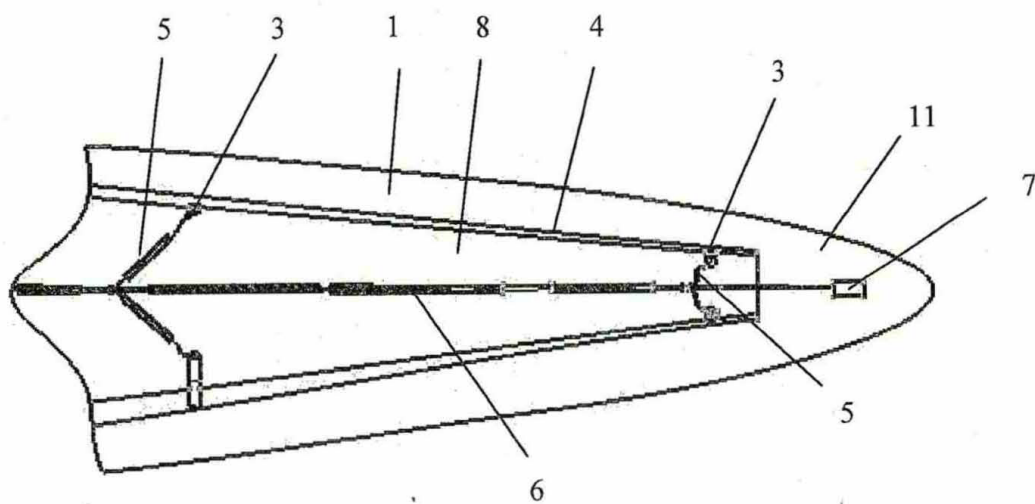


Fig. 4

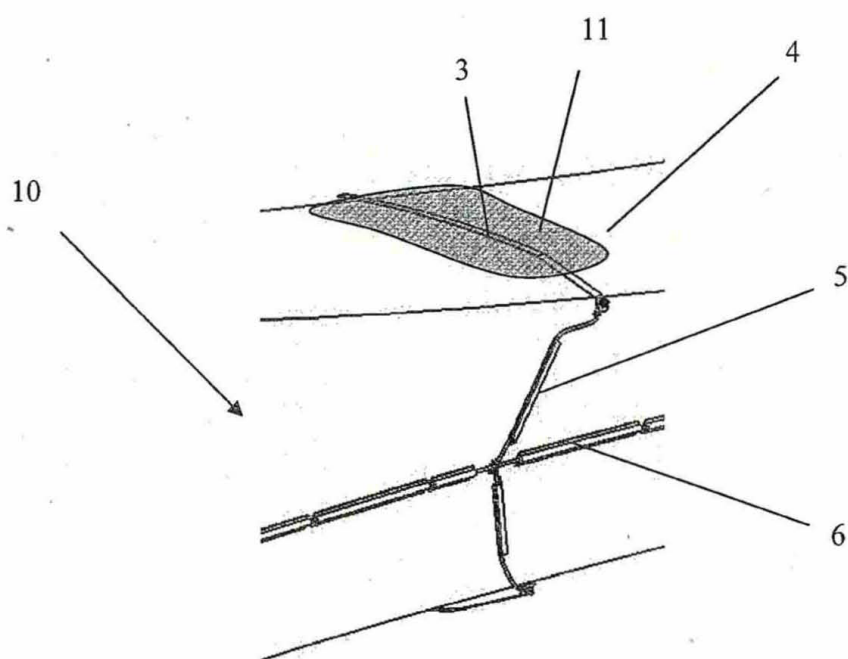


Fig. 5