

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 692 153**

51 Int. Cl.:

F03D 80/30 (2006.01)

F03D 1/06 (2006.01)

H02G 13/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.06.2011 PCT/JP2011/064307**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.01.2012 WO12002230**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.06.2011 E 11800695 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.09.2018 EP 2589803**

54 Título: **Estructura pararrayos para una pala de generador eólico**

30 Prioridad:

30.06.2010 JP 2010150103

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

30.11.2018

73 Titular/es:

**THE JAPAN STEEL WORKS, LTD. (100.0%)
11-1 Osaki 1-chome Shinagawa-ku
Tokyo 141-0032, JP**

72 Inventor/es:

**SUZUKI, JUN y
MUTO ATSUTOSHI**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 692 153 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

Estructura pararrayos para una pala de generador eólico

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a una estructura de protección contra rayos de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1. Tal estructura de protección contra rayos es conocida a partir de los documentos EP 0 783 629 B1 y WO 2009/080048 A2.

Antecedentes de la técnica

10 Las palas de generación de energía eólica usadas en la actualidad se hacen principalmente de materiales plásticos reforzados con fibra de vidrio (GFRP), siendo la propia pala un aislante que no presenta conductividad eléctrica. En la época de generadores de energía eólica pequeños se consideraba que una pala no era alcanzable por rayos. Pero a medida que ha aumentado el tamaño de los generadores de energía eólica han aumentado los daños producidos en palas alcanzadas por rayos. Por esta razón se ha generalizado el método de unir un miembro de metal (receptor de rayos) con la pala y conectar un cable de interconexión (conductor descendente) con el miembro de metal y tierra. Varias formas o tipos de receptores de rayos han sido propuestos y puestos en práctica.

15 A modo de ejemplo, el documento de bibliografía de patente 1 (PTL 1) describe un sistema de protección contra rayos para la generación de energía eólica que incluye un anillo conductor previsto en una pala y un cuerpo de resistencia no lineal o un elemento pararrayos del tipo de óxido de zinc previsto en una cubierta que incluye un generador de energía eólica, estando el cuerpo de resistencia no lineal o el elemento pararrayos del tipo de óxido de zinc enfrente del anillo conductor.

20 El documento PTL2 describe una estructura de protección contra rayos capaz de mejorar un efecto de protección contra rayos merced a la instalación, encima del aparato, de un conductor pararrayos del tipo de emisión de onda de ionización temprana, y además las palas de la turbina eólica están aisladas eléctricamente.

25 Para evitar la pala hecha de GFRP, el documento PTL 3 describe un equipo pararrayos de turbina eólica capaz de impedir que una pala sea alcanzada por un rayo, en el que una o más placas de electrodo están unidas entre puntas y raíces de palas para hacer que la corriente de un rayo fluya desde una placa de electrodo a otra placa de electrodo o sea descargada por deslizamiento directamente en una superficie de pala desde una placa de electrodo. La corriente de un rayo recibida en un cubo es conducida a tierra desde el cubo a través de una barquilla y una torre, de manera que se puede impedir eficazmente que una pala se queme.

30 El documento PL4 describe un pararrayos de generador de turbina eólica en el que hay un miembro de metal opuesto a un extremo inferior de una pala separadamente de él y unido con una torre de turbina eólica, estando posicionado el miembro de metal en la proximidad de la punta de una pala que sustancialmente gira en torno a él de manera que las cargas de la pala sean transferidas a dicho miembro de metal, al que se aproxima la pala cada vez que esta gira, a fin de evitar que un rayo la alcance.

35 El documento PL5 describe un dispositivo de protección resistente a los rayos, en el que una base de montaje de un pararrayos sobresaliente de material conductor resistente al calor es montada en la punta de una pala de una turbina eólica que acciona un generador de manera que cubra la punta, y después el pararrayos sobresaliente, que absorbe luz/energía térmica generada por un rayo y es fusible térmicamente, es montado de manera separable en la base de montaje del pararrayos sobresaliente. El pararrayos es hecho sobresalir de la superficie exterior de la base de montaje en forma de parábola, la base de montaje del pararrayos sobresaliente y un cubo conductor de la porción central de la pala se conectan eléctricamente mediante un conductor de protección contra rayos previsto en la pala, un cuerpo de bulbo de descarga fusible térmicamente es montado de manera separable en la cara de extremo del lado del generador del cubo, un anillo conductor de descarga enfrentado con el cuerpo de bulbo de descarga en un espacio de descarga es montado en el extremo del lado de la turbina eólica de una barquilla, y después el anillo de descarga es puesto a tierra merced a un conductor de protección contra rayos.

45 **Lista de citas**

Bibliografía de patentes

PTL 1: JP-A-2000-265938

PTL 2: JP-A-2001-123934

PTL 3: JP-A-2002-227757

50 PTL 4: JP-A-2003-282295

PTL 5: JP-A-2005-302399

Compendio de la invención

Problemas técnicos

5 Mediante la configuración que describen los documentos PTL 1 y PTL 4, si la pala es grande la distancia entre la punta de la pala y el cuerpo de resistencia no lineal o el conductor pararrayos es grande, y no es posible evitar en medida suficiente que la punta de la pala sea alcanzada por un rayo.

10 Además, en el aparato de protección contra rayos de la punta de viruta metálica de acuerdo con la técnica relacionada que describen los documentos PTL 2, PTL 3 y PTL 5, hay una porción de límite entre la porción de metal y la porción de FRP cuya temperatura aumenta de manera abrupta al recibir un rayo, produciéndose daños en la pala en algunos casos. Además, es probable que un campo eléctrico se concentre en la porción de límite de manera que sea difícil estimar si una frecuencia de recepción de rayo es baja. Por otra parte, como el mantenimiento de una pala de turbina eólica requiere trabajar con cargas pesadas, hay necesidad de un dispositivo que no requiera mantenimiento regular.

La presente invención ha sido concebida en vista de los problemas descritos, siendo un objeto de la presente invención ofrecer una estructura de protección contra rayos en la que hay previsto un saliente en la proximidad del límite entre un receptor de rayos y un cuerpo de pala para evitar que el límite sea alcanzado por un rayo.

15 Solución de los problemas

Para solucionar los problemas antedichos y con el fin de mejorar una estructura de protección contra rayos, la presente invención propone la estructura de protección contra rayos definida mediante la reivindicación 1.

20 De acuerdo con la presente invención, un campo eléctrico se concentra intensamente en el saliente de recepción de rayos y no en el límite superficial entre el receptor de rayos y el cuerpo de pala. El rayo es recibido por el saliente de recepción de rayos antes que por el límite superficial. En consecuencia, es posible evitar que el rayo alcance el límite superficial, e impedir así que se produzcan daños en la pala.

25 Como el límite superficial destinado a proteger contra rayos está posicionado dentro del radio de un círculo centrado en la punta del saliente de recepción de rayos cuya longitud de radio es el doble de la longitud del saliente de recepción de rayos, dicho saliente de recepción de rayos evita de modo fiable que un rayo alcance directamente el límite superficial. Si el límite superficial destinado a proteger contra rayos no se encuentra dentro del radio del círculo, el efecto de impedir que el rayo alcance el límite superficial puede reducirse.

De esta manera, se prefiere que el saliente de recepción de rayos esté previsto en la posición del límite superficial que probablemente reciba el rayo (a modo de ejemplo, el borde circunferencial del receptor de rayos, en su dirección aplanada).

30 En cuanto al saliente de recepción de rayos, es más preferible que el límite superficial destinado a proteger contra rayos esté posicionado dentro del radio de un círculo centrado en la punta del saliente de recepción de rayos y que tenga un radio de $\sqrt{2}$ veces la longitud del saliente de recepción de rayos. Así, el efecto de impedir que el rayo alcance el límite superficial se mejora adicionalmente. Además, al ser baja la ampliación el saliente de recepción de rayos está más cerca del límite superficial.

35 La presente invención no limita de modo particular el número de salientes de recepción de rayos. Pueden estar previstos uno o al menos dos salientes de recepción de rayos, y su posición y altura pueden ser diferentes en cada caso. El centro del círculo puede estar en el borde circunferencial de la punta del saliente de recepción de rayos.

Por otro lado, si no es necesario impedir que una parte del límite superficial sea alcanzada por un rayo, no es necesario posicionarla dentro del radio del círculo.

40 Se prefiere que el saliente de recepción de rayos esté previsto en la proximidad del límite superficial. El saliente de recepción de rayos puede estar previsto a un lado, cerca del límite superficial (a una distancia menor o igual que el 50% de la distancia máxima del receptor de rayos en la dirección axial de la pala).

45 Al prever el saliente de recepción de rayos cerca del límite superficial resulta posible impedir de manera eficaz que el rayo alcance el límite superficial. Además, a medida que el saliente de recepción de rayos se acerque al límite superficial, resulta posible conseguir el mismo efecto de impedir que el rayo alcance el límite superficial. En consecuencia, puede impedirse de manera eficaz que un rayo alcance el límite superficial sin deteriorar la característica aerodinámica. Se prefiere prever el lado que corresponda al saliente de recepción de rayos lejos del límite superficial en consideración a la característica aerodinámica.

50 De acuerdo con la presente invención, el receptor de rayos forma la punta del cuerpo de una pala con el fin de mejorar el efecto de la recepción de un rayo. El lado de la punta está previsto como receptor de rayos, estando conectado dicho receptor de rayos con el cuerpo de pala, que constituye la pala. El receptor de rayos puede continuar la forma de la pala y puede presentar una forma estrechada de manera que su anchura se reduzca en dirección a su punta. Esto hace buena la función pararrayos y también la aerodinámica.

El receptor de rayos puede estar hecho de un material conductor eléctrico, pudiendo ser usados metales puros tales como Al, Cu o W, sus aleaciones, un material compuesto (materiales diferentes mezclados con un material de base o dispersados en él, o materiales de clases diferentes estratificados o mezclados uno con otro), etc.

5 El receptor de rayos y el saliente de recepción de rayos pueden estar hechos del mismo o de distintos materiales. Si están hechos del mismo material es posible impedir que se produzcan daños en el límite entre el receptor de rayos y el saliente de recepción de rayos debido a una diferencia de dilatación térmica cuando caiga un rayo.

De acuerdo con un segundo aspecto de la invención, el saliente de recepción de rayos presenta una superficie de sección transversal de 5 a 1000 mm².

10 Se prefiere que la superficie de sección transversal del saliente de recepción de rayos sea de 5 a 1000 mm², de modo más preferido de 20 a 490 mm², y de modo más preferido todavía de 78 a 310 mm². De esta manera, se prefiere que un saliente de recepción de rayos de forma circunferencial tenga un diámetro de 25 a 35 mm. Es más preferible que el saliente de recepción de rayos tenga un diámetro de 5 a 25 mm, y de modo más preferible todavía un diámetro de 10 a 20 mm.

15 Se prefiere que el saliente de recepción de rayos presente una superficie de sección transversal adecuada para que no sea fundido por la corriente de un rayo. Una superficie de sección transversal adecuada puede determinarse en función de su material, como ha sido descrito en lo que antecede. Pero una superficie de sección transversal excesivamente grande puede hacer que la característica aerodinámica se degrade o el ruido aumente.

20 De acuerdo con un tercer aspecto de la invención, en la estructura de protección contra rayos de la pala de generación de energía eólica de acuerdo con cualquiera de los aspectos primero o segundo, el saliente de recepción de rayos está previsto de manera que forme un ángulo de 45 a 135 grados con la dirección axial de la pala.

25 El saliente de recepción de rayos está destinado a sobresalir de la superficie del receptor de rayos. La dirección en que sobresale no está particularmente limitada, pero es preferible que dicha dirección se corte con la dirección axial de la pala formando un ángulo predeterminado (45 a 135 grados), de manera que el efecto de impedir la caída de un rayo mediante el saliente de recepción de rayos alcance el límite superficial. Por la misma razón, de modo más preferido el ángulo formado varía entre 60 y 120 grados, y de modo más preferido todavía, entre 75 y 105 grados.

De acuerdo con un cuarto aspecto de la invención, en la estructura de protección contra rayos de la pala de generación de energía eólica de acuerdo con cualquiera de los aspectos primero a tercero, en una dirección perpendicular a la dirección axial de la pala y en la que la punta del saliente de recepción de rayos esté posicionada, la punta del saliente de recepción de rayos está prevista exteriormente con respecto al límite superficial destinado a proteger contra rayos.

30 Como el saliente de recepción de rayos es perpendicular a la dirección axial de la pala y la punta del saliente de recepción de rayos está posicionada exteriormente con respecto al límite superficial destinado a proteger contra los rayos, en la dirección en la que la punta del saliente de recepción de rayos está posicionada la acción del saliente de recepción de rayos para detener el rayo se ejerce fiablemente por encima del límite superficial, impidiendo así de manera eficaz la caída de un rayo en el límite superficial.

35 De acuerdo con un quinto aspecto de la invención, en la estructura de protección contra rayos de la pala de generación de energía eólica de acuerdo con cualquiera de los aspectos primero a cuarto, el límite superficial destinado a proteger contra los rayos está posicionado en una dirección aplanada del borde del receptor de rayos.

40 La recepción de un rayo es probable que tenga lugar en una porción relativamente delgada o una porción en punta, siendo probable que el límite superficial del borde plano del receptor sea alcanzado por el rayo. Como el receptor de rayos está previsto en el límite superficial del borde, es posible impedir de manera eficaz que el rayo alcance el límite superficial.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista en perspectiva que muestra una turbina eólica que incluye una estructura de protección contra rayos de acuerdo con una realización de la presente invención.

45 La figura 2 es una vista frontal que muestra una punta de pala de la estructura de protección contra rayos.

La figura 3 es una vista lateral que muestra la punta de la pala de la estructura de protección contra rayos.

50 La figura 4(a) es un diagrama que muestra una dimensión y un punto de medición de un campo eléctrico cuando se mira desde un lado frontal de la punta de la pala de la estructura de protección contra rayos de la figura 1, de acuerdo con un ejemplo de la presente invención, y la figura 4(b) es un gráfico que muestra el resultado de analizar un campo eléctrico cuando un rayo es recibido.

Descripción de realizaciones

Realizaciones de la presente invención serán descritas a continuación con referencia a las figuras 1 a 3.

5 Una turbina eólica 1 incluye un rotor 2 soportado a rotación y una pluralidad de palas 3 (tres en el dibujo) unidas con el rotor 2 de modo radial. Cada pala 3 presenta un cuerpo de pala 30 y un receptor de rayos 31 conectado con la punta del cuerpo de pala 30. Hay un límite superficial 32 formado en el límite entre el cuerpo de pala 30 y el receptor de rayos 31.

10 El receptor de rayos 31 presenta una configuración plana y se estrecha de manera que en dirección al lado de su punta su anchura y su grosor se reducen. La punta del receptor de rayos 31 presenta una configuración curvada con un diámetro pequeño. El receptor de rayos 31 y el cuerpo de pala 30 están unidos uno con otro de tal manera que el receptor de rayos forma una superficie continua con la pala, y el receptor de rayos 31 presenta una buena característica aerodinámica.

15 El receptor de rayos 31 está provisto de un saliente 4 de recepción de rayos que sobresale de un borde de la superficie de dicho receptor de rayos 31 en una dirección aplanada, estando el saliente 4 de recepción de rayos cerca del límite superficial 32. Es deseable que el saliente 4 de recepción de rayos se encuentre a una distancia de 10 a 150 mm del límite superficial 32 en la dirección axial de la pala 3. Si el saliente 4 de recepción de rayos está muy cerca del límite superficial 32, la caída de un rayo afectaría térmicamente al límite superficial 32, lo que podría dañarlo. Si está muy lejos del límite superficial 32 es necesario aumentar la longitud del saliente 4 de recepción de rayos, lo que afectaría negativamente a la característica aerodinámica. Se prefiere que la distancia se encuentre en el margen de 20 a 100 mm, de modo más preferible de 30 a 50 mm.

20 En la dirección aplanada, el saliente 4 de recepción de rayos se extiende perpendicularmente al eje 6 de la pala 3 (línea imaginaria en la dirección de extensión de la pala 3 desde el centro del rotor 2), y se prefiere que su punta se sitúe fuera de una porción de límite superficial 32a en dicha dirección aplanada. En esta realización, por otra parte, el saliente 4 de recepción de rayos está posicionado en el borde de un lado trasero en la dirección de rotación de la pala rotatoria 3, al tenerse en cuenta la característica aerodinámica. Puede reducirse la influencia en la característica aerodinámica solo al preverse el saliente 4 de recepción de rayos en el lado trasero en la dirección de rotación. Pero en la presente invención la posición del receptor de rayos en el lado trasero en la dirección de rotación no tiene carácter limitativo.

30 En el saliente 4 de recepción de rayos, la porción de límite superficial 32a de la dirección aplanada se encuentra dentro de un círculo 5 centrado en la punta del saliente 4 de recepción de rayos y cuyo radio r es dos veces la longitud del saliente 4 de recepción de rayos. Una porción del límite superficial 32 está situada dentro del círculo 5 en el lado del saliente 4 de recepción de rayos, mientras que una porción del límite superficial separada del saliente 4 de recepción de rayos se encuentra fuera del círculo 5 en el lado alejado del saliente 4 de recepción de rayos, de acuerdo con el alcance de la presente invención. En este caso puede estar previsto otro saliente de recepción de rayos en el lado alejado del saliente 4 de recepción de rayos, y el límite superficial puede estar situado dentro de la dirección diametral del círculo centrado en el saliente de recepción de rayos.

35 Esto es, para impedir que la pala sea alcanzada por un rayo se prefiere que una porción de la porción de límite superficial esté situada dentro del radio del círculo. En este caso el círculo se extiende en la superficie en la que la punta del saliente de recepción de rayos y la porción de límite superficial están posicionadas para impedir una descarga de rayo.

40 En la figura 3 el límite superficial 32 está posicionado dentro del círculo en el lado del saliente 4 de recepción de rayos, de manera que el efecto del saliente 4 de recepción de rayos se consigue eficazmente. Pero de acuerdo con la presente invención dentro del círculo puede estar posicionada una porción del límite superficial 32. Esta disposición se representa mediante un círculo 5a de radio r_a . La zona próxima de la porción de límite superficial 32a del borde de la dirección aplanada está posicionada dentro del círculo 5a, y una descarga de rayo se impide de manera eficaz. En el límite superficial 32 posicionado fuera del círculo 5a el efecto de impedir una descarga de rayo mediante el saliente 4 de recepción de rayos puede no ser conseguido de manera eficaz.

50 De acuerdo con la estructura de protección contra rayos, el receptor de rayos 31 detiene un rayo de manera eficaz para evitar que el rayo alcance el cuerpo de la pala 30. Además, el saliente 4 de recepción de rayos detiene el rayo en la proximidad del límite superficial 32, de manera que es posible evitar que un rayo alcance la porción de límite superficial 32.

Ejemplo 1

55 Una estructura de protección contra rayos, que incluye el receptor de rayos 31 y el saliente 4 de recepción de rayos mostrados en la figura 2 y hechos ambos de material de aluminio, fue unida con un material hecho de FRP que imitaba un cuerpo pala y sometida a un análisis de campo eléctrico 2-D usando simulación para predecir la posición alcanzada por un rayo.

Un software de análisis MARC2007R1 (producto fabricado por MSC Software Corporation) fue utilizado y una carga puntual fue situada a una distancia de 1 m de la porción de extremo frontal de la pala. Suponiendo que la posición inmediatamente por encima de la punta de la pala correspondía a 0°, cargas puntuales fueron situadas en posiciones de 30°, 60° y 90°, y posiciones de 200 mm y 500 mm inmediatamente debajo de la posición de $\pm 90^\circ$, para realizar el análisis. La porción de extremo del conductor descendente se ajustó a un potencial fijo.

En la figura 4(a), H y L representan la posición de unión y la longitud del saliente 4 de recepción de rayos del receptor de rayos 31. En la figura 4(a) L indica la longitud del saliente 4 de recepción de rayos y H en la figura 4(a), la distancia al límite superficial de la posición de unión del saliente 4 de recepción de rayos.

Los salientes de recepción de rayos respectivos, con H y L cambiadas, fueron sometidos al análisis de descarga eléctrica en 6 puntos descrito en lo que antecede. En la figura 4(b) se muestra la razón de intensidad de campo eléctrico de los puntos respectivos (punto A, punto B y punto C) del dispositivo de recepción de rayos en la base de la punta B del saliente de recepción de rayos. El punto A representa la punta del receptor de rayos, el punto B la punta del saliente de recepción de rayos y el punto C el límite superficial en la dirección aplanada del borde del receptor de rayos.

El resultado del análisis de campo eléctrico se muestra en la figura 4(b), siendo más preferible el saliente de recepción de rayos en el margen en que la razón de intensidad de campo eléctrico del punto C no supera la razón de intensidad de campo eléctrico del punto B. Es más preferible que el saliente de recepción de rayos presente más posiciones de descarga eléctrica en las que la razón de la intensidad de campo eléctrico del punto C no supere la razón de intensidad de campo eléctrico del punto B.

Como resultará evidente a partir de la figura 4, en el ejemplo de la presente invención el campo eléctrico se concentra en el saliente de recepción de rayos y la concentración del campo eléctrico en el límite superficial entre el cuerpo de pala y el receptor de rayos es baja. En consecuencia, en casi todos los casos la razón de la intensidad de campo eléctrico del punto C no supera la razón de la intensidad de campo eléctrico del punto B, independientemente de la posición de descarga. En la posición en la que H/L es 1,67 veces en la base de la punta del saliente de recepción de rayos, la razón de la intensidad de campo eléctrico del punto C es sustancialmente igual a la del punto B en una posición de descarga. De esta manera, cuando la ampliación se establece en 1,5 veces, se espera que la razón de la intensidad de campo eléctrico del punto C no supere la del punto B en toda posición de descarga. Además, cuando la ampliación se establece en 1,0 veces, se espera que la razón de la intensidad de campo eléctrico del punto C sea significativamente más baja que la del punto B.

Por otra parte, a modo de ejemplo comparativo, si la concentración del campo eléctrico en el saliente de recepción de rayos es mayor o igual que la concentración del campo eléctrico en el límite superficial, se entiende que el efecto del saliente de recepción de rayos no es conseguido de modo suficiente. Para minimizar la influencia en la característica aerodinámica, una posición de 30 mm desde el límite superficial y una longitud del saliente de recepción de rayos de 30 mm son eficaces, es decir, una ampliación menor o igual que 1,0.

La presente invención no se limita a las realizaciones descritas, pudiendo hacerse variaciones, modificaciones o similares apropiadas. Además, los materiales, las configuraciones, las dimensiones, las formas, el número, las posiciones o similares de los elementos constitutivos respectivos son arbitrarios y no tienen carácter limitativo si merced a ellos la presente invención puede ser lograda.

Aplicabilidad industrial

Como ha sido descrito, el receptor de rayos está destinado a formar parte de la superficie de una pala de generación de energía eólica, y el saliente de recepción de rayos sobresale de la superficie del receptor de rayos. El saliente de recepción de rayos está previsto en el límite superficial entre el cuerpo de pala y el receptor de rayos. Un límite superficial que proteja contra rayos está posicionado dentro del radio del círculo centrado en la punta del saliente de recepción de rayos y cuyo radio sea dos veces la longitud del saliente de recepción de rayos. Por tanto, el punto en que la concentración de campo eléctrico en la superficie del receptor de rayos es máxima es desplazado desde el límite a la punta del saliente de recepción de rayos, y cuando un rayo caiga en la pala, la posibilidad de que en ella se produzcan daños asociados con la caída del rayo se reduce de manera significativa en el límite. Además, la polaridad de una descarga de rayo es generalmente negativa, de manera que la posibilidad de descarga por la porción superior de la turbina eólica es muy alta. Pero una descarga positiva puede tener lugar en función de las circunstancias, y parte de un rayo positivo puede ser descargada en una porción lateral o una porción de fondo de la turbina eólica. En este caso como el ángulo de descarga con respecto a la pala de turbina eólica aumenta, la posibilidad de detener el rayo mediante el límite aumenta. Como el punto de concentración de campo eléctrico es formado de modo factitivo, la presente invención produce un gran efecto en la descarga de un rayo en cualquier dirección.

Lista de signos de referencia

- 1: turbina eólica
- 2: rotor
- 5 3: pala
- 30: cuerpo de pala
- 31: receptor de rayos
- 32: límite superficial
- 4: saliente de recepción de rayos
- 10 5: círculo
- 6: eje de pala

REIVINDICACIONES

- 5 1. Una estructura de protección contra rayos de una pala (3) de generación de energía eólica, que comprende un receptor de rayos (31) hecho de un material conductor eléctrico y destinado a formar parte de la superficie de la pala (3), y un saliente (4) de recepción de rayos destinado a sobresalir de la superficie del receptor de rayos (31) de tal manera que el receptor de rayos (31) forma la punta del cuerpo (30) de una pala hecho de plástico reforzado con fibra (FRP) y que el saliente (4) de recepción de rayos está situado en la proximidad de un límite superficial entre el cuerpo de pala (30) y el receptor de rayos (31), de manera que al menos una porción del límite superficial (32) destinado a proteger contra rayos esté posicionado dentro del radio de un círculo (5) centrado en la punta del saliente de recepción de rayos (4) y cuyo radio sea dos veces la longitud del saliente (4) de recepción de rayos, caracterizada por que la distancia entre el saliente (4) de recepción de rayos y el límite superficial (32) en la dirección axial de la pala (3) varía entre 10 y 150 mm.
- 10
2. La estructura de protección contra rayos de la pala de generación de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 1, en la que el saliente de recepción de rayos (4) presenta una superficie de sección transversal de 5 a 1000 mm².
- 15
3. La estructura de protección contra rayos de la pala de generación de energía eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en la que el saliente de recepción de rayos (4) está previsto de manera que forme un ángulo de 45 a 135 grados con la dirección axial (6) de la pala.
- 20
4. La estructura de protección contra rayos de la pala de generación de energía eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en la que en una dirección perpendicular a la dirección axial (6) de la pala (3) y en la que la punta del saliente (4) de recepción de rayos esté posicionada, la punta del saliente (4) de recepción de rayos está prevista exteriormente con respecto al límite superficial (32) destinado a proteger contra rayos.
5. La estructura de protección contra rayos de la pala de generación de energía eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en la que el saliente de recepción de rayos (4) está posicionado en una dirección aplanada del borde del receptor de rayos (31).

FIG. 1

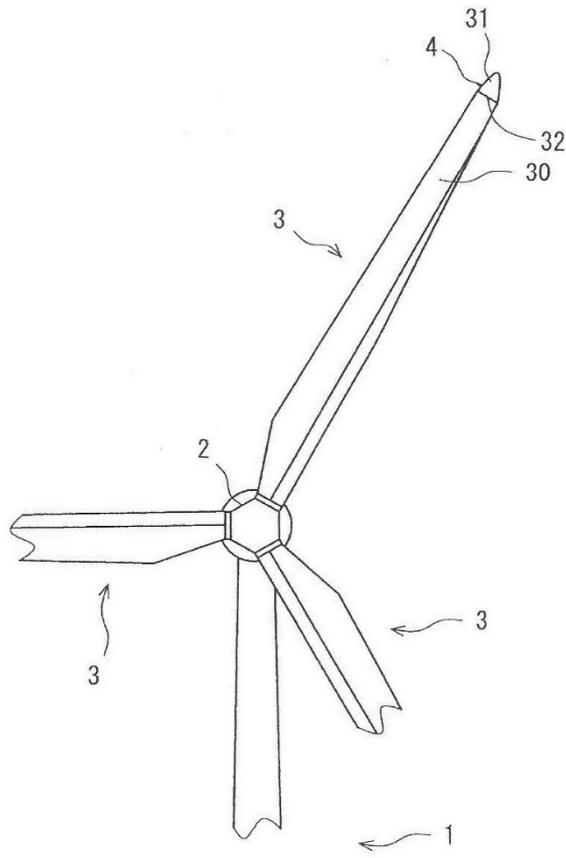


FIG. 2

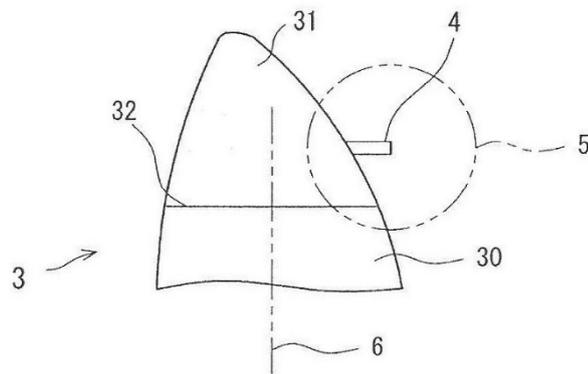


FIG. 3

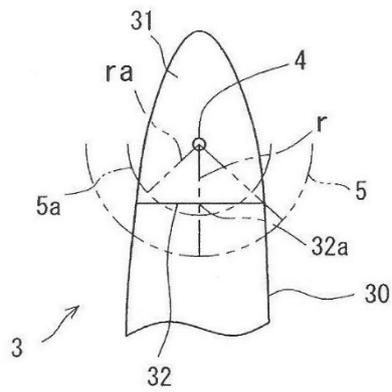
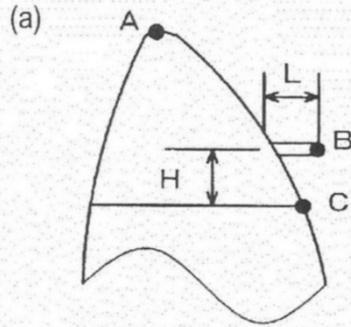
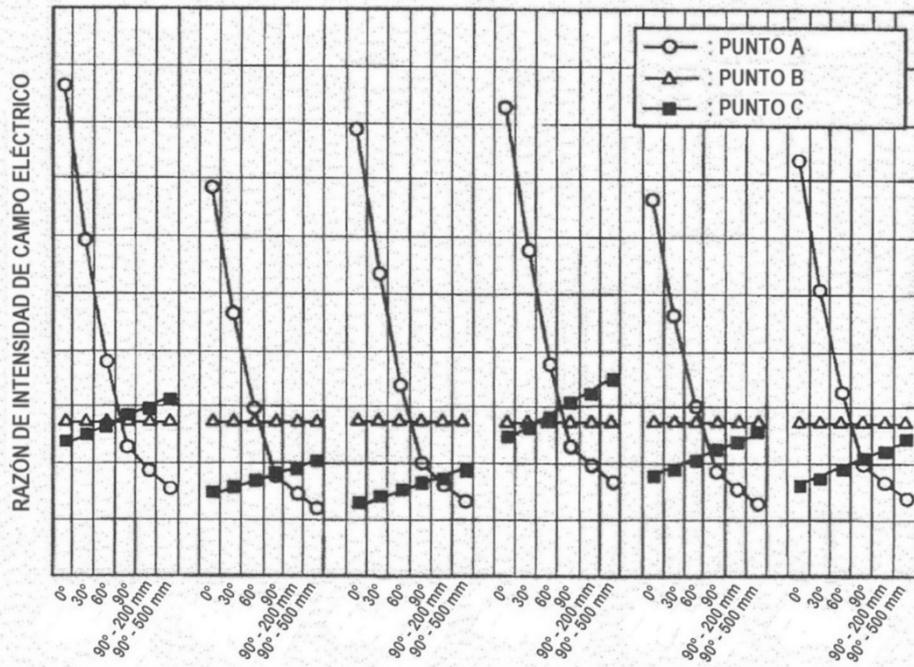


FIG. 4



(b)



	EJEMPLO COMPARATIVO	EJEMPLO	EJEMPLO	EJEMPLO COMPARATIVO	EJEMPLO	EJEMPLO
L	← 15mm →	← 30mm →	← 50mm →	← 15mm →	← 30mm →	← 50mm →
H	← 30mm →	← 30mm →	← 50mm →	← 50mm →	← 50mm →	← 50mm →
H/L	2.00	1.00	0.60	3.33	1.67	1.00
EVALUACIÓN	×	⊙	⊙	×	○	⊙