

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 986 286**

51 Int. Cl.:

F03D 80/30

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.12.2022** **E 22211020 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.07.2024** **EP 4215746**

54 Título: **Dispositivo de supresión de rayos para palas de aerogeneradores**

30 Prioridad:

19.01.2022 JP 2022006368
06.07.2022 JP 2022108761

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
11.11.2024

73 Titular/es:

LIGHTNING SUPPRESSION SYSTEMS CO., LTD.
(100.0%)
44F Yokohama Landmark Tower, 2-1 Minatomirai
2-chome, Nishi-ku
Yokohama-shi, Kanagawa 220-8144, JP

72 Inventor/es:

MATSUMOTO, TOSHIO

74 Agente/Representante:

IZQUIERDO BLANCO, María Alicia

ES 2 986 286 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

Dispositivo de supresión de rayos para palas de aerogeneradores

5 ANTECEDENTES

CAMPO DE LA INVENCION

10 **[0001]** La presente invención se refiere a un dispositivo de supresión de rayos para las palas del aerogenerador que suprime los rayos a las palas de turbina eólica, en particular, las palas del aerogenerador que constituyen una turbina eólica de un generador de energía eólica, suprimiendo así los daños en el generador de energía eólica.

TÉCNICA RELACIONADO

15 **[0002]** La energía eólica es conocida como un ejemplo de energía renovable.

[0003] Un generador eólico para generar energía utilizando esta energía eólica incluye una turbina eólica.

20 **[0004]** El aerogenerador incluye un puntal alto, una góndola montada en un extremo superior del puntal y con un generador instalado en él, y un gran número de palas del aerogenerador montadas en la góndola y que accionan rotacionalmente el generador.

25 **[0005]** En un generador eólico de este tipo, las palas del aerogenerador se hacen girar por el viento que se produce de forma natural, y el generador se acciona rotacionalmente junto con la rotación de las palas del aerogenerador, generando así energía.

[0006] En este caso, el puntal es alto y las palas del aerogenerador están situadas en posiciones elevadas para recibir el viento con eficacia. Además, las palas de la turbina eólica están formadas para ser largas para aumentar la cantidad de generación de energía.

30 **[0007]** Cada pala del aerogenerador tiene una longitud de, por ejemplo, entre varias decenas de metros y cien metros.

[0008] En este caso, la pala del aerogenerador se diseña de forma que la velocidad de la punta de la pala no supere la velocidad del sonido para evitar la generación de ondas de choque.

35 **[0009]** Por ejemplo, cuando la velocidad de rotación es de 20 rotaciones por minuto, el valor límite superior de la longitud de la pala del aerogenerador en funcionamiento práctico se estima en unos 110 metros. Obsérvese que, con esta longitud de la pala del aerogenerador, la velocidad de la punta de la pala del aerogenerador es de unos 230 metros por segundo.

40 **[0010]** En un aerogenerador de este tipo, al girar las palas del aerogenerador, la punta de una de ellas alcanza la posición más alta de todo el aerogenerador, es decir, la posición más cercana a una nube de tormenta.

[0011] Por lo tanto, es probable que se produzcan rayos hacia las palas del aerogenerador.

45 **[0012]** Como un ejemplo de contramedida contra tal inconveniente, se conoce una pala de generación de energía eólica descrita en JP 2012-246812 A.

50 **[0013]** En la pala de generación de energía eólica (correspondiente a la pala del aerogenerador) descrita en JP 2012-246812 A, se proporciona una porción metálica receptora de rayos en la punta de la misma, una línea de tierra está conectada eléctricamente a la porción receptora de rayos, y la línea de tierra está enterrada en el suelo a través del interior de la pala del aerogenerador y el puntal.

55 **[0014]** Con la configuración antes mencionada, cuando se produce un rayo hacia la pala de generación de energía eólica, la pala de generación de energía eólica descrita en el documento JP 2012-246812 A puede guiar el rayo hacia la porción receptora de rayos para provocar que el rayo fluya hacia el suelo a través de la línea de tierra.

[0015] Como resultado, la pala de generación de energía eólica descrita en el documento JP 2012-246812 A puede suprimir los daños en la pala de generación de energía eólica, la góndola y diversos dispositivos instalados en la góndola debido a la descarga del rayo.

60 RESUMEN

[0016] En una pala de aerogenerador convencional de este tipo, sigue existiendo el siguiente problema que requiere mejoras.

65

- 5 **[0017]** La pala convencional del aerogenerador no siempre puede guiar los rayos hacia la parte receptora de rayos, incluso cuando el rayo se produce hacia la pala del aerogenerador. De hecho, se ha confirmado un accidente en el que un rayo que se dirige hacia una pala de aerogenerador, golpea directamente una superficie exterior o similar de la pala del aerogenerador.
- [0018]** Además, dado que los rayos son guiados hacia la porción receptora de rayos, aumenta el número de veces que los rayos impactan directamente en la pala del aerogenerador.
- 10 **[0019]** Por lo tanto, no puede decirse necesariamente que la pala de aerogenerador convencional pueda suprimir eficazmente los daños en la pala de aerogenerador, una góndola, diversos dispositivos instalados en la góndola y un puntal.
- 15 **[0020]** Este problema se deriva de la idea técnica de guiar un rayo hacia un lugar donde no hay ningún cuerpo que proteger.
- [0021]** Por otra parte, por ejemplo, un dispositivo de supresión de rayos descrito en JR 5839331 B1 se conoce como una nueva técnica para hacer frente a los rayos que se centra en un mecanismo de generación de rayos. Se considera que dicho dispositivo de supresión de rayos puede reducir en gran medida el número de veces que un rayo impacta directamente en una pala de aerogenerador cuando se monta en la punta de la pala del aerogenerador.
- 20 **[0022]** En el interior de una nube de tormenta se produce una separación de cargas, y una parte inferior de la misma está cargada negativamente.
- 25 **[0023]** Por ejemplo, cuando la parte inferior de la nube de tormenta está cargada negativamente, la superficie del suelo situada debajo de la nube de tormenta se carga positivamente debido a la inducción electrostática. En el caso de una posición elevada, como un pararrayos, un árbol o similar, como la distancia desde la nube de tormenta es corta, la densidad de carga positiva es grande.
- 30 **[0024]** Aquí, en el interior de la nube de tormenta, como la diferencia de potencial es extremadamente grande debido a la separación de cargas, el aislamiento eléctrico de la atmósfera se rompe localmente y se produce una descarga débil.
- [0025]** En un rayo, una descarga débil (líder escalonada) con carga negativa avanza hacia abajo desde una nube de tormenta y sigue avanzando intermitentemente hacia el suelo.
- 35 **[0026]** Por otra parte, dado que la diferencia de potencial entre la parte inferior de la nube de tormenta y las proximidades de la superficie del suelo se vuelve extremadamente grande, el aislamiento eléctrico de la atmósfera se rompe localmente y se produce una descarga débil (transmisor) con carga positiva hacia arriba desde las proximidades de la superficie del suelo, en particular un pararrayos, un árbol y similares.
- 40 **[0027]** Cuando el líder escalonado y el transmisor se combinan, la parte inferior de la nube de tormenta y la superficie del suelo se conectan eléctricamente en la ruta de descarga, y una corriente muy fuerte (corriente de retroalimentación) fluye de acuerdo con la diferencia de potencial. Esta corriente de retroalimentación se denomina generalmente rayo.
- 45 **[0028]** El dispositivo de supresión de rayos descrito en JP 5839331 B1 incluye un electrodo inferior y un electrodo superior que forman un condensador, y el electrodo inferior está conectado a tierra.
- [0029]** Con la configuración mencionada, en el dispositivo de supresión de rayos descrito en el documento JP 5839331 B1, dado que el electrodo inferior transporta el mismo tipo de cargas que las cargas transportadas en la superficie del suelo, el electrodo superior transporta el mismo tipo de carga que la carga transportada en el fondo de la nube de tormenta, reduciendo así la diferencia de potencial entre el electrodo superior y el fondo de la nube de tormenta.
- 50 **[0030]** Como resultado, el dispositivo de supresión de rayos descrito en JP 5839331 B1 puede suprimir la generación del transmisor y puede evitar el impacto directo de un rayo como corriente de retroalimentación.
- 55 **[0031]** En este caso, el dispositivo de supresión de rayos descrito en el documento JP 5839331 B1 tiene una forma exterior sustancialmente esférica, de modo que es posible evitar que se forme localmente en el electrodo superior una porción que tenga una alta densidad de carga.
- 60 **[0032]** Como resultado, de nuevo, el dispositivo de supresión de rayos descrito en JP 5839331 B1 puede suprimir la generación de transmisor y puede prevenir un impacto directo de rayo como corriente de retroalimentación.
- [0033]** Sin embargo, para montar dicho dispositivo de supresión de rayos en la punta de la pala del aerogenerador, es necesario resolver el siguiente problema.

[0034] Cuando las palas del aerogenerador giran, una fuerte fuerza centrífuga actúa sobre el dispositivo de supresión de rayos montado en la punta de la pala del aerogenerador en una dirección tal que el dispositivo de supresión de rayos se desprende.

5 **[0035]** Por ejemplo, cuando la velocidad de rotación es de 20 rotaciones por minuto y la longitud de la pala del aerogenerador es de 110 metros, se calcula que la magnitud de la fuerza centrífuga que actúa sobre el dispositivo de supresión de rayos es unas 49 veces la magnitud de la gravedad que actúa sobre el dispositivo de supresión de rayos.

10 **[0036]** Además, cuando las palas del aerogenerador giran, se aplica una fuerte presión del viento al dispositivo de supresión de rayos montado en la punta de la pala del aerogenerador.

15 **[0037]** Por ejemplo, cuando la velocidad de rotación es de 20 rotaciones por minuto y la longitud de la pala del aerogenerador es de 110 metros, se calcula que la presión del viento aplicada al dispositivo de supresión de rayos es de unos 33 kilo newtons por metro cuadrado.

20 **[0038]** En ese caso, si la forma exterior del dispositivo de supresión de rayos es esférica y su diámetro es de 20 cm, se estima que la magnitud de la fuerza de resistencia a la presión del viento que actúa sobre el dispositivo de supresión de rayos es de unos 530 newtons, es decir, que es casi igual a la magnitud de la gravedad que actúa sobre la masa de unos 54 kilogramos.

25 **[0039]** El dispositivo de supresión de rayos montado en la punta de la pala del aerogenerador puede desprenderse fácilmente debido a la fuerza centrífuga y a la fuerza de resistencia a la presión del viento descritas anteriormente, lo que provoca la pérdida del efecto de supresión de rayos. Un ejemplo de montaje de un dispositivo de supresión en una pala de aerogenerador se conoce por el documento JP 2021 124100 A.

[0040] En vista de las condiciones reales mencionadas anteriormente, el problema a resolver por la presente invención es proporcionar un dispositivo de supresión de rayos para palas de aerogeneradores capaz de evitar en la medida de lo posible su desprendimiento de la pala del aerogenerador.

30 **[0041]** Además, para proporcionar dicho dispositivo de supresión de rayos para palas de aerogeneradores, otro problema a resolver por la presente invención es minimizar la influencia sobre las características aerodinámicas de las palas de los aerogeneradores.

35 **[0042]** Para solucionar los problemas antedichos, la actual invención proporciona un dispositivo de la supresión del relámpago para las palas de turbina de viento que se proporcione en una extremidad de una pala de turbina de viento y suprima el relámpago golpeado en la pala de turbina de viento, el dispositivo incluyendo: un aislante eléctrico fijado a la punta de la pala del aerogenerador y formado de un material no conductor; un electrodo interno fijado al aislante eléctrico en un lado opuesto a la pala del aerogenerador; y un electrodo externo fijado al aislante eléctrico para rodear el electrodo interno con un espacio predeterminado entre ellos, en el que el aislante eléctrico está fijado a la punta de la pala del aerogenerador por un medio de fijación, y un medio de conexión a tierra está conectado al electrodo interno.

[0043] La presente invención tiene un mecanismo similar al del dispositivo de supresión de rayos descrito en JP 5839331 B1 y proporciona un efecto de supresión de rayos.

45 **[0044]** Por ejemplo, cuando la parte inferior de la nube de tormenta está cargada negativamente, la superficie del suelo situada debajo de la nube de tormenta se carga positivamente debido a la inducción electrostática.

[0045] En ese caso, dado que el electrodo interno está conectado eléctricamente a la superficie del suelo y, por tanto, está cargado positivamente, el electrodo externo está cargado negativamente debido a la inducción electrostática.

50 **[0046]** Dado que el electrodo externo tiene una carga negativa que es del mismo tipo que la carga en el fondo de la nube de tormenta, cuando las palas del aerogenerador giran y la punta de una de ellas se enfrenta a la nube de tormenta, se reduce la diferencia de potencial entre el fondo de la nube de tormenta que tiene una carga negativa y el electrodo externo que también tiene una carga negativa.

55 **[0047]** Por lo tanto, se suprime la generación de transmisor desde el electrodo externo, y así, se hace posible suprimir un impacto directo de rayo como corriente de retroalimentación al electrodo externo.

60 **[0048]** Se espera que este efecto de supresión del rayo se extienda a toda la turbina eólica y a la instalación de suministro y distribución de energía y a la línea de transmisión de energía suministrada junto a la turbina eólica, por la región de distribución de carga negativa en el electrodo exterior que sirve de barrera para proteger una zona situada debajo del impacto directo de un rayo.

65 **[0049]** Con la configuración mencionada, un usuario de la presente invención puede fijar el aislante eléctrico a la punta de la pala del aerogenerador evitando el electrodo interno y el electrodo externo.

- [0050] Es decir, puesto que el electrodo interno y el electrodo externo se unen al aislador eléctrico en el lado opuesto a la pala del aerogenerador, hay una amplia zona en el aislador eléctrico para una porción donde se va a proporcionar el medio de fijación a la punta de la pala del aerogenerador.
- 5 [0051] Por lo tanto, el usuario de la presente invención puede seleccionar con relativa libertad la posición de instalación y la forma de fijación de los medios de fijación para fijar firmemente el aislante eléctrico y la punta de la pala del aerogenerador.
- 10 [0052] Como resultado, la presente invención puede evitar el desprendimiento de la misma de la punta de la pala del aerogenerador mientras que resiste suficientemente la fuerza centrífuga y la fuerza de resistencia a la presión del viento con el fin de asegurar la solidez de la turbina eólica.
- 15 [0053] Además, de acuerdo con una realización de la presente invención, el electrodo interno se forma en una forma de placa.
- [0054] Con la configuración antes mencionada, el usuario de la presente invención puede formar la forma exterior del electrodo externo en una forma plana de acuerdo con la forma del electrodo interno.
- 20 [0055] Como resultado, la presente invención puede evitar el desprendimiento de la misma de la punta de la pala del aerogenerador, mientras que además resiste suficientemente la fuerza de resistencia a la presión del viento cuando las palas de la turbina eólica giran, con el fin de asegurar aún más la solidez de la turbina eólica.
- 25 [0056] Además, de acuerdo con una realización de la presente invención, el electrodo interno se forma en una forma semicircular.
- [0057] Con la configuración mencionada, el usuario de la presente invención no necesita dar una forma compleja a la punta de la pala del aerogenerador para instalar el dispositivo de supresión de rayos; basta, por ejemplo, con darle una forma plana.
- 30 [0058] Además, las características aerodinámicas originales de las palas del aerogenerador pueden mantenerse en la medida de lo posible.
- [0059] Además, de acuerdo con una realización de la presente invención, el electrodo interno se forma en una forma hueca.
- 35 [0060] Con la configuración antes mencionada, el usuario de la presente invención puede aumentar el área de la placa del polo de un condensador formado por el electrodo interno y el electrodo externo con el fin de aumentar la capacitancia electrostática del mismo.
- 40 [0061] Como resultado, la presente invención puede mejorar aún más el efecto de supresión de rayos guiando más cargas al electrodo externo y ampliando una región de distribución de cargas en el electrodo externo.
- [0062] Además, de acuerdo con una realización de la presente invención, el electrodo interno se forma en una forma de concha sustancialmente semiesférica en sección transversal.
- 45 [0063] Con la configuración mencionada, el usuario de la presente invención no necesita dar una forma compleja a la punta de la pala del aerogenerador para instalar el dispositivo de supresión de rayos; basta, por ejemplo, con darle una forma plana.
- 50 [0064] Además, las características aerodinámicas de las palas del aerogenerador pueden mantenerse en cierta medida.
- [0065] Además, en la presente invención, el aislante eléctrico está formado de manera que la superficie de contacto sustancialmente completa con la punta de la pala del aerogenerador es plana cuando se fija a la punta de la pala del aerogenerador.
- 55 [0066] Con la configuración mencionada, el usuario de la presente invención puede simplificar y reducir el coste de fabricación de las palas de la turbina eólica a las que se acopla el dispositivo de supresión de rayos.
- [0067] Además, en la presente invención, el aislante eléctrico está formado para ser ajustado por una estructura cóncava-convexa cuando se fija a la punta de la pala del aerogenerador.
- 60 [0068] Con la configuración mencionada, en la presente invención, aumenta aún más la fuerza de fijación entre el aislante eléctrico y la punta de la pala del aerogenerador.

[0069] Además, en la presente invención, un miembro de refuerzo se proporciona preferiblemente en la punta de la pala del aerogenerador de una manera integrada, y el miembro de refuerzo y el aislante eléctrico se fijan por los medios de fijación.

5 **[0070]** Con la configuración antes mencionada, en la presente invención, la fijación entre el aislante eléctrico y las palas de la turbina eólica se refuerza aún más, y se evita el desprendimiento de la punta de la pala del aerogenerador, con el fin de asegurar aún más la solidez de la turbina eólica.

10 **[0071]** Además, en la presente invención, el electrodo externo tiene preferiblemente una superficie exterior formada para extenderse sustancialmente a lo largo de una superficie extendida de una superficie exterior de la pala del aerogenerador.

15 **[0072]** Con la configuración anterior, en la presente invención, se mantiene la forma exterior de la punta de la pala del aerogenerador, con lo que se hace posible exhibir el efecto de supresión de rayos al tiempo que se minimiza la influencia sobre las características aerodinámicas de la pala del aerogenerador.

[0073] En la presente invención, los medios de fijación sirven preferiblemente también como medios de puesta a tierra.

20 **[0074]** Con la configuración mencionada, en la presente invención, se reduce el número de componentes y se puede simplificar el proceso de montaje.

[0075] Además, en la presente invención, más preferiblemente, se proporciona una pluralidad de los medios de fijación.

25 **[0076]** Con la configuración antes mencionada, en la presente invención, el electrodo interno es soportado por la pluralidad de medios de fijación, y por lo tanto, se fija de forma estable al aislante eléctrico, por lo que la solidez del propio dispositivo de supresión de rayos puede ser asegurada.

30 **[0077]** El dispositivo de supresión de rayos para palas de aerogeneradores de la presente invención consigue una fijación firme con la punta de la pala del aerogenerador, lo que permite asegurar la solidez de la pala del aerogenerador.

35 **[0078]** Además, en el dispositivo de supresión de rayos para palas de aerogeneradores de la presente invención, el electrodo externo tiene una superficie exterior formada para extenderse sustancialmente a lo largo de una superficie extendida de una superficie exterior de la pala del aerogenerador, por lo que se hace posible exhibir el efecto de supresión de rayos al tiempo que se minimiza la influencia sobre las características aerodinámicas de la pala del aerogenerador.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0079]

40 La FIG. 1 es una vista general de una instalación de generación de energía eólica a la que se aplica una primera realización de la presente invención;
La FIG. 2 es una vista en sección transversal de una pala de aerogenerador a la que se aplica la primera realización de la presente invención;
45 La FIG. 3 es una vista en sección transversal de una punta de la pala del aerogenerador a la que se aplica la primera realización de la presente invención;
La FIG. 4 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea IV-IV de la FIG. 3;
La FIG. 5 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea V-V de la FIG. 3;
La FIG. 6 es una vista en sección transversal de la punta de una pala de aerogenerador a la que se aplica una segunda realización de la presente invención;
50 La FIG. 7 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea VII-VII de la FIG. 6;
La FIG. 8 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea VIII-VIII de la FIG. 6;
La FIG. 9 es una vista en sección transversal de la punta de una pala de aerogenerador a la que se aplica una tercera realización de la presente invención;
La FIG. 10 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea X-X de la FIG. 9;
55 La FIG. 11 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea XI-XI de la FIG. 9; y
La FIG. 12 es una vista lateral esquemática para explicar una ruta de una línea de tierra que se extiende desde una biela en un dispositivo de supresión de rayos de la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

60 **[0080]** A continuación, se describirá una primera realización de la presente invención con referencia a los dibujos.

65 **[0081]** En la FIG. 1, un signo de referencia 1 denota una instalación de generación de energía eólica a la que se aplica la presente forma de realización, y un signo de referencia A denota el suelo sobre el que se levanta la instalación de generación de energía eólica 1.

[0082] La instalación de generación de energía eólica 1 incluye un aerogenerador 2 para la generación de energía eólica, y una instalación de suministro y distribución de energía 3 y líneas de transmisión de energía 4 para suministrar y distribuir la energía eléctrica generada en el aerogenerador 2.

5 **[0083]** Además, el aerogenerador 2 incluye un puntal 5, una góndola 51 dispuesta en un extremo superior del puntal 5, un buje 52 conectado a un eje de transmisión (no ilustrado) de un generador instalado en la góndola 51, y una pluralidad de palas de aerogenerador 6 fijadas al cubo 52.

10 **[0084]** Con la configuración mencionada, el aerogenerador 2 genera energía mediante la pluralidad de palas del aerogenerador 6 que reciben viento para girar, haciendo girar así el eje de accionamiento del generador a través del cubo 52.

15 **[0085]** Como se ilustra en la FIG. 2, cada pala de aerogenerador 6 tiene un dispositivo de supresión de rayos 7 instalado en la punta del mismo, y una línea de tierra 8 instalada en él.

20 **[0086]** Como se ilustra en las FIGS. 3 a 5, el dispositivo de supresión de rayos 7 incluye: un electrodo interno 9 (cuya sección transversal no se ilustra) formado en forma de placa semicircular; un electrodo externo 10 formado en una forma sustancialmente plana que tiene una sección transversal en forma de concha sustancialmente semiesférica y dispuesto de manera que rodea el electrodo interno 9 con un espacio predeterminado L entre ellos; y un aislante eléctrico 11 fijado a la punta de la pala del aerogenerador 6 y que tiene el electrodo interno 9 y el electrodo externo 10 fijados al mismo en un lado opuesto a la pala del aerogenerador 6.

25 **[0087]** Aquí, la punta de la pala del aerogenerador 6 está cerrada. Es preferible que una placa de refuerzo 12 esté incrustada, en la pala del aerogenerador 6, desde la punta hasta una pared periférica.

[0088] Además, aquí, la sección transversal sustancialmente semiesférica en forma de concha del electrodo externo 10 se forma preferiblemente para extenderse sustancialmente a lo largo de una superficie extendida de una superficie exterior de la pala del aerogenerador 6.

30 **[0089]** Los extremos inferiores respectivos del electrodo interno 9 y del electrodo externo 10 se ajustan al aislante eléctrico 11 a una profundidad predeterminada, y se fijan al mismo mediante un adhesivo o similar.

[0090] El electrodo interno 9 y el electrodo externo 10 están hechos de un material conductor como el acero inoxidable.

35 **[0091]** El aislante eléctrico 11 está hecho de un material no conductor como el plástico reforzado con fibra (FRP).

[0092] El aislante eléctrico 11 está colocado en contacto con la superficie de la punta de la pala del aerogenerador 6, y está firmemente engarzado y fijado por miembros de fijación 13 (no se ilustra su sección transversal).

40 **[0093]** El dispositivo de protección contra rayos 7 se fija a la punta de la pala del aerogenerador 6 mediante las superficies de contacto 23 y 24.

45 **[0094]** La superficie de contacto 23 es una superficie plana. La superficie de contacto 24 es una superficie formada con una estructura cóncavo-convexa, y la superficie de contacto 24 acopla el dispositivo de supresión de rayos 7 con la punta de la pala del aerogenerador 6.

50 **[0095]** Aquí, en la presente realización, se utilizan pernos como los miembros de fijación 13, que penetran en la superficie de la punta de la pala del aerogenerador 6 y la placa de refuerzo 12 desde el interior de la pala del aerogenerador 6 y se atornillan al aislador eléctrico 11. Como resultado, el aislante eléctrico 11 queda firmemente engarzado y fijado a la punta de la pala 6 del aerogenerador.

55 **[0096]** Además, se forman continuamente orificios pasantes en porciones centrales de la superficie de la punta de la pala del aerogenerador 6, el aislante eléctrico 11 y la placa de refuerzo 12, y luego se inserta la biela 14 (cuya sección transversal no se ilustra) en estos orificios pasantes desde el interior de la pala del aerogenerador 6.

[0097] En ese caso, una porción de conexión en la que puede enroscarse la biela 14 se acopla a una porción del extremo inferior del electrodo interno 9 y se fija al mismo mediante soldadura o similar.

60 **[0098]** La biela 14 está hecha de un material conductor como el acero inoxidable.

[0099] La punta de la biela 14 se enrosca en la porción de conexión prevista en la porción del extremo inferior del electrodo interno 9.

65 **[0100]** Como resultado, la biela 14 soporta el electrodo interno 9.

[0101] Además, la biela 14 recibe una tuerca de fijación 15 (cuya sección transversal no se ilustra) que se atornilla a una parte intermedia de la misma.

[0102] La tuerca de fijación 15 se pone en contacto a presión con una superficie interior de la punta de la pala de aerogenerador 6, y coopera con el electrodo interno 9 para intercalar y fijar la punta de la pala de aerogenerador 6, el aislante eléctrico 11 y la placa de refuerzo 12.

[0103] Un extremo de la línea de tierra 8 está conectado eléctricamente a la biela 14 dentro de la pala 6 del aerogenerador.

[0104] Aquí, en la presente realización, la línea de tierra 8 está conectada a un terminal de engarce y está intercalada mientras se engarza por dos tuercas de fijación separadas de la tuerca de fijación 15 que están atornilladas a la biela 14.

[0105] Además, la línea de tierra 8 se extiende a través del en el interior del puntal 5 y su otro extremo se entierra en el suelo A.

[0106] Como ejemplo ilustrado en la FIG. 12, cuando una superficie interior 5b del puntal 5 está hecha de un metal conductor, la línea de tierra 8 puede estar conectada eléctricamente a la superficie interior 5b en lugar de estar enterrada en la tierra A.

[0107] Además, en cuanto a la línea de tierra 8, como se ilustra en la FIG. 12, se proporciona una escobilla de deslizamiento 81 en el interior de la góndola 51 y, de este modo, la conexión eléctrica a través de la línea de tierra 8 se mantiene incluso cuando las palas del aerogenerador 6 están girando.

[0108] En el dispositivo de supresión de rayos 7 de la presente realización, el usuario coloca en primer lugar el aislante eléctrico 11 con el electrodo interno 9 y el electrodo externo 10 fijados al mismo, de forma que esté en contacto superficial con la punta de la pala del aerogenerador 6.

[0109] A continuación, el usuario utiliza los elementos de fijación 13 para engarzar y fijar el aislante eléctrico 11 a la punta de la pala del aerogenerador 6.

[0110] A continuación, el usuario hace que la varilla de conexión 14 se enrosque en la porción de conexión provista en una porción del extremo inferior del electrodo interno 9.

[0111] A continuación, el usuario pone la tuerca de fijación 15 en contacto de presión con la superficie interior de la punta de la pala del aerogenerador 6 para hacer que la tuerca de fijación 15 y el electrodo interno 9 cooperen entre sí, intercalando y fijando así la punta de la pala del aerogenerador 6 y el aislante eléctrico 11.

[0112] De acuerdo con el flujo mencionado anteriormente, el usuario puede ensamblar el dispositivo de supresión de rayos 7 y fijar el dispositivo a la punta de la pala del aerogenerador 6.

[0113] Aquí, el usuario del dispositivo de supresión de rayos 7 puede fijar el aislante eléctrico 11 a la punta de la pala del aerogenerador 6 evitando el electrodo interno 9 y el electrodo externo 10.

[0114] Es decir, dado que el electrodo interno 9 y el electrodo externo 10 están fijados al aislante eléctrico 11 en el lado opuesto a la pala del aerogenerador 6, hay una amplia zona en el aislante eléctrico 11 para una porción en la que se van a proporcionar pernos que sirven como miembros de fijación 13 a la punta de la pala del aerogenerador 6.

[0115] Por lo tanto, el usuario del dispositivo de supresión de rayos 7 puede seleccionar con relativa libertad la posición de instalación y el número de pernos que sirven como miembros de fijación 13 para fijar firmemente el aislante eléctrico 11 y la punta de la pala del aerogenerador 6.

[0116] Como resultado, el dispositivo de supresión de rayos 7 puede evitar el desprendimiento del mismo de la punta de la pala de la turbina 6 resistiendo suficientemente la fuerza centrífuga y la fuerza de resistencia a la presión del viento para garantizar la solidez de la turbina eólica 2.

[0117] Además, cuando una nube de tormenta se aproxima y la parte inferior de la nube de tormenta está cargada negativamente, la superficie del suelo A situada por debajo de la nube de tormenta se carga positivamente debido a la inducción electrostática.

[0118] En ese caso, como el electrodo interno 9 está conectado eléctricamente a la superficie de la masa A y, por tanto, está cargado positivamente, el electrodo externo 10 está cargado negativamente debido a la inducción electrostática.

[0119] Dado que el electrodo externo 10 tiene una carga negativa que es del mismo tipo que la carga en el fondo de la nube de tormenta, cuando las palas del aerogenerador 6 giran y la punta de una de las palas del aerogenerador 6 está

orientada hacia la nube de tormenta, se reduce la diferencia de potencial entre el fondo de la nube de tormenta que tiene una carga negativa y el electrodo externo 10 que también tiene una carga negativa.

[0120] Por lo tanto, se suprime la generación de transmisor desde el electrodo externo 10, y así, se hace posible suprimir un impacto directo de rayo como corriente de retroalimentación al electrodo externo 10.

[0121] Se espera que este efecto de supresión de rayos se extienda a todo el aerogenerador 2 y a la fuente de alimentación y la instalación de distribución 3 y la línea de transmisión de energía 4 situadas junto al aerogenerador 2, mediante la región de distribución de carga negativa en el electrodo externo 10 que actúa como barrera para proteger una zona situada debajo del impacto directo de un rayo.

[0122] Como una segunda realización de la presente invención, como se muestra en las FIGS. 6 a 8, un electrodo interno 16 se forma en una forma hueca a diferencia del electrodo interno 9, y en consecuencia, la forma de un electrodo externo 17 se modifica a partir de la del electrodo externo 10 con el fin de mantener la distancia desde el electrodo interno 16 constante.

[0123] Obsérvese que, dado que la estructura de fijación y similares del aislante eléctrico 11 son sustancialmente idénticas a las de la primera realización, se dan los mismos signos de referencia para simplificar la descripción de la misma.

[0124] Una forma exterior del electrodo interno 16 está formada en una forma sustancialmente plana que es una forma de concha sustancialmente semiesférica en sección transversal, así como una forma hueca, e incluye, en el centro interior del mismo, una porción de conexión en la que se enrosca la punta de la biela 14.

[0125] Además, las tuercas de fijación 15 atornilladas a la biela 14 incluyen una puesta en contacto a presión con la superficie interior de la punta de la pala del aerogenerador 6 en contacto de presión con la superficie interior de la superficie del extremo de la pala del aerogenerador 6 y otra en contacto de presión con el aislante eléctrico 11 dentro del electrodo interno 16, que intercalan y fijan la punta de la pala del aerogenerador 6 y el aislante eléctrico 11 en cooperación entre sí.

[0126] En la segunda realización de la presente invención, el usuario puede aumentar el área de la placa polar de un condensador formado por el electrodo interno 16 y el electrodo externo 17 con el fin de aumentar la capacitancia electrostática del mismo.

[0127] Como resultado, el dispositivo de supresión de rayos 7 según la segunda realización de la presente invención puede mejorar aún más el efecto de supresión de rayos guiando más cargas al electrodo externo 17 y ampliando una región de distribución de cargas en el electrodo externo 17.

[0128] Como una tercera realización de la presente invención, como se ilustra en las FIGS. 9 a 11, la estructura de fijación de un electrodo interno 18 se modifica con respecto a la del electrodo interno 9.

[0129] Obsérvese que, dado que la estructura de fijación y similares del electrodo externo 10 y del aislante eléctrico 11 son sustancialmente idénticas a las de la primera realización, se dan los mismos signos de referencia para simplificar su descripción.

[0130] Una pluralidad de bielas 19 (cuya sección transversal no se ilustra) se ajustan a una porción de extremo inferior del electrodo interno 18 y se fijan junto con una placa de soporte 20 (cuya sección transversal no se ilustra) mediante soldadura o similar.

[0131] En consecuencia, una pluralidad de agujeros pasantes se forma continuamente en la superficie de la punta de la pala del aerogenerador 6 y el aislante eléctrico 11, y las varillas de conexión 19 se insertan en ellos desde el interior de la pala del aerogenerador 6.

[0132] En ese caso, la placa de soporte 20 está incrustada en el aislante eléctrico 11.

[0133] Además, cada biela 19 recibe una tuerca de fijación 21 (cuya sección transversal no se ilustra) y una tuerca de fijación 22 (cuya sección transversal no se ilustra) atornillada a la misma.

[0134] La tuerca de fijación 21 se pone en contacto a presión con la superficie interior de la superficie de la punta de la pala del aerogenerador 6, y coopera con el electrodo interno 18 para intercalar y fijar la punta de la pala del aerogenerador 6 y el aislante eléctrico 11.

[0135] Además, la tuerca de fijación 21 empareda y engarza la línea de tierra 8 en cooperación con la tuerca de fijación 22.

[0136] En la tercera realización de la presente invención, el electrodo interno 18 está soportado por la pluralidad de varillas de conexión 19 y la placa de soporte 20 y, por lo tanto, está fijado de forma estable al aislante eléctrico 11, por lo que la solidez del propio dispositivo de supresión de rayos 7 puede ser asegurada.

5 **[0137]** Obsérvese que el usuario de la instalación de generación de energía eólica 1 está obligado a comprobar una vez al año si la línea de tierra 8 no está cortada. Así, es necesario acceder a la biela 14 (en adelante, biela 19 en la tercera realización) para confirmar la conducción entre la biela 14 y la masa A.

10 **[0138]** En este caso, como ejemplo ilustrado en la FIG. 12, cada pala de aerogenerador 6 tiene preferentemente una abertura 61 con tapa en las proximidades de la punta de la misma.

[0139] Aquí, la tapa (no ilustrada) de la abertura 61 está configurada de tal manera que una fuerza de resistencia a la presión del viento debida a la rotación de las palas de la turbina eólica 6 actúa en una dirección en la que la abertura 61 se cierra.

15 **[0140]** Con la configuración mencionada, el usuario de la instalación de generación de energía eólica 1 puede acceder a la biela 14 del interior de la pala del aerogenerador 6 desde el exterior de la misma a través de la abertura 61, y conectar una sonda para una prueba de conducción a la biela 14.

20 **[0141]** En cada una de las realizaciones, el usuario puede añadir una estructura sustancialmente aerodinámica hecha de un material no conductor al dispositivo de supresión de rayos 7 para proporcionar una estructura de aleta al aerogenerador, mejorando así las características aerodinámicas de las palas del aerogenerador.

25 **[0142]** Obsérvese que las diversas formas y similares de los respectivos componentes descritos en cada una de las realizaciones son meros ejemplos, y pueden modificarse diversamente en función de los requisitos de diseño y similares.

Lista de signos de referencia

[0143]

30 1 generación de energía eólica instalación
2 aerogenerador
3 instalación de suministro y distribución de energía
4 línea de transmisión eléctrica
5 puntal

35 51 nacelle
52 hub
6 pala de aerogenerador
61 apertura
7 dispositivo de supresión de rayos

40 8 línea de tierra
81 escobilla de deslizamiento
9 electrodo interno
10 electrodo externo
11 aislante eléctrico

45 12 placa de refuerzo
13 elemento de fijación
14 biela
15 tuerca de fijación
16 electrodo interno

50 17 electrodo externo
18 electrodo interno
19 biela
20 placa de soporte
21 tuerca de fijación

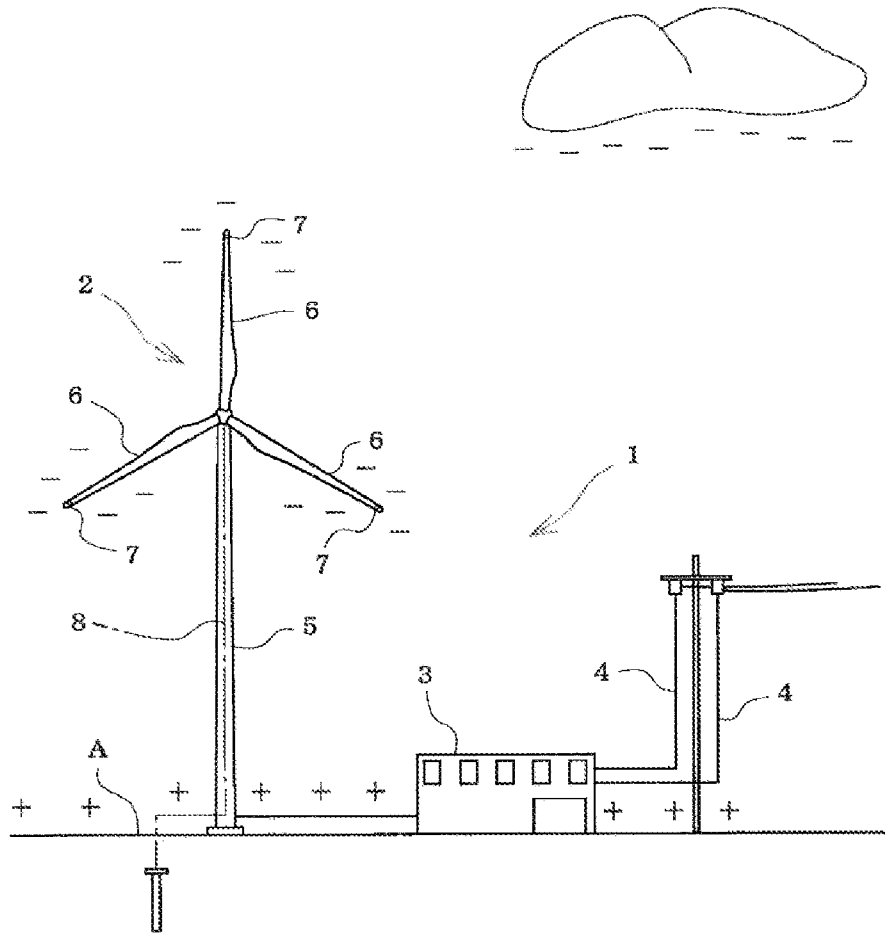
55 22 tuerca de fijación
23 superficie de contacto
24 superficie de contacto
A tierra
L hueco

60

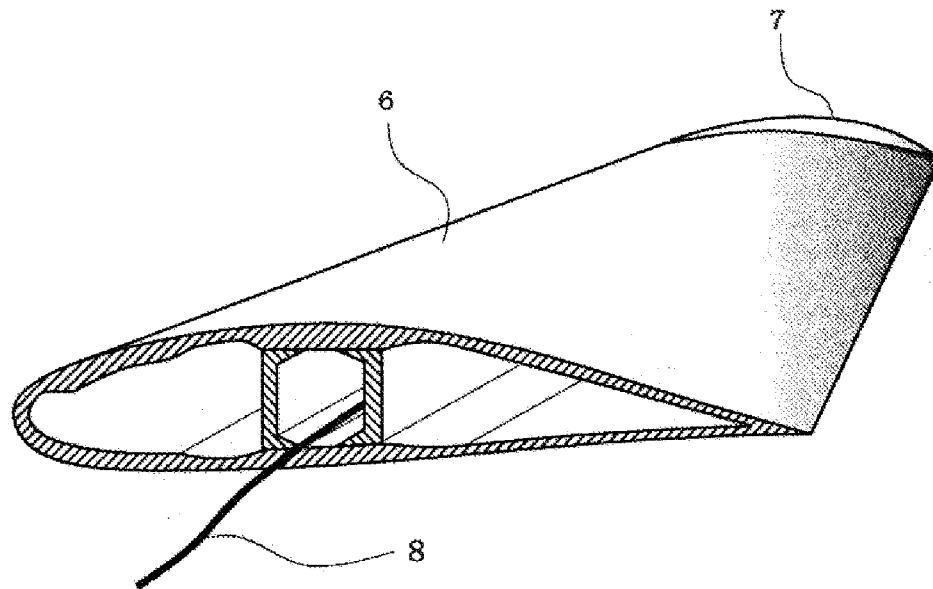
REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de supresión de rayos para palas de aerogeneradores (7) que se coloca en la punta de una pala de aerogenerador (6) y suprime los rayos que caen sobre la pala del aerogenerador (6), el dispositivo comprende:
 - un aislante eléctrico (11) fijado a la punta de la pala del aerogenerador (6) y formado por un material no conductor; un electrodo interno (9; 16; 18) fijado al aislante eléctrico (11) en un lado opuesto a la pala del aerogenerador (6); y un electrodo externo (10; 17) fijado al aislante eléctrico (11) de forma que rodee al electrodo interno (9; 16; 18) con un espacio predeterminado (L) entre ellos, en el que el aislante eléctrico (11) se fija a la punta de la pala del aerogenerador (6) mediante un medio de fijación (13, 14, 15; 19, 21, 22), y un medio de puesta a tierra (8, 14, 15; 8, 19, 21, 22) está conectado al electrodo interno (9; 16; 18).
2. El dispositivo de supresión de rayos para palas de aerogeneradores (7) según la reivindicación 1, en el que el electrodo interno (9; 16; 18) tiene forma de placa.
3. El dispositivo de supresión de rayos para palas de aerogeneradores (7) según la reivindicación 2, en el que el electrodo interno (9; 16; 18) tiene forma semicircular.
4. El dispositivo de supresión de rayos para palas de aerogeneradores (7) según la reivindicación 1, en el que el electrodo interno (9; 16; 18) tiene forma hueca.
5. El dispositivo de supresión de rayos para palas de aerogeneradores (7) según la reivindicación 4, en el que el electrodo interno (9; 16; 18) tiene forma de concha sustancialmente semiesférica en sección transversal.
6. El dispositivo de supresión de rayos para palas de aerogeneradores (7) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el aislante eléctrico (11) está formado de manera que la superficie de contacto (23, 24) sustancialmente entera con la punta de la pala de aerogenerador (6) es plana cuando se fija a la punta de la pala de aerogenerador (6).
7. El dispositivo de supresión de rayos para palas de aerogeneradores (7) según la reivindicación 6, en el que el aislante eléctrico (11) está formado para ajustarse mediante una estructura cóncavo-convexa cuando se fija a la punta de la pala del aerogenerador.
8. El dispositivo de supresión de rayos para palas de aerogeneradores (6) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que un miembro de refuerzo (12) está provisto en la punta de la pala de aerogenerador (6) de manera integrada, y el miembro de refuerzo (12) y el aislante eléctrico (11) están fijados por los medios de fijación (13, 14, 15; 19, 21, 22).
9. El dispositivo de supresión de rayos para palas de aerogeneradores (7) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el electrodo externo (11) tiene una superficie exterior formada para extenderse sustancialmente a lo largo de una superficie extendida de una superficie exterior de la pala de aerogenerador (6).
10. Un dispositivo de supresión de rayos para las palas de aerogeneradores (7) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en las que los medios de fijación (14, 15; 19, 21, 22) sirven preferentemente también como medios de puesta a tierra (14, 15; 19, 21, 22).
11. El dispositivo de supresión de rayos para palas de aerogeneradores (7) según la reivindicación 10, en el que se proporciona una pluralidad de medios de fijación (13, 14, 15; 19, 21, 22).

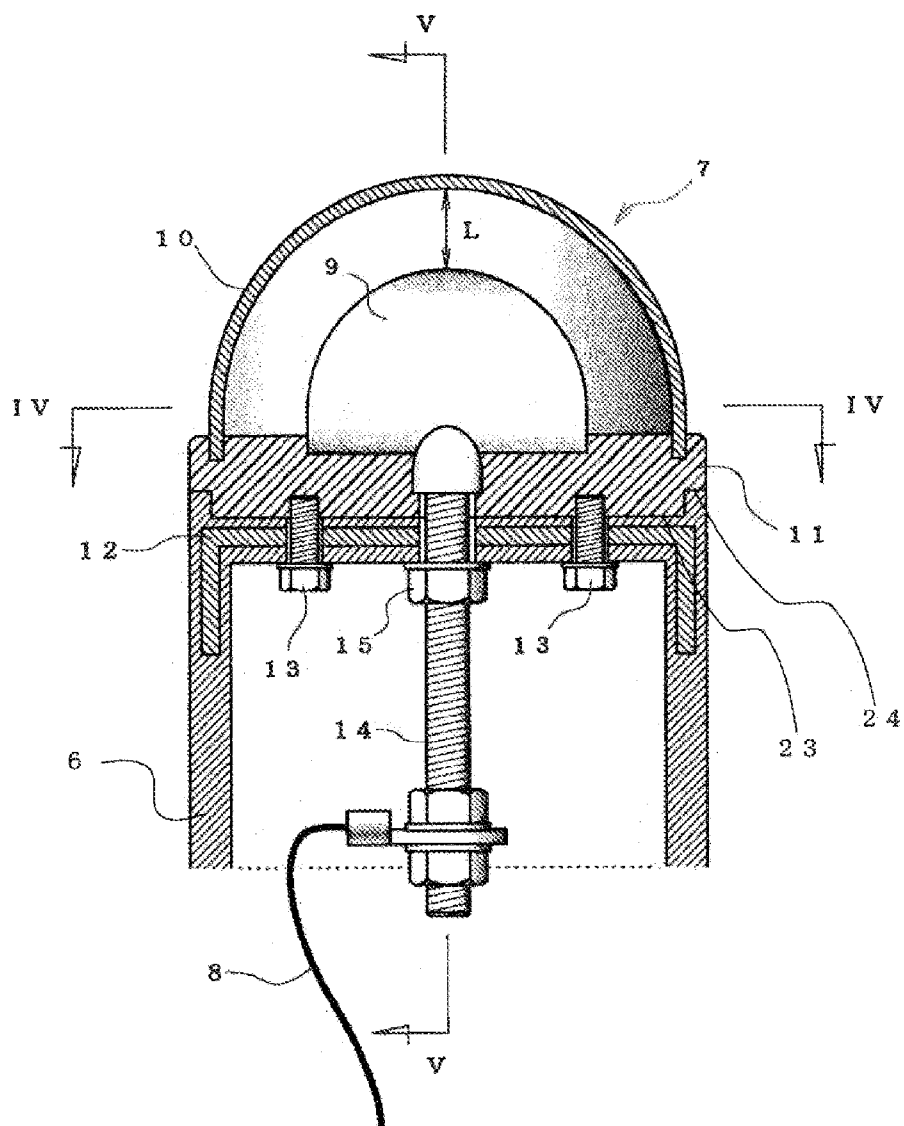
[FIG. 1]



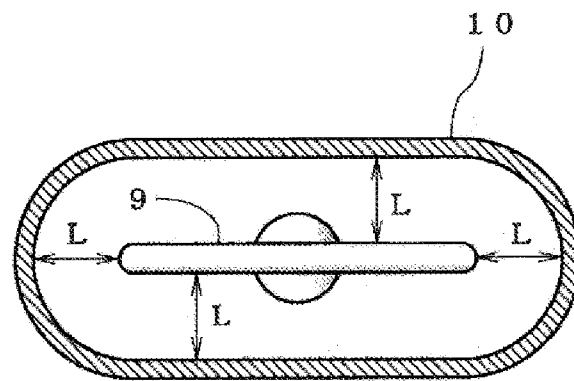
[FIG. 2]



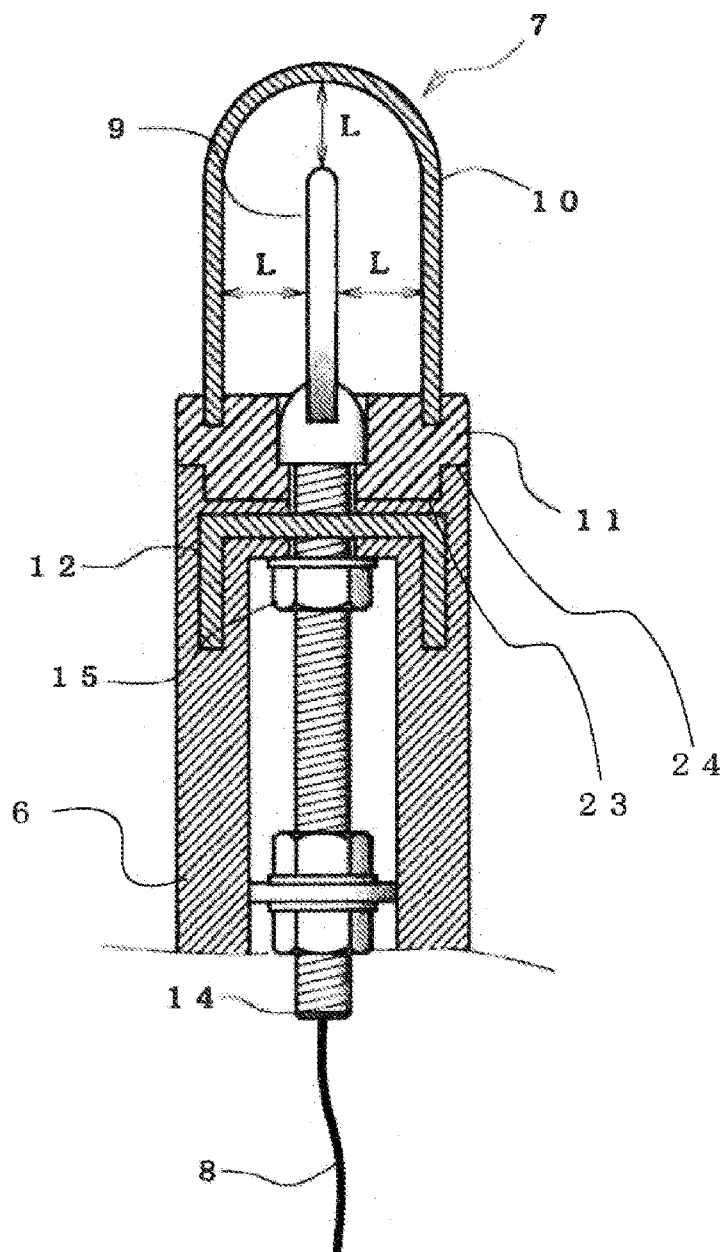
[FIG. 3]



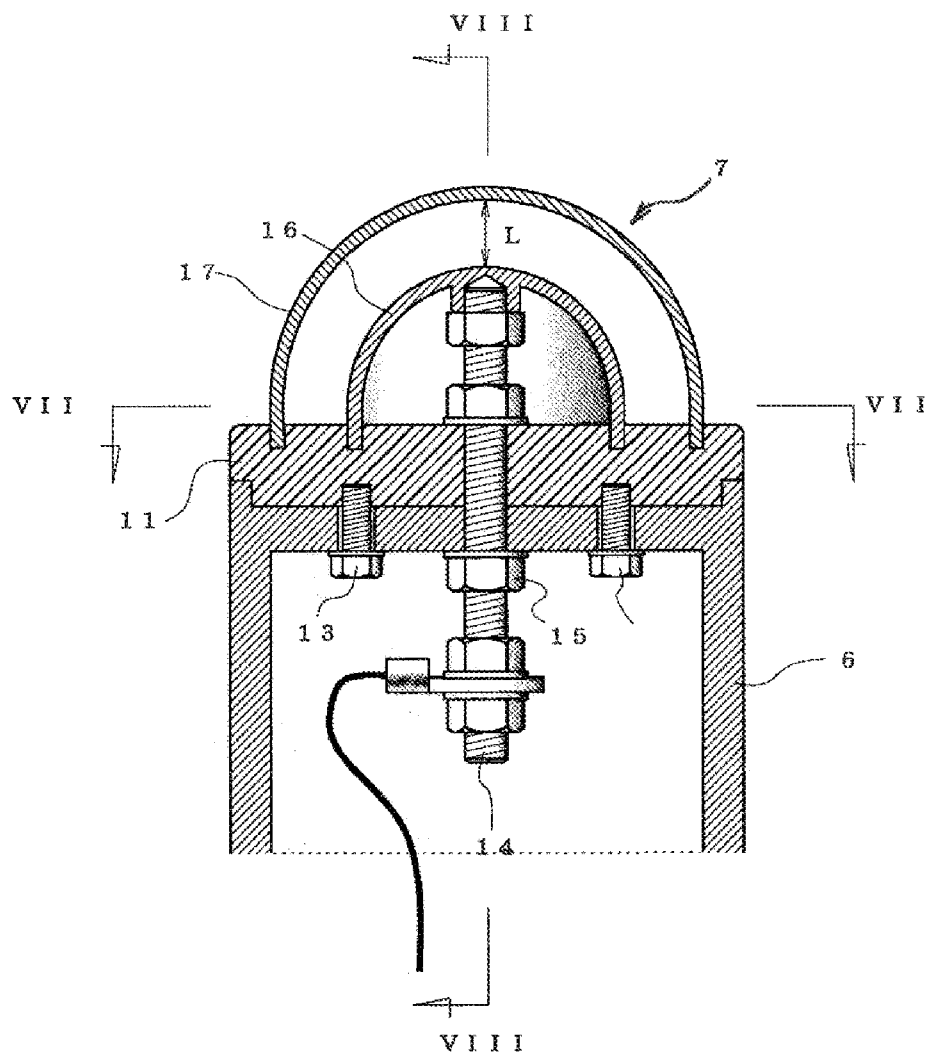
[FIG. 4]



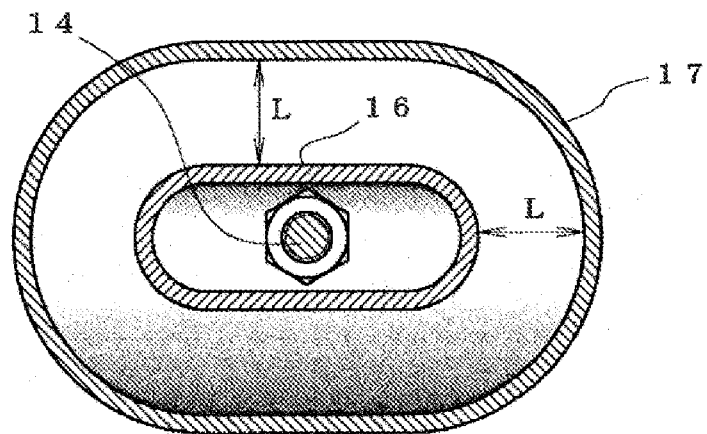
[FIG. 5]



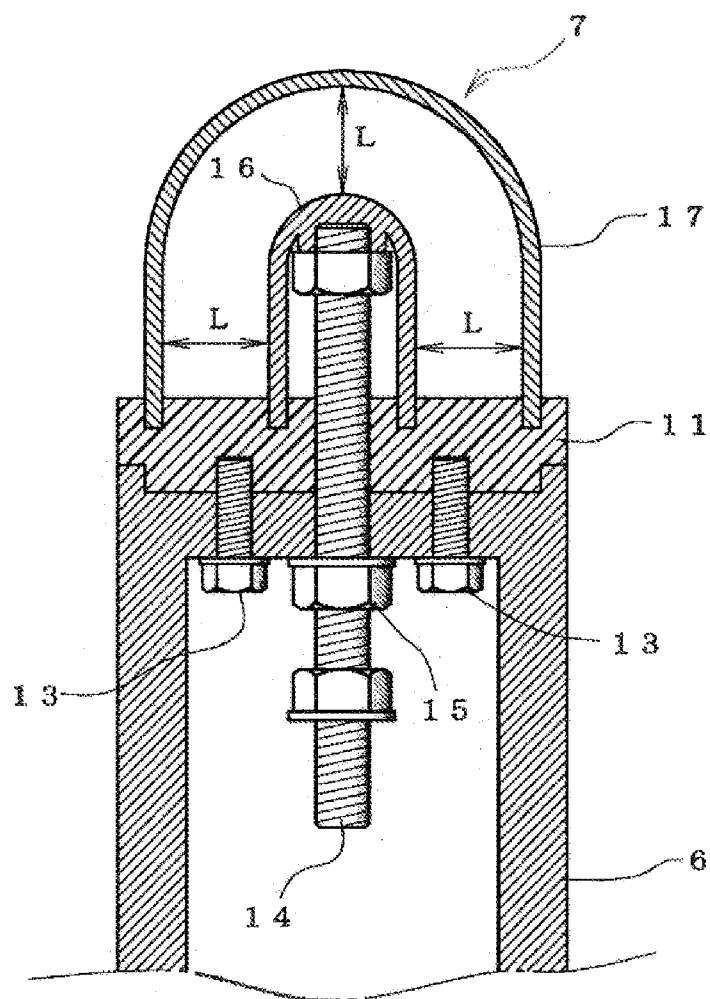
[FIG. 6]



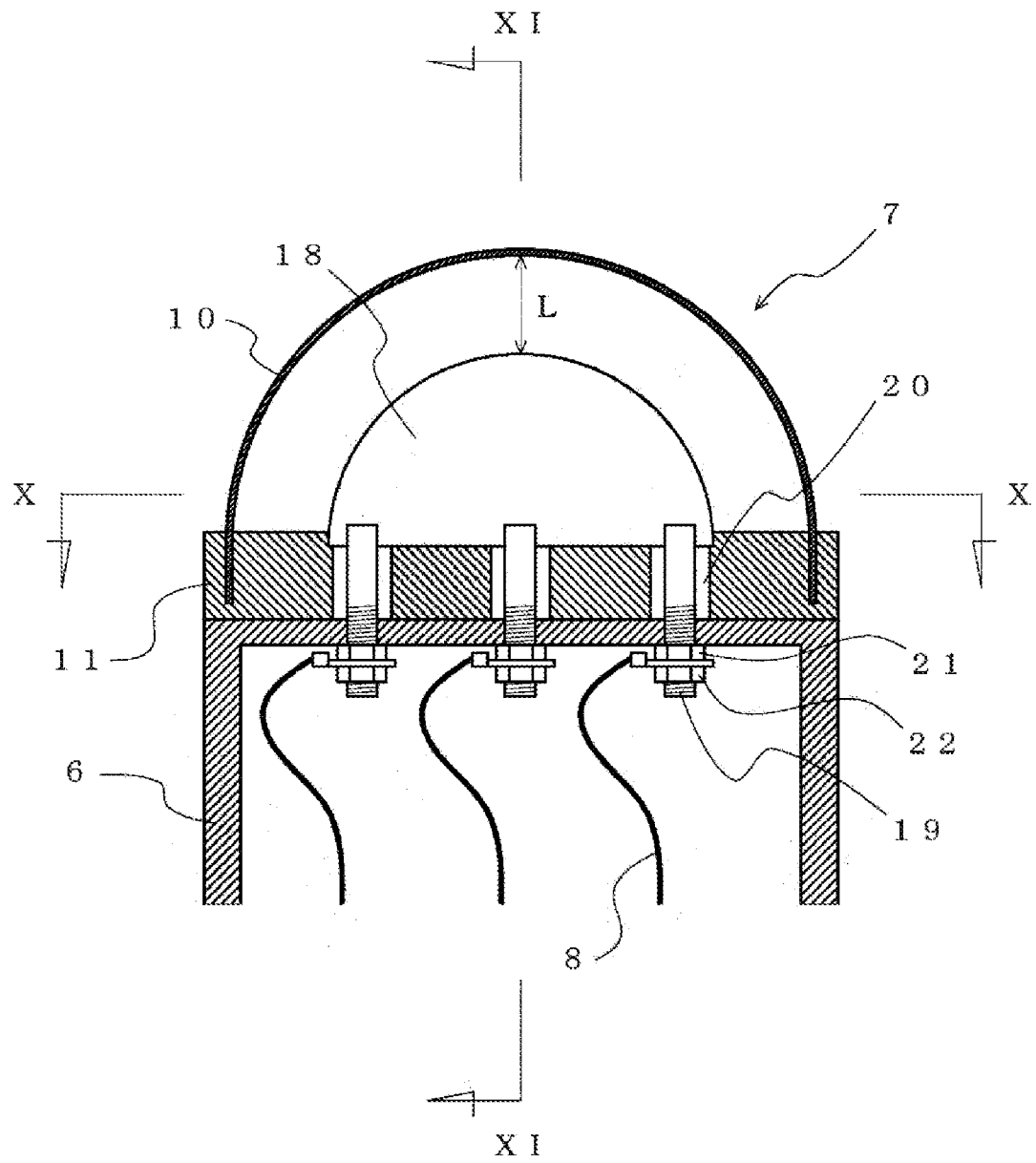
[FIG. 7]



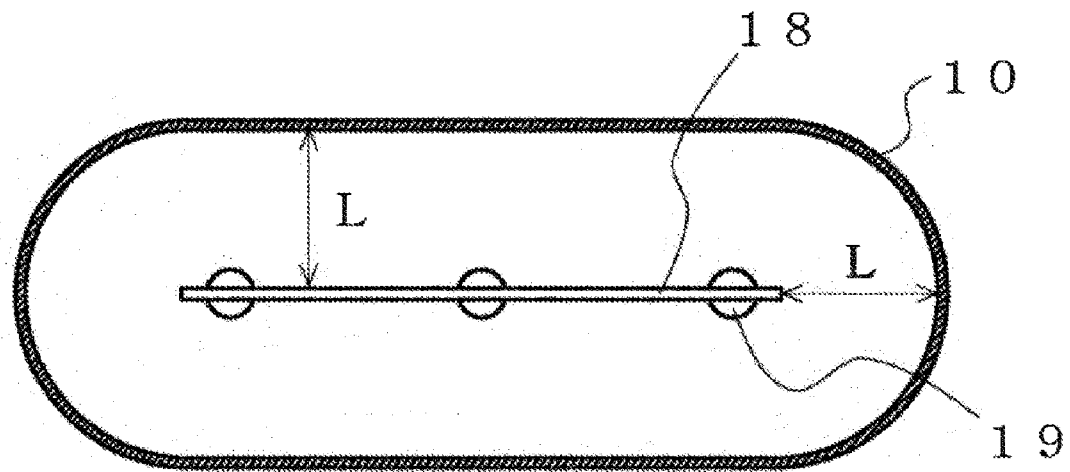
[FIG. 8]



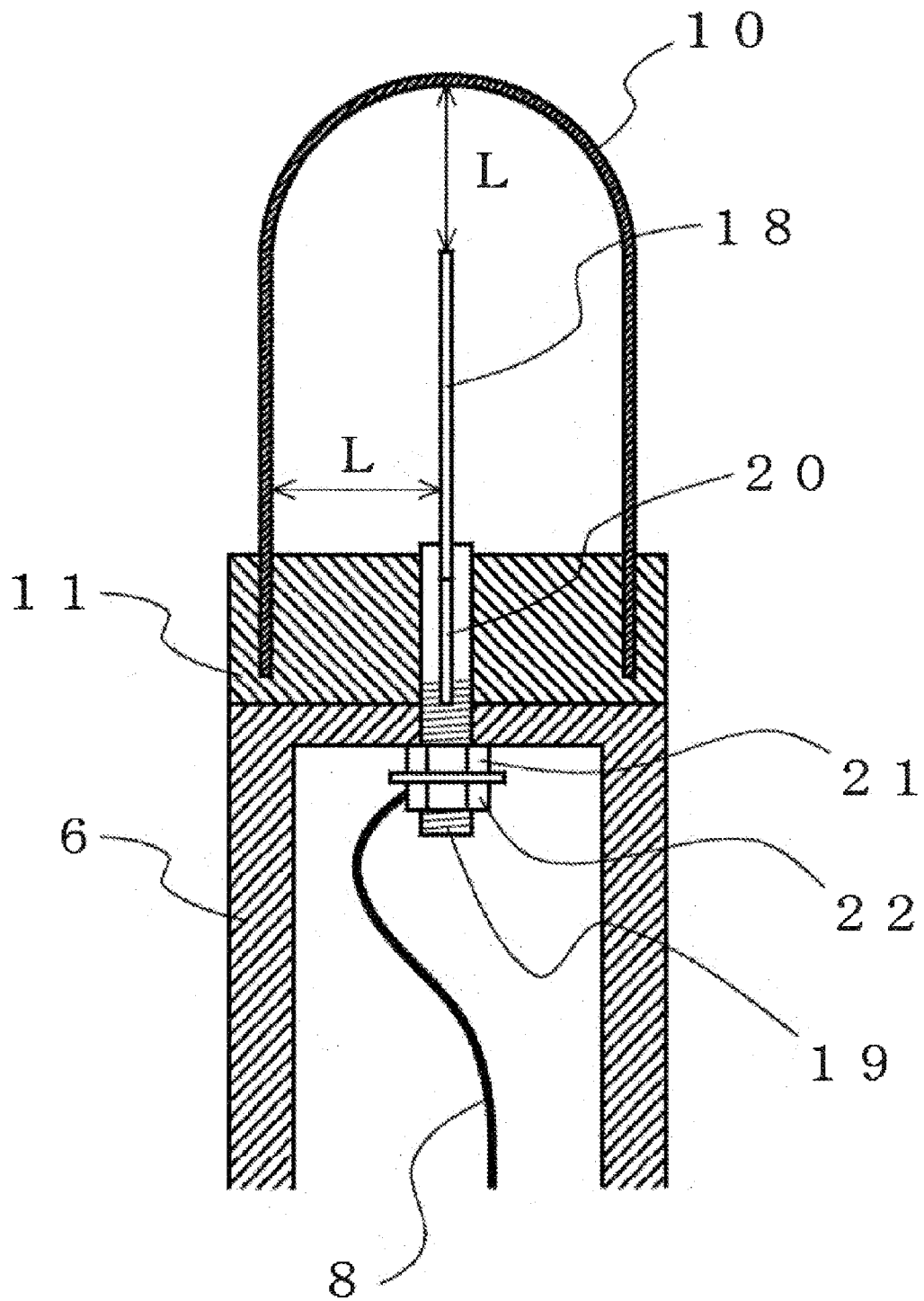
[FIG. 9]



[FIG. 10]



[FIG. 11]



[FIG. 12]

