

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 982 254**

51 Int. Cl.:

F03D 80/40 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.12.2018** **E 18210131 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.05.2024** **EP 3530936**

54 Título: **Aparato de calentamiento eléctrico para descongelar, método para fabricar el mismo, pala y turbina eólica que incluyen el mismo**

30 Prioridad:

27.02.2018 CN 201810164383

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

15.10.2024

73 Titular/es:

**BEIJING GOLDWIND SCIENCE & CREATION
WINDPOWER EQUIPMENT CO. LTD. (100.0%)
No. 19 Kangding Road Beijing Economic &
Technological Development Zone Daxing
Beijing 100176, CN**

72 Inventor/es:

**LI, JIE y
XIE, YANPENG**

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 982 254 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

Aparato de calentamiento eléctrico para descongelar, método para fabricar el mismo, pala y turbina eólica que incluyen el mismo

5 La presente solicitud reivindica la prioridad con respecto a la solicitud de patente china n.º 201810164383.4, titulada "ELECTRIC HEATING APPARATUS FOR DEICING AND LIGHTNING PROTECTION, METHOD FOR MANUFACTURING THE SAME, BLADE AND WIND TURBINE INCLUDING THE SAME", presentada el 27 de febrero de 2018 en la oficina de patentes china.

10 **Campo técnico**

La presente divulgación se refiere a un aparato de calentamiento eléctrico para descongelar, un método para fabricar un aparato de calentamiento eléctrico para descongelar, una pala y una turbina eólica, y en particular, a un aparato de calentamiento eléctrico para descongelar una turbina eólica y un método para fabricar el aparato de calentamiento eléctrico para descongelar, una pala que incluye el aparato de calentamiento eléctrico para descongelar, y una turbina eólica que incluye el aparato de calentamiento eléctrico para descongelar.

20 **Antecedentes**

Con una escasez de fuentes de energía y una creciente conciencia ambiental en todo el mundo, la energía eólica se ha convertido en una nueva fuente de energía que se ha utilizado ampliamente en la actualidad. Tras un cambio de condiciones climáticas, se puede producir un fenómeno de formación de hielo en una pala de rotor de una turbina eólica bajo lluvia gélida, que tiene un gran impacto sobre la turbina eólica.

25 Con el desarrollo de la tecnología, hay muchas maneras para descongelar, específicamente, se han realizado investigaciones sobre materiales de calentamiento y procesos de calentamiento. En la actualidad, un método de descongelación convencional para la pala congelado de la turbina eólica incluye lo siguiente. En el caso de que el hielo sobre la pala se acumule hasta cierto punto, la turbina eólica se detiene para descongelar, o se espera hasta que la temperatura aumenta de modo que el hielo se elimine naturalmente, o en el caso de que el hielo sobre la pala no sea grave, la turbina eólica se ajusta para funcionar con una capacidad reducida. Estas maneras reducen la eficiencia de generación de energía de la turbina eólica.

35 La patente china n.º CN103826336A da a conocer una pala de rotor que incluye un aparato de calentamiento eléctrico para descongelar una turbina eólica, un módulo de generación de calor eléctrico, un aparato de moldeo y un método de moldeo para el mismo. El módulo de generación de calor eléctrico se coloca sobre una pala, el módulo de generación de calor eléctrico está tejido por un material de fibra de carbono, y se introducen dos cables laterales desde un lado superior y un lado inferior. En el caso de que la pala se haya congelado, el módulo de generación de calor eléctrico puede encenderse y calentarse, para fundir el hielo sobre la pala. El documento de patente de los Estados Unidos n.º US04656339A da a conocer un calentador que incluye un sustrato de papel o plástico sobre el cual se imprime un patrón de semiconductor que tiene un par de tiras longitudinales que se extienden paralelas y separadas entre sí, y múltiples barras separadas entre sí y que se extienden entre y conectadas eléctricamente a las tiras. El documento CN205265933U da a conocer un aparato de calentamiento con capas dieléctricas que tienen diferentes conductividades térmicas.

45 Como se describió anteriormente, el módulo de calentamiento eléctrico convencional para descongelar la pala de la turbina eólica (incluyendo el elemento conductor) se coloca directamente sobre la pala conectándose al módulo de generación de calor a través de un cable. Tal manera conlleva un riesgo de impactos de rayos a la turbina eólica.

50 Además, se requiere colocar múltiples capas en un proceso de instalación del aparato convencional para descongelar, lo que modifica en gran medida una superficie de la pala. Es inconveniente instalar un aparato de este tipo y descongelar la pala que se ha congelado.

55 **Sumario**

Con el fin de abordar el problema de que el módulo de calentamiento eléctrico para descongelar puede dar como resultado un riesgo de impacto de rayos y es inconveniente con respecto a instalarse, se proporcionan un aparato de calentamiento eléctrico para descongelar, un método para fabricar el aparato de calentamiento eléctrico para descongelar, una pala y una turbina eólica según la presente divulgación.

60 Se proporciona un aparato de calentamiento eléctrico para descongelar según un aspecto de la presente divulgación, incluyendo: un módulo de generación de calor, que incluye un elemento de generación de calor y una barra colectora para conducir electricidad al elemento de generación de calor, donde la barra colectora incluye una porción de conductor de salida para conectar una fuente de alimentación externa; una capa de encapsulación térmicamente conductora, que está aislada y es para cubrir el módulo de generación de calor excepto la porción de conductor de salida; y un primer sustrato y un segundo sustrato, dispuestos respectivamente debajo y encima de la capa de

encapsulación térmicamente conductora, de modo que el módulo de generación de calor y la capa de encapsulación térmicamente conductora están dispuestos entre el primer sustrato y el segundo sustrato. El aparato de calentamiento eléctrico se proporciona sobre una superficie de una pala de la turbina eólica, el primer sustrato está más cerca del exterior de la pala que el segundo sustrato, y la conductividad térmica del primer sustrato es mayor que la conductividad térmica del segundo sustrato. Además, la conductividad eléctrica del primer sustrato es menor que la conductividad eléctrica del segundo sustrato.

Preferiblemente, al menos uno del elemento de generación de calor y la barra colectora pueden cubrirse con un recubrimiento aislante.

Preferiblemente, el recubrimiento aislante puede estar formado por un adhesivo aislante termoplástico o un adhesivo aislante termoestable.

Preferiblemente, el elemento de generación de calor puede ser haces de fibra de carbono dispuestos en paralelo o una malla de haces de fibra de carbono.

Preferiblemente, al menos uno de la capa de encapsulación térmicamente conductora, el primer sustrato y el segundo sustrato puede ser transparente.

Preferiblemente, la capa de encapsulación térmicamente conductora puede estar formada por un material de EVA (copolímero de etileno-acetato de vinilo) o un material de PVB (resina de polivinil butiral).

Preferiblemente, el primer sustrato y el segundo sustrato pueden estar formados por un material de PET (tereftalato de polietileno), o el primer sustrato y el segundo sustrato pueden estar formados por diferentes materiales.

Preferiblemente, una superficie lateral de la capa de encapsulación térmicamente conductora puede estar expuesta al aire exterior.

Se proporciona una pala de una turbina eólica según otro aspecto de la presente divulgación, donde el aparato de calentamiento para descongelar mencionado anteriormente puede proporcionarse en una superficie de un borde de ataque de la pala o una superficie de un borde de salida de la pala.

Se proporciona una turbina eólica según otro aspecto de la presente divulgación, incluyendo la pala mencionada anteriormente.

Se proporciona un método para fabricar un aparato de calentamiento eléctrico para descongelar según otro aspecto de la presente divulgación, incluyendo: colocar un primer sustrato; colocar, sobre el primer sustrato, un primer material de encapsulación térmicamente conductor, un módulo de generación de calor, un segundo material de encapsulación conductor de calor, y un segundo sustrato en la secuencia enumerada; y calentar y presionar dicha estructura de múltiples capas para formar un elemento laminado, de modo que el primer material de encapsulación térmicamente conductor y el segundo material de encapsulación térmicamente conductor cubren una porción restante del módulo de generación de calor excepto una porción de conductor de salida para conectar un suministro de energía externo.

Con el aparato de calentamiento eléctrico para descongelar según la presente divulgación, una porción conductora del aparato está completamente encapsulada para su aislamiento. Por lo tanto, incluso en el caso de que el aparato de calentamiento eléctrico para descongelar sea para descongelar o para evitar la formación de hielo sobre la pala mediante calentamiento eléctrico bajo unas condiciones climáticas de rayos, se pueden evitar cargas inductivas, y se reduce el riesgo de impactos de rayos. En particular, el rendimiento de aislamiento del aparato puede mejorarse aún más en el caso de que el elemento de generación de calor esté cubierto con un recubrimiento aislante.

El aparato de calentamiento eléctrico para descongelar según la presente divulgación está formado integralmente, que tiene un grosor total pequeño y una estructura compacta. Se evita la modificación sobre las palas debido a la instalación del aparato para descongelar en la tecnología convencional. Además, un aparato de calentamiento eléctrico integrado para descongelar de este tipo es simple de colocar e instalar, y es adecuado para descongelar la pala que se ha congelado.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista en planta de un aparato de calentamiento eléctrico para descongelar según una realización a modo de ejemplo de la presente divulgación;

la figura 2 es un diagrama estructural ampliado de un aparato de calentamiento eléctrico para descongelar según una realización a modo de ejemplo de la presente divulgación;

la figura 3 es un diagrama en sección transversal, a lo largo de la línea I-I' en la figura 2, de un aparato de calentamiento eléctrico para descongelar según una realización a modo de ejemplo de la presente divulgación; y

la figura 4 es un diagrama en sección transversal parcial, a lo largo de la línea II-II' en la figura 2, de un aparato de calentamiento eléctrico para descongelar según una realización a modo de ejemplo de la presente divulgación.

5 Símbolos de referencia:

100: aparato de calentamiento eléctrico para descongelar;

110: módulo de generación de calor;

10 111: elemento de generación de calor;

112: barra colectora;

15 120: capa de encapsulación térmicamente conductora;

131: primer sustrato;

20 132: segundo sustrato.

Descripción detallada de las realizaciones

25 A continuación en el presente documento, se describen en detalle realizaciones a modo de ejemplo de la presente divulgación con referencia a las figuras 1 a 4. Con el fin de mostrar claramente detalles estructurales de un aparato de calentamiento eléctrico para descongelar en la figura 1, una distancia entre barras colectoras 112 del aparato de calentamiento eléctrico para descongelar en la figura 1 se reduce en gran medida en la figura 2.

30 Como se muestra en la figura 1 a la figura 4, un aparato de calentamiento eléctrico para descongelar 100 según una realización a modo de ejemplo de la presente divulgación incluye un módulo de generación de calor 110, una capa de encapsulación térmicamente conductora 120, un primer sustrato 131 y un segundo sustrato 132. El módulo de generación de calor 110 incluye un elemento de generación de calor 111 y una barra colectora 112 para conducir electricidad al elemento de generación de calor 111. La barra colectora 112 incluye una porción de conductor de salida para conectar una fuente de alimentación externa. La capa de encapsulación térmicamente conductora 120 es aislante, y cubre el módulo de generación de calor 110 excepto la porción de conductor de salida. El primer sustrato 35 131 y el segundo sustrato 132 están dispuestos respectivamente debajo y encima de la capa de encapsulación térmicamente conductora 120, de modo que el módulo de generación de calor 110 y la capa de encapsulación térmicamente conductora 120 están dispuestos entre el primer sustrato 131 y el segundo sustrato 132.

40 Cuando se alimenta energía a través de la barra colectora 112, el elemento de generación de calor 111 puede generar calor para descongelar o para evitar la formación de hielo. El elemento de generación de calor 111 puede ser haces de fibras de carbono dispuestos en paralelo. Ambos extremos de los haces de fibras de carbono pueden estar conectados respectivamente a barras colectoras 112. Un extremo de la barra colectora 112 puede extenderse hacia el exterior desde el aparato de calentamiento eléctrico para descongelar 100 para formar la porción de conductor de salida (como se muestra en la figura 1), que es para conexión eléctrica a la fuente de alimentación externa, de modo 45 que la electricidad se conduce al elemento de generación de calor 111 que está encapsulado dentro del aparato de calentamiento eléctrico para descongelar 100 a través de la barra colectora 112. Una distancia entre dos haces de fibra de carbono adyacentes puede variar de desde 5 mm hasta 20 mm, ambos incluidos. Además, el elemento de generación de calor 111 puede ser una malla de haces de fibra de carbono. En un caso, el elemento de generación de calor 111 está formado por los haces de fibras de carbono, una porción de extremo del elemento de generación de calor 111 puede conectarse a la barra colectora 112 mediante soldadura por puntos usando, por ejemplo, una pasta 50 de plata conductora. El material, la forma y la disposición del elemento de generación de calor 111 no está limitada a los mismos, siempre que se genere calor debido a la resistencia del elemento de generación de calor cuando se aplica una corriente al mismo.

55 Preferiblemente, se puede cubrir un recubrimiento aislante sobre el elemento de generación de calor 111. Por ejemplo, un material aislante, tal como una pasta aislante termoplástica o una pasta aislante termoestable, puede cubrirse sobre una superficie exterior del elemento de generación de calor 111, de modo que la superficie del elemento de generación de calor 111 esté aislada del exterior. Se mejora el rendimiento de aislamiento del aparato.

60 La barra colectora 112 puede ser una bus que está conectado a todos los elementos de generación de calor 111, como se muestra en la figura 1 y la figura 2. La barra colectora 112 también puede ser múltiples cables conductores separados, cada uno de los cuales está conectado respectivamente a uno o más elementos de generación de calor 111. La barra colectora 112 puede ser un dispositivo de conexión conductor tal como un cable y una barra colectora para laminación. Preferiblemente, la anchura de la barra colectora 112 puede variar de desde 6 mm hasta 10 mm, ambos incluidos, y un grosor de la barra colectora 112 puede variar de desde 1 mm hasta 5 mm, ambos 65 incluidos. Un material de la barra colectora 112 puede incluir uno o más de aluminio (Al), plata (Ag), estaño (Sn), cobre

(Cu) y zinc (Zn). La barra colectora 112 no se limita a la estructura mencionada anteriormente. Se puede seleccionar una forma adecuada y un material adecuado según un requisito práctico, siempre que la barra colectora 112 pueda usarse para conducir electricidad al elemento de generación de calor 111. De manera similar, se puede cubrir un recubrimiento aislante sobre la barra colectora 112, para mejorar el rendimiento de aislamiento.

La capa de encapsulación térmicamente conductora 120 es una capa aislante que cubre el módulo de generación de calor 110, que puede aislar el módulo de generación de calor 110 del exterior, proteger el módulo de generación de calor 110, y conducir el calor generado por el módulo de generación de calor 110 al exterior. Como se muestra en la figura 3, la capa de encapsulación térmicamente conductora 120 puede cubrir completamente el módulo de generación de calor 110 que incluye las superficies laterales S1 y S2 de la barra colectora 112.

La capa de encapsulación térmicamente conductora 120 puede estar formada por un material, tal como un polímero térmicamente conductor y eléctricamente aislante. Por ejemplo, durante un proceso de fabricación, un material para formar la capa de encapsulación térmicamente conductora 120 puede colocarse primero sobre una superficie superior y una superficie inferior del módulo de generación de calor 110; el material se calienta para estar en un estado de flujo; luego se llena el material en el estado de flujo, presionando, al interior de un espacio libre del módulo de generación de calor 110, y cubre la superficie superior, la superficie inferior y una superficie lateral del módulo de generación de calor 110; y finalmente el material en el estado de flujo se solidifica para formar la capa de encapsulación térmicamente conductora 120.

Dado que la capa de encapsulación térmicamente conductora 120 puede llenar y cubrir el módulo de generación de calor 110, el módulo de generación de calor 110 está completamente encapsulado dentro de la capa de encapsulación térmicamente conductora 120 que es aislante, excepto por la porción de conductor de salida de la barra colectora 112 que es para una conexión externa. Una porción conductora del aparato de calentamiento eléctrico para descongelar 100 puede estar completamente encapsulada para su aislamiento.

El material de la capa de encapsulación térmicamente conductora 120 puede incluir un material de EVA (material de copolímero de etileno y acetato de vinilo) o un material de PVB (resina de polivinil butiral). Preferiblemente, la capa de encapsulación térmicamente conductora 120 puede estar formada por un material transparente, tal como el material de EVA. La integridad de una estructura interna después de que la capa de encapsulación térmicamente conductora 120 se solidifica, por ejemplo, se puede observar fácilmente si el elemento de generación de calor 111 está dañado o similar. Como ejemplo, un grosor del material de EVA o el material de PVB puede ser aproximadamente 0,38 mm o un múltiplo de 0,38 mm.

El primer sustrato 131 y el segundo sustrato 132 cubren una superficie inferior y una superficie superior de la capa de encapsulación térmicamente conductora 120, que son superficies exteriores del aparato de calentamiento eléctrico para descongelar 100 y para proteger la estructura interna del aparato de calentamiento eléctrico para descongelar 100 de un entorno externo. El primer sustrato 131 y el segundo sustrato 132 pueden ser aislantes, para encapsular adicionalmente el módulo de generación de calor 110 para su aislamiento.

Durante el proceso de fabricación, el primer sustrato 131 y el segundo sustrato 132 pueden servir como una estructura (o armazón) de sustrato para un proceso de calentamiento y presión. Por ejemplo, en el proceso mencionado anteriormente de formación de la capa de encapsulación térmicamente conductora 120, el primer sustrato 131 y el segundo sustrato 132 se colocan como la capa más inferior y la capa más superior, para intercalar el material de encapsulación térmicamente conductor y el módulo de generación de calor 110 entre los dos sustratos. En el proceso de presión, la capa de sustrato puede presionarse para hacer que se forme la capa de encapsulación térmicamente conductora 120.

Un material del primer sustrato 131 y el segundo sustrato 132 puede incluir un material de poliéster termoplástico, tal como un material de PET (tereftalato de polietileno). Preferiblemente, el primer sustrato 131 y el segundo sustrato 132 pueden formarse mediante un material transparente, tal como el material de PET. La integridad de la estructura interna después de que se forme todo el aparato se puede observar fácilmente. Como ejemplo, un grosor del material de PET puede variar de desde 1 mm hasta 3 mm, ambos incluidos. Los materiales del primer sustrato 131 y el segundo sustrato 132 no se limitan a los materiales anteriores, siempre que dichos materiales puedan servir como sustrato de presión para el material de la capa de encapsulación térmicamente conductora 120 durante el proceso de fabricación. Además, al menos uno de la capa de encapsulación térmicamente conductora 120, el primer sustrato 131, y el segundo sustrato 132 puede ser transparente. Por ejemplo, como se muestra en la figura 1 y la figura 2, la capa de encapsulación térmicamente conductora 120, el primer sustrato 131 y el segundo sustrato 132 son todos transparentes.

El primer sustrato 131 y el segundo sustrato 132 están formados por diferentes materiales. El primer sustrato 131, que está cerca de una porción exterior de la pala, tiene una mejor conductividad térmica y rendimiento de aislamiento eléctrico que los del segundo sustrato 132, que está cerca de una porción interior de la pala, de modo que se lleva a cabo una mejor descongelación, evitación de la formación de hielo y aislamiento.

En la estructura anterior, una encapsulación de dos capas para el aislamiento del módulo de generación de calor 110

que es conductor puede realizarse mediante la capa de encapsulación térmicamente conductora 120, el primer sustrato 131 y el segundo sustrato 132, de modo que el aparato de calentamiento eléctrico para descongelar 100 tiene un buen aislamiento. Por lo tanto, incluso en el caso de que el aparato de calentamiento eléctrico para descongelar 100 se use para descongelar o para evitar la formación de hielo de las palas mediante calentamiento eléctrico bajo
 5 unas condiciones climáticas de rayos, se pueden evitar cargas inductivas, y se reduce el riesgo de impactos de rayos. Además, el rendimiento de aislamiento del aparato puede mejorarse aún más en el caso de que el elemento de generación de calor 111 esté cubierto con un recubrimiento aislante.

La turbina eólica según la presente divulgación puede incluir una pala, donde el aparato de calentamiento eléctrico para descongelar 100 mencionado anteriormente puede proporcionarse sobre una superficie de la pala. Por ejemplo, el aparato de calentamiento eléctrico para descongelar 100 puede colocarse sobre una porción cercana al borde de
 10 ataque o al borde de salida de la pala. De este modo, el aparato de calentamiento eléctrico para descongelar 100 se alimenta y calienta en caso de formación de hielo o una caída de temperatura, realizando de ese modo descongelación o evitación de la formación de hielo sobre la pala mientras se evita el riesgo de impactos de rayos.

El aparato de calentamiento eléctrico para descongelar 100 según la presente divulgación puede evitar el riesgo de impactos de rayos mientras se realiza descongelación o evitación de la formación de hielo, y cuya estructura está formada integralmente y tiene un grosor total. Esto puede reducir la modificación sobre la pala debido a la instalación del aparato para descongelar. El aparato de calentamiento eléctrico para descongelar 100 es simple de colocar e
 15 instalar, y también es adecuado para descongelar la pala que se ha congelado.

Un método para fabricar el aparato de calentamiento eléctrico para descongelar 100 según la presente divulgación puede incluir las siguientes etapas.

25 Se coloca un primer sustrato 131. El primer sustrato 131 puede ser un material de poliéster termoplástico, tal como un material de PET.

A continuación, se coloca un primer material de encapsulación térmicamente conductor sobre el primer sustrato 131. El primer material de encapsulación térmicamente conductor puede ser, por ejemplo, un material de EVA (copolímero de etileno y acetato de vinilo) o un material de PVB (resina de polivinil butiral). Preferiblemente, el primer material de encapsulación térmicamente conductor puede ser un material transparente.

A continuación, se coloca un módulo de generación de calor 110 sobre el primer material de encapsulación térmicamente conductor, y se coloca un segundo material de encapsulación térmicamente conductor sobre el módulo de generación de calor 110. El método para fabricar el aparato de calentamiento eléctrico para descongelar 100 según la presente divulgación puede incluir además que se cubra un recubrimiento aislante de antemano sobre el módulo de generación de calor 110 antes de que se coloque el módulo de generación de calor 110. El recubrimiento aislante puede estar formado por un material aislante, tal como un adhesivo aislante termoplástico y un adhesivo aislante termoestable. El módulo de generación de calor 110 puede incluir un elemento de generación de calor 111 y una barra colectora 112 conectada eléctricamente al elemento de generación de calor 111. El elemento de generación de calor 111 puede alimentarse de energía a través de la barra colectora 112. El segundo material de encapsulación térmicamente conductor puede ser el mismo que el primer material de encapsulación térmicamente conductor.

A continuación, se coloca un segundo sustrato 132 sobre el segundo material de encapsulación térmicamente conductor. El segundo sustrato 132 puede ser un material de poliéster termoplástico tal como un material de PET. El segundo sustrato 132 puede estar formado por el mismo material o por un material diferente que el primer sustrato 131. Por ejemplo, los materiales del primer sustrato 131 y el segundo sustrato 132 pueden tener diferente conductividad térmica y aislamiento eléctrico.

La estructura de múltiples capas se calienta, de modo que el primer material de encapsulación térmicamente conductor y el segundo material de encapsulación térmicamente conductor están en un estado de flujo. La estructura de múltiples capas se forma al presionarse por un laminador o por un autoclave y una máquina de rodillos, de modo que el material de encapsulación térmicamente conductor llena y encapsula el módulo de generación de calor 110, y se forma la capa de encapsulación térmicamente conductora 120.

Finalmente, después de un proceso tal como una desgasificación, la estructura de múltiples capas que se presiona como un elemento laminado se solidifica para formar el aparato de calentamiento eléctrico para descongelar 100. Preferiblemente, las superficies laterales del primer material de encapsulación térmicamente conductor y el segundo material de encapsulación térmicamente conductor están expuestas a un aire exterior para facilitar el proceso de desgasificación.

Según el aparato de calentamiento eléctrico para descongelar 100 de la presente divulgación, la porción conductora del aparato está completamente encapsulada para su aislamiento. Por lo tanto, incluso en el caso de que el aparato de calentamiento eléctrico para descongelar 100 se use para descongelar o para evitar la formación de hielo de las palas mediante calentamiento eléctrico bajo unas condiciones climáticas de rayos, se pueden evitar cargas inductivas, y se reduce el riesgo de impactos de rayos. En particular, el rendimiento de aislamiento del aparato puede mejorarse

aún más en el caso de que el elemento de generación de calor 111 esté cubierto con un recubrimiento aislante.

5 El aparato de calentamiento eléctrico para descongelar 100 según la presente divulgación se forma integralmente, el cual tiene un grosor total pequeño y una estructura compacta. Se evita la modificación sobre las palas debido a la instalación del aparato para descongelar en la tecnología convencional. Además, un aparato de calentamiento eléctrico integrado para descongelar 100 de este tipo es simple de colocar e instalar, y es adecuado para descongelar la pala que se ha congelado.

10 Aunque la presente divulgación se ha descrito en detalle con referencia a las realizaciones a modo de ejemplo, debe observarse que los expertos en la técnica pueden realizar diversos cambios con respecto a las formas y detalles de la presente divulgación sin apartarse del alcance, que se define por las reivindicaciones, de la presente divulgación.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de calentamiento eléctrico para descongelar, que comprende:
 - 5 un módulo de generación de calor (110), que comprende un elemento de generación de calor (111) y una barra colectora (112) para conducir electricidad al elemento de generación de calor (111), en el que la barra colectora (112) comprende una porción de conductor de salida para conectar una fuente de alimentación externa;
 - 10 una capa de encapsulación térmicamente conductora (120), que está aislada y que cubre el módulo de generación de calor (110) excepto la porción de conductor de salida; y
 - 15 un primer sustrato (131) y un segundo sustrato (132), dispuestos respectivamente debajo y encima de la capa de encapsulación térmicamente conductora (120), de modo que el módulo de generación de calor (110) y la capa de encapsulación térmicamente conductora (120) están dispuestos entre el primer sustrato (131) y el segundo sustrato (132);
 - y caracterizado porque:
 - 20 el aparato de calentamiento eléctrico se proporciona sobre una superficie de una pala de la turbina eólica, el primer sustrato (131) está más cerca del exterior de la pala que el segundo sustrato (132), la conductividad térmica del primer sustrato (131) es mayor que la conductividad térmica del segundo sustrato (132), y la conductividad eléctrica del primer sustrato (131) es menor que la conductividad eléctrica del segundo sustrato (132).
- 25 2. El aparato de calentamiento eléctrico para descongelar según la reivindicación 1, en el que al menos uno del elemento de generación de calor (111) y la barra colectora (112) está cubierto con un recubrimiento aislante.
- 30 3. El aparato de calentamiento eléctrico para descongelar según la reivindicación 2, en el que el recubrimiento aislante está formado por un adhesivo aislante termoplástico o un adhesivo aislante termoestable.
4. El aparato de calentamiento eléctrico para descongelar según la reivindicación 1, en el que el elemento de generación de calor (110) son haces de fibra de carbono dispuestos en paralelo o una malla de haces de fibra de carbono.
- 35 5. El aparato de calentamiento eléctrico para descongelar según la reivindicación 1, en el que al menos uno de la capa de encapsulación térmicamente conductora (120), el primer sustrato (131), y el segundo sustrato (132) es transparente.
- 40 6. El aparato de calentamiento eléctrico para descongelar según la reivindicación 1, en el que la capa de encapsulación térmicamente conductora (120) está formada por un material de EVA o un material de PVB.
7. El aparato de calentamiento eléctrico para descongelar según la reivindicación 1, en el que el primer sustrato (131) y el segundo sustrato (132) están formados por un material de PET, o el primer sustrato (131) y el segundo sustrato (132) están formados por diferentes materiales.
- 45 8. El aparato de calentamiento eléctrico para descongelar según la reivindicación 1, en el que una superficie lateral de la capa de encapsulación térmicamente conductora (120) está expuesta a un aire exterior.
- 50 9. El aparato de calentamiento eléctrico para descongelar según la reivindicación 1, en el que un grosor de la barra colectora (112) varía de desde 1 mm hasta 5 mm.
10. El aparato de calentamiento eléctrico para descongelar según la reivindicación 6, en el que un grosor del material de EVA o un grosor del material de PVB es 0,38 mm.
- 55 11. El aparato de calentamiento eléctrico para descongelar según la reivindicación 7, en el que un grosor del material de PET varía de desde 1 mm hasta 3 mm.
12. Una pala de una turbina eólica, en la que el aparato de calentamiento eléctrico para descongelar según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11 se proporciona en una superficie de un borde de ataque de la pala o una superficie de un borde de salida de la pala.
- 60 13. Una turbina eólica, que comprende la pala según la reivindicación 12.
- 65 14. Un método para fabricar un aparato de calentamiento eléctrico para descongelar (100), que comprende:

colocar un primer sustrato (131);

5 colocar, sobre el primer sustrato (131), un primer material de encapsulación térmicamente conductor, un módulo de generación de calor (110), un segundo material de encapsulación conductor de calor, y un segundo sustrato (132) en la secuencia enumerada; y

10 calentar y presionar dicha estructura de múltiples capas para formar un elemento laminado, de modo que el primer material de encapsulación térmicamente conductor y el segundo material de encapsulación térmicamente conductor cubren una porción restante del módulo de generación de calor (110) excepto una porción de conductor de salida para conectar un suministro de energía externo;

y caracterizado porque:

15 el aparato de calentamiento eléctrico se proporciona sobre una superficie de una pala de la turbina eólica, el primer sustrato (131) está más cerca del exterior de la pala que el segundo sustrato (132), la conductividad térmica del primer sustrato (131) es mayor que la conductividad térmica del segundo sustrato (132), y la conductividad eléctrica del primer sustrato (131) es menor que la conductividad eléctrica del segundo sustrato (132).

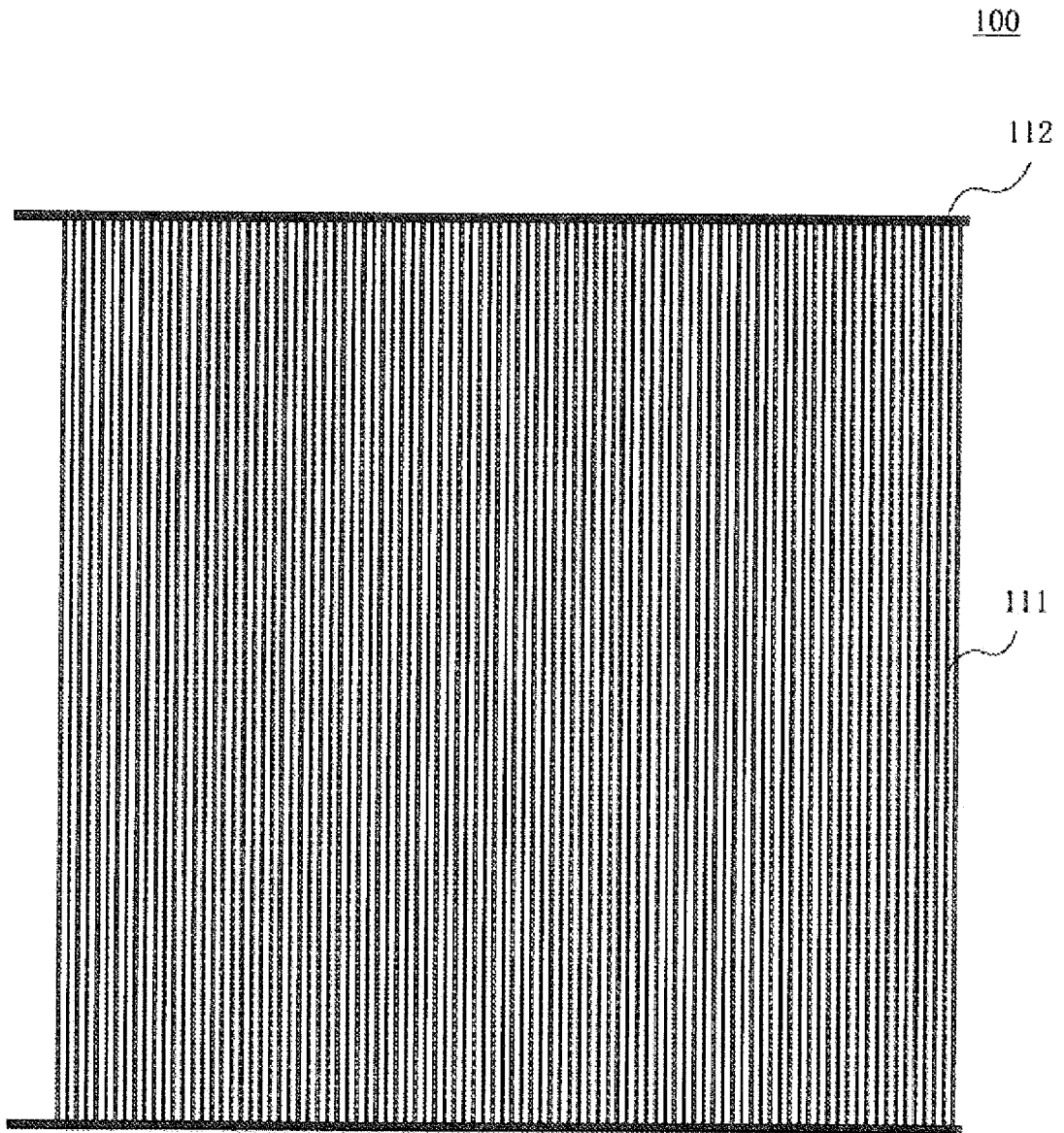


Figure 1

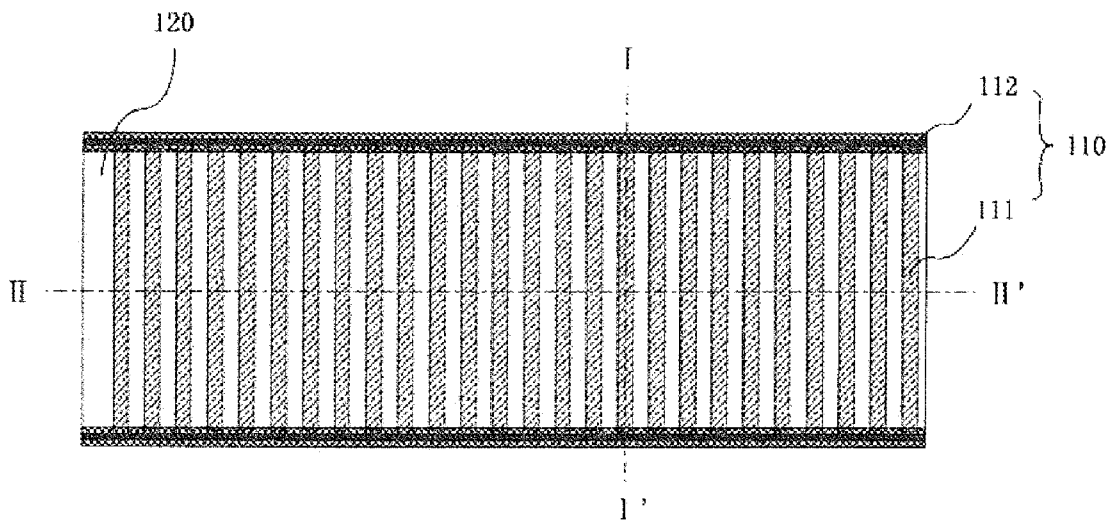


Figura 2

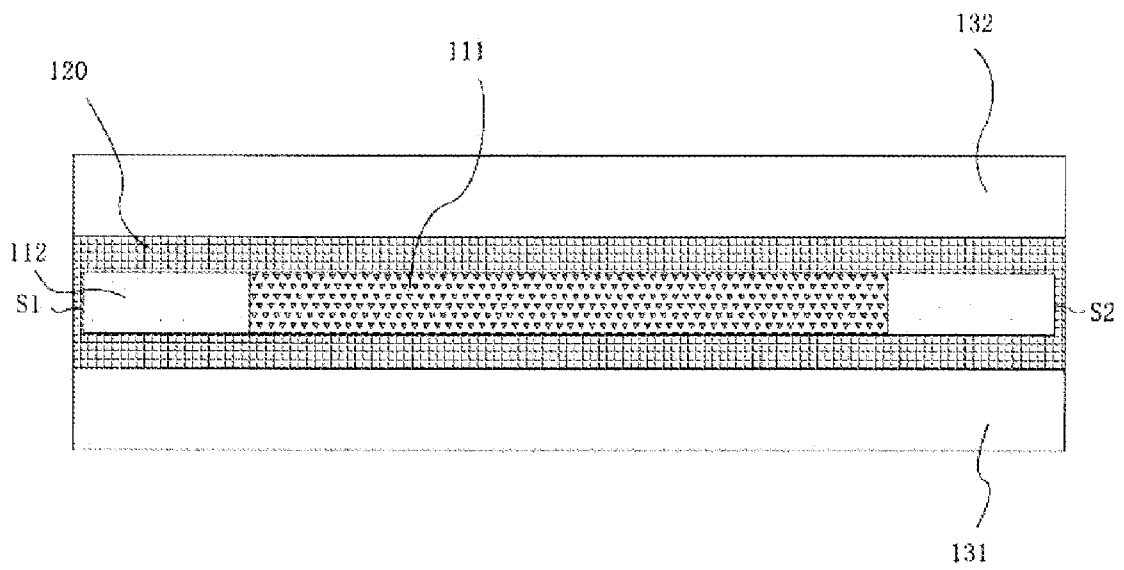


Figura 3

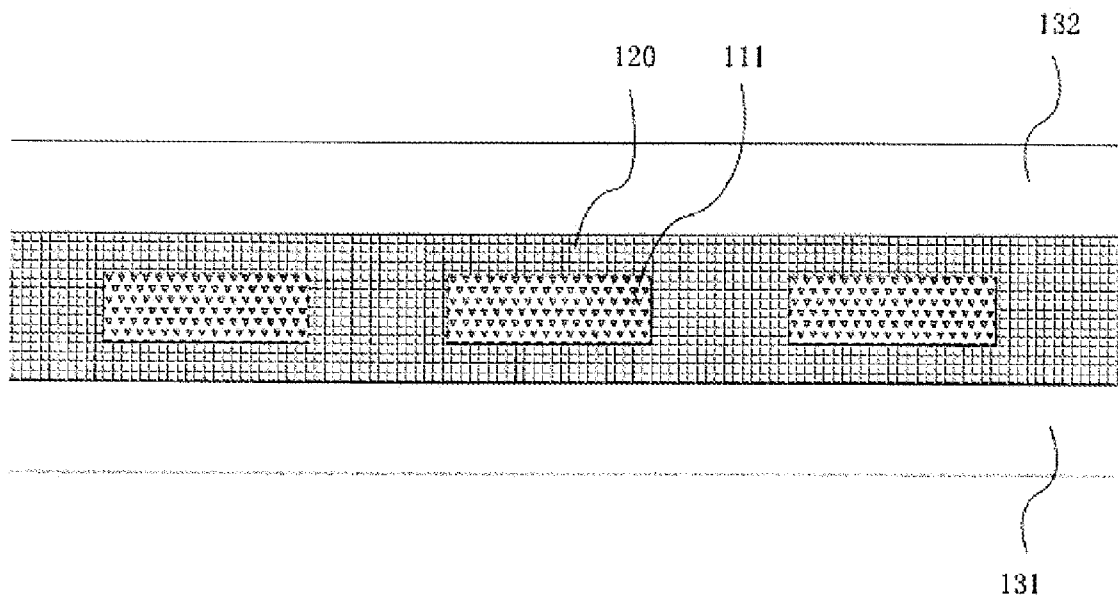


Figura 4