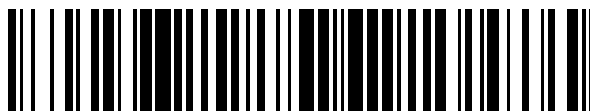


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 711 778**

51 Int. Cl.:

H05B 6/64 (2006.01)

B64D 15/00 (2006.01)

H05B 6/68 (2006.01)

H05B 6/80 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.12.2015** **PCT/EP2015/078990**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.06.2016** **WO16091882**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.12.2015** **E 15812994 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.12.2018** **EP 3231252**

54 Título: **Descongelación de estructuras utilizando microondas generadas por transistores**

30 Prioridad:

10.12.2014 SE 1400582

23.01.2015 SE 1500038

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.05.2019

73 Titular/es:

ICESOLUTION AS (100.0%)

Öraveien 15 B

1630 Gamle Fredrikstad, NO

72 Inventor/es:

KARTHÄUSER, JOACHIM

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 711 778 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

Descongelación de estructuras utilizando microondas generadas por transistores

Campo de la invención

5 Esta invención se refiere a la tecnología de microondas, descongelación de estructuras tales como perfiles aerodinámicos, palas de turbinas eólicas, alas de aviones, alas de helicópteros, estructuras marinas, líneas de energía eléctrica y similares.

Antecedentes y técnica anterior

10 El documento PCT WO/2013/172 762A1 describe la descongelación por ejemplo de palas de turbina eólica mediante microondas. Los magnetrones son utilizados tradicionalmente para generar microondas. Recientemente, se han hecho progresos en la industrialización de transistores de radiofrecuencia (RF) de estado sólido. Se ha incrementado la generación de potencia (alrededor de 250 W) y la eficiencia (50-65%), y a pesar de una menor generación de potencia comparada con un magnetron (> 5000 W), los transistores de potencia han acabado siendo componentes útiles en las aplicaciones descritas a continuación.

Breve descripción de la invención

15 En un aspecto, la invención describe un método para descongelar estructuras afectadas por acumulación de hielo, tales como palas de turbina eólica, perfiles aerodinámicos, alas de avión, alas en general, estructuras marinas tales como plataformas lejos de la costa, barcos, líneas eléctricas aéreas, y similares. Una pluralidad de transistores de potencia es colocada dentro de una estructura tal como una pala de energía eólica, la radiación es generada y absorbida por un revestimiento como se ha descrito en los documentos WO/2013/172 762 y SE 1400 194-5.

20 En otro aspecto de la invención, la invención describe un método para prevenir la formación de hielo, es decir el calentamiento preventivo de ciertas secciones, especialmente del borde anterior de un perfil aerodinámico o de palas de una turbina eólica.

25 En comparación con la técnica anterior, la invención consigue un éxito al proporcionar una solución simple, económica, de fácil reparación y estable para descongelar y prevenir la formación de hielo. La solución obvia la necesidad de generadores caros de alta tensión ya que los transistores de potencia de estado sólido requieren tensiones típicamente inferiores a 100 V.

En otros aspectos, la invención describe realizaciones útiles para descongelar y prevenir la formación de hielo de turbinas eólicas, aviones, objetos de ingeniería civil y construcciones lejos de la costa.

30 Así, un objeto de la invención es proporcionar un método para descongelar o prevenir la formación de hielo de una estructura, caracterizado por las operaciones de:

- a) proporcionar una capa absorbente de microondas en dicha estructura,
- b) generar microondas mediante transistores de potencia de radiofrecuencia (RF) de estado sólido en el intervalo de 500 MHz a 20 GHz, preferiblemente de 900 MHz a 6 GHz, más preferiblemente de 915 MHz o 2,45 GHz, y
- 35 c) transmitir dichas microondas mediante componentes necesarios a dicha capa absorbente de microondas de modo que calienten dicha capa absorbente de microondas mediante la absorción de microondas por la misma por encima de 0 °C y facilitando por ello la eliminación de hielo, o impidiendo la acumulación de hielo sobre dicha estructura.

En las reivindicaciones dependientes se han definido realizaciones preferidas.

Descripción de realizaciones preferidas

40 En una realización general, se ha dispuesto una pluralidad de transistores de potencia tales como los comercialmente disponibles MHT1003 N (250 W, eficiencia del 58%, 2,45 GHz) o MHT1002N (350 W, eficiencia del 63%, 915 MHz, productor Freescale) en combinación con una antena está dispuesta cerca de una estructura, es decir dentro o fuera o a lo largo de la estructura. Más particularmente, las microondas generadas por transistores de potencia de radiofrecuencia (RF) de estado sólido es del orden de 500 MHz a 20 GHz, preferiblemente de 900 MHz a 6 GHz, más preferiblemente de 915 MHz o 2,45 GHz.

45 Las microondas son transmitidas por un componente necesario, tal como guías de onda o antenas, a una capa absorbente de microondas de modo que calienten dicha capa absorbente de microondas mediante las mismas que están absorbidas microondas por encima de 0 °C y facilitando por ello la eliminación de hielo, o impidiendo la acumulación de hielo en dicha estructura.

Para permitir dicho calentamiento, se coloca una pluralidad de transistores de potencia de radiofrecuencia de estado sólido cerca de un área de una estructura que requiere calentamiento en caso de una operación de descongelación o de prevención de formación de hielo.

Comparado con la utilización de magnetotrones como fuente de microondas, se obtienen las siguientes ventajas: a) los transistores de potencia requieren baja tensión, típicamente por debajo de 100 V, por ello no es necesario un generador de alta tensión (5-10 kV), b) los transistores de potencia (de alrededor de 20 años de operación continua) son más estables que los magnetotrones (operación de calidad industrial de alrededor de 8000 horas cw (= onda continua)), c) los transistores de potencia son más controlables que los magnetotrones, d) como los transistores de potencia son mecánicamente más robustos y considerablemente más ligeros que los magnetotrones, pueden ser colocados dentro de alas y próximos a las áreas donde se requiere la radiación de microondas, e) los transistores de potencia pueden ser fácilmente operados de manera secuencial, es decir al menos una de una pluralidad de secciones o diferentes secciones de una pala eólica son descongeladas en una secuencia en el tiempo, por ejemplo desde la parte superior, véase a continuación.

Los transistores de potencia en una pala de generación de energía eólica pueden estar dispuestos a lo largo de toda la longitud de la pala. Para un rotor de 90 m, pueden colocarse unos 30-50 transistores de potencia en un ala (típicamente de tres). Para conseguir densidades de potencia de 1-5 kW/m² o más, es también factible disponer 4-20 o más transistores (de 250 W cada uno) por m² de área. Los transistores pueden estar dispuestos sobre o dentro de una estructura mecánica tal como un perfil de aluminio, tanto para estabilidad mecánica como para protección contra los impactos de rayos. El cableado a los transistores de potencia puede ser conducido a través de tales soportes metálicos. Los transistores de potencia pueden ser acoplados, por ejemplo, mediante una guía de ondas corta, a antenas para dirección de la radiación hacia la superficie que ha de ser calentada.

En lugar de un soporte metálico, puede utilizarse una estructura compuesta de peso ligero o una cinta flexible, soportada por ejemplo mediante rodillos, de tal modo que el reemplazamiento de los transistores sea posible. Se prefiere que la pluralidad de transistores que incluyen elementos de soporte (cables, etc.) puedan ser retirados del ala, bien para reparación y mantenimiento o bien durante el verano cuando no se necesita la funcionalidad de descongelación, y cuando el riesgo de eventos de rayos es más elevado.

El número de transistores elegidos (por m² o por ala) es una función de los requisitos y costes anticipados o necesarios, pero el orden típico será de 1-20 transistores por m² o 0,25-5 kW/m². La mayor parte de los transistores será capaz de descongelar el borde anterior de la pala de la turbina eólica cuando el hielo tiende a acumularse en él. Una elevada densidad de transistores es útil para una descongelación rápida y eficiente en energía, pero aumenta los costes del sistema.

Puede emplearse un software de control para generar radiación procedente de transistores de potencia seleccionados, en cualquier secuencia. Típicamente, un generador de turbina eólica tiene 10-20 kW (algunos tipos 50 kW y más) de efecto eléctrico disponible en el cubo. Para descongelar en condiciones severas, por ejemplo -20 °C y vientos fuertes, este efecto puede no ser suficiente para conseguir una descongelación completa, dado que (incluso utilizando el documento WO 2013/172 762) ha de ser calentada una delgada capa de material compuesto (capa superior) y la capa absorbente de microondas (SE 1400 194-5), y además la entalpía de fusión del hielo (típicamente 50-500 micrones) ha de ser proporcionada, por lo que los vientos fuertes al mismo tiempo eliminan calor proporcionado por las microondas. Por ello, es muy práctico calentar secciones menores, por ejemplo de 1-10 m² en el momento, rápidamente, y calentar las siguientes secciones una vez que se ha descongelado la primera sección, y así sucesivamente. En una realización diferente, toda la energía disponible puede ser dirigida solamente hacia el borde anterior del perfil aerodinámico de la pala de la turbina eólica, para impedir la congelación durante el funcionamiento. Incluso una pluralidad de magnetotrones no proporcionaría tal grado de flexibilidad a un nivel de coste razonable.

En una realización, la capa absorbente de microondas, que comprende preferiblemente CNT, es colocada sobre aluminio o metal en general, y forma parte de un ala de un aeroplano o helicóptero. Se utiliza una pluralidad de transistores para calentar la capa absorbente de microondas para descongelar/prevenir que se forme hielo durante el vuelo. Típicamente, se necesita una densidad de potencia de 3-10 kW/m² lo que puede conseguirse utilizando un número de transistores apropiado.

En general, dichos transistores de potencia de radiofrecuencia de estado sólido y dichos componentes necesarios están dispuestos de modo que se consiguen densidades de potencia de 0,5-20 kW/m², preferiblemente 1-5 kW/m².

El método descrito es útil para la actualización de palas de turbina eólica existentes u otras estructuras que operan en climas fríos. Comparado con el empleo de magnetotrones, los requisitos de ingeniería en términos de utilizar metal u otras guías de ondas son considerablemente menores. El método es también útil para nuevas palas de turbina eólica u otras estructuras nuevas. El método es además útil para descongelar y prevenir la formación de hielo en aviones.

Así, las palas de turbina eólica existentes pueden ser actualizadas proporcionando conjuntos de transistores de potencia, antenas, suministros de tensión que proporcionan 20-380 V, y software de control y revestimientos adecuados absorbentes de microondas.

En una realización, estructuras tales como palas de turbina eólica pueden ser revestidas con un revestimiento absorbente de microondas. Alternativamente, la capa absorbente de microondas puede formar parte de una película que es fijada a la pala de la turbina eólica cubriendo toda la pala o solamente una parte de la pala, tal como el área del borde anterior. Dicha película puede comprender una capa adhesiva, una capa absorbente de microondas que comprende preferiblemente nanotubos de carbono, y una capa superior para la resistencia a la erosión. Con propósitos de descongelación, puede utilizarse un vehículo de plataforma elevadora. A partir de tal plataforma elevadora, un emisor de microondas (que emite por ejemplo 5-50 kW) tal como un panel puede ser escaneado sobre la superficie de la pala para descongelar la pala. El emisor de microondas puede también ser colocado sobre la torre, por ejemplo sobre un ascensor externo. Esta disposición requiere más personal en operación, pero puede ser útil en caso de que las turbinas existentes sean imposibles de actualizar con emisores de microondas dentro de las alas.

Una realización específica se refiere a barcos, plataformas petrolíferas y construcciones lejos de la costa y alas de aeroplanos. El uso de transistores de potencia no requiere una gran cantidad de espacio, por ello pueden construirse superficies que han de estar libres de hielo por ejemplo por razones de seguridad de tal manera que se deje disponible un cierto espacio para los transistores de potencia y la propagación de microondas desde dichos transistores. Las alas de aeroplanos requieren flujos de elevada energía para prevenir la acumulación de hielo, y generadores de microondas en combinación por ejemplo con antenas en forma de cuerno pueden proporcionar tales flujos de energía especialmente al borde anterior de las alas de un aeroplano, tanto alas metálicas como en particular alas de polímero.

En una realización, los transistores de microondas y las antenas son colocados sobre la torre de una turbina eólica, y la radiación es dirigida hacia una de las palas de la turbina eólica mientras dicha pala está colocada en una posición paralela a la torre. El revestimiento absorbente de microondas puede ser parcialmente transparente a las microondas de tal manera que una parte de la radiación sea absorbida parcialmente por la superficie más próxima a la torre, posteriormente la radiación pasa a través de la pala para ser absorbida por la superficie más alejada de la torre. Pueden utilizarse distintas antenas para conseguir el objetivo de calentar de manera selectiva superficies para eliminar el hielo de las palas de la turbina eólica.

Una realización específica se refiere a mantener líneas eléctricas aéreas, especialmente líneas terrestres, libres de hielo. Tales líneas pueden de acuerdo con la invención ser equipadas con una pluralidad de transistores de potencia, y el cable puede además ser cubierto por una lámina de plástico que comprende una capa absorbente de microondas. Si fuera necesario, los transistores de potencia pueden ser operados de manera similar a la descripción anterior, por ejemplo secuencialmente para eliminar el hielo acumulado sobre la superficie exterior.

REIVINDICACIONES

1. Un método para proporcionar descongelación o para prevenir la formación de hielo de una estructura, caracterizado por las operaciones de:
 - a) proporcionar una capa absorbente de microondas sobre dicha estructura,
 - 5 b) generar microondas mediante transistores de potencia de radiofrecuencia (RF) de estado sólido en el intervalo de 500 MHz a 20 GHz, preferiblemente de 900 MHz a 6 GHz, más preferiblemente de 915 MHz o 2,45 GHz, y
 - 10 c) transmitir dichas microondas mediante componentes necesarios a dicha capa absorbente de microondas de modo que calienten dicha capa absorbente de microondas mediante la absorción de microondas por la misma por encima de 0 °C y facilitando por ello la eliminación de hielo, o impidiendo la acumulación de hielo sobre dicha estructura.
2. El método según la reivindicación 1, en el que dicha estructura es seleccionada de entre perfiles aerodinámicos, palas de turbina eólica, alas de avión, alas de helicóptero, estructuras marinas tales como plataformas lejos de la costa, barcos, y líneas eléctricas aéreas.
3. El método según la reivindicación 1, en donde dichos componentes necesarios son guías de ondas o antenas.
- 15 4. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por colocar una pluralidad de dichos transistores de potencia de radiofrecuencia de estado sólido cerca de un área de dicha estructura que requiere calentamiento en caso de una operación de descongelación o de prevención de formación de hielo.
- 20 5. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por operar dichos transistores de potencia de radiofrecuencia de estado sólido en una secuencia tal que al menos una sección de una pluralidad de secciones de dicha estructura sea calentada en una secuencia apropiada.
- 25 6. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por disponer dichos transistores de potencia de radiofrecuencia de estado sólido y dichos componentes necesarios de manera que se consigan densidades de potencia de 0,5-20 kW/m², preferiblemente de 1-5 kW/m².
- 30 7. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por proteger dichos transistores de potencia de radiofrecuencia de estado sólido y componentes necesarios del impacto de los rayos colocando dicho equipo en una estructura metálica.
- 35 8. El método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por permitir la retirada de dichos transistores de potencia de radiofrecuencia de estado sólido y componentes necesarios, por ejemplo para reparación y mantenimiento.
9. El método según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 8, caracterizado por actualizar palas de turbina eólica existentes utilizando conjunto de transistores de potencia, antenas, suministros de tensión que proporcionan 20-380 V, y software de control y revestimientos adecuados que absorben microondas.
10. El método según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 8, caracterizado por equipar nuevas palas de turbina eólica con una funcionalidad de descongelación o de prevención de formación de hielo de acuerdo con la invención.
11. El método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por emitir radiación de microondas bien desde el interior de la estructura o bien desde el exterior de la estructura.
12. El método según la reivindicación 11, caracterizado por, en el caso de palas de turbina eólica, emitir radiación de microondas desde un vehículo de plataforma elevadora equipado con un dispositivo de microondas que puede emitir por ejemplo radiación de microondas de 5-50 kW cerca de las áreas de las palas de la turbina eólica afectadas por el hielo.