

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 645 666**

51 Int. Cl.:

H05B 3/34

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.12.2015** **E 15197250 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.08.2017** **EP 3054744**

54 Título: **Junta de conductor y elemento de junta de conductor**

30 Prioridad:

04.12.2014 FI 20144258 U

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

07.12.2017

73 Titular/es:

WICETEC OY (100.0%)

Kutomotie 16

00380 Helsinki, FI

72 Inventor/es:

WALLENIUS, TOMAS y

VUOMAJOKI, PAULI

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 645 666 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

Junta de conductor y elemento de junta de conductor

La presente invención se refiere a una pieza de conexión que conecta un conductor de cobre a un elemento calefactor de fibra de carbono. Más particularmente, la invención se refiere a la conexión de un conductor de cobre a un elemento calefactor de fibra de carbono anticongelante en una pala de turbina eólica para calefacción eléctrica. La invención es una junta de conductor para unir un conductor de cobre a un elemento calefactor de estructura de fibras, cuyas dimensiones pueden ser longitud >> ancho >> espesor, elemento calefactor que comprende hilos de fibra de carbono, en el que el conductor de cobre se dispone transversalmente a la dirección longitudinal del elemento calefactor para formar una estructura de capas en la dirección del espesor, en ambos lados del elemento calefactor, comprendiendo el conductor de cobre hilos separables entre sí.

La invención tiene por objeto ser usada en turbinas eólicas en las que cualquier condición medioambiental de formación de hielo pueda, debido a la aerodinámica de las palas deterioradas, disminuir la eficacia de la turbina eólica. La presente invención tiene por objeto ser usada en turbinas eólicas de la clase de megavatios que normalmente requieren una eficacia de transferencia de potencia de docenas de kilovatios, tal como de 25 a 45 kW, desde la junta de conductor. Además, las propiedades aerodinámicas de la pala, es decir, la forma y rigidez de la misma, deben mantenerse, a pesar del calentamiento eléctrico, dentro de las tolerancias de fabricación y diseño de la pala. Esto impone requisitos especiales para la junta de conductor porque la junta de conductor debe tener una forma muy fina e imperceptible, pero aun así tiene que transmitir una potencia eléctrica bastante elevada. Además de lo mencionado anteriormente, el hecho de que sea muy probable que las palas de una turbina eólica sean alcanzadas por un rayo, determina qué tipo de estructura puede usarse. Si una pala, o un elemento calefactor en la pala, es alcanzado por un rayo, se crea un enorme pico de voltaje y corriente, que posiblemente atraviese la presente junta de conductor. Debido a que es muy difícil llegar a la junta de conductor para su mantenimiento y reparación, la junta de conductor también debe ser a prueba de rayos.

El documento WO2012/164167A1, que se conoce desde la técnica anterior, desvela soluciones para transferir una corriente eléctrica a un elemento calefactor en una pala de turbina eólica. En particular, la realización descrita en la Figura 2b de la memoria descriptiva, y en la sección correspondiente de la descripción, ha resultado ser una solución exitosa desde el punto de vista técnico. En ella, el elemento calefactor es una estructura de múltiples capas que tiene un conductor intermedio.

Un objeto de la presente invención es mejorar la solución conocida de la técnica anterior y garantizar una transferencia segura de una potencia eléctrica elevada desde un conductor de cobre a un elemento calefactor de fibra de carbono. Un objeto particular es proporcionar una solución en la que puedan evitarse los denominados puntos calientes, es decir, puntos en los que la densidad del flujo de corriente aumenta en comparación con el resto de la junta y que pueden comenzar a calentarse, causando posiblemente daños en la estructura o haciéndola más débil de alguna otra manera.

La junta de conductor de acuerdo con la invención se caracteriza por lo que se expone en la parte caracterizadora de la reivindicación independiente.

Por tanto, la invención es una junta de conductor para unir un conductor de cobre a un elemento calefactor con estructura de fibras cuyas dimensiones son longitud >> ancho >> espesor, el elemento calefactor que comprende hilos de fibra de carbono, en el que el conductor de cobre se dispone transversalmente a la dirección longitudinal del elemento calefactor para formar una estructura de capas en la dirección del espesor, en ambos lados del elemento calefactor, comprendiendo el conductor de cobre hilos separables entre sí. Los hilos del conductor de cobre, cuyo número y diámetro, normalmente, es adecuado para transferir una potencia de más de diez kW, están distribuidos cuantitativa y sustancialmente de manera uniforme en ambos lados del elemento calefactor, los hilos se disponen de manera plana de tal modo que los hilos descansan sustancialmente en un plano, adyacentes entre sí, y los extremos de los hilos se extienden en la dirección del ancho del elemento calefactor, más allá del elemento calefactor, en el que las partes de los extremos de los hilos que se extienden más allá del elemento calefactor se solapan entre sí, y una junta eléctrica se forma entre las caras laterales de estos hilos superpuestos.

Lo anterior muestra, por medio de un operador matemático convencional que, en cuanto a las dimensiones del elemento calefactor, la longitud del elemento calefactor es normalmente mucho mayor que su ancho, que, a su vez, es mucho mayor que su espesor. Como ejemplo práctico, la longitud, ancho y espesor del elemento calefactor puede variar de metros a docenas de metros, de diez centímetros a un metro y de menos de un milímetro a un milímetro, respectivamente. En algunos casos, el ancho y la longitud pueden ser aproximadamente de la misma magnitud, si la calefacción solo se necesita localmente en una pequeña área.

En una realización, el elemento calefactor comprende hilos de fibra de carbono, que posiblemente se intersecan entre sí, o el elemento calefactor puede fabricarse de una malla de fibra de carbono unidireccional. Los hilos de fibra de carbono que se intersecan pueden colocarse, por ejemplo, en un ángulo de 45° respecto a la dirección longitudinal, causando una conducta muy neutral del elemento calefactor respecto al resto de la estructura de la pala. Es decir, el elemento calefactor no endurece la estructura de la pala. Con todo, el tipo de elemento calefactor

utilizado no tiene apenas importancia para la junta de conductor. La solución también es aplicable a otros elementos de calefacción eléctrica que tengan una conductividad menor que el cobre, en los que, debido a la menor conductividad, la junta de conductor aumente en área y tenga forma similar, como se explicó anteriormente.

5 Una característica especial de la invención es que proporciona una junta de conductor de perfil bajo en la dirección del espesor de la estructura. Una estructura particularmente funcional se obtiene si el diámetro del hilo del conductor de cobre y el espesor del elemento calefactor son 0,3 mm y 0,2 mm, respectivamente. El espesor de la estructura de capas es, por tanto, $2 \cdot 0,3 \text{ mm} + 3 \cdot 0,2 \text{ mm}$, 1,2 mm en total. Naturalmente, la invención no está limitada a estas dimensiones, sino que son factibles otras dimensiones. El número de hilos necesarios viene dado por la siguiente ecuación: $n = k \cdot 4 \cdot A / \pi d^2$, en la que A es el área transversal del conductor de cobre, determinada por el grado de capacidad de transferencia de corriente que se requiere, en función de las normas y los reglamentos sobre seguridad eléctrica e instalaciones, mientras k es un número constante de hilos basado en la experiencia sobre el número de hilos que se necesitan, normalmente $k = 0,9 - 1,1$.

15 El número de los hilos del conductor de cobre antes mencionado está distribuido cuantitativa y sustancialmente de manera uniforme en ambos lados del elemento calefactor, disponiéndose los hilos de manera plana para descansar sustancialmente en un plano, adyacentes entre sí. Naturalmente, cuando los hilos son muy abundantes en número, la precisión no es absoluta, pero el 45% de ellos pueden disponerse en un lado y el 55% de ellos pueden disponerse en el otro lado sin mayor consecuencia sobre la junta de conductor. La planaridad proporciona un área máxima entre los hilos del conductor de cobre y los hilos de fibra de carbono del elemento calefactor. Al mismo tiempo, se evita cualquier corriente transversal eléctrica provocada por hilos que se atraviesan entre sí, lo que posiblemente contribuya a puntos calientes. Es decir, los hilos que se cruzan entre sí provocan un área de contacto conductora disminuida y una acumulación local de la corriente en puntos muy conductores, lo que produce un flujo de corriente local aumentada no deseado.

25 Además, los extremos de los hilos se extienden, en la dirección del ancho del elemento calefactor, más allá del elemento calefactor, en el que las partes de los extremos de los hilos que se extienden más allá del elemento calefactor se solapan entre sí, y una junta eléctrica se forma entre las caras laterales de estos hilos superpuestos. Esto maximiza la corriente transferida desde las caras laterales de los hilos del conductor de cobre hasta la estructura de fibra de carbono. Los estudios muestran que una corriente transferida desde el extremo de un hilo a un elemento calefactor tiene muchas más posibilidades de crear un punto caliente en ese lugar, es decir, la corriente se acumula en la región de extremo del hilo. Cuando los hilos del conductor de cobre forman una junta unida fuera del elemento calefactor, esta parte ayuda, en gran medida, a que la corriente pase desde los hilos del conductor de cobre al elemento calefactor, exactamente de la manera deseada. Esta es otra característica que proporciona un flujo de corriente más constante.

A continuación se explicará la invención en mayor detalle haciendo referencia a los dibujos adjuntos en los que

- 35 - La Figura 1 muestra una realización de la junta de conductor, y
- la Figura 2 muestra un ancho parcial de un conductor de cobre.

La Figura 1 muestra una junta de conductor 1 para unir un conductor de cobre 2 a un elemento calefactor 3 de estructura de fibra cuyas dimensiones son longitud $L \gg$ ancho $A \gg$ espesor E , elemento calefactor 3 que comprende hilos de fibra de carbono 30 que se intersecan, en el que el conductor de cobre 2 se dispone transversalmente a la dirección longitudinal L del elemento calefactor 3 para formar una estructura de capas en la dirección del espesor E , en ambos lados del elemento calefactor 3, comprendiendo el conductor de cobre 2 hilos 20 separables entre sí. Los hilos 20 del conductor de cobre, cuyo número y diámetro es adecuado para transferir una potencia de docenas de kilovatios, tal como 25-45 kW, están distribuidos cuantitativa y sustancialmente de manera uniforme en ambos lados del elemento calefactor 3, los hilos 20 se disponen de una manera plana de tal modo que los hilos 20 descansan sustancialmente en un plano adyacentes entre sí, y los extremos 201 de los hilos se extienden, en la dirección del ancho A del elemento calefactor 3, más allá del elemento calefactor 3, en el que las partes de los extremos 201 de los hilos que se extienden más allá del elemento calefactor 3 se solapan entre sí, y una junta eléctrica se forma entre las caras laterales de estos hilos superpuestos 20. En el extremo de entrada del conductor de cobre 2, los hilos separados adecuadamente que se extienden en un plano pueden agruparse 23 y conectarse a un cable de transmisión por medio de una junta de conductor convencional (no mostrada). Las capas se laminan o se pegan durante la fabricación usando un método y materiales adecuados. Como método para un elemento calefactor de fibra de carbono se usan métodos de construcción de plástico reforzado, generalmente laminado manual y curado por bolsa de vacío. También es posible usar otros métodos de laminado conocidos.

55 En una realización, los hilos 20 del conductor de cobre 2 se extienden, en los extremos 201 de los hilos, más allá del elemento calefactor por una distancia, siendo esta distancia más de 10 veces mayor que el diámetro d del hilo, preferentemente, más de 30 veces mayor que el diámetro del hilo. Esto garantiza, hasta el extremo del borde del elemento calefactor 3, que la corriente eléctrica se transfiera uniformemente desde el conductor de cobre 2 hasta el elemento calefactor 3, por todo el ancho A del elemento calefactor 3. Preferentemente, las proporciones longitud \gg ancho \gg espesor también se aplican a la junta de conductor, solo que la orientación es transversal a la dirección longitudinal en comparación con las dimensiones correspondientes del elemento calefactor.

La estructura de capas comprende también, en el lateral de los hilos 20 del conductor de cobre 2 que encaran al elemento calefactor 3 en la dirección del espesor E, una franja 31 del elemento calefactor 3 adaptada para equalizar el potencial eléctrico entre el elemento calefactor 3 y el conductor de cobre 2, así como para aumentar el área conductora entre el elemento calefactor y el conductor de cobre.

- 5 La Figura 2 es una vista de una realización o, más particularmente, una parte de la realización, por todo un ancho corto del conductor de cobre 2 y los hilos 20 del mismo. El objeto de la figura es ilustrar cómo algunos de los hilos 20 pueden juntarse entre sí mientras otros de los hilos pueden soltarse un poco de los demás. Los hilos consisten preferentemente en un alambre de cobre recto, no trenzado ni aislado para evitar un contacto debilitado provocado por una curvatura del hilo. La manera más fácil de obtener una junta muy conductora conveniente es usar hilos rectos. La Figura 2 muestra el diámetro d de un hilo que preferentemente tiene 0,3 mm aproximadamente. El número de hilos necesarios se calcula mediante la siguiente ecuación: $n = k^2 A / \pi d^2$, en la que A es el área de corte transversal del conductor de cobre determinada por el grado de capacidad de transferencia de corriente que se requiere. El número constante de hilos k está basado en la experiencia sobre el número de hilos necesarios, normalmente, k = 0,9 - 1,1. Además, la magnitud de la capacidad de transferencia de corriente se elige para permitir una potencia eléctrica de docenas de kilovatios, tal como 30 kW, a través de la junta del conductor, que también se traduce en una capacidad fiable para soportar la mayoría de los impactos de rayos.

En un aspecto de la invención, la invención también se refiere a un elemento de junta de conductor prefabricado para fabricar una junta de conductor de acuerdo con la invención. En su interior, los hilos del conductor de cobre se fijan de forma que puedan retirarse a un sustrato auxiliar, tal como cinta adhesiva, sobre la cual los hilos se disponen de manera plana de tal modo que los hilos se extienden sustancialmente solo en un plano, adyacentes entre sí.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema que comprende un elemento calefactor de estructura de fibra (3), un conductor de cobre (2) y una junta de conductor (1) que une los dos, en el que las dimensiones del elemento calefactor (3) son la longitud (L) >> el ancho (A) >> el espesor (E), y cuyo elemento calefactor (3) comprende hilos de fibra de carbono (30), en el que para la junta (1) el conductor de cobre (2) se dispone transversalmente a la dirección a la dirección longitudinal (L) del elemento calefactor (3) para formar una estructura de capas en la dirección la dirección del espesor (E), en ambos lados del elemento calefactor (3), el conductor de cobre (2) que comprende hilos (20) separables entre sí, **caracterizado porque** los hilos (20) del conductor de cobre (2), cuyo número y diámetro es adecuado para transferir una potencia de más de diez kW, están distribuidos cuantitativa y sustancialmente de manera uniforme en ambos lados del elemento calefactor (3), los hilos (20) se disponen de manera plana de tal modo que los hilos (20) descansan sustancialmente en un plano, adyacentes entre sí, y los extremos (201) de los hilos se extienden, en la dirección la dirección del ancho (A) del elemento calefactor (3) más allá del elemento calefactor (3), en el que las partes de los extremos (201) de los hilos que se extienden más allá del elemento calefactor (3) se solapan entre sí, y una junta eléctrica se forma entre las caras laterales de estos hilos superpuestos (20).
2. El sistema definido en la reivindicación 1, **caracterizado porque** los hilos (20) del conductor de cobre (2) se extienden, en los extremos (201) de los hilos, más allá del elemento calefactor (3) según una distancia, siendo esta distancia más de 10 veces mayor que el diámetro (d) del hilo, preferentemente más de 30 veces mayor que el diámetro (d) del hilo.
3. El sistema definido en la reivindicación 1, **caracterizado porque** la estructura de capas también comprende, en el lateral de los hilos (20) del conductor de cobre (2) encarados alejados encarados alejados al elemento calefactor (3) en la dirección la dirección del espesor (E), una franja (31) del elemento calefactor (3) adaptada para ecualizar el potencial eléctrico entre el elemento calefactor (3) y el conductor de cobre (2), así como para aumentar el área conductora entre el elemento (3) y el conductor de cobre (2).
4. El sistema definido en la reivindicación 1, **caracterizado porque** los hilos (20) consisten en un alambre de cobre recto no trenzado ni aislado.
5. El sistema definido en la reivindicación 1, **caracterizado porque** la magnitud de la capacidad de transferencia de corriente se elige para permitir una potencia eléctrica de docenas de kilovatios, tal como de 25 a 45 kW, a través de la junta de conductor (1).
6. El sistema definido en las reivindicaciones 1 y 5, **caracterizado porque** el número de hilos (20) necesarios se calcula mediante la siguiente ecuación: $n = k \cdot 4 \cdot A / \pi d^2$ en la que A es el área de corte transversal del conductor de cobre determinada por el grado de capacidad de transferencia de corriente que se requiere.
7. Una junta de conductor que comprende un conductor de cobre (2) de hilos y un sustrato auxiliar, adecuado para su uso en la fabricación de una junta de conductor (1) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** los hilos (20) del conductor de cobre (2) se fijan de modo que puedan retirarse al sustrato auxiliar, tal como cinta adhesiva, sobre la que se disponen los hilos (20) de manera plana de tal modo que los hilos (20) se extienden sustancialmente en un plano, adyacentes entre sí.

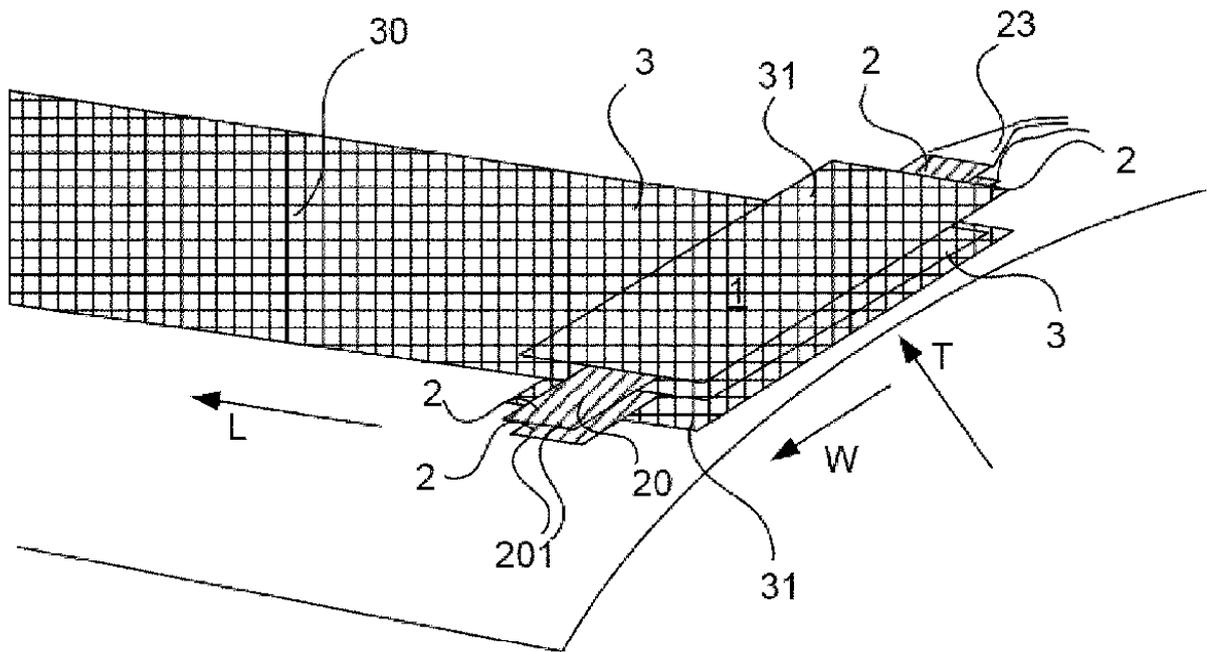


FIG. 1

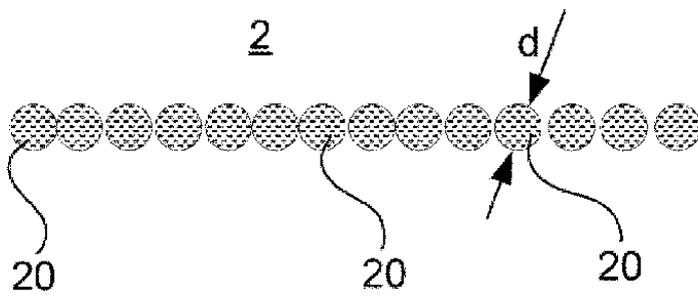


FIG. 2