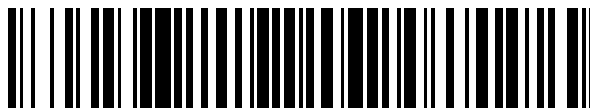


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 923 123**

21 Número de solicitud: 202290019

51 Int. Cl.:

F03D 1/06 (2006.01)

G06F 30/20 (2010.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

27.08.2021

30 Prioridad:

08.03.2021 CN 20211025222

43 Fecha de publicación de la solicitud:

23.09.2022

71 Solicitantes:

SANY RENEWABLE ENERGY CO.,LTD (100.0%)
Sany Industrial Park, Beiqing Road, Changping
District
102206 Beijing CN

72 Inventor/es:

YI, Ping;
LIU, Feng y
WEI, Xin

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

54 Título: **Método de diseño del pavimento de la raíz de la pala del aerogenerador y estructura de la raíz de la pala del aerogenerador**

57 Resumen:

La presente invención proporciona un método de diseño del pavimento de la raíz de la pala del aerogenerador y la estructura de la raíz de la pala del aerogenerador, donde el método comprende: división del área de la raíz de la pala en múltiples zonas de acuerdo con la distribución de la carga del área de la raíz de la pala; determinación de los parámetros del pavimento de cada una de las zonas respectivamente de acuerdo con las características de la carga de cada una de ellas. La invención propone adoptar una pavimentación de diseño en múltiples zonas con capa de refuerzo de acuerdo con la distribución de la carga en la zona de la raíz de la pala, de modo que el diseño de la capa de refuerzo pueda optimizarse de acuerdo con las características reales de la carga.

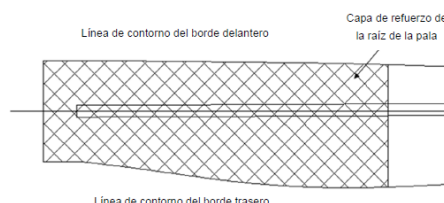


Figura 1

DESCRIPCIÓN

Método de diseño del pavimento de la raíz de la pala del aerogenerador y estructura de la raíz de la pala del aerogenerador

Sector Técnico

- 5 La presente invención se refiere al sector técnico de las palas de aerogeneradores, y en particular a un método de diseño del pavimento de la raíz de la pala del aerogenerador y a la estructura de la raíz de la pala del aerogenerador.

Antecedentes Tecnológicos

- 10 Con la actualización incesante de la tecnología, las palas de aerogenerador se están desarrollando rápidamente en dirección a la gran escala, y las palas de más de 90 metros han entrado en la fase de producción masiva. La raíz de la pala es la parte clave para transferir las cargas externas que la pala soporta desde la viga principal hasta la conexión de la raíz de la pala y el cubo, y las fuerzas en la cual son relativamente complejas. La distribución de la carga de la paleta disminuye desde la raíz hasta la punta, la distribución de la rigidez de la pala también muestra una tendencia decreciente, y el número de capas de la capa de refuerzo de la raíz de la pala disminuye gradualmente desde la raíz a lo largo de la dirección de extensión de la pala.

- 15 La capa de refuerzo de la raíz de la pala incluye la capa de refuerzo exterior y la capa de refuerzo interior, en el diseño convencional de la capa de refuerzo de la raíz de la pala, se pavimenta completamente a lo largo de la raíz de la pala, como se muestra en la Figura 1. El pavimento existente de la raíz de la pala del aerogenerador se pavimenta completamente desde la línea de contorno del borde delantero hasta la línea de contorno del borde trasero utilizando tela de fibra de vidrio, que no es propicio para la reducción del peso de la pala.

Contenidos de la Invención

- 25 La presente invención proporciona un método de diseño del pavimento de la raíz de la pala del aerogenerador y una estructura de la raíz de la pala del aerogenerador para resolver el problema actual de que el pavimento de la raíz de la pala del aerogenerador actual se pavimenta completamente desde el borde delantero al borde trasero mediante tela de fibra de vidrio afectando adversamente a la reducción del peso, con el fin de realizar un diseño ligero del pavimento de la raíz de la pala del aerogenerador.

La presente invención proporciona un método de diseño del pavimento de la raíz de la pala del aerogenerador, que comprende: división de dicha área de la raíz de la pala en múltiples

zonas de acuerdo con la distribución de la carga del área de la raíz de la pala; determinación de los parámetros del pavimento de cada una de dichas zonas respectivamente de acuerdo con las características de la carga de cada una de ellas.

5 Alternativamente, dicha división de dicha área de la raíz de la pala en múltiples zonas comprende: división de dicha superficie de succión y la superficie de presión de dicha área de la raíz de la pala en dichas múltiples zonas a lo largo de la dirección de la cuerda respectivamente.

10 Alternativamente, dicha superficie de succión y dicha superficie de presión de dicha área de la raíz de la pala están divididas cada una en tres dichas zonas, las tres dichas zonas comprenden: la primera zona situada en el centro a lo largo de la cuerda, la segunda zona situada en el borde delantero de dicha primera zona y la tercera zona situada en el borde trasero de dicha primera zona.

15 Alternativamente, dicha determinación de los respectivos parámetros del pavimento para cada una de dichas zonas en función de las características de carga de cada una de ellas comprende: dichos parámetros de pavimento para cada una de dichas zonas comprenden el número de capas del pavimento y la longitud de extensión del pavimento, determinándose dicho número de capas y dicha longitud de extensión del pavimento en función de los valores de carga de cada una de dichas zonas.

20 Alternativamente, los trabajos después de dicha determinación de los parámetros del pavimento para cada una de dichas zonas por separado también comprenden: la obtención de un valor de esfuerzo-deformación de dicha área de la raíz de la pala después de la colocación del pavimento; el ajuste óptimo del pavimento para cada una de dichas zonas en función de dicho valor de esfuerzo-deformación de dicha zona de la raíz de la pala, de manera que el valor de esfuerzo-deformación para cada una de dichas zonas se encuentre dentro de
25 un rango predeterminado.

30 Alternativamente, los trabajos después de dicha determinación de los parámetros del pavimento para cada una de dichas zonas por separado también comprenden: la obtención de parámetros de rendimiento para el pavimento en cada una de dichas zonas de dicha área de la raíz de la pala; el ajuste óptimo del pavimento en cada una de dichas zonas de acuerdo con los parámetros de rendimiento para el pavimento en cada una de dichas zonas; donde dichos parámetros de rendimiento para el pavimento comprenden: parámetros de fallo por fatiga, parámetros de fallo entre fibras, parámetros de fallo de fibras y parámetros de fallo por estabilidad de pandeo.

La presente invención también proporciona una estructura de la raíz de la pala del aerogenerador, basada en dicho método de diseño del pavimento de la raíz de la pala del aerogenerador, en el que el área de la raíz de la pala está provista de un pavimento, estando dicha área de la raíz de la pala dividida en múltiples zonas, con diferentes parámetros de pavimento para diferentes zonas.

Alternativamente, dicha superficie de succión y la superficie de presión de dicha área de la raíz de la pala se dividen respectivamente en múltiples dichas zonas a lo largo de la dirección de la cuerda.

La presente invención también proporciona un dispositivo electrónico que comprende una memoria, un procesador y los programas informáticos almacenados en dicha memoria y ejecutables en dicho procesador, dicho procesador ejecuta dichos programas informáticos implementando los pasos del cualquiera de dichos métodos de diseño de la raíz de la pala del aerogenerador.

La presente invención también proporciona un medio de almacenamiento legible por ordenador no transitorio que tiene un programa informático almacenado en el mismo, cuando dicho programa informático es ejecutado por el procesador, realiza los pasos del cualquiera de dichos métodos de diseño de la raíz de la pala del aerogenerador.

La presente invención proporciona un método de diseño del pavimento de la raíz de la pala del aerogenerador y una estructura de raíz de pala del aerogenerador, proponiendo adoptar una pavimentación de diseño en múltiples zonas con capa de refuerzo de acuerdo con la distribución de la carga en la zona de la raíz de la pala, de modo que el diseño de la capa de refuerzo en diferentes partes de la raíz de la pala pueda optimizarse de acuerdo con las características reales de la carga, lo que puede hacer que la capa de refuerzo de la raíz de la pala proporcione la rigidez de la raíz de la pala al mismo tiempo que se logre un diseño ligero, lo que favorece la reducción del consumo de materiales del pavimento, la reducción de costes y la bajada del peso.

Descripción de Figuras

La Figura 1 es un diagrama esquemático del diseño de la capa de refuerzo de la raíz de la pala del aerogenerador existente;

La Figura 2 es un diagrama de flujo de procesos del método de diseño del pavimento de la raíz de la pala del aerogenerador proporcionado por la presente invención;

La Figura 3 es un diagrama esquemático del diseño del pavimento de la raíz de la pala del

aerogenerador proporcionado por la presente invención;

La Figura 4 es un diagrama esquemático de la estructura del dispositivo electrónico proporcionado por la presente invención.

Descripción del Modo Específico de Realización

- 5 El método de diseño del pavimento de la raíz de la pala del aerogenerador de la presente invención se describe a continuación junto con las figuras 2 a 4.

Refiriéndose a la figura 2, esta realización proporciona un método de diseño del pavimento de la raíz de la pala del aerogenerador, que comprende: la zonificación del área de la raíz de la pala de acuerdo con la distribución de la carga del área de la raíz de la pala; la división del
10 área de la raíz de la pala en múltiples zonas; y la determinación de los parámetros del pavimento para cada zona por separado de acuerdo con las características de la carga de cada zona.

El diseño convencional de la capa de refuerzo de la raíz de la pala es la pavimentación completa a lo largo de la raíz de la pala, es decir, la capa de refuerzo de todas las zonas del
15 área de la raíz de la pala se pavimenta de forma igual, la pavimentación de la capa de refuerzo de la raíz de la pala convencional a menudo requiere una gran cantidad de materiales de pavimento, además, la raíz de la pala puede ser relativamente pesado. Esta realización tiene en cuenta que la distribución no uniforme de la carga en la raíz de la pala, es decir, que la carga en las distintas zonas de la raíz de la pala es diferente; se propone entonces que la
20 capa de refuerzo pueda pavimentarse en distintas zonas según la distribución de la carga en la raíz de la pala. De este modo, se pueden diferenciar las distintas zonas de la raíz de la pala, y el consumo de material para la capa de refuerzo puede reducirse en consecuencia en las zonas sometidas a menos carga, de modo que la capa general puede satisfacer las necesidades de la carga, pero también reducir el consumo de material para el pavimento, lo
25 que favorece la reducción de costes, y puede lograr la reducción de peso de la raíz de la pala.

El método de diseño del pavimento de la raíz de la pala proporcionado por esta realización comienza con una zonificación del área de la raíz de la pala que se va a pavimentar, y la zonificación se basa en la distribución de la carga, es decir, la zonificación se basa en el tamaño de la carga en las diferentes partes, y el área de la raíz de la pala se divide en múltiples
30 zonas. El principio de zonificación de las partes de la raíz de la pala según la distribución de la carga es: las partes sometidas a una carga mayor se dividen en una zona y las partes sometidas a una carga menor se dividen en una zona; las partes de las raíces de paleta situadas en la misma zona deben someterse a la misma carga siempre cuando sea posible,

y las partes situadas en zonas diferentes deben someterse a cargas diferentes siempre cuando sea posible. A continuación, en función de las características de la carga en cada zona, es decir, el tamaño de la carga en cada zona, se determinará los parámetros específicos del pavimento de cada zona y realizará la pavimentación por zonas.

- 5 La presente realización proporciona un método de diseño del pavimento de la raíz de la pala del aerogenerador, proponiendo adoptar una pavimentación en múltiples zonas con capa de refuerzo de acuerdo con la distribución de la carga en la zona de la raíz de la pala, de modo que la capa de refuerzo en diferentes partes de la raíz de la pala pueda optimizarse de acuerdo con las características reales de la carga, lo que puede hacer que la capa de refuerzo de la
- 10 raíz de la pala proporcione la rigidez de la raíz de la pala al mismo tiempo que se logre un diseño ligero, lo que favorece la reducción del consumo de materiales del pavimento, la reducción de costes y la bajada del peso.

Además, el pavimento de la raíz de la pala suele comprender una capa de refuerzo interior y una capa de refuerzo exterior, y la capa de refuerzo interior y la capa de refuerzo exterior

15 suelen estar separadas por un material de lecho. La determinación de los parámetros de pavimento para cada zona en el método de diseño de pavimento de la raíz de la paleta de aerogenerador proporcionado en esta realización comprende la determinación de los parámetros de pavimento para la capa de refuerzo interior y/o la capa de refuerzo exterior para cada zona respectivamente. Las capas de refuerzo interior y exterior en las diferentes

20 zonas se optimizan principalmente en función de la distribución de la carga para conseguir un diseño ligero.

Sobre la base de la realización anterior, más allá, los parámetros de pavimento para cada zona incluyen el número de capas y la longitud de extensión del pavimento. Esto significa que principalmente se determinan el número de capas y la longitud de extensión del pavimento de

25 la capa de refuerzo en cada zona en función de las características de la carga en esa zona. Mediante el ajuste del número de capas del pavimento y la longitud de extensión del pavimento, se pueden conseguir diferentes rigideces. El número de capas del pavimento y la longitud de extensión del pavimento pueden variarse en el diseño en función de las diferentes características de carga de cada zona del área de la raíz de la pala, para que el pavimento de

30 cada zona coincida exactamente con la carga de la zona correspondiente, evitando así el desperdicio del material del pavimento y realizando el diseño ligero del pavimento de la raíz de la pala.

Sobre la base de la realización anterior, más allá, la división del área de la raíz de la pala en múltiples zonas en esta realización comprende: división de la superficie de succión y la

superficie de presión del área de la raíz de la pala en zonas separadas; división de la superficie de succión y la superficie de presión del área de la raíz de la pala en múltiples zonas a lo largo de la dirección de la cuerda respectivamente. El método de zonificación del área de la raíz de la pala proporcionado en esta realización divide las superficies de succión y presión del área de la raíz de la pala en múltiples zonas. En otras palabras, en lugar de zonificar el conjunto del área de la raíz de la pala, se diferencian la superficie de succión y la superficie de presión en el área de la raíz de la pala primero, luego se divide la superficie de succión del área de la raíz de la pala en múltiples zonas, y así mismo, se divide la superficie de presión del área de la raíz de la pala en múltiples zonas. La distinción entre superficies de presión y de succión en el área de la raíz de paleta está en consonancia con el proceso de pavimentación del pavimento de la raíz de la pala y puede facilitar el pavimento del mismo.

Además, para las superficies de succión o presión en el área de la raíz de la pala, las zonas se dividen a lo largo de la dirección de la cuerda respectivamente, lo que permite una mejor adaptación a la distribución de la carga. El método de zonificación es sencillo y fácil de usar, y se adapta bien a la distribución de la carga y facilita la pavimentación del pavimento.

Sobre la base de la realización anterior, más allá, como se muestra en la figura 3, esta realización divide la superficie de succión y la superficie de presión del área de la raíz de la pala en tres zonas respectivamente, las tres zonas que comprenden: la primera zona A1 situada en el centro a lo largo de la cuerda, la segunda zona A2 situada en el borde delantero de dicha primera zona A1 y la tercera zona A3 situada en el borde trasero de dicha primera zona A1. La superficie de succión del área de la raíz de la pala se divide en la primera zona A1 en la viga principal B, la segunda zona A2 entre la primera zona A1 y la línea de contorno del borde delantero, y la tercera zona A3 entre la primera zona A1 y la línea contorno del borde trasero. La superficie de presión del área de la raíz de la pala también se divide en la primera zona A1 en la viga principal B, la segunda zona A2 entre la primera zona A1 y la línea de contorno del borde delantero, y la tercera zona A3 entre la primera zona A1 y la línea contorno del borde trasero.

Más allá, el método de diseño del pavimento de la raíz de la pala del aerogenerador también comprende: pavimentación del pavimento según los parámetros de pavimento determinados para cada zona. En esta realización, la pavimentación del pavimento según los parámetros de pavimento determinados para cada zona comprende: el pavimento de la primera zona A1 se pavimenta desde la línea central B1 de la viga principal hacia el borde delantero y el borde trasero, respectivamente; la segunda zona A2 se solapa desde la línea de contorno del borde delantero hasta el borde delantero de la primera zona A1; la tercera zona A3 se solapa desde el borde trasero de la primera zona A1 hasta la línea de contorno del borde trasero.

La división de las zonas en el área de la raíz de la pala no solo debe adaptarse a la distribución de carga realizando un peso realmente bajo, sino también debe facilitar la pavimentación con el fin de garantizar el efecto del pavimento. Por eso, la racionalidad de la zonificación es muy importantes. El método de zonificación proporcionado en esta realización divide las superficies de succión y presión en el área de la raíz de la pala en tres zonas, lo cual es razonable y práctico y fácil de operar.

Más allá, en otra realización, la zonificación del área de la raíz de la pala también puede adoptar otras formas, por ejemplo, las superficies de succión y de presión de la raíz de la pala pueden ser zonificadas a lo largo de la dirección de extensión, o las superficies de succión y de presión de la raíz de la pala pueden ser zonificadas en cuatro u otros números de zonas, cuya zonificación específica puede establecerse de forma flexible de acuerdo con la distribución real de la carga sin limitación.

Sobre la base de las realizaciones mencionadas, más allá, de acuerdo con las características de la carga de cada zona, los parámetros del pavimento para cada región se determinan por separado, incluyendo: cuanto mayor sea la carga en la región, mayor será el número de capas del pavimento y mayor será la longitud de extensión del pavimento. En otras palabras, se puede aumentar adecuadamente el número de capas del pavimento y aumentar la longitud de extensión del pavimento en las zonas sometidas a mayores cargas; mientras que se puede reducir el número de capas del pavimento y reducir la longitud de extensión del pavimento en las zonas sometidas a menores cargas.

Además, la distribución de la carga en el área de la raíz de la pala puede obtenerse mediante cálculos. Durante el proceso de diseño de la pala del aerogenerador, la carga real sobre la pala del aerogenerador se calcula en función del entorno de aplicación de la pala del aerogenerador, los parámetros geográficos locales, etc., y consecuentemente se puede obtener la distribución de la carga en el área de la raíz de la pala. La distribución de la carga en la pala también puede obtenerse aplicando una carga predeterminada a la pala del aerogenerador mediante ensayos o simulaciones.

Sobre la base de las realizaciones anteriores, más allá, los trabajos después de determinar respectivamente los parámetros del pavimento para cada zona también comprenden: obtención de los valores de esfuerzo-deformación del área de la raíz de la pala después de la pavimentación del pavimento; ajuste óptimo del pavimento de cada zona en función de los valores de esfuerzo-deformación del área de la raíz de la pala, para que los valores de esfuerzo-deformación de cada zona se encuentren en el rango preestablecido. En otras palabras, tras el diseño de los parámetros de pavimento para cada zona según las

características de carga de cada zona, primero se pavimenta el pavimento de cada zona según los parámetros de pavimento en este diseño; y después de pavimentar el pavimento, se realiza un ajuste óptimo del pavimento de cada zona según los valores reales de esfuerzo-deformación en el área de la raíz de la pala. En las áreas donde los valores de esfuerzo-deformación no cumplen con los requisitos, se puede ajustar correspondientemente el número de capas y/o la longitud de extensión del pavimento, para que los valores de esfuerzo-deformación de todas las zonas en el área de la raíz de la pala se controlen dentro de cierto rango, es decir, se cumplen los requisitos de carga.

Específicamente, la determinación de los parámetros del pavimento para cada zona de acuerdo con las características de carga de cada zona incluye: un diseño preliminar de los parámetros del pavimento para cada zona puede realizarse en base a la experiencia o con referencia a ejemplos previos de pavimento de la raíz de la pala, teniendo en cuenta las características de carga de cada zona.

Los valores de esfuerzo-deformación en el área de la raíz de la pala después de la pavimentación del pavimento incluyen: se puede realizar una prueba aplicando una carga predeterminada al área de la raíz de la pala, mediante la cual se obtienen los valores reales de esfuerzo-deformación de las distintas zonas del área de la raíz de la pala bajo la carga predeterminada.

Sobre la base de la realización anterior, más allá, después de determinar los parámetros del pavimento para cada zona por separado, se incluyen además: la obtención de los parámetros de rendimiento del pavimento en cada zona del área de la raíz de la pala; el ajuste óptimo del pavimento en cada región de acuerdo con los parámetros de rendimiento del pavimento en cada zona, de modo que los parámetros de rendimiento en cada zona cumplan con los requisitos de diseño. En otras palabras, después de diseñar los parámetros del pavimento para cada zona de acuerdo con las características de carga de cada zona, el pavimento se pavimenta primero de acuerdo con los parámetros de pavimento diseñados; después de pavimentar el pavimento, el efecto del pavimento se verifica y se ajusta de manera óptima de acuerdo con los parámetros de rendimiento del pavimento en cada zona, y el número de capas y/o la longitud de extensión del pavimento pueden ajustarse en consecuencia en las zonas en las que los parámetros de rendimiento no cumplen con los requisitos, de manera que los parámetros de rendimiento del pavimento en diversas zonas del área de la raíz de la pala cumplen con los requisitos de diseño, es decir, los requisitos de diseño de las palas de aerogenerador se cumplen para garantizar la rigidez de las palas del aerogenerador.

Además de las realizaciones anteriores, más allá, los parámetros de rendimiento del

pavimento comprenden: parámetros de fallo por fatiga, parámetros de fallo entre fibras, parámetros de fallo de fibras y parámetros de fallo de estabilidad de pandeo. Estos parámetros de rendimiento del pavimento para cada zona pueden obtenerse mediante pruebas de carga una vez pavimentado el pavimento. La pala del aerogenerador debe cumplir con los requisitos de diseño de los parámetros correspondientes en el proceso de diseño, se puede comparar los parámetros de rendimiento obtenidos con los requisitos de diseño, y realizar ajuste óptimo de los parámetros del pavimento en las zonas que no cumplan con los requisitos del diseño, para que los parámetros de rendimiento del pavimento de diversas zonas del área de la raíz de la pala cumplan con los requisitos del diseño en el final. Los requisitos específicos de diseño pueden combinarse con el diseño específico de la pala del aerogenerador y referirse a las especificaciones de diseño pertinentes para el diseño de aerogeneradores.

El método de diseño del pavimento de la raíz de la pala del aerogenerador proporcionado en esta realización puede mejorar la fiabilidad del método de diseño optimizando el diseño del pavimento en cada zona utilizando los valores de esfuerzo-deformación y los parámetros de rendimiento para garantizar la fiabilidad del diseño final.

Sobre la base de las realizaciones mencionadas, más allá, se establece un bisel de cizallamiento en el extremo del pavimento del área de la raíz de la pala que está cerca de la punta de la pala. Para ahorrar material, la capa de refuerzo de la raíz de la pala puede recortarse en el extremo final, lo que puede reducir aún más el peso y ayudar a eliminar el esfuerzo en el extremo final del pavimento.

Específicamente, con referencia a la figura 3, donde las superficies de succión y presión de la raíz de la pala se dividen en la primera zona A1, la segunda zona A2 y la tercera zona A3, respectivamente, se puede establecer un bisel de cizallamiento en el extremo de la segunda zona A2 y la tercera zona A3 que está cerca de la punta de la pala.

Sobre la base de dichas realizaciones anteriores, más allá, las zonas se pavimentan alternativamente con tela uniaxial y biaxial. El material del pavimento de cada zona también ser de tela triaxial, que puede establecerse de forma flexible según las necesidades reales, sin ninguna limitación específica.

A continuación, se describe la estructura de la raíz de la pala del aerogenerador proporcionada por la presente invención, y la estructura de la raíz de la pala del aerogenerador descrita a continuación y el método de diseño del pavimento de la raíz de la pala del aerogenerador descrito anteriormente pueden tener referencias cruzadas.

Sobre la base de dichas realizaciones anteriores, más allá, esta realización proporciona una

estructura de la raíz de la pala del aerogenerador basada en el método de diseño de pavimento de la raíz de la pala del aerogenerador descrito en cualquiera de las realizaciones anteriores, en la que el área de la raíz de la pala está provista de una capa de pavimento, y el área de raíz de pala está dividida en múltiples zonas con diferentes parámetros de pavimento para diferentes zonas. Los parámetros del pavimento de las distintas zonas se adaptan a las cargas de las zonas correspondientes. Los parámetros del pavimento incluyen el número de capas y la longitud de extensión del pavimento. El área de la raíz de la pala se divide en varias zonas según la distribución de la carga. Los diversos parámetros del pavimento en diversas zonas dejan que los pavimentos en diversas zonas se diseñen según la carga específica de la zona, este método, en comparación con el diseño uniforme general de la parte de la raíz de la pala, ayuda a reducir el consumo de materiales del pavimento y reducir el coste, además, es favorable para reducir el peso de la raíz de la pala logrando un diseño ligero.

Sobre la base de la realización anterior, más allá, la forma específica de dividir el área de la raíz de la pala en múltiples zonas en esta realización es: las superficies de succión y presión de dicha área de la raíz de la pala se dividen en múltiples zonas a lo largo de la dirección de la cuerda, respectivamente. En otras palabras, la raíz de la pala se divide en dos partes, la superficie de succión y la superficie de presión, y luego la superficie de succión y la superficie de presión se dividen en zonas a lo largo de la cuerda.

En concreto, con referencia a la figura 3, las superficies de succión y presión de la raíz de la pala se dividen en la primera zona A1, situada en el centro a lo largo de la cuerda, la segunda zona A2, situada en el borde delantero de la primera zona A1, y la tercera zona A3, situada en el borde trasero de la primera zona A1. Esta forma de zonificación es adecuada y fácil de manejar. Además, se establece un bisel de cizallamiento en el extremo del pavimento del área de la raíz de la pala que mira hacia la punta de la pala. En concreto, se establece un bisel de cizallamiento en el extremo de la segunda zona A2 y la tercera zona A3 que mira hacia la punta de la pala. Además, los pavimentos de las zonas comprenden tejas alternativas uniaxiales y biaxiales, o telas triaxiales.

Sobre la base de las realizaciones anteriores, además, esta realización tiene en cuenta que, debido a la carga desigual en la raíz de la pala, que causa que el pavimento de la raíz de la pala del aerogenerador existente se pavimente completamente desde el borde delantero al borde trasero, que no es propicio para la reducción de peso de la pala. Basándose en la distribución desigual de la carga de la raíz de la pala, esta solución de realización adopta la pavimentación en varias zonas en el diseño del pavimento de la capa de refuerzo de la raíz de la pala. En función de las características reales de la carga, se optimiza el número de capas y la longitud de extensión de la capa de refuerzo de la raíz de la pala en cada zona, de forma

que la capa de refuerzo de la raíz de la pala proporcione rigidez a la raíz de la pala y, al mismo tiempo, se logre un diseño ligero.

En concreto, los pavimentos de la raíz de la pala tanto en la superficie de succión (superficie SS) como en la superficie de presión (superficie PS) se dividen en tres zonas, como se muestran en la figura 3. En cada zona se pavimenta de forma alternativa con telas uniaxial y biaxial.

Primera zona A1: la línea central B1 de la viga principal se pavimenta en la dirección del borde delantero (es decir, la posición inicial de la primera zona A1) y del borde trasero (es decir, la posición final de la primera zona A1), respectivamente; segunda zona A2: la línea de contorno del borde delantero se solapa hacia la posición inicial de la primera zona A1; tercera zona A3: la posición final de la primera zona A1 se solapa hacia la línea de contorno del borde trasero.

La presente solución de realización divide las capas de refuerzo interior y exterior en función de las características de soporte desiguales de la raíz de la pala; en la posición de alta carga, se aumenta el número de capas o la longitud de la tela de fibra de vidrio para conseguir un diseño ligero de la pala. Con la premisa de cumplir con los requisitos de resistencia, también se puede adoptar bisel de cizallamiento para el pavimento de cada zona; los pavimentos de la raíz de la pala pueden dividirse en múltiples zonas, los materiales de cada zona pueden ser pavimentados de forma alternativa con tela biaxial y tela uniaxial, también se puede utilizar tela triaxial; el número de capas y la longitud de extensión de pavimentos en las zonas de superficie PS y superficie SS se someterán a ajuste óptimo según la diferencia de cargas.

La Figura 4 muestra un diagrama esquemático de la estructura física de un dispositivo electrónico. Como se muestra en la Figura 4, este dispositivo electrónico puede comprender un procesador, una interfaz de comunicaciones, una memoria y un bus de comunicaciones, en el que el procesador, la interfaz de comunicaciones y la memoria se comunican entre sí a través del bus de comunicaciones. El procesador puede llamar a las instrucciones lógicas de la memoria para ejecutar un método de diseño del pavimento de la raíz de la pala del aerogenerador, que comprende: división del el área de la raíz de la pala en múltiples zonas según la distribución de la carga en el área de la raíz; determinación de los parámetros del pavimento para cada zona respectivamente según las características del pavimento de cada zona. El método también puede comprender otros pasos mencionados en las realizaciones antes mencionadas.

Además, las instrucciones lógicas de la memoria mencionada anteriormente pueden almacenarse en un medio de almacenamiento legible por ordenador cuando se implementan en forma de una unidad funcional de software y se venden o utilizan como un producto

independiente. Sobre la base de esta comprensión, la solución técnica de la presente invención, o la parte de la misma que contribuye esencialmente al estado de la técnica, puede reflejarse en forma de un producto de software, almacenado en un medio de almacenamiento, que comprende una serie de instrucciones para permitir que un dispositivo informático (que
5 puede ser un ordenador personal, un servidor o un dispositivo de red, etc.) realice todos o algunos de los pasos del método descrito en las diversas realizaciones de la presente invención. El medio de almacenamiento mencionado incluye: disco USB, disco duro extraíble, memoria de sola lectura (ROM), memoria de acceso aleatorio (RAM), disquete o CD-ROM, y otros medios diversos que pueden almacenar códigos de programa.

- 10 Por otro lado, la presente invención también proporciona un producto de programa informático, dicho producto de programa informático comprende un programa informático almacenado en un medio de almacenamiento legible por ordenador no transitorio, dicho programa informático comprende instrucciones de programa, cuando dichas instrucciones de programa son ejecutadas por el ordenador, el ordenador es capaz de ejecutar el método para diseñar el
15 pavimento de raíz de pala de una pala del aerogenerador proporcionado por cada uno de los métodos anteriores, el método comprende: división del el área de la raíz de la pala en múltiples zonas según la distribución de la carga en el área de la raíz; determinación de los parámetros del pavimento para cada zona respectivamente según las características del pavimento de cada zona. El método también puede comprender otros pasos mencionados en las
20 realizaciones antes mencionadas.

En otro aspecto, la presente invención también proporciona un medio de almacenamiento legible por ordenador no transitorio en el que se almacena un programa informático, que, cuando es ejecutado por un procesador, se implementa para llevar a cabo el método de diseño del pavimento de la raíz de la pala del aerogenerador proporcionado anteriormente, y este
25 método comprende: división del el área de la raíz de la pala en múltiples zonas según la distribución de la carga en el área de la raíz; determinación de los parámetros del pavimento para cada zona respectivamente según las características del pavimento de cada zona. El método también puede comprender otros pasos mencionados en las realizaciones antes mencionadas.

- 30 Las realizaciones del dispositivo descritas anteriormente son meramente esquemáticas, en las que las unidades descritas como componentes separados pueden estar o no separadas físicamente y los componentes mostrados como unidades pueden ser o no unidades físicas, es decir, pueden estar ubicados en un lugar o también pueden estar distribuidos en múltiples unidades de red. Algunos o todos estos módulos pueden ser seleccionados de acuerdo a las
35 necesidades prácticas para lograr el propósito de esta solución de realización. Los técnicos

ordinarios de este sector pueden entender y aplicarlo sin trabajo creativo.

Mediante la descripción de dichas realizaciones, los técnicos de este sector pueden entender claramente que las distintas realizaciones pueden lograrse mediante software más plataforma de hardware universal necesaria, pero por supuesto, también pueden lograrse mediante hardware. Sobre la base de este entendimiento, las soluciones técnicas mencionadas esencialmente o las partes en las cuales que contribuyen a la técnica actual pueden reflejarse en la forma de un producto de software, que puede ser almacenado en un medio de almacenamiento legible por ordenador, como ROM/RAM, disco, CD-ROM, etc., que comprende una serie de instrucciones para permitir que un dispositivo informático (que puede ser un ordenador personal, un servidor o un dispositivo de red, etc.) ejecute cada realización o una parte de la cual.

REIVINDICACIONES

1. Método de diseño del pavimento de la raíz de la pala del aerogenerador, que se caracteriza por comprender:

división de dicha área de la raíz de la pala en múltiples zonas según la distribución de la carga en el área de la raíz de la pala;

determinación de los parámetros del pavimento de cada una de dichas zonas respectivamente según las características de la carga de cada una de dichas zonas.

2. Método de diseño del pavimento de la raíz de la pala del aerogenerador, según la reivindicación 1, caracterizado por que dicha división de dicha área de la raíz de pala en múltiples zonas abarca:

división de dicha superficie de succión y superficie de presión de dicha área de la raíz de la pala en múltiples dichas zonas a lo largo de la dirección de la cuerda respectivamente.

3. Método de diseño del pavimento de la raíz de la pala del aerogenerador, según la reivindicación 2, caracterizado por que, dicha superficie de succión y dicha superficie de presión de dicha parte de la raíz de la pala están divididas cada una en tres dichas zonas, las tres dichas zonas comprenden: una primera región situada en el centro a lo largo de la cuerda, una segunda región situada en el borde delantero de dicha primera región y una tercera región situada en el borde trasero de dicha primera región.

4. Método de diseño del pavimento de la raíz de la pala del aerogenerador, según la reivindicación 1, caracterizado por que, dichos parámetros del pavimento de cada dicha zona que se determinan respectivamente según las características de la carga de cada una de dichas zonas abarcan:

Dichos parámetros de pavimento para cada una de dichas zonas comprenden el número de capas del pavimento y la longitud de extensión del mismo, determinándose dicho número de capas del pavimento y dicha longitud de extensión del pavimento en función del valor de la carga para cada una de dichas zonas.

5. Método de diseño del pavimento de la raíz de la pala del aerogenerador, según la reivindicación 1, caracterizado por que los trabajos después de dicha determinación respectiva de los parámetros del pavimento de cada una de dichas zonas también abarcan:

obtención del valor de esfuerzo-deformación para dicha área de la raíz de la pala después de la pavimentación del pavimento;

ajuste óptimo del pavimento de cada una de dichas zonas según los valores de esfuerzo-deformación de dicha área de la raíz de la pala, de modo que los valores de esfuerzo-deformación de cada una de dichas zonas se encuentren en un rango predeterminado.

5 6. Método de diseño del pavimento de la raíz de la pala del aerogenerador, según la reivindicación 1, caracterizada por que los trabajos después de dicha determinación respectiva de los parámetros del pavimento de cada una de dichas zonas también abarcan:

obtención de los parámetros de rendimiento del pavimento de cada una de dichas zonas en dicha área de la raíz de la pala;

10 ajuste óptico del pavimento en cada una de dichas zonas en función de los parámetros de rendimiento del pavimento en cada una de ellas;

Donde, los parámetros de rendimiento del pavimento comprenden: parámetros de fallo por fatiga, parámetros de fallo entre fibras, parámetros de fallo de fibras y parámetros de fallo de estabilidad de pandeo.

15 7. Una estructura de la raíz de la pala del aerogenerador, basada en el método de diseño del pavimento de la raíz de la pala del aerogenerador mencionado en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el área de la raíz de la pala está provista de un pavimento, cuya característica consiste en que, dicha área de la raíz de la pala está dividida en múltiples zonas, con diferentes parámetros de pavimento para diferentes zonas.

20 8. Una estructura de la raíz de la pala del aerogenerador, según la reivindicación 7, caracterizada por que la superficie de succión y la superficie de presión de dicha área de la raíz de la pala están divididas en múltiples zonas a lo largo de la dirección de la cuerda respectivamente.

25 9. Un dispositivo electrónico que comprende una memoria, un procesador y los programas informáticos almacenados en dicha memoria y ejecutables en dicho procesador, caracterizado por que dicho procesador ejecuta dichos programas informáticos implementando los pasos del método de diseño del pavimento de la raíz de la pala del aerogenerador como se menciona en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6.

30 10. Un medio de almacenamiento legible por ordenador no transitorio que tiene un programa informático almacenado, caracterizado por que cuando dicho programa informático es ejecutado por el procesador, realiza los pasos del método de diseño del pavimento de la raíz de la pala del aerogenerador como se menciona en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6.

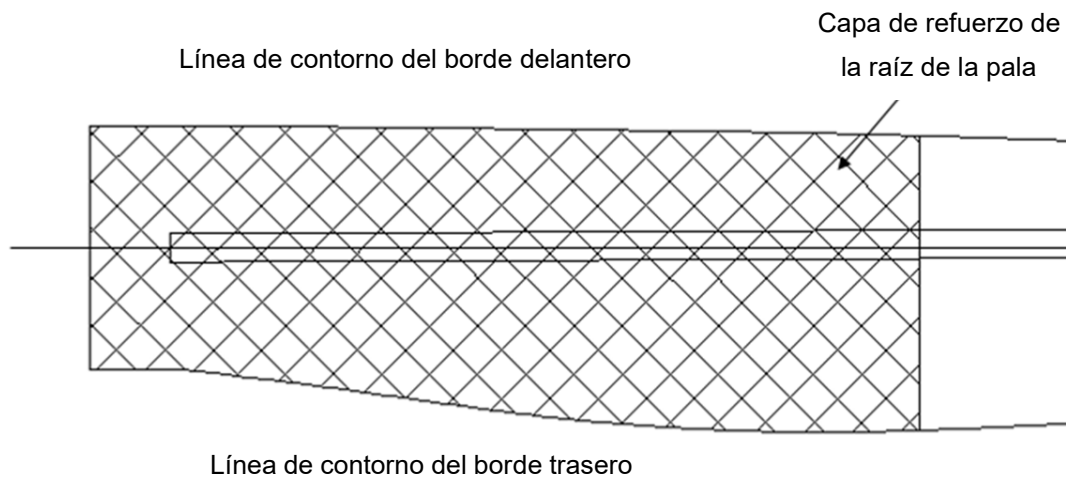


Figura 1

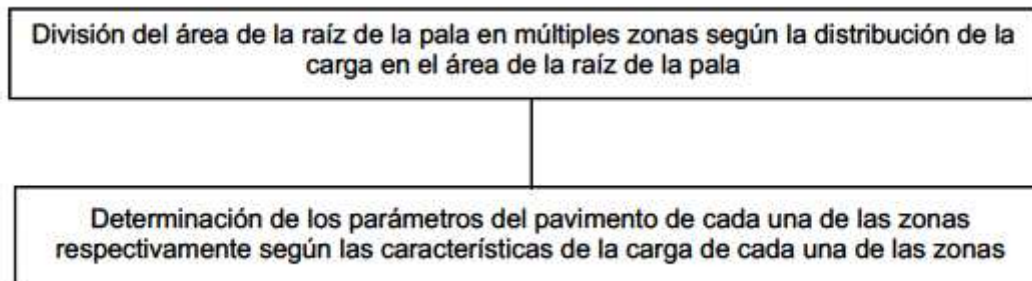


Figura 2

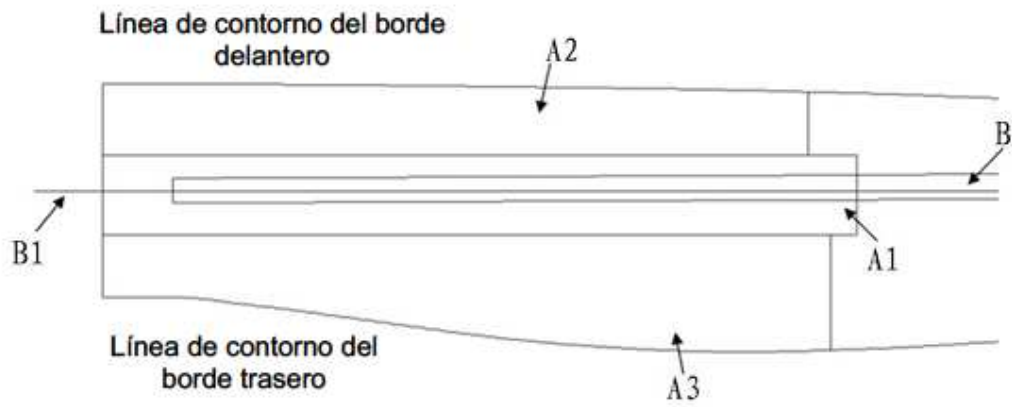


Figura 3

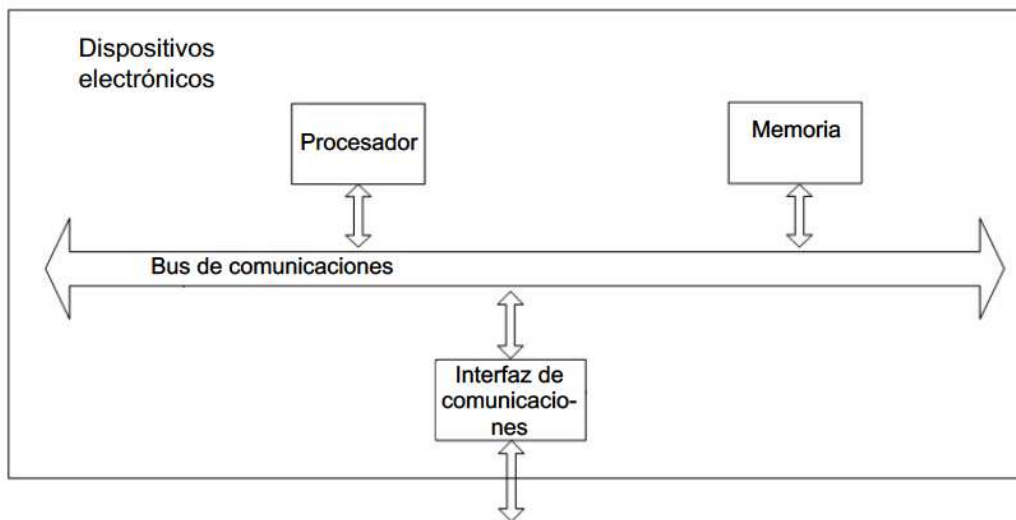


Figura 4



②① N.º solicitud: 202290019
②② Fecha de presentación de la solicitud: 27.08.2021
③② Fecha de prioridad: **08-03-2021**

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. cl.: **F03D1/06** (2006.01)
G06F30/20 (2020.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	CN 111927701 A (GUIDIAN UNITED POWER TECH BAODING CO LTD) 13/11/2020, Resumen. Figuras.	1-10
A	CN 111608852 A (GUODIAN UNITED POWER TECHNOLOGY LIANYUNGANG CO LTD) 01/09/2020, Resumen. Figuras.	1-10
A	CN 111188727 A (SHANGHAI ELECTRIC WIND POWER GROUP CO LTD) 22/05/2020, Resumen. Figuras.	1-10
A	US 2011211971 A1 (BENDEL URS et al.) 01/09/2011, Resumen. Figuras.	1-10

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
29.04.2022

Examinador
M. A. López Carretero

Página
1/2

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

F03D, G06F

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC