

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 568 264**

51 Int. Cl.:

B66C 13/46 (2006.01)

F03D 1/00 (2006.01)

B66C 1/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.09.2012 E 12184764 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.01.2016 EP 2708487**

54 Título: **Dispositivo elevador y procedimiento para la manipulación de una pala de rotor y sistema que comprende un dispositivo elevador y una pala de rotor**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.04.2016

73 Titular/es:

**AREVA WIND GMBH (100.0%)
Am Lunedeich 156
27572 Bremerhaven, DE**

72 Inventor/es:

MONUX BELLOSO, OSCAR

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 568 264 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Dispositivo elevador y procedimiento para la manipulación de una pala de rotor y sistema que comprende un dispositivo elevador y una pala de rotor

5

CAMPO DE LA INVENCIÓN

La invención se refiere a un dispositivo elevador para la manipulación de una pala de rotor de una turbina eólica y a un procedimiento para la manipulación de una pala de rotor de una turbina eólica. Además, la invención se refiere a una pala de rotor para un aerogenerador y a un sistema que comprende un dispositivo elevador y una pala de rotor.

10

ANTECEDENTES

Una pala de rotor de una turbina eólica, también referida como planta de energía eólica o convertidor de energía eólica, es una estructura hueca que tiene elementos de refuerzo estructural que están dispuestos dentro de la pala de rotor. Una superficie externa de la pala de rotor, que está representada principalmente por un lado de presión y un lado de aspiración, no está totalmente soportada por el refuerzo estructural dentro de la pala de rotor. La manipulación de una pala de rotor debe realizarse con cuidado para evitar el riesgo de dañar la pala de rotor bajo su propio peso. La pala de rotor debe estar sujeta en ciertos puntos o en una cierta zona de la superficie que están sustentados por los elementos de refuerzo estructural dentro de la pala de rotor. En particular durante la instalación de una pala de rotor en la cabeza de rotor de un aerogenerador, la pala de rotor debe estar sujeta en estas zonas de agarre predeterminadas que están diseñadas para soportar el peso de la pala de rotor.

15

20

Pueden aplicarse dos bandas de tejido que se fijan al gancho de una grúa y representan la herramienta más sencilla para la manipulación de la pala de rotor. Los dispositivos de manipulación más complejos permiten una manipulación y colocación más flexible y cómoda de la pala de rotor. Dicho dispositivo para la manipulación de una pala de rotor de una turbina eólica se conoce por ejemplo a partir del documento WO-2012/095.112-A1. Este dispositivo elevador de pala de rotor comprende dos mordazas de agarre cada una de las cuales tiene un par de brazos antagonistas que transportan una pluralidad de soportes para el apoyo de la pala de rotor. Los soportes entran en contacto con una superficie de la pala de rotor en las zonas de agarre predeterminadas.

25

30

La colocación del dispositivo de manipulación debe realizarse de manera precisa con el fin de que los soportes sujeten la pala de rotor exactamente sólo en las zonas de agarre predeterminadas. Hoy en día, la alineación del dispositivo elevador con respecto a la pala de rotor se realiza con ayuda de medidas geométricas y/o mediante marcas de colocación visibles permanentemente. La distancia desde la aleta de fijación de la pala de rotor y la distancia desde el centro geométrico de la pala de rotor a cada una de las zonas de agarre respectivas es conocida a partir de la fabricación de las palas de rotor. La herramienta de manipulación se ajusta con respecto a la aleta de fijación y el centro geométrico, por ejemplo con ayuda de medidas ópticas de distancia de las marcas visibles permanentemente. Sin embargo este es un procedimiento bastante complejo que supone una etapa que consume tiempo durante la manipulación de la pala de rotor. Además, un sistema de marcado que comprende marcas visibles permanentemente, dependiendo del tamaño de las marcas, no siempre está de acuerdo con las normas de marcado de las palas, principalmente en relación con las regulaciones de transporte aéreo.

35

40

La situación se complica además si es preciso retirar una pala de rotor de un aerogenerador. En particular para aerogeneradores marinos, la colocación de la herramienta de manipulación puede ser muy difícil debido al viento y al movimiento del mar en condiciones meteorológicas normales.

45

Los documentos WO-2011/050.999-A1 y US-2011/0-067-353 también divulgan procedimientos y dispositivos para piezas de elevación y manipulación de turbinas eólicas. Sin embargo, las deficiencias y los problemas descritos anteriormente no se resuelven mediante los dispositivos y los procedimientos divulgados.

50

RESUMEN

Un objetivo de la invención consiste en proporcionar un dispositivo elevador para la manipulación de una pala de rotor de una turbina eólica y un procedimiento para la manipulación de una pala de rotor de una turbina eólica y además, en proporcionar una pala de rotor para un aerogenerador, un procedimiento de marcado de una pala de rotor de un aerogenerador y un sistema que comprende un dispositivo elevador y una pala de rotor que están mejorados con respecto a las deficiencias del estado de la técnica.

55

Esta finalidad se revuelve mediante el objetivo de las reivindicaciones 1, 7 y 12.

En un aspecto de la invención, se proporciona un dispositivo elevador para la manipulación de una pala de rotor de una turbina eólica. El dispositivo elevador comprende al menos un dispositivo de agarre, por ejemplo una mordaza de agarre, para la puesta en contacto de una superficie externa de la pala de rotor con una zona de agarre predeterminada. La mordaza de agarre puede tener brazos, por ejemplo un par de brazos. La mordaza de agarre puede transportar al menos un soporte para la puesta en contacto de una superficie externa de la pala de rotor con una zona de agarre predeterminada. En particular, la mordaza de agarre puede tener un par de brazos antagonistas. La pala de rotor comprende al menos una marca invisible que indica una posición de la al menos una zona de agarre.

En el contexto de la presente memoria descriptiva, una marca se refiere como invisible, si la marca es invisible a simple vista en condiciones normales, por ejemplo a la luz del día y desde una distancia de más de uno o varios metros. En particular, la marca es invisible a simple vista con iluminación diurna en lo que respecta a su color. El término "invisible" indica que la marca puede confundirse en la superficie externa de la pala de rotor. La marca puede tener un color bastante similar en el mismo intervalo visible que la pala de rotor. En particular, este aspecto se considera con iluminación con luz diurna. La marca puede ser también transparente en el intervalo visible. El término invisible puede implicar también que la marca es (sustancialmente) invisible cuando se mira desde una cierta distancia. La marca invisible puede ser detectable, aun cuando se inspeccione a simple vista, desde una distancia muy próxima (menos de un metro o menos de 10 centímetros). La marca puede ser detectable desde una distancia muy cercana debido a una característica específica de la superficie de la marca. Sin embargo, en el contexto de la presente memoria descriptiva, el término "invisible" se refiere más bien a una distancia entre el ojo humano y la marca de más de, por ejemplo, uno, cinco, diez o decenas de metros.

Además, el dispositivo elevador puede comprender un detector para detectar la marca invisible, en particular una posición y/o característica de la marca. Esto significa que el detector está configurado para evaluar o usar una característica de la marca de manera que se haga detectable. El detector está configurado para la inspección visual de la pala con el fin de detectar la marca. Por ejemplo, este detector puede ser una cámara, en particular una cámara digital o una cámara de vídeo que puede ser adecuada para la detección de luz visible. El detector puede estar provisto de un filtro óptico para visualizar la marca invisible. El filtro puede estar dispuesto delante de la cámara.

El dispositivo elevador puede comprender además al menos una fuente luminosa que está configurada para emisión de luz con el fin de visualizar la marca invisible. En particular, la fuente luminosa puede estar configurada para emisión de luz que tiene una longitud de onda fuera del espectro visible. Por ejemplo, la fuente luminosa puede ser una lámpara UV. No obstante, puede ser adecuada para proporcionar al dispositivo elevador una fuente luminosa que sea adecuada para la emisión de luz que tiene una longitud de onda en la región IR o en cualquier otra región del espectro electromagnético fuera del intervalo visible. En general, el intervalo visible del espectro electromagnético está comprendido entre 380 nm y 780 nm. La al menos una fuente luminosa está configurada además para la iluminación de una zona de la superficie de la pala de rotor que comprende al menos una de las zonas de agarre. El detector está configurado para la captura de datos de imagen en dicha zona iluminada que incluye la zona de agarre.

El dispositivo elevador de acuerdo con los aspectos de la invención es adecuado en particular para la manipulación de una pala de rotor para un aerogenerador de acuerdo con los aspectos de la invención. Dicha pala de rotor tiene una superficie que comprende al menos una zona de agarre. Además, existe una marca invisible en la superficie de la pala de rotor, donde la marca es indicativa de una posición de la zona de agarre. La marca puede comprender material fluorescente y/o luminiscente, por ejemplo la marca es una pintura y/o una etiqueta adhesiva fluorescente y/o luminiscente que comprende un color fluorescente y/o luminiscente. La marca puede ser generada incluso pintando o pulverizando la pintura o la tinta en la superficie de la pala de rotor. Sin embargo, puede aplicarse también un bolígrafo o un marcador permanente adecuado. La zona de agarre puede marcarse con este material fluorescente y/o luminiscente. Por ejemplo, la marca rodea a la zona de agarre o está situada cerca de la zona de agarre.

El dispositivo elevador de acuerdo con determinados aspectos de la invención, para ser más preciso, la fuente luminosa del dispositivo elevador, expone la marca a luz que tiene una longitud de onda que puede estar fuera del espectro visible. Sin embargo, el espectro de emisión de la fuente luminosa puede superponerse con el espectro visible o puede estar dispuesto incluso completamente dentro del espectro visible siempre que la emisión de la fuente luminosa sea adecuada para la activación de una emisión estimulada de la marca. En otras palabras, el color

o los pigmentos de la marca pueden ser activados o estimulados por la emisión de la fuente luminosa. La marca emitirá una señal óptica detectable que puede estar en el intervalo visible o en el intervalo óptico invisible. Sin embargo, el dispositivo elevador no comprende necesariamente una fuente luminosa. El detector para inspección visual puede estar provisto de un filtro óptico que puede ser adecuado para la conversión de luz. Por ejemplo, una emisión óptica de la marca fuera del espectro visible puede convertirse en luz que tiene una longitud de onda dentro del espectro visible. Detrás del filtro óptico, la luz emitida es detectable por el detector. En este caso en particular, la emisión de la marca es estimulada por la luz diurna. Sin embargo, la marca es invisible en el sentido de que su emisión no es visible a simple vista. Por ejemplo, la marca puede emitir luz en el intervalo UV o IR del espectro electromagnético. El filtro puede seleccionarse de forma adecuada para que convierta la emisión de la marca en luz visible. De acuerdo con este aspecto de la invención, la fuente luminosa es prescindible, sin embargo, la marca permanece invisible bajo la luz diurna.

La marca puede comprender material fluorescente y/o luminiscente que absorbe luz que tiene una longitud de onda fuera del espectro visible y muestra un efecto de fluorescencia y/o de luminiscencia. En particular, el material fluorescente y/o luminiscente convierte luz que tiene una longitud de onda fuera del espectro visible y emite luz en el espectro visible. El detector detecta esta luz visible y puede alinearse un soporte del dispositivo elevador con respecto a la zona de agarre de la pala de rotor. De acuerdo con una realización de la invención, el material fluorescente y/o luminiscente de las marcas es un material activo en el UV o activo en el IR, por ejemplo una pintura UV o una pintura IR, y el detector está destinado a la detección de luz visible que se debe la fluorescencia y/o la luminiscencia de la marca.

Mediante la detección de las marcas que son indicativas de la posición de las zonas de agarre, puede realizarse una alineación posterior de los soportes con respecto a dichas zonas de agarre. Por ejemplo, los soportes pueden alinearse mediante la inspección de una imagen en vivo de una transmisión de vídeo que muestra los dos, el soporte y la marca fluorescente y/o luminiscente de la zona de agarre.

Ventajosamente, esto puede realizarse usando un mando a distancia. Por ejemplo, un operador puede controlar y ajustar el dispositivo elevador desde una plataforma de control en el suelo mientras el dispositivo elevador funciona a una altura razonable de varios metros. En un tiempo breve y sin necesidad de ninguna medida adicional o de herramientas de medición para alinear el dispositivo elevador con respecto a la pala de rotor, la pala de rotor puede sujetarse mediante el dispositivo elevador con mucha precisión. En particular, las palas de rotor que se instalan en la cabeza de rotor de una turbina eólica puede sujetarse mediante el dispositivo elevador de acuerdo con los aspectos de la invención sin necesidad de que los trabajadores se eleven hasta la pala de rotor. El funcionamiento y el control del dispositivo elevador pueden realizarse desde un punto seguro fuera de la zona de peligro.

Además, el material fluorescente y/o luminiscente puede tener un color que sea similar o igual a un color de la superficie restante de la pala de rotor cuando el color se valora con iluminación con luz diurna y a simple vista. El material fluorescente y/o luminiscente, por ejemplo, la pintura o la etiqueta adhesiva puede pigmentarse usando pigmentos fluorescentes y/o luminiscentes y pigmentos que proporcionan un color de acuerdo con un color deseado de la pala de rotor. En consecuencia, las marcas son invisibles en circunstancias normales, lo que significa con luz diurna y durante el funcionamiento normal del aerogenerador.

De acuerdo con una realización ventajosa de la invención, el dispositivo elevador comprende un detector para la inspección visual por soporte. En otras palabras, existe un detector para cada soporte del dispositivo elevador. Cada detector puede configurarse de forma que capture datos de imagen de una zona de agarre que es asignada al soporte. Además, el detector y el soporte pueden montarse en un mismo brazo y dicho brazo transporta además el soporte. Puede haber una fuente luminosa por detector y la fuente luminosa y el detector que se asignan a un soporte se montan en un mismo brazo que lleva dicho soporte. Ventajosamente, la alineación del soporte con respecto a las zonas de agarre puede realizarse de forma muy precisa y fiable si existe una única fuente de iluminación y un único detector para la inspección visual de un único soporte.

De acuerdo con otra realización de la invención, el dispositivo elevador comprende un sensor de proximidad que está configurado para capturar un valor que es indicativo de una distancia entre el soporte y la superficie de la pala de rotor. Por ejemplo, el sensor de proximidad puede ser un sensor de proximidad ultrasónico o cualquier otro sensor de proximidad adecuado. El valor que es indicativo de una distancia entre la superficie de la pala de rotor y el soporte puede ser procesado por una unidad de control que puede configurarse adicionalmente para activar la fuente luminosa y el sensor para inspección visual si este valor supera (en particular si es menor que) un umbral predeterminado. Así el control procede de una unidad de control, puede ser activado durante el proceso completo como un procedimiento de urgencia para detectar un proceso de pérdida de agarre, altas aceleraciones o

condiciones inestables. El dispositivo elevador puede ser un dispositivo alimentado por baterías. La activación retardada de la fuente luminosa y el detector ayudará a ahorrar energía. Además, la unidad de control puede configurarse para la desactivación de la fuente luminosa y la cámara después de la colocación de los soportes y la sujeción de la pala de rotor. Por ejemplo, la fuente luminosa y la cámara pueden apagarse después de un plazo de tiempo predeterminado, por ejemplo después una hora o media hora, que es un plazo de tiempo típico durante el cual se realiza la sujeción de la pala de rotor en circunstancias normales.

Además, el dispositivo elevador puede comprender un sensor de inclinación y/o aceleración para medir la inclinación y/o la aceleración del dispositivo elevador. Estos sensores pueden accionarse de forma similar al sensor de proximidad, es decir, para activar y desactivar el sensor y/o la fuente luminosa cuando el valor de la inclinación y/o el valor de la aceleración superen ciertos umbrales. Este funcionamiento de la fuente luminosa y el detector puede realizarse con el sensor de inclinación y/o con los acelerómetros, dado que la velocidad y la inclinación de la sujeción y la pérdida de agarre en ángulos y velocidades muy específicos son perfectamente conocidos, y por tanto identificables.

De acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporciona un procedimiento para la manipulación de una pala de rotor de una turbina eólica. Una zona de una superficie de la pala de rotor puede iluminarse usando una luz que tiene una longitud de onda fuera del espectro visible. El área iluminada comprende una zona de agarre de la pala de rotor. Un desplazamiento entre un soporte de un dispositivo elevador y la zona de agarre puede detectarse por medio de un detector para inspección visual. En particular, puede detectarse un desplazamiento entre una marca que es indicativa de una posición de la zona de agarre. El dispositivo elevador está configurado para la manipulación de una pala de rotor de una turbina eólica y comprende al menos una mordaza de agarre que tiene un par de brazos. Cada brazo lleva al menos un soporte para la puesta en contacto de una superficie externa de la pala de rotor con una zona de agarre predeterminada. Se coloca al menos un soporte del dispositivo elevador con respecto a la zona de agarre. La colocación se realiza basándose en información del desplazamiento entre el soporte y la zona de agarre. Después de la alineación del dispositivo elevador, la pala de rotor se sujeta estableciendo un contacto entre el soporte y la zona de agarre.

Al procedimiento de manipulación de la pala de rotor se le aplican de forma similar las mismas ventajas o semejantes a las que ya se han mencionado con respecto al dispositivo elevador para la manipulación de una pala de rotor y con respecto a la pala de rotor de una turbina eólica, y por tanto no se repiten.

De acuerdo con una realización ventajosa de la invención, al menos una de las zonas de agarre en una superficie de la pala de rotor se marca usando un material fluorescente y/o luminiscente. En particular, el material fluorescente y/o luminiscente absorbe luz que tiene una longitud de onda fuera del espectro visible. Por ejemplo puede aplicarse una pintura o etiqueta adhesiva fluorescente en el UV sobre la superficie de la pala de rotor. Sin embargo, el material fluorescente y/o luminiscente no se limita a un material activo en el UV. Por ejemplo, puede aplicarse un material que absorbe luz en el espectro IR. Además, el espectro de emisión no se limita al espectro visible. El material fluorescente y/o luminiscente puede emitir luz en el intervalo UV o IR. Además, el material fluorescente y/o luminiscente es un material estable a largo plazo que se aplica directamente sobre la superficie de la pala de rotor. En otras palabras, las marcas se configuran de manera que permanezcan en la superficie de la pala de rotor durante un periodo de tiempo prolongado, en particular, la marca puede residir en la superficie de la pala durante toda la vida útil de la pala de rotor. Ventajosamente, la marca está disponible cada vez que deba manipularse la pala de rotor, incluso después de un tiempo de funcionamiento prolongado.

De acuerdo con la invención, se proporciona un procedimiento de marcado de al menos una zona de agarre predeterminada en una superficie de la pala de rotor. Una marca puede generarse en la superficie de la pala de rotor aplicando una pintura o etiqueta invisible resistente a largo plazo directamente en la superficie de la pala de rotor. De acuerdo con una realización ventajosa de la invención, se coloca un soporte ficticio en una zona de agarre de la pala de rotor. El marcado de esta zona de agarre puede realizarse aplicando un material fluorescente y/o luminiscente sobre la superficie de la pala de rotor de manera que se genere una marca que rodea a la zona de agarre. En particular, la marca puede ser un contorno de la zona de agarre y el soporte ficticio. Por ejemplo, la marca puede generarse simplemente por atomización de una pintura UV sobre y alrededor del soporte ficticio. No es necesaria una atención especial con respecto a la aplicación del color. Ventajosamente, la pintura es invisible en condiciones normales de funcionamiento de la pala de rotor y la aplicación de la pintura puede realizarse con mucha rapidez.

De acuerdo con otro aspecto más de la invención, se proporciona un sistema que comprende un dispositivo elevador de acuerdo con los aspectos de la invención y una pala de rotor de acuerdo con los aspectos de la invención.

Las ventajas adicionales del procedimiento y el sistema de acuerdo con los aspectos de la invención son similares a las ventajas que ya se han mencionado anteriormente y por tanto no se repetirán.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

5

A continuación se indican aspectos y características de la invención que se desprenden de la siguiente descripción de realizaciones preferidas de la invención con referencia a los dibujos adjuntos, donde:

- la FIG. 1a es una vista en perspectiva simplificada que muestra un dispositivo elevador de acuerdo con una
 10 realización de la invención y
 la FIG. 1b es una vista lateral simplificada de una pala de rotor de acuerdo con una realización de la invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE REALIZACIONES DE EJEMPLO

- 15 En la FIG. 1a, existe un dispositivo elevador (2) para la manipulación de una pala de rotor de una turbina eólica. El dispositivo elevador (2) comprende una horquilla (4) que tiene un gancho (6) para llevar el dispositivo elevador (2), por ejemplo mediante una grúa u otro dispositivo elevador adecuado. Además, existe una primera y una segunda mordaza de agarre (81, 82). La primera mordaza de agarre (81) comprende un par de brazos antagonistas, es decir
 20 un primer brazo (81a) y un segundo brazo (81b). La segunda mordaza de agarre (82) comprende un segundo par de brazos antagonistas, es decir, un primer brazo (82a) y un segundo brazo (82b). Los brazos antagonistas (81a, 81b) y (82a, 82b) se montan de forma giratoria en la horquilla (4). Pueden girar para permitir la apertura y el cierre de la primera y la segunda mordaza de agarre (81, 82), respectivamente. De acuerdo con la realización, cada brazo (81a, 81b, 82a, 82b) lleva dos soportes (10). El número de soportes (10) puede variar dependiendo del número de zonas de agarre que se proporcionan en un lado respectivo de la pala de rotor.

25

- Además, existe una fuente luminosa (12) que está dispuesta entre los soportes (10) y que se monta en uno respectivo de los brazos antagonistas (81a, 81b, 82a, 82b). Existe una única fuente luminosa (12) para dos soportes (10) en cada uno de los brazos antagonistas (81a, 81b, 82a, 82b). Sin embargo, puede haber fuentes luminosas (12) adicionales y en particular, puede haber una fuente luminosa (12) individual para cada soporte (10), de acuerdo con
 30 otra realización de la invención. Además, existe un detector (14) para inspección visual, por ejemplo una cámara tal como una cámara digital o una cámara de vídeo. El detector (14) está montado en cada uno de los brazos (81a, 81b, 82a, 82b). De acuerdo con la realización en la FIG. 1a, existe un único detector (14) para los dos soportes (10) en cada brazo (81a, 81b, 82a, 82b). Sin embargo, cada soporte (10) puede estar provisto de un detector (14) individual para inspección visual, de acuerdo con otra realización de la invención.

35

- Cada brazo (81a, 81b, 82a, 82b) de las mordazas de agarre (81, 82) puede estar provisto de un sensor de proximidad (11) para la determinación de un valor para una distancia entre los soportes (10) y la superficie de la pala de rotor. Puede haber una unidad de control (13) que está acoplada a los sensores de proximidad (11) por una parte y a la fuente luminosa (12) y al detector (14) por otra parte. La unidad de control (13) puede estar configurada para
 40 activar la fuente luminosa (12) y el detector (14) si la distancia entre los soportes (10) y la superficie de la pala de rotor está por debajo de un umbral predeterminado. Además, la unidad de control (13) puede estar configurada para proporcionar un enlace de datos por cable o inalámbrico para un soporte de control para el funcionamiento del dispositivo elevador (2). Sirve para proporcionar a un operador del dispositivo elevador (2) datos de imagen que son capturados por los detectores (14) y para permitir el funcionamiento del dispositivo elevador (2) de manera que abra
 45 y cierre las mordazas de agarre (81, 82). El movimiento de las mordazas de agarre (81, 82) se ilustra mediante las dobles flechas (26). Sin embargo, este es no el único grado de libertad para el movimiento del dispositivo elevador (2). El dispositivo elevador (2) puede configurarse para tener por ejemplo seis grados de libertad para permitir la sujeción de las palas de rotor en varias posiciones.

- 50 En la FIG. 1b, existe una pala de rotor (16) de acuerdo con una realización de la invención. Solamente a modo de ejemplo, se muestra una superficie de aspiración (18) de la pala de rotor (16). En la superficie de la pala de rotor (16) existe una pluralidad de zonas de agarre (20). De acuerdo con la realización de la invención, la pala de rotor (16) comprende ocho zonas de agarre (20), lo que significa cuatro zonas de agarre (20) a cada lado. Existen dos zonas de agarre (20) cerca de la aleta de soporte (22) de la pala de rotor (16) y un segundo par de zonas de agarre
 55 (20) que están cerca de la punta del ala (23). Naturalmente, una superficie de presión (no mostrada) de la pala de rotor (16) comprende zonas de agarre que están dispuestas en dicha superficie de presión y que son en particular simétricas a las zonas de agarre (20) en el lado de aspiración (18). Una estructura de soporte de la pala de rotor (16) está configurada de manera que la pala de rotor (16) puede levantarse sujetando la pala de rotor en dichas zonas de agarre (20). Una posición de las zonas de agarre (20) depende del diseño de una estructura de soporte interna de la

pala de rotor (16).

En general, una posición de una zona de agarre (20) se define por una longitud a lo largo de una extensión de la pala de rotor, que es D1 para las zonas de agarre (20) cerca de la aleta del ala (22) y D2 para las zonas de agarre (20) cerca de la punta del ala (23). Además, una posición de las zonas de agarre (20) se define por una distancia desde el centro geométrico de la pala que es E1 para las zonas de agarre (20) cerca del borde posterior (25) del ala (16) y que es E2 para las zonas de agarre (20) cerca del borde delantero (27) de la pala de rotor (16). Los parámetros E1, E2, D1, D2 son conocidos normalmente por la hoja de especificaciones de la pala de rotor (16).

10 La determinación de la posición de las zonas de agarre (20) debe realizarse una vez durante la vida útil de una pala de rotor (16), en una situación ideal. Las marcas se aplican directamente en la superficie de aspiración (18) de la pala de rotor de manera que indiquen la posición de las zonas de agarre (20). Naturalmente, se aplica lo mismo a las zonas de agarre (20) que están dispuestas en la superficie de presión opuesta (no mostrada) de la pala de rotor (16).

15

De acuerdo con una realización de la invención, las marcas se generan con ayuda de un soporte ficticio. Este soporte ficticio tiene un tamaño idéntico en comparación con los soportes (10) del dispositivo elevador (2). Un soporte ficticio puede colocarse en una de las posiciones respectivas en la zona de agarre (20) y puede aplicarse una pintura fluorescente en la superficie (18) de la pala de rotor (16). Puede proporcionarse una marca (24), que es 20 indicativa de una posición de las zonas de agarre (20). De acuerdo con la realización de la FIG. 1b, la marca (24) es un contorno pintado del soporte ficticio. Preferentemente, se aplica una pintura UV para la generación de las marcas (24).

Para la manipulación de la pala de rotor (16) con ayuda del dispositivo elevador (2), los brazos antagonistas (81a, 25 81b, 82a, 82b) se abren, tal como indican las flechas (26). El dispositivo elevador (2) se coloca aproximadamente con respecto a las zonas de agarre (20), por ejemplo mediante una estimación somera de un operador del dispositivo elevador (2). Las fuentes luminosas (12) y los detectores (14) pueden activarse si el dispositivo elevador (2) se acerca a la superficie (18) de la pala de rotor (16). En particular, esto puede realizarse automáticamente, con ayuda de los sensores de proximidad (11) que están montados en el dispositivo elevador (2). El contorno 30 fluorescente del soporte ficticio, que es la marca (24), es visible en una transmisión de vídeo. El dispositivo elevador (2) y las mordazas de agarre (81, 82) y en particular los soportes (10) pueden alinearse con respecto a las marcas (24) y las zonas de agarre (20). Se proporciona un contacto entre los soportes (10) y las zonas de agarre (20) de la pala de rotor (16) después de la alineación con éxito. Esto puede realizarse mediante inspección visual permanente o con un control de vídeo que se basa en datos visuales que son capturados por los sensores (14). El dispositivo 35 elevador (2) puede estar fijo a la pala de rotor (16) dentro de un periodo de tiempo breve incluso si la pala de rotor (16) está montada en un aerogenerador.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo elevador (2) para la manipulación de una pala de rotor de una turbina eólica, comprendiendo el dispositivo elevador (2) al menos un dispositivo para la puesta en contacto de una superficie externa de la pala de rotor con una zona de agarre predeterminada, **caracterizado porque** la superficie externa de la pala de rotor comprende al menos una marca invisible (24) que indica una posición y un contorno de la al menos una zona de agarre (20), y donde la marca invisible (24) comprende una pintura o una etiqueta invisible a largo plazo que es invisible a simple vista con luz diurna y el dispositivo elevador (2) comprende además un detector (14) para detectar la marca invisible.
- 10 2. El dispositivo elevador (2) de acuerdo con la reivindicación 1, donde el detector está provisto de un filtro óptico para visualizar la marca invisible (24).
- 15 3. El dispositivo elevador (2) de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, que comprende además al menos una fuente luminosa que está configurada para la iluminación de una zona de la superficie de la pala de rotor que comprende al menos una de las zonas de agarre (20) que incluyen la marca invisible (24) para indicar la posición de la al menos una zona de agarre (20), donde la fuente luminosa está configurada para la emisión de luz para visualizar la marca invisible (24).
- 20 4. El dispositivo elevador (2) de acuerdo con la reivindicación 3, donde la fuente luminosa está configurada para la emisión de luz que tiene una longitud de onda fuera del espectro visible.
5. El dispositivo elevador (2) de acuerdo con la reivindicación 4, donde la fuente luminosa es una lámpara UV o una lámpara IR y el detector para inspección visual es una cámara, en particular una cámara para la detección de luz en el espectro visible.
- 25 6. El dispositivo elevador (2) de acuerdo con la reivindicación 4 ó 5, que comprende además una unidad de control (13) que está configurada para activar el detector (14) para inspección visual y/o la fuente luminosa (12) cuando el valor para una distancia y/o un valor para una aceleración y/o un valor para una inclinación es superior a un umbral predeterminado.
- 30 7. Un procedimiento de manipulación de una pala de rotor (16) de una turbina eólica, estando el procedimiento **caracterizado por** las etapas de:
- 35 a) generación de una marca invisible (24) en la superficie de la pala de rotor aplicando una pintura o etiqueta invisible resistente a largo plazo directamente en la superficie (18) de la pala de rotor (16) que es invisible a simple vista con luz diurna y que indica una posición y un contorno de una zona de agarre (20),
 b) detección de un desplazamiento entre un dispositivo de agarre (10, 81, 82), en particular un soporte de un dispositivo elevador que tiene una mordaza de agarre y la zona de agarre (20) y la marca invisible (24) que es
 40 indicativa de una posición y un contorno de la zona de agarre (20), donde la detección se realiza usando un detector (14) para inspección visual,
 c) colocación del dispositivo de agarre (10, 81, 82) del dispositivo elevador en la zona de agarre (20),
 d) agarre de la pala de rotor (16) estableciendo un contacto entre el dispositivo de agarre (10, 81, 82) y la zona de agarre (20).
- 45 8. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7, donde la etapa de detección de un desplazamiento por inspección visual comprende además la disposición de un filtro delante del detector (14) para inspección visual para permitir la visualización de la marca invisible (14).
- 50 9. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7 u 8, que comprende además la etapa de: iluminación de un área superficial de la pala de rotor (16), comprendiendo dicha área la zona de agarre (20) y la marca invisible (24) que es indicativa de la posición y del contorno de la zona de agarre (20).
10. El procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, donde se aplica una pintura o tinta fluorescente y/o luminiscente directamente en la superficie (18) de la pala de rotor (16) y/o se aplica una etiqueta adhesiva fluorescente y/o luminiscente resistente a largo plazo directamente en la superficie (18) de la pala de rotor (16).
- 55 11. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10, donde la etapa de aplicación de la marca

invisible (24) en la superficie de la pala de rotor comprende la colocación de un soporte ficticio en una de las zonas de agarre predeterminadas (20) y la aplicación de la pintura o etiqueta en la superficie (18) de la pala de rotor (16) de manera que se genera la marca invisible (24) que rodea a la zona de agarre (20) y que es el contorno del soporte ficticio.

5

12. Un sistema que comprende un dispositivo elevador (2) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 y una pala de rotor (16) para un aerogenerador, teniendo la pala de rotor (16) una superficie (18) que comprende al menos una zona de agarre (20) y al menos una marca invisible (24), donde la marca invisible (24) comprende una pintura o una etiqueta invisible a largo plazo que es invisible a simple vista con luz diurna y que
10 indica una posición y un contorno de la al menos una zona de agarre (20).

13. El sistema de acuerdo con la reivindicación 12, donde la al menos una marca invisible (24) comprende material fluorescente y/o luminiscente.

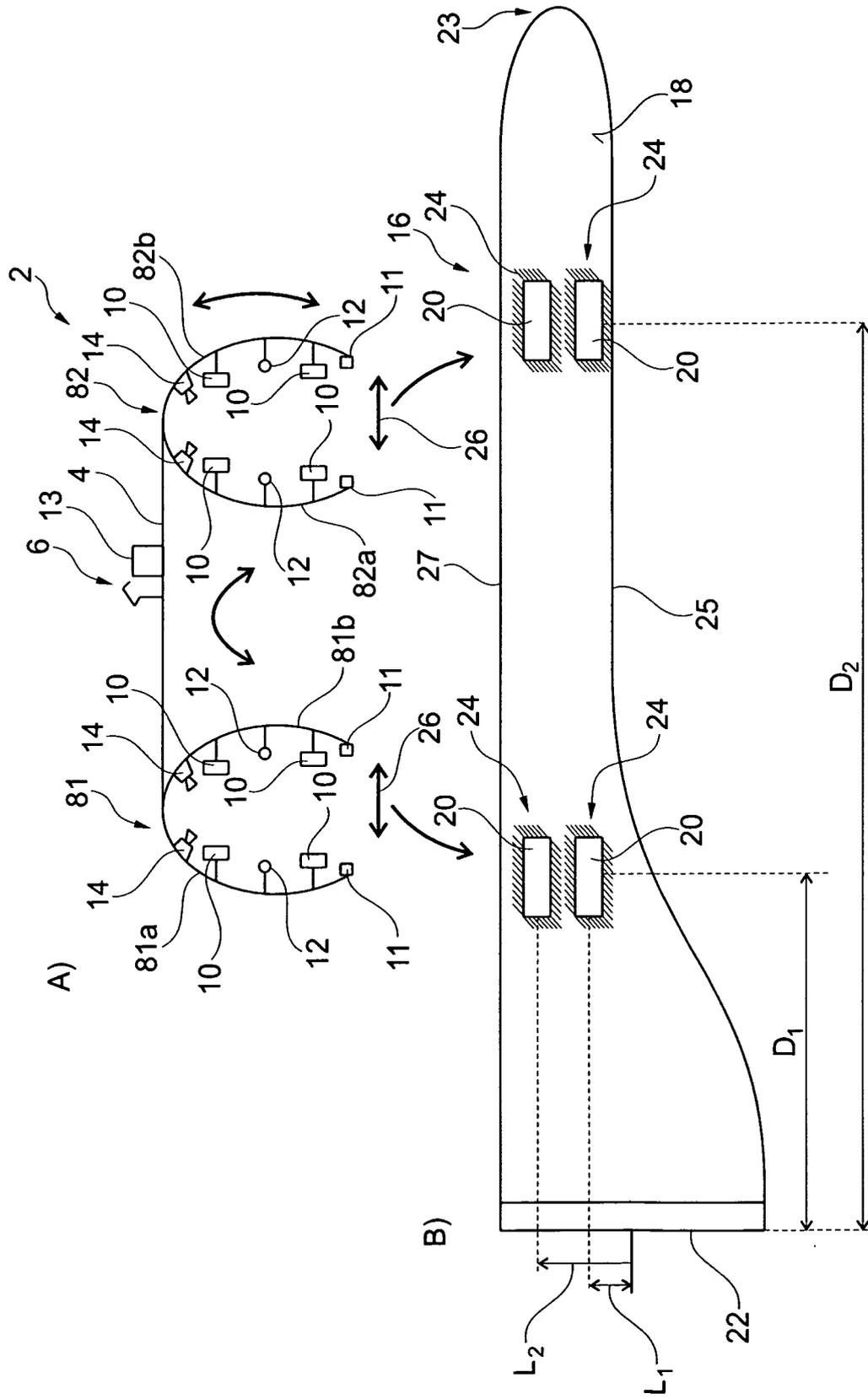


Fig. 1