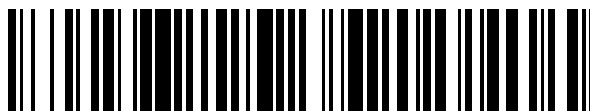


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 791 782**

51 Int. Cl.:

**B25B 11/02** (2006.01)

**B25B 11/00** (2006.01)

**B29D 99/00** (2010.01)

**F03D 1/06** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.11.2014** **PCT/EP2014/003039**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.06.2015** **WO15078561**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.11.2014** **E 14802322 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.04.2020** **EP 3074183**

54 Título: **Dispositivo de ajuste del travesaño, travesaño y método de fabricación de una pala del rotor para una planta de energía eólica**

30 Prioridad:

**28.11.2013 DE 102013224392**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**05.11.2020**

73 Titular/es:

**SENVION DEUTSCHLAND GMBH (100.0%)**  
**Überseering 10**  
**22297 Hamburg, DE**

72 Inventor/es:

**BENDEL, URS;**  
**RICHERS, TILMAN y**  
**MESTER, HENDRIK**

74 Agente/Representante:

**SÁNCHEZ SILVA, Jesús Eladio**

ES 2 791 782 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 de ajuste del travesaño, travesaño y método de fabricación de una pala del rotor para una planta de energía eólica

La invención se refiere a una estructura para alinear un travesaño de una pala del rotor de una planta de energía eólica.

La invención se refiere además a un método para fabricar una pala del rotor para una planta de energía eólica, en donde la pala del rotor tiene al menos una cubierta de la pala del rotor, un cinturón integrado en la cubierta de la pala del rotor y un travesaño unido al cinturón.

Se conocen la pala del rotor de las plantas de energía eólica que tienen una pluralidad de partes individuales que se fabrican por separado mediante un procedimiento constructivo de fibra compuesta y se unen para formar una pala del rotor. Algunas de las partes individuales tienen dimensiones considerables y suelen ser planas, es decir, el grosor es mucho menor que la longitud y el ancho.

Las palas de rotor típicas tienen al menos dos cubiertas de la pala del rotor, que determinan la forma exterior y, por tanto, las propiedades aerodinámicas esenciales de la pala del rotor. Por ejemplo, se proporciona una cubierta de la pala del rotor para el lado de la succión de la pala del rotor, llamada cubierta superior, y una cubierta de la pala del rotor para el lado de la presión de la pala del rotor, llamada cubierta inferior.

Las cubiertas de la pala del rotor suelen estar reforzadas por los llamadas cinturones en el área de mayor grosor del perfil de la pala del rotor y están unidas entre sí por travesaños en el área de los cinturones. Los cinturones y los travesaños conforman la estructura principal de soporte de carga de la pala del rotor, mientras que las cubiertas de la pala del rotor son, por demás, relativamente ligeras y delgadas como láminas de sándwich. Por ejemplo, para ello se laminan capas de materiales compuestos reforzados con fibra a ambos lados de un núcleo de sándwich ligero hecho de madera de balsa u otro material de relleno. Usualmente, los cinturones se integran en el núcleo de sándwich de las cubiertas de la pala del rotor o se pegan a la capa interna de fibra compuesta de la cubierta de la pala del rotor una vez terminada la fabricación de la cubierta de la pala del rotor.

Los travesaños son difíciles de manejar antes de unirlos a los cinturones, debido a que son de un tamaño considerable y relativamente inestables desde el punto de vista mecánico. Por consiguiente, para manipular los travesaños se utilizan los llamados dispositivos de ajuste del travesaño, mediante los cuales se levanta, se estabiliza y se alinea un travesaño perpendicular a un cinturón de una cubierta de la pala del rotor para pegar el travesaño y el cinturón. Un dispositivo correspondiente, que adicionalmente permite presionar el travesaño contra el cinturón, se describe, por ejemplo, en la patente alemana núm. DE 20 2012 006 650 U1. La patente de los Estados Unidos núm. US 8 454 791 B2 describe un proceso de unión de la cubierta de la pala del rotor, los cinturones y los travesaños.

La patente europea núm. EP 2 261 501 A2 revela un método y un dispositivo común para el montaje de una pala del rotor de una planta de energía eólica, en el que primero se inserta un cinturón en una cubierta de la pala del rotor en forma de media cubierta y luego se insertan y se unen los travesaños al cinturón para finalmente colocar una segunda media cubierta de la pala del rotor.

La patente alemana núm. DE 10 2011 079 240 A1 revela un dispositivo y un método para fabricar un componente de una planta de energía eólica.

La patente internacional núm. WO 2009/153343 A2 revela un método de fabricación de una pala del rotor y un larguero para su uso en una pala del rotor.

Incluso con los dispositivos de ajuste del travesaño conocidos, la unión del travesaño y el cinturón continúa siendo un proceso largo y complejo con poca precisión y pobre reproducibilidad.

Con base en este estado de la técnica, la invención tiene como objetivo mejorar la unión de travesaños y cinturones, en donde en particular, se debe lograr el posicionamiento más preciso y reproducible de cada uno de ellos y acortarse el tiempo de duración del proceso.

Este objetivo se logra mediante una estructura para alinear un travesaño de una pala del rotor de una planta de energía eólica y un dispositivo de ajuste del travesaño, en donde la estructura comprende al menos un primer elemento de alineación en el dispositivo de ajuste del travesaño y al menos un segundo elemento de alineación en el travesaño, en donde el primer elemento de alineación y el segundo elemento de alineación se complementan entre sí en cuanto a su forma, al menos en secciones.

Mediante la invención se logra en particular que al levantar el travesaño, este asuma una alineación predeterminada por los elementos de alineación con respecto al dispositivo de ajuste del travesaño y sea mantenido en esta alineación por el dispositivo de ajuste del travesaño.

De acuerdo con la invención, los elementos de alineación tienen superficies que se complementan en cuanto a su forma, cada una de las cuales tiene al menos dos superficies de contacto no paralelas. Esto asegura que los elementos de alineación simplemente se enganchen entre sí y no se inclinen cuando el dispositivo de ajuste del travesaño se acerca al travesaño.

5

Los elementos de alineación son preferentemente de rotación simétrica. Por ejemplo, las superficies de contacto tienen la forma de una sección esférica o una superficie cónica o una superficie de cono truncado.

10

Los términos primer elemento de alineación y segundo elemento de alineación se diferencian cualitativamente dentro del ámbito de la invención, en particular por el hecho de que un primer elemento de alineación está dispuesto por definición en el dispositivo de ajuste del travesaño y un segundo elemento de alineación está dispuesto por definición en el travesaño.

15

Preferentemente, la estructura de acuerdo con la invención comprende una pluralidad de primeros elementos de alineación y una pluralidad de segundos elementos de alineación, en donde en cada caso un primer elemento de alineación y un segundo elemento de alineación están asignados entre sí y los respectivos elementos de alineación asignados entre sí se complementan en cuanto a su forma, al menos en secciones.

20

Esto asegura que la alineación o el posicionamiento del travesaño en relación con el dispositivo de ajuste del travesaño esté predeterminada en una pluralidad de puntos o ubicaciones, de modo que se contrarreste la deformación involuntaria del travesaño al ser levantado por el dispositivo de ajuste del travesaño.

25

El dispositivo de ajuste del travesaño comprende al menos un dispositivo de sujeción para sujetar el travesaño y al menos un primer elemento de alineación.

Por ejemplo, el elemento de alineación se asigna al dispositivo de sujeción o se dispone en el dispositivo de sujeción.

30

Si el dispositivo de ajuste del travesaño comprende varios dispositivos de sujeción, preferentemente se asigna al menos un elemento de alineación a cada dispositivo de sujeción o se dispone un elemento de alineación en cada dispositivo de sujeción.

35

Por ejemplo, el primer elemento de alineación o la pluralidad de primeros elementos de alineación se disponen de manera desmontable en el dispositivo de ajuste del travesaño. Al retirar, añadir y/o mover los primeros elementos de alineación en el dispositivo de ajuste del travesaño, se hace posible una adaptación rápida y fácil del dispositivo de ajuste del travesaño para su uso con un tipo de travesaño determinado.

40

Por ejemplo, los primeros elementos de alineación del dispositivo de ajuste del travesaños para un primer modelo de travesaños forman un primer grupo de primeros elementos de alineación. Un dispositivo de ajuste del travesaño puede tener varios grupos de primeros elementos de alineación, en donde se prevé un grupo de primeros elementos de alineación para cada tipo diferente de travesaño. Esto aumenta la flexibilidad.

Preferentemente, el dispositivo de sujeción está diseñado con al menos un dispositivo de succión para sujetar el travesaño mediante una presión negativa.

45

Esto garantiza, en particular, que el travesaño se mantenga asegurado por el dispositivo de ajuste del travesaño o que se pueda sujetar de forma segura al dispositivo de ajuste del travesaño, y al mismo tiempo permite fijar y/o retirar el travesaño de forma rápida y flexible.

50

Además, el dispositivo de ajuste del travesaño tiene preferentemente un soporte al que se fija al menos un dispositivo de retención.

Esto permite una estabilidad mecánica suficiente del dispositivo de ajuste del travesaño para apoyar y estabilizar el travesaño.

55

El al menos un dispositivo de retención, se monta preferentemente de manera giratoria en el soporte. Esto facilita, en particular, la elevación de un travesaño montado plano y la rotación del travesaño esencialmente alrededor de un eje longitudinal del travesaño para enderezar el travesaño y alinearlo en esta posición con respecto al cinturón.

60

Además, se prefiere que al menos un dispositivo de sujeción, se pueda bloquear para evitar un giro involuntario con respecto al soporte.

Una modalidad particularmente preferida de la invención se caracteriza porque que el dispositivo de ajuste del travesaño comprende cojinete de apoyo para erigir el dispositivo de ajuste del travesaño sobre un dispositivo de descenso para subir y/o bajar el dispositivo de ajuste del travesaño.

65

En particular, los cojinetes de apoyo están diseñados para cooperar con los contracojinetes del dispositivo de descenso que se complementan en cuanto a su forma al menos en secciones, y de esa manera lograr una alineación precisa, reproducible, estable y por tanto segura del dispositivo de ajuste del travesaño en relación con el dispositivo de descenso, por ejemplo, estacionario.

Preferentemente, los cojinetes de apoyo se colocan en el soporte del dispositivo de ajuste del travesaño.

Por ejemplo, los cojinetes de apoyo adecuados se diseñan en forma de espigas cónicas y los correspondientes contracojinetes en forma de receptáculos de espigas o cavidades cónicas o viceversa.

En una modalidad alternativa de la invención, el dispositivo de ajuste del travesaño comprende un dispositivo de descenso para subir y/o bajar al menos un dispositivo de sujeción y/o el soporte.

En esta modalidad, el dispositivo de ajuste del travesaño comprende uno o más dispositivos de asiento adecuados, preferentemente marcas de posición o cojinetes de posición destinados a un posicionamiento definido del dispositivo de asiento o de los dispositivos de asiento, por ejemplo, en relación con el suelo o con un dispositivo de recepción para un cinturón. En este contexto, un dispositivo de recepción también puede ser un molde de fabricación del cinturón o un molde de fabricación de la cubierta.

Preferentemente el travesaño comprende al menos un segundo elemento de alineación de la estructura de acuerdo con la invención.

Si el travesaño se diseña como un componente de fibra compuesta, al menos un segundo elemento de alineación se forma o se coloca en el travesaño, preferentemente al fabricar el travesaño como un componente de fibra compuesta por medio de un molde de fabricación del travesaño.

En particular, el molde de fabricación del travesaño define la posición del elemento de alineación en el travesaño, con lo que se garantiza un posicionamiento preciso y reproducible del travesaño en un dispositivo de ajuste del travesaño correspondiente.

Además, se logra la ventaja de que la posición del segundo elemento de alineación es idéntica dentro de tolerancias muy pequeñas para diferentes travesaños fabricados con el mismo molde de fabricación de travesaños.

Debido a un modelado adecuado del molde de fabricación de la cubierta, el segundo elemento de alineación se forma, por ejemplo, con la forma correspondiente como parte de la superficie del travesaño. Alternativamente, el molde de fabricación del travesaño tiene una cavidad o marca de posición para un elemento de alineación diseñado como elemento de inserción, que está al menos parcialmente incrustado en la estructura de fibra compuesta del travesaño durante la subsiguiente fabricación del travesaño y, por lo tanto, se dispone en una superficie del travesaño.

Si el travesaño tiene una primera pata de travesaño para la unión con un primer cinturón, una segunda pata de travesaño para la unión con un segundo cinturón y una superficie lateral dispuesta entre la primera pata de travesaño y la segunda pata de travesaño, al menos un segundo elemento de alineación se dispone o se forma preferentemente en la superficie lateral.

El al menos un segundo elemento de alineación está diseñado preferentemente como una protuberancia sobre una superficie, en particular la superficie lateral, del travesaño.

En particular, la protuberancia se crea con material adicional, por lo que la protuberancia o el segundo elemento de alineación no tiene una influencia significativa en la estructura mecánica del travesaño, en particular la densidad de las fibras y la alineación de las fibras del material de fibra compuesta del travesaño. Las propiedades mecánicas de un travesaño corresponden así a las de un travesaño sin un segundo elemento de alineación, que por demás es idéntico en su construcción al travesaño de acuerdo con la invención.

El objetivo de la invención se logra además mediante un método para fabricar una pala del rotor para una planta de energía eólica, en donde la pala del rotor tiene al menos una cubierta de la pala del rotor, un cinturón unido a la cubierta de la pala del rotor y un travesaño unido al cinturón, en donde el método comprende las siguientes etapas:

Fabricar el cinturón en un molde de fabricación de cinturón;

Unir el travesaño al cinturón; y

Fabricar la cubierta de la pala del rotor en un molde de fabricación de la cubierta, en donde el cinturón y el travesaño unido al cinturón se colocan juntos en el molde de fabricación de la cubierta, en donde el travesaño y el cinturón se unen mediante el uso de la estructura de acuerdo con la invención.

El travesaño es, por ejemplo, un travesaño con un segundo elemento de alineación de acuerdo con la descripción anterior.

Una ventaja del método de acuerdo con la invención es que la unión del cinturón y el travesaño no tiene lugar en el molde de fabricación de la cubierta y, por lo tanto, el período de uso del molde de fabricación de la cubierta se acorta

considerablemente. De esa forma, se pueden fabricar al mismo tiempo varias palas del rotor idénticas, acortando así el tiempo de procesamiento, especialmente el tiempo medio entre la finalización de dos palas del rotor.

Se logra un manejo particularmente fácil de los travesaños, ya que el travesaño y el cinturón se unen entre sí mediante el dispositivo de ajuste del travesaño.

El travesaño y el cinturón se unen preferentemente antes de retirar el cinturón del molde de fabricación del cinturón. Esto elimina la necesidad de retirar el cinturón por separado, con lo que se ahorra una etapa de proceso que es común en el estado de la técnica y se reduce aún más el tiempo de procesamiento.

En particular se prefiere que el cinturón y el travesaño unido al cinturón se introduzcan en el molde de fabricación de la cubierta por medio del dispositivo de ajuste del travesaño.

Otras características de la invención serán evidentes a partir de la descripción de las modalidades de acuerdo con la invención de conjunto con las reivindicaciones y los dibujos que se adjuntan. Las modalidades de acuerdo con la invención pueden cumplir características únicas o una combinación de varias características.

A continuación se describe la invención sin limitar la idea general de la invención mediante ejemplos de modalidades tomando como referencia los dibujos, en donde se remite de manera explícita a los dibujos para todos los detalles de la invención que no se explican detalladamente en el texto. Se muestran:

En la Figura 1 una vista esquemática de un dispositivo de ajuste del travesaño de acuerdo con una modalidad de la invención y

En la Figura 2a-c una vista esquemática de un método de fabricación de una pala del rotor de acuerdo con una modalidad de la invención.

En los dibujos, los elementos y/o partes iguales o similares se designan con los mismos números de referencia, de modo que no haya necesidad de describirlos de nuevo.

La Figura 1 muestra esquemáticamente un dispositivo de ajuste del travesaño 1 con dos dispositivos de recepción 10 cada uno para un travesaño 30 de una pala del rotor de una planta de energía eólica. También se muestra un travesaño 30, que se mantiene en la alineación prevista mediante el dispositivo de sujeción 10 que se muestra a la derecha en el dibujo.

El dispositivo de ajuste del travesaño 1 y el travesaño 30 tienen cada uno una extensión longitudinal que corresponde a la extensión longitudinal de la pala del rotor y que está alineada aproximadamente de forma transversal al plano de dibujo 1 mostrado en la Figura 1.

El dispositivo de ajuste del travesaño 1 tiene un soporte 20 que esencialmente aporta estabilidad mecánica o estructural al dispositivo de ajuste del travesaño 1. Este soporte 20 consiste, por ejemplo, en un marco reticulado o una viga de metal sólido y está diseñado en particular para soportar sin deformación sustancial el peso muerto del dispositivo de ajuste del travesaño 1 y el de los dos travesaños 30 que pueden ser soportados o acomodados por el dispositivo de ajuste del travesaño 1.

Sobre el soporte 20 se disponen uno o varios dispositivos de sujeción 22, a los que se puede acoplar, por ejemplo, una grúa para levantar y/o desplazar el dispositivo de ajuste del travesaño 1.

Los dispositivos de sujeción 10 tienen cada uno dos ventosas 14 que se fijan a la superficie lateral lisa del travesaño 30, que está situada entre las patas del travesaño 32, y se unen operativamente con el travesaño 30 por medio de aire de succión o presión negativa, de modo que el travesaño 30 se sujete o se fije de manera desmontable al dispositivo de ajuste del travesaño 1.

Dentro del ámbito de aplicación de la invención, un dispositivo de sujeción 10 también puede tener solo una ventosa 14 o más de dos ventosas 14. También se pueden proporcionar medios de sujeción alternativos o adicionales, por ejemplo un dispositivo de sujeción, para sujetar o sostener un travesaño 30.

Además, los dispositivos de sujeción 10 tienen cada uno un elemento de alineación 16, que, por ejemplo, está diseñado como una protuberancia con una superficie o área de contacto orientada hacia el travesaño 30, que en el ejemplo mostrado tiene la forma de un sector esférico. En el travesaño 30 se dispone un elemento de alineación 34, que se complementa en cuanto a su forma y está diseñado como una protuberancia con un sector esférico o una superficie esférica.

Cuando el dispositivo de ajuste del travesaño 1 se utiliza para sujetar un travesaño 30, el elemento de alineación 16 del dispositivo de ajuste del travesaño 1 o del dispositivo de sujeción 10 del dispositivo de ajuste del travesaño 1 y el o un elemento de alineación 34 del travesaño 30 se unen entre sí, con lo que se garantiza una alineación clara, precisa y reproducible del travesaño 30 con respecto al dispositivo de sujeción 10 o al dispositivo de ajuste del travesaño 1.

Los dispositivos de sujeción 10 se fijan de manera giratoria al soporte 20 mediante el cojinete giratorio 12. Para recibir un travesaño 30, que normalmente se coloca plano, se gira un dispositivo de sujeción 10, por ejemplo, para que las ventosas 14 del dispositivo de sujeción 10 apunten hacia abajo.

5 El dispositivo de ajuste del travesaño se coloca sobre el travesaño 30 plano. Esto se logra, por ejemplo, utilizando una grúa no mostrada, que en particular se fija a un dispositivo de sujeción 22 adecuado colocado en el soporte 20 del dispositivo de ajuste del travesaño 1.

10 Si el dispositivo de ajuste del travesaño está alineado de tal manera que el elemento de alineación 34 del travesaño y el elemento de alineación 16 del correspondiente dispositivo de sujeción 10 se engranan entre sí, el travesaño se sujeta o fija de forma desmontable al dispositivo de sujeción 10 por medio de las ventosas 14 y/u otros medios de sujeción correspondientes proporcionados en el dispositivo de sujeción 10.

15 A continuación, se levanta el dispositivo de ajuste del travesaño 1 con el travesaño 30 y se gira el dispositivo de sujeción 10 en la posición esencialmente vertical que se muestra en la Figura 1. Mediante un dispositivo de retención adecuado, no mostrado, el dispositivo de sujeción 10 se asegura contra el giro no deseado.

20 A lo largo de la extensión longitudinal del soporte 20 o del dispositivo de fijación del travesaño 1, se puede proporcionar, para un travesaño 30, una pluralidad de dispositivos de sujeción 10 colocados uno detrás del otro, con el fin de mantener, sujetar o fijar el travesaño 30 de manera desmontable a lo largo de su extensión longitudinal en una correspondiente pluralidad de puntos de sujeción.

25 A continuación se describe un ejemplo de método de acuerdo con una modalidad de la invención para la fabricación de una pala del rotor de una planta de energía eólica.

La pala del rotor que se va a fabricar comprende, por ejemplo, dos cinturones 40, cada uno de los cuales está incorporado en una de las dos cubiertas de la pala del rotor o unido a las cubiertas de la pala del rotor. Las cubiertas de la pala del rotor se fabrican, por ejemplo, como láminas de sándwich en una estructura de fibra compuesta. La pala del rotor también comprende dos travesaños 30, que se disponen y fijados entre los dos cinturones 40.

30 Las figuras 2a a 2c muestran esquemáticamente un estado de la pala del rotor que se está fabricando, en donde la extensión longitudinal de la pala del rotor está alineada esencialmente transversal al plano de representación.

35 Al principio, se proporcionan como componentes separados dos travesaños 30 y un cinturón 40. Los travesaños 30 y el cinturón 40 se fabrican, por ejemplo, en una estructura de fibra compuesta, mediante el uso de moldes adecuados de fabricación de travesaños o de cinturones.

40 De acuerdo con la invención, los dos travesaños 30 se unen primero al cinturón 40, como se muestra esquemáticamente en la Figura 2a. Para ello, el cinturón 40 se mantiene en el molde de fabricación de cinturón correspondiente u otro receptor del cinturón adecuado, no mostrado en la Figura 2a por razones de brevedad. En particular, el cinturón 40 se encuentra en una posición precisa y reproducible determinada por el molde de fabricación del cinturón o el receptor del cinturón.

45 Los dos travesaños 30 se alinean en relación con el cinturón 40 por medio de un dispositivo de ajuste del travesaño 1, por ejemplo el dispositivo de ajuste del travesaño 1 de acuerdo con la invención descrito anteriormente, y se pegan o se unen de otra manera adecuada al cinturón 40. Para ello, los dos travesaños 30 son recibidos, por ejemplo, de la manera descrita, por el dispositivo de ajuste del travesaño 1 y, junto con el dispositivo de ajuste del travesaño 1, se unen al molde de fabricación del travesaño o al receptor del cinturón.

50 En el molde de fabricación del cinturón o el receptor del cinturón hay, por ejemplo, un dispositivo de descenso que está dispuesto en una posición fija y/o estable en relación con el molde de fabricación del cinturón o el receptor del cinturón. El dispositivo de ajuste del travesaño 1 con los travesaños 30 se asienta en el dispositivo de descenso, en donde el dispositivo de descenso y el dispositivo de ajuste del travesaño 1 tienen cojinetes y/o contracojinetes adecuados para este fin. Los cojinetes y/o contracojinetes están diseñados preferentemente de tal manera que la alineación o el posicionamiento del dispositivo de ajuste del travesaño 1 en el dispositivo de descenso se especifique de manera precisa y reproducible.

55 A continuación, el dispositivo de ajuste del travesaño con los travesaños 30 se baja por medio del dispositivo de descenso en dirección al cinturón 40 hasta que los travesaños 30 logren la alineación deseada con el cinturón 40 y se unan, por ejemplo se peguen, al cinturón 40.

60 Para fabricar la primera de las dos cubiertas de la pala del rotor, se proporciona un molde de fabricación de la cubierta 50, que define la forma exterior de la posterior cubierta de la pala del rotor. En el molde de fabricación de la cubierta 50, se produce o se prepara una envoltura exterior de fibra compuesta 52 para la cubierta de la pala del rotor, lo que, por ejemplo, tiene lugar en paralelo con la unión de los dos travesaños 30 con el cinturón 40 descrita anteriormente.

65

A continuación, el cinturón 40 unido a los dos travesaños 30 se coloca en la envoltura exterior de fibra compuesta 52 en el molde de fabricación de la cubierta 50. De nuevo, esto tiene lugar preferentemente por medio del dispositivo de ajuste del travesaño 1, que permite un fácil manejo de los dos travesaños 30 junto con el cinturón 40, que ahora está unido a los travesaños 30.

5

El estado de la pala del rotor que se está fabricando en este momento con el método de acuerdo con la invención se muestra esquemáticamente en la Figura 2b.

10

Además del cinturón 40, en el molde de fabricación de la cubierta 50 se coloca un núcleo de sándwich 54, que está cubierto por una envoltura interior de fibra compuesta 56, 56'. La envoltura interior de fibra compuesta tiene dos áreas separadas 56 y 56', cada una de las cuales está ubicada en un lado diferente del cinturón 40 y tiene un reborde a lo largo del cinturón 40. En este reborde, las áreas 56, 56' de la envoltura interior de fibra compuesta están unidas firmemente al cinturón 40. Para ello, el cinturón 40 tiene, por ejemplo, capas de fibra que se dejaron abiertas en el área lateral durante la fabricación del cinturón y que ahora se incorporan a la fibra compuesta de la envoltura de fibra compuesta 56, 56'. Este estado de la pala del rotor que se está fabricando se muestra esquemáticamente en la Figura 2c.

15

20

La pala del rotor se completa con una segunda cubierta de la pala del rotor fabricada por separado, en la que se incorpora o se adjunta un segundo cinturón 40. La segunda cubierta de la pala del rotor se desliza sobre la pala del rotor parcialmente completada mostrada en la Figura 2c, en donde el cinturón 40 se une a o en la segunda cubierta de la pala del rotor con los dos travesaños 30 y la segunda cubierta de la pala del rotor se une, en particular se pega, la primera cubierta de la pala del rotor.

25

El método de acuerdo con la invención ofrece ventajosamente una reducción del tiempo de procesamiento, en particular debido a la secuencia o las etapas del proceso, lo que se logra al menos parcialmente incluso cuando se utilizan travesaños 30 y dispositivos de ajuste del travesaños 1 convencionales.

25

Lista de referencia de los dibujos

30

1 Dispositivo de ajuste del travesaño

10 Dispositivo de sujeción

12 Cojinete giratorio

14 Ventosa

16 Elemento de alineación

20 Soporte

35

22 Punto de unión

30 Travesaño

32 Pata de travesaño

34 Elemento de alineación

40 Cinturón

40

50 Molde de cubierta

52 capa exterior de fibra compuesta

54 Núcleo de sándwich

56, 56' capa interior de fibra compuesta

# REIVINDICACIONES

1. Estructura para alinear un travesaño (30) para una pala del rotor de una planta de energía eólica y un dispositivo de ajuste del travesaño (1) para el travesaño (30), en donde la dispositivo comprende al menos un primer elemento de alineación (16) sobre el dispositivo de ajuste del travesaño (1) y al menos un segundo elemento de alineación (34) sobre el travesaño (30), en donde el primer elemento de alineación (16) y el segundo elemento de alineación (34) se complementan entre sí en cuanto a su forma, al menos en secciones,  
**caracterizada porque** los elementos de alineación (16, 34) tienen superficies que se complementan en cuanto a su forma y cada uno tiene al menos dos superficies de contacto no paralelas.
2. Estructura de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada porque** la estructura comprende una pluralidad de primeros elementos de alineación (16) y una pluralidad de segundos elementos de alineación (34), en donde cada uno de los primeros elementos de alineación (16) y cada uno de los segundos elementos de alineación (34) están asignados entre sí en una relación de uno a uno y en donde cada uno de los elementos de alineación mutuamente asignados (16, 34) se complementan entre sí en cuanto a su forma, al menos en secciones.
3. Estructura de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde el dispositivo de ajuste del travesaño (1) comprende al menos un dispositivo de sujeción (10) para sujetar el travesaño (30) y al menos un primer elemento de alineación (16).
4. Estructura de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizada porque** el dispositivo de sujeción (10) se construye de manera que tiene al menos un dispositivo de succión (14) para sujetar el travesaño (30) mediante una presión negativa.
5. Estructura de acuerdo con la reivindicación 3 o 4, **caracterizada porque** el dispositivo de ajuste del travesaño (1) comprende además un soporte (20) en el que se fija al menos un dispositivo de sujeción (10), en particular, en donde el dispositivo de sujeción (10) se monta de forma giratoria en el soporte (20).
6. Estructura de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, **caracterizada porque** el dispositivo de ajuste del travesaño (1) comprende cojinetes de apoyo para colocar el dispositivo de ajuste del travesaño (1) sobre un dispositivo de descenso para subir y/o bajar el dispositivo de ajuste del travesaño (1), en donde los cojinetes de apoyo se disponen en particular sobre el soporte (20) del dispositivo de ajuste del travesaño (1).
7. Estructura de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 3 a 6, **caracterizada porque** el dispositivo de ajuste del travesaño (1) comprende un dispositivo de descenso para subir y/o bajar al menos un dispositivo de sujeción (10) y/o del soporte (20).
8. Estructura de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** el travesaño (30) se construye como un componente de fibra compuesta, en donde al menos un segundo elemento de alineación (34) se coloca o se forma sobre el travesaño (30) como construcción de fibra compuesta mediante un molde de fabricación de travesaño mientras se fabrica el travesaño (30).
9. Estructura de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** el travesaño (30) comprende una primera pata de travesaño (32) para unirla a un primer cinturón (40), una segunda pata de travesaño (32) para unirla a un segundo cinturón (40) y una superficie lateral dispuesta entre la primera pata de travesaño (32) y la segunda pata de travesaño (32), en donde al menos un segundo elemento de alineación (34) se coloca o se forma en la superficie lateral.
10. Estructura de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores **caracterizada porque** al menos un segundo elemento de alineación (34) se forma como una protuberancia por encima de una superficie, en particular la superficie lateral, del travesaño (30).
11. Método de fabricación de una pala del rotor para una planta de energía eólica, en donde la pala del rotor comprende al menos una cubierta de la pala del rotor, un cinturón (40) que está unido a la cubierta de la pala del rotor y un travesaño (30) unido al cinturón (40), en donde el método comprende las siguientes etapas:
  - Fabricar el cinturón (40) en un molde de fabricación de cinturón;
  - Unir el travesaño (30) al cinturón (40); y
  - Fabricar la cubierta de la pala del rotor en un molde de fabricación de la cubierta (50), en donde el cinturón (40) y el travesaño (30) unido al cinturón (40) se insertan de conjunto en el molde de fabricación de la cubierta (50), **caracterizado porque** el travesaño (30) y el cinturón (40) se unen mediante el uso de una estructura de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
12. Método de acuerdo con la reivindicación 11, **caracterizado porque** el travesaño (30) y el cinturón (40) se unen antes de que el cinturón (40) se retire del molde de fabricación del cinturón.



13. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 11 a 12, **caracterizado porque** el cinturón (40) y el travesaño (30) unido al cinturón (40) se introducen en el molde de fabricación de la cubierta (50) por medio del dispositivo de ajuste del travesaño (1).

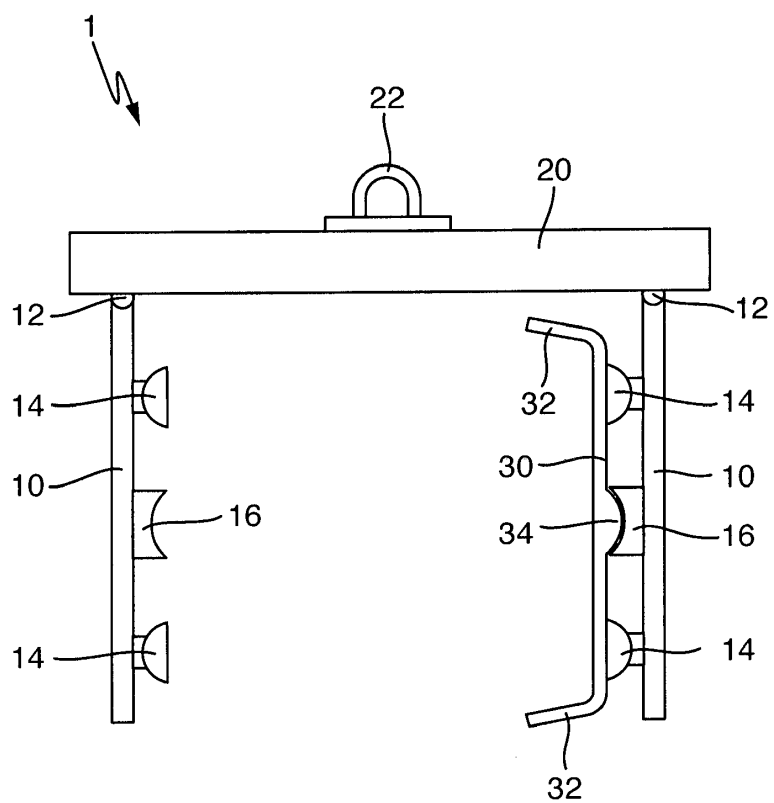


Fig. 1

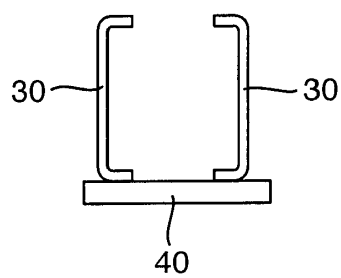


Fig. 2a

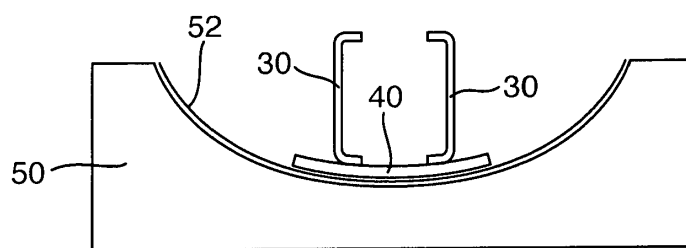


Fig. 2b

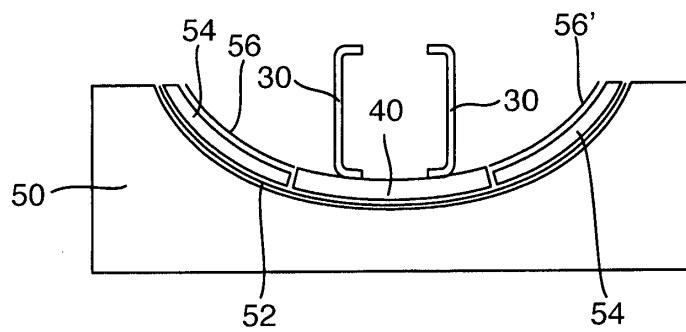


Fig. 2c