

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 612 404**

51 Int. Cl.:

F03D 80/00 (2006.01)
B29C 70/48 (2006.01)
B29C 65/48 (2006.01)
B29C 65/00 (2006.01)
F01D 5/14 (2006.01)
F03D 1/06 (2006.01)
B29L 31/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.05.2014** **E 14168806 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.11.2016** **EP 2816227**

54 Título: **Pala de turbina eólica con sección extendida de carcasa**

30 Prioridad:

17.06.2013 DK 201370323

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.05.2017

73 Titular/es:

ENVISION ENERGY (DENMARK) APS (100.0%)
Torvet 11 2
8600 Silkeborg, DK

72 Inventor/es:

RUIJTER, WOUT

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 612 404 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

Pala de turbina eólica con sección extendida de carcasa

CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a una turbina eólica que comprende:

- 5 - una torre de turbina eólica con una parte superior;
- una góndola acoplada a la parte superior de la torre de la turbina eólica, por ejemplo a través de un sistema de guiñada;
- un cubo de rotor montado de forma giratoria en la góndola;
- 10 - una o más palas de turbina eólica que tienen un extremo de punta situado en el extremo opuesto de una raíz de pala configurada para ser montada en el cubo del rotor, en donde la pala de la turbina eólica comprende un lado de presión conectado a un lado de succión a través de un borde de ataque, en el que la pala de turbina eólica comprende además una primera parte de carcasa que tiene un primer borde de salida conectado a una primera superficie interior enfrentada a una segunda parte de carcasa, en donde la segunda parte de carcasa tiene un segundo borde de salida conectado a una segunda superficie interior que mira a la primera parte de la carcasa,
- 15 donde una de las dos partes de la carcasa comprende una sección de carcasa extendida en la que el borde de salida de la otra parte de la carcasa está acoplado a la superficie interior de dicha parte de la carcasa, por ejemplo, a través de una línea de pegamento.

La presente invención se refiere también a un método de fabricación para una pala de turbina eólica, en la que el método comprende las etapas de:

- 20 - disponer un primer conjunto de capas en un primer molde, en el que las capas forman un laminado que define una primera parte de carcasa que comprende una primera superficie interna conectada a una primera superficie externa a través de un primer y un segundo borde;
- disponer un segundo conjunto de capas en un segundo molde, donde las capas forman un laminado que define una segunda parte de carcasa que comprende una segunda superficie interna conectada a una segunda superficie externa a través de un tercer y cuarto borde;
- 25 - fundir una resina, por ejemplo, epoxi, en los laminados usando un sistema de infusión externo, por ejemplo, un sistema de infusión al vacío, y curar los laminados infundidos, y retirar el sistema de infusión externo.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

- 30 El desarrollo de turbinas eólicas más rentables significa que el tamaño y la altura de las turbinas eólicas han aumentado hoy en día. El tamaño de las palas de las turbinas eólicas hoy también ha aumentado, lo que a su vez también aumenta los costes de producción a medida que el diseño de una pala eficaz se hace cada vez más difícil. Por lo tanto, existe la necesidad de mejorar la forma aerodinámica y la resistencia estructural de las palas de las turbinas eólicas, así como optimizar la producción de dichas palas.

- 35 Las palas de las turbinas eólicas típicamente comprenden dos partes de carcasa que se refuerzan usando estructuras de refuerzo internas. Las bandas cortantes son las más utilizadas para esto. Las dos partes de carcasa se forman típicamente en moldes separados en los que los miembros portadores de carga, tales como tapas de larguero, están integrados en las partes de carcasa ya sea como piezas prefabricadas o formadas durante el proceso de deposición de carcasa.

- 40 Cuando se combinan las dos partes de carcasa en un proceso de pegado, las bandas cortantes por ejemplo se añaden entre aquellas y se pegan y curan en el mismo paso. La forma y la estructura interna de una pala de turbina eólica está generalmente diseñada de manera que la turbina resultante tenga un bajo coste de energía en un mercado objetivo particular (rango de vientos y requisitos medioambientales), lo que hace que el diseño sea un equilibrio entre la producción de energía, masa estructural y coste, cargas inducidas, consideraciones de ruido y transporte.

- 45 El documento US 2007/0098561 A1 describe una pala de turbina eólica que tiene una parte de carcasa superior y una parte de carcasa inferior en la que el borde de salida de la parte de carcasa inferior se coloca en una posición retraída y se pega a la superficie interior de la parte de carcasa superior. El propósito de esta configuración es

reducir el ruido generado en el borde de salida lo que se consigue retrayendo el borde de salida de la parte inferior de la carcasa con respecto a la parte superior de la carcasa de modo que el espesor del borde de salida del perfil de la pala está definido solamente por el espesor del laminado de la parte superior de la carcasa. Este borde de salida extendido forma un perfil delgado y estrecho que tiene una anchura de no más de unos pocos centímetros y un espesor de menos de unos pocos milímetros. El grosor del borde de salida reducido está diseñado para reducir el ruido, pero la anchura limitada de la región hará que sea demasiado rígida para deformarse significativamente bajo carga, por lo que debería tener un efecto limitado sobre el coeficiente de elevación del perfil de pala.

El documento US 2011/0018282 A1 describe una solución similar en la que la pala de turbina eólica tiene una parte de carcasa extendida integrada con un perfil dentado especialmente optimizado para la reducción del ruido. Esto también forma un perfil estrecho rígido que tiene un efecto limitado del coeficiente de elevación como se ha mencionado anteriormente.

Es conocido unir un extensor de borde de salida en forma de cinta a la pala de turbina eólica, donde el perfil de este extensor de borde de salida está diseñado para reducir el ruido. El documento US 2012/0134817 A1 describe una cinta que está montada en el borde de salida en el sitio. La cinta es tan flexible que no tiene capacidad para redirigir el flujo de aire que pasa sobre la pala, y por lo tanto no tiene impacto sobre el coeficiente de elevación del perfil de la pala.

Otra solución consiste en disponer una o más aletas de control activas o DTEF en el borde de salida donde la operación de estas aletas es controlada por un sistema de control integrado en la pala de turbina eólica o la góndola; Tales sistemas con conocidos en DTU y WO 2008/131800 A1. Se ha demostrado que estos sistemas tienen un potencial significativo para reducir las cargas de las palas de viento y de las turbinas eólicas. Sin embargo, un sistema de este tipo requiere que las aletas o elementos deformables se incorporen en el borde de salida de una pala de turbina eólica y también sensores y accionadores que controlan las aletas o elementos deformables para ser integrados en el perfil de pala. Esto se suma a la complejidad de la estructura haciéndola más frágil y susceptible a la suciedad, a daños por relámpagos y a la humedad. Además, dichas aletas o bordes de salida requieren un sistema de control activo separado lo que a su vez incrementa los costes de producción.

El documento EP 1314885 A1 describe una pala de turbina eólica en la que un panel de policarbonato está montado en el lado de presión. La rigidez característica del panel se selecciona de manera que sea capaz de flexionarse hacia el lado de succión a velocidades de viento crecientes.

El documento US 2004/0115060 A1 describe una aleta que comprende al menos dos capas de materiales que tienen coeficientes de temperatura diferentes de modo que es capaz de flexionarse a temperaturas crecientes. La aleta está montada en el borde de salida de la pala de turbina eólica por medio de pegamento o tornillos.

El documento DE 19580147 B3 describe un elemento de borde de salida pegado a los bordes de salida de las dos partes de carcasa aerodinámicas en donde el elemento de borde de salida está hecho de un material elastomérico capaz de deformarse debido a la diferencia de presión entre el lado de presión y el lado de succión.

OBJETO DE LA INVENCION

Un objeto de esta invención es proporcionar una pala de turbina eólica con características de perfil de pala mejoradas.

Un objeto de esta invención es proporcionar una pala de turbina eólica con funcionalidad de alivio de carga pasiva integrada.

Un objeto de esta invención es proporcionar un proceso de fabricación para una pala de turbina eólica con una funcionalidad de alivio de carga pasiva integrada que no añada pasos al proceso de fabricación o a los componentes de la pala de turbina eólica.

DESCRIPCION DE LA INVENCION

Un objeto de la invención se consigue mediante una turbina eólica, caracterizada porque:

- la sección de carcasa extendida está configurada como una sección de carcasa flexible para la reducción pasiva de la carga en la que el primer borde de salida está configurado para moverse de una primera posición a una segunda posición en una dirección hacia el lado de succión con respecto al primer borde de ataque cuando un viento entrante está actuando sobre el lado de presión de la pala de la turbina eólica, y

- en la que la cuerda de la pala de la turbina eólica tiene una longitud relativa de 1 y la sección de la carcasa extendida tiene una anchura relativa de al menos 0,10.

Esto proporciona una pala de turbina eólica con un perfil de pala mejorado en el que la sección de carcasa extendida define el borde de salida del perfil de pala. La sección extendida de la carcasa permite optimizar la elevación de la pala de la turbina eólica, ya que proporciona un borde de salida extendido que es más ancho que el borde de salida tradicional descrito en el documento US 2007/0098561 A1. La sección de carcasa extendida tiene una configuración que le permite flexionar o moverse en respuesta a cambios en la velocidad del flujo de aire. El término "flexible" se define como una sección de carcasa que tiene un extremo libre que define el borde de salida de la pala de la turbina eólica, que es capaz de flexionarse o moverse con relación al borde de ataque de la pala de la turbina eólica. El movimiento puede definirse como el desplazamiento angular entre la cuerda en una primera posición y en una segunda posición y/o como una reducción en la distancia máxima entre la línea de curvatura media y la cuerda. La cuerda se define como la línea que se extiende a través del borde de ataque y el borde de salida más exterior de la pala de la turbina eólica. En el caso de un perfil plano con espesor de borde de salida distinto de cero, el punto del borde de salida se define como el centro del borde de salida.

Esto permite que el extremo libre, es decir, el borde de salida más externo, se flexione en una dirección sustancialmente radial con respecto al extremo fijo, es decir, al borde de salida retraído. La flexión aumenta a medida que aumenta el ángulo de ataque. Esto significa que una carga aerodinámica incrementada, por ejemplo, en el caso de una ráfaga golpeando la turbina eólica, puede deformar el perfil de tal manera que el coeficiente de elevación se reduce, bajando así las cargas. Esta configuración proporciona un mecanismo que crea un alivio pasivo de la carga a velocidades variables del viento. Esta configuración de borde de salida proporciona un método para controlar pasivamente la elevación de la pala de turbina eólica y evita componentes adicionales y riesgo asociados con el control de elevación activo.

La sección de carcasa extendida puede tener un espesor que corresponde más o menos al espesor del laminado que forma dicha sección de carcasa. El laminado puede tener un espesor de hasta 3 mm, preferiblemente ahusado hasta 2 mm o 1 mm en la parte extendida. El laminado puede estar hecho de plásticos reforzados con fibras o compuestos en los que las fibras son fibras orgánicas o de vidrio o carbono. Las fibras pueden infundirse con una resina, tal como epoxi. El perfil extendido permite un proceso de montaje eficaz que requiere un mínimo de maquinado o pulimiento manual alrededor de la región pegada.

De acuerdo con una realización específica, la sección de carcasa extendida tiene una anchura relativa entre 0,10 y 0,30.

A diferencia de un borde de salida agudo y estrecho para la reducción del ruido, como se describe en el documento US 2007/0098561 A1, esta sección ampliada está diseñada específicamente para tener una flexibilidad significativa. La anchura relativa de la sección de carcasa extendida puede estar preferiblemente entre 0,10 y 0,30, preferiblemente entre 0,15 y 0,25, por ejemplo, 0,20 medida entre los bordes finales más internos y más externos. Esto significa que el extremo libre, es decir, el borde de salida más exterior, es capaz de moverse o girar en una dirección sustancialmente radial con respecto al extremo sustancialmente estacionario, es decir, al borde más interno de arrastre, y por lo tanto al borde de ataque. La sección de carcasa extendida puede estar hecha de un material o laminado que tiene una rigidez menor que el perfil restante de la pala de turbina eólica. Esto le permite flexionarse sin agrietarse ni romperse. La anchura, el grosor y/o la forma de la sección extendida de la carcasa pueden optimizarse de acuerdo con el perfil aerodinámico de la pala.

De acuerdo con una realización, la pala de la turbina eólica tiene una longitud relativa de 1 medida entre la raíz de la pala y el extremo de la punta y la sección de la carcasa extendida está situada hacia el extremo de la punta, en la que la sección de la carcasa extendida tiene un punto de partida orientado hacia la raíz de la pala y un punto final orientado hacia el extremo de la punta, donde el punto de partida está preferiblemente situado a una distancia relativa de 0,60 o más de la raíz de la pala.

El mejor efecto se logra si la sección extendida de la carcasa está situada hacia el extremo de la punta de la pala de la turbina eólica, donde la tapa del larguero puede ser ancha con respecto a la longitud de la cuerda. Esto permite que la sección extendida de la carcasa se sitúe donde la tapa del larguero lleva las cargas laterales y del larguero. El punto de partida de la sección de carcasa extendida puede estar situado dentro de una distancia relativa de 0,40 ó 0,30 desde el extremo de la punta o superior a una distancia relativa de 0,60 ó 0,70 desde el extremo de la raíz. El punto final de la sección extendida de la carcasa puede estar situado en o adyacente al extremo de la punta. La sección de carcasa extendida puede tener una longitud relativa de 0,40 o menos, preferiblemente 0,30 o menos.

De acuerdo con una realización específica, la anchura relativa de la sección de carcasa extendida aumenta gradualmente desde el punto de partida en una dirección hacia el extremo de punta hasta un punto intermedio, después de lo cual la sección de carcasa extendida mantiene su anchura relativa máxima, preferiblemente la pendiente de la sección extendida creciente de la carcasa entre estos dos puntos está entre 1: 5 y 1:15.

Esto permite que el extremo de partida de la sección de carcasa extendida forme una transición suave que se introduce gradualmente a lo largo de la pala de la turbina eólica y que permite que la transferencia de carga en la pala se mantenga suave. La sección extendida de la carcasa puede estar configurada también en el otro extremo

- 5 para formar una transición suave que se estrecha desde un segundo punto intermedio y hacia el extremo de la punta. La pendiente en el extremo inicial puede seleccionarse en base a la anchura de la sección extendida de la carcasa y a la longitud entre el punto de partida y el punto intermedio. La pendiente puede estar entre 1:5 y 1:15, preferiblemente 1:10. El extremo inicial y/o el extremo opuesto pueden tener una forma escalonada con una o más etapas o una forma curvada.
- De acuerdo con una realización, la cuerda de la pala de turbina eólica está configurada para moverse dentro de un intervalo angular máximo de ± 5 grados, preferiblemente ± 2 grados, entre la primera posición y la segunda posición, y donde la rotación angular se mide con respecto al borde de ataque de la pala de la turbina eólica.
- 10 La sección de carcasa extendida puede configurarse para flexionar o girar entre una forma inicial donde hay carga mínima en la sección extendida, por ejemplo, correspondiente a bajas velocidades del viento, y una forma significativamente deformada, por ejemplo, correspondiente a velocidades de viento y/o cargas de ráfagas más altas. El coeficiente de elevación de la pala se reduce a medida que la sección extendida de la carcasa se flexiona hacia el lado de succión debido a la presión aumentada en el lado de la presión. Esto significa que la elevación se reduce a altas velocidades del viento y aumenta a bajas velocidades del viento. La sección extendida de la carcasa puede tener un perfil recto donde la presión en el lado de presión intenta doblar el perfil hacia el lado de succión. La sección extendida de la carcasa puede tener un perfil curvado que tiene un círculo inscrito enfrentado al lado de la presión donde la presión en el lado de la presión intenta enderezar el perfil curvado. La sección de carcasa extendida puede flexionarse alternativamente aun más que los 5 grados dependiendo del ángulo de ataque deseado, por ejemplo, hasta 20 grados o incluso 30 grados, en una dirección positiva o negativa.
- 15
- 20 El comportamiento del larguero plano se puede caracterizar alternativa o adicionalmente en términos de la reducción de la distancia máxima entre la línea de curvatura y la línea de cuerda. Esto permite que la medida de la deformación máxima permisible de la sección de carcasa extendida se adapte al perfil deseado de la pala de turbina eólica. El cambio en la curvatura máxima puede ser 100% o más dependiendo del perfil de la sección transversal de la pala de turbina eólica.
- 25 De acuerdo con una realización, la sección de carcasa extendida forma parte de la parte de carcasa que forma el lado de presión o la parte de carcasa que forma el lado de succión.
- Esto permite que la sección extendida de la carcasa sea fabricada en la misma etapa de fabricación que la parte superior o inferior de la carcasa sin añadir componentes a la pala de la turbina eólica. Esto elimina la necesidad de etapas de fabricación adicionales para unir la sección de carcasa extendida a la parte de carcasa. El soporte de los
- 30 moldes en los que están situadas las dos partes de carcasa se puede utilizar para aplicar presión a la línea de adhesivo entre la superficie interior de la parte de carcasa extendida y el borde de salida de la otra parte de carcasa para asegurar una conexión fuerte entre las dos partes de la carcasa.
- De acuerdo con una realización, el perfil de la sección extendida de la carcasa está configurado además para reducir el ruido, por ejemplo, comprende un perfil de reducción de ruido dispuesto en el borde de salida más exterior de la
- 35 sección de carcasa extendida que difiere del perfil en el borde de salida más interno de la sección de carcasa extendida.
- Esto proporciona una sección de carcasa extendida que está configurada alternativamente o adicionalmente para la reducción del ruido en la que el perfil reductor del ruido está integrado en la parte de la carcasa en lugar de proporcionarse en una pieza separada montada en la parte de la carcasa. El perfil de reducción de ruido puede extenderse por toda la anchura entre los dos bordes de salida o solamente una porción de los mismos.
- 40 De acuerdo con una realización, el borde de salida más exterior del perfil reductor de ruido forma un borde dentado, un borde en forma sinusoidal o un borde escalonado, en el que dos picos adyacentes de dicho borde se enfrentan en direcciones opuestas y están preferiblemente dispuestos en plano o fuera del plano con relación al perfil de la sección extendida de la carcasa.
- 45 El perfil de reducción de ruido puede formar una superficie plana en la dirección longitudinal de la pala de la turbina eólica. El borde de salida más exterior puede estar configurado como un borde recto o un borde dentado en el plano. El perfil de reducción de ruido puede en su lugar formar una superficie sinusoidal plana o de diente de sierra en la que la curvatura o amplitud disminuye desde el borde de salida más exterior hacia el borde de salida más interno. Las curvaturas o dientes pueden tener una amplitud y una frecuencia predeterminadas. Esto proporciona un perfil más flexible de la sección extendida de la carcasa que si tuviera un perfil plano recto. En lugar de curvas o dientes,
- 50 el perfil de reducción de ruido puede tener una pluralidad de áreas individuales que están desplazadas una con respecto a la otra, por ejemplo, una área que está desplazada hacia el lado de la presión y una área adyacente que está desplazada hacia el lado de succión. Las áreas pueden tener un desplazamiento y una longitud máximos predeterminados. Las áreas pueden extenderse en una dirección paralela a la cuerda y pueden colocarse en un
- 55 ángulo positivo o negativo predeterminado con relación al borde de salida más interno. La transición entre cada una

de las áreas puede formar una superficie plana colocada en un ángulo entre 0 y 90 grados con respecto a la superficie de un área adyacente. En cambio, la transición puede formar una superficie curvada y proporcionar así una transición suave.

5 De acuerdo con una realización, la sección de carcasa extendida comprende un laminado de al menos dos capas que comprende una pluralidad de fibras en las que las fibras de una de las capas están dispuestas en una primera dirección axial, por ejemplo, +45 grados, con respecto a la longitud de la sección extendida de la carcasa, y las fibras en la otra capa están dispuestas en una segunda dirección axial, por ejemplo, -45 grados, con respecto a la longitud de la sección extendida de la carcasa.

10 El laminado de la sección de carcasa extendida puede comprender al menos dos capas de un material reforzado con fibras, tal como fibra de vidrio, donde las fibras en estas capas están orientadas en diferentes direcciones axiales con respecto a la dirección longitudinal de la sección extendida de carcasa. Las fibras en estas dos capas están preferiblemente dispuestas en un patrón biaxial de ± 45 grados, por ejemplo, en una configuración tejida o no tejida. Una tercera y/o cuarta capa adicionales pueden estar dispuestas en relación con las dos primeras capas y la dirección longitudinal de la sección de carcasa extendida. Las fibras en esta tercera y/o cuarta capa pueden estar dispuestas en una dirección axial de 90 grados de manera que el laminado forme un patrón triaxial. Las fibras de esta tercera y/o cuarta capa pueden estar dispuestas en su lugar en la misma dirección axial que la primera y/o la segunda capa. Esto permite que el laminado sea estirado en la forma deseada durante la colocación de manera que las capas sigan los contornos de los moldes y permitan que la resistencia del perfil aumente si las capas se disponen en una configuración no tejida.

20 Un objeto de la invención se alcanza también mediante un método de fabricación de una pala de turbina eólica como se ha descrito anteriormente y caracterizado por:

- aplicar al menos una capa no adhesiva a una de las dos superficies de la primera parte de carcasa adyacente a uno de los dos bordes de dicha parte de carcasa, estando la capa dispuesta para enmascarar una primera superficie de pegado sobre dicha superficie para pegar una segunda superficie de pegado sobre la segunda parte de carcasa;

25 - aplicar al menos una capa adhesiva, por ejemplo, pegamento, a la primera superficie de pegado; y

- mover la segunda parte de carcasa en contacto con la primera parte de carcasa, por ejemplo, colocando la segunda parte de la carcasa sobre la parte superior de la primera parte de la carcasa, de manera que la segunda superficie de pegado se pone en contacto con el pegamento en la primera superficie de pegado, estando la capa no adherente situada fuera del área cerrada definida por las dos partes de carcasa.

30 Este proceso permite fabricar una pala de turbina eólica sin añadir etapas al proceso para integrar un perfil de alivio de carga en la turbina eólica. Esto proporciona un proceso más ahorrador de tiempo puesto que el perfil de alivio de la carga se puede fabricar en el mismo paso que una de las dos partes de la carcasa. Este proceso no requiere que ningún componente adicional sea acoplado o montado a la pala de la turbina eólica después de desmoldar las dos partes de la carcasa ya que el perfil de alivio de la carga se forma como una sección de la carcasa extendida. El proceso reduce la carga de trabajo necesaria para formar el perfil de borde de salida deseado de la pala de turbina eólica ya que este borde de salida está definido por la carcasa extendida. La línea de pegamento está conformada y/o trabajada mecánicamente en una transición suave entre la parte de carcasa retraída y la parte de carcasa extendida, por ejemplo, sustancialmente siguiendo la curvatura de la superficie exterior en el borde de salida.

De acuerdo con una realización, el método comprende una etapa adicional de:

40 - eliminar cualquier exceso de adhesivo, que se presiona entre las dos superficies de pegado y sobre la capa no adhesiva, retirando, por ejemplo, desprendiendo, la capa no adhesiva, preferiblemente después de desmoldar las dos partes de la carcasa.

45 Este proceso requiere un mínimo de maquinado o pulimiento manual ya que la región pegada no tiene que ser trabajada hasta un borde de salida agudo como en el documento US 2007/0098561 A1. La región pegada del documento US 2007/0098561 A1 todavía requiere una cierta cantidad de corte o de maquinado para formar el perfil afilado delgado o una etapa de fabricación añadida para formar un rebaje en la parte retraída de la carcasa puesto que la región pegada está situada adyacente al borde de salida de su carcasa extendida. El presente proceso de fabricación proporciona una región pegada que sólo necesita formar una transición suave entre las dos partes de la carcasa, ya que las superficies de pegado están separadas del borde de salida de la pala de la turbina eólica.

50 Cualquier exceso de pegamento se retira inmediatamente después de desmoldar las dos partes de carcasa, preferiblemente antes de que el pegamento haya curado completamente. Si el molde de la parte de carcasa retraída no se extiende más allá del borde de salida retraído, el exceso de pegamento puede ser eliminado simplemente limpiándolo o raspándolo. Si el molde de la parte de carcasa retraída se extiende más allá del borde de salida

retraído, entonces se puede disponer una segunda capa no adhesiva sobre la superficie externa de esta sección de molde extendida o la capa no adhesiva usada para alinear el molde puede extenderse hasta también la línea de esta sección del molde. El término "no unión" se define como una capa que no se adhiere o no se une a la resina o capas laminadas de la carcasa. Esto permite que el exceso de pegamento se pueda retirar fácilmente cortándolo o quebrándolo, ya que tiene una superficie muy delgada y estrecha para unirse, es decir, el grosor del borde de salida

5 retraído. Normalmente, el exceso de pegamento no se elimina hasta que se haya montado toda la pala de turbina eólica, lo que requiere una mayor carga de trabajo para extraerlo utilizando una herramienta de corte y/o una herramienta de maquinado o pulimiento. Este proceso de fabricación resulta bien adecuado para cualquier pala de turbina eólica que tenga una parte de carcasa extendida.

10 Una capa de un material de película desprendible, por ejemplo, un tejido reforzado con fibra o un tejido de nilón recubierto con un agente de liberación, tal como Teflon™ se usa preferiblemente para enmascarar la primera superficie de pegado y la sección de molde extendida. También se pueden usar otros materiales de película desprendible, tal como un tejido de Dacron con tejido apretado o un material plástico adecuado. El uso de un

15 material desprendible permite que el elemento de enmascaramiento y, por tanto, cualquier exceso de pegamento se elimine simplemente desprendiendo el material. La película desprendible deja una superficie lisa que requiere un mínimo de maquinado o pulimiento manual posteriormente. La película desprendible puede estar configurada como un elemento plano alargado, por ejemplo, una cinta, que puede ser prefabricada o cortada a la anchura deseada.

De acuerdo con una realización, un elemento deformable, por ejemplo, un elemento de espuma o una segunda capa desprendible no adhesiva está dispuesta en el lado adyacente opuesto de la primera superficie de pegado antes de

20 poner las dos partes de carcasa en contacto entre sí.

A medida que las dos superficies de pegado son presionadas entre sí, el pegamento llena el espacio entre las dos superficies y cualquier exceso de pegamento es presionado hacia afuera sobre la capa de película desprendible y hacia el interior de la pala de turbina eólica. El elemento deformable puede comprender una pluralidad de celdas abiertas o cerradas que permiten que el elemento se deforme cuando se somete a una presión externa. El elemento

25 deformable puede tener un tamaño y una forma que es mayor que el espesor interno y el volumen entre las dos partes de carcasa cuando son presionadas entre sí. Esto proporciona una distribución más óptima del pegamento dentro de la pala de turbina eólica, ya que el pegamento formará una superficie curvada con la curvatura mirando hacia los bordes de salida. Esto permite que las cargas y tensiones sigan la curvatura de las superficies internas de las partes de la carcasa. El pegamento tiene preferiblemente una alta viscosidad y una alta capacidad de unión al laminado, por ejemplo, epoxi y/o los materiales que forman las capas. Alternativamente, se puede usar una segunda

30 capa no adhesiva de un material de capa desprendible para eliminar cualquier exceso de adhesivo del interior de la pala de la turbina eólica.

De acuerdo con una realización específica, al menos uno de los moldes comprende al menos una protrusión que define una marca de colocación, donde uno de los bordes, por ejemplo, el borde de salida y/o delantero del laminado

35 está dispuesto adyacente a la protrusión, o en el que un segundo elemento, por ejemplo, un elemento deformable, está dispuesto sobre una de las superficies de los dos moldes para enmascarar la segunda superficie de pegado antes de poner las dos partes de carcasa en contacto entre sí.

Una protrusión alargada que se extiende a lo largo de la longitud del molde y hacia fuera desde la superficie exterior de este molde puede definir una marca para colocar las capas laminadas. La protrusión puede estar situada

40 adyacente a la superficie de pegado y puede formar opcionalmente una muesca en el laminado que se extiende sobre la protrusión. La protrusión puede tener un perfil de sección transversal curvado triangular, trapezoidal o semicircular. Esto permite que el exceso de pegamento y/o material se quiebre o sea cortado, dejando una superficie que requiere un mínimo de maquinado o pulimiento manual. La protrusión puede usarse para distribuir el exceso de pegamento de manera más uniforme a lo largo de la longitud de la pala de turbina eólica.

La protrusión puede tener una altura que sea igual o menor que el espesor del laminado situado en la superficie de pegado y opcionalmente también al menos una porción del espesor de la línea de pegamento. Una segunda

45 protrusión puede estar dispuesta en el borde opuesto de manera que las dos protrusiones definen los bordes tanto anterior como de salida de dicha parte de carcasa. Las protrusiones pueden ser una parte del molde o configurarse como un elemento separado que está acoplado al molde antes de que las capas laminadas se apliquen al molde. Si

50 los moldes comprenden al menos dos protrusiones opuestas enfrentadas, estas dos protrusiones pueden estar desplazadas una respecto a la otra de manera que definen una parte de carcasa extendida de una de las partes de carcasa.

En su lugar, se puede utilizar un segundo elemento deformable o rígido para distribuir el exceso de pegamento de manera más uniforme a lo largo de la longitud de la pala de la turbina eólica. Este elemento puede tener una primera

55 superficie de contacto para poner en contacto la parte de carcasa extendida y una segunda superficie de contacto para poner en contacto una superficie exterior sobre el molde de la parte de carcasa retraída. Una tercera superficie conectada a las dos superficies de contacto hace frente al borde de salida de la parte de la carcasa retraída que puede deformarse hacia el borde de salida cuando las dos partes de la carcasa se presionan entre sí. La tercera

superficie entra en contacto con el exceso de pegamento y da forma a la línea de pegamento en una transición suave. El segundo elemento puede retirarse después de desmoldar las partes de la carcasa. Esto puede reducir la cantidad de trabajo mecánico, por ejemplo, lijado o pulimiento, necesarios posteriormente.

5 De acuerdo con una realización, al menos una parte de la capa no adhesiva está dispuesta entre un primer borde de salida de la primera parte de carcasa y la primera superficie de pegado, y donde la segunda superficie de pegado está dispuesta adyacente a un segundo borde de salida de la segunda parte de carcasa.

10 Este proceso de fabricación es adecuado para una pala de turbina eólica que tiene una parte de carcasa superior o inferior extendida en la que los bordes de salida de cada una de las dos partes de carcasa están desplazados entre sí y el borde de salida más externo define el borde de salida de la pala de la turbina eólica. Esto proporciona una región con pegamento que se maquina o pule de un lado en una transición suave que requiere menos trabajo en comparación con un borde de salida pegado tradicional que necesita ser trabajado de ambos lados hasta llegar a un borde de salida agudo delgado. Utilizando un material desprendible para eliminar cualquier exceso de pegamento y opcionalmente una protrusión o segundo elemento para conformar la línea de pegamento, se puede reducir al mínimo la cantidad de maquinado o pulimiento.

15 De acuerdo con una realización, la capa no adhesiva está dispuesta adyacente a un primer borde de ataque de la primera parte de carcasa, y donde la segunda superficie de pegado está dispuesta adyacente a un segundo borde de ataque de la segunda parte de carcasa.

20 El material desprendible también se puede disponer adyacente a uno o ambos bordes delanteros de las partes de carcasa. El borde de ataque está formado normalmente por dos pestañas coincidentes en las que las superficies de pegado se extienden sustancialmente paralelas o perpendiculares a la cuerda de la pala de la turbina eólica. Preferiblemente, se disponen dos materiales desprendibles a cada lado del borde de ataque para permitir que el exceso de pegamento se pueda retirar fácilmente despegando el material en una dirección hacia fuera desde el lado de presión o succión. Esto proporciona una línea de pegamento que requiere una cantidad reducida de maquinado o pulimiento, particularmente si el material desprendible se retira inmediatamente después de que las partes de la carcasa hayan sido desmoldadas. La cantidad de maquinado o pulimiento puede reducirse adicionalmente si se utilizan una o dos protrusiones para formar el borde de ataque.

25 Según una realización, el laminado de una de las partes de carcasa está en una sección adyacente al borde de salida de dicha parte de carcasa dispuesta para la reducción del ruido, por ejemplo, en forma un perfil de reducción de ruido.

30 El laminado puede estar dispuesto adicional o alternativamente en el borde de salida de la primera parte de carcasa para formar una sección de carcasa extendida que tiene una forma para reducción de ruido. La configuración de reducción de ruido puede extenderse desde el borde de salida más exterior de la primera parte de la cubierta hasta el borde de salida más interior de la segunda parte de la cubierta o sólo una parte de la misma. Esto permite no sólo que el borde de salida prolongado forme parte de la primera parte de la carcasa, sino que también permite que el elemento reductor de ruido forme parte de esa parte de la carcasa. Esto elimina la etapa de fabricación de montar un dispositivo de reducción de ruido separado, por ejemplo, una cinta, al borde de salida de la pala de la turbina eólica, reduciendo así el tiempo total de fabricación.

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La invención se describe únicamente a modo de ejemplo y con referencia a los dibujos, en los que:

40 La Fig. 1 muestra una realización de ejemplo de una turbina eólica;

La Fig. 2 muestra un perfil en sección transversal de una pala de turbina eólica convencional y de una pala de turbina eólica de acuerdo con la invención en una situación descargada y cargada;

La Fig. 3 muestra una realización de ejemplo de una pala de turbina eólica de acuerdo con la invención vista desde el lado de succión;

45 La Fig. 4 muestra una realización de ejemplo de un proceso de fabricación para la pala de turbina eólica;

La Fig. 5 muestra la sección de carcasa extendida con un primer ejemplo de realización de un perfil de reducción de ruido; y

La Fig. 6 muestra la sección de carcasa extendida con una segunda realización de ejemplo del perfil de reducción de ruido.

En el siguiente texto, las figuras se describirán una a una, y las diferentes partes y posiciones vistas en las figuras se numerarán con los mismos números en las diferentes figuras. No todas las partes y posiciones indicadas en una figura específica se discutirán necesariamente junto con esa cifra.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

5 La Fig. 1 muestra una realización de ejemplo de una turbina 1 eólica que comprende una torre 2 de turbina eólica y una góndola 3 montada en la parte superior de la torre 2 de turbina eólica, por ejemplo, a través de un sistema de guiñada. La torre 2 de turbina eólica puede comprender una o más secciones de torre montadas una encima de otra. Un cubo 4 de rotor puede estar montado giratoriamente en la góndola 3 a través de un eje de rotor. Una o más palas 5 de turbina eólica pueden estar montadas en el cubo 4 de rotor que se extiende hacia fuera desde el centro del cubo del rotor. Se pueden montar dos o tres palas 5 de turbina eólica en el cubo 4 de rotor de manera que formen un plano de rotor. La torre 2 de turbina eólica puede estar montada sobre un cimiento 6 que se extiende por encima del nivel del suelo 7.

15 La pala 5 de turbina eólica puede comprender una raíz 8 de pala configurada para ser montada en el cubo 4 de rotor. La pala 5 de turbina eólica puede comprender un extremo 9 de punta dispuesto en el extremo libre de la pala 5. La pala 5 de turbina eólica puede tener un perfil aerodinámico a lo largo de la longitud de la pala. La pala 5 de turbina eólica puede comprender varias estructuras de soporte, por ejemplo, tapas de larguero y bandas cortantes, dispuestas a lo largo del perfil aerodinámico.

20 La Fig. 2 muestra un perfil en sección transversal de una pala 10 de turbina eólica convencional y una pala 11 de turbina eólica de acuerdo con la invención. La pala 10,11 de turbina puede comprender un lado 12 de presión conectado a un lado 13 de succión a través de un borde 14 delantero y un borde 15 de salida. La pala 10, 11 de turbina puede comprender una primera parte 16 de carcasa y una segunda parte 17 de carcasa, en la que la primera parte 16 de carcasa puede tener un primer borde 18 de ataque conectado a un primer borde 19 de salida a través de una primera superficie 20a interior. La segunda parte 17 de carcasa puede comprender un segundo borde 21 de salida conectado a un segundo borde 22 de ataque a través de una segunda superficie 20b interior. Las superficies interiores 20 se enfrentan entre sí cuando dos partes de carcasa 16, 17 se ensamblan durante la producción. La superficie exterior de la primera parte 16 de carcasa puede formar el lado 13 de succión de la pala 10, 11 de turbina eólica. La superficie exterior de la segunda parte 17 de carcasa puede formar el lado 12 de presión de la pala 10,11 de turbina eólica.

30 En la pala 10 de turbina eólica convencional, como se muestra en la fig. 2A, las dos partes de carcasa 16, 17 pueden estar acopladas entre sí en el borde 14 delantero y en el borde 15 de salida. La región pegada en el borde 15 de salida puede entonces ser maquinada o pulida en el perfil deseado del borde 15 de salida en un proceso que consume mucho tiempo.

35 La pala 11 de turbina eólica mostrada en las figs. 2B-C puede comprender un borde 15 de salida que está definido por el borde 19 de salida de la primera parte 16 de carcasa. La primera parte 16 de carcasa puede comprender una sección 16A de carcasa extendida que está definida por los dos bordes 19, 21 de salida. El borde 21 de salida de la segunda parte 17 de carcasa puede colocarse en una posición retraída en la que puede estar acoplado a la superficie 20a interior de la primera parte 16 de carcasa, por ejemplo, a través de una línea de pegamento situada en la superficie 20a interior.

40 La sección 16A de carcasa extendida puede configurarse como una sección de carcasa flexible que está configurada para flexionar significativamente cuando el viento entrante actúa sobre ella. La sección 16A de carcasa extendida puede configurarse para reducir la carga, donde puede flexionarse entre una primera posición, como se muestra en la fig. 2B, y una segunda posición, como se muestra en la fig. 2C, en una dirección hacia el lado 13 de succión relativo al borde 14 delantero.

45 La Fig. 2B muestra la sección 16A de carcasa extendida en una situación descargada en la que puede tener una forma inicial donde hay una carga mínima sobre la sección 16A de la carcasa. La sección 16A de carcasa extendida puede tener un perfil recto que tiene una anchura relativa de al menos 0,10, preferiblemente entre 0,10 y 0,30, en base a la longitud de cuerda relativa de la pala 11 de turbina eólica que tiene una longitud de cuerda relativa de 1. La longitud de cuerda relativa entre el borde 14 delantero y el borde 21 de salida retraído puede ser de 0,90 o menos, preferiblemente entre 0,70 y 0,90.

50 La sección 16A de carcasa extendida puede tener un espesor que corresponde más o menos al espesor del laminado que forma dicha sección 16A de carcasa. La sección 16A de carcasa extendida puede tener un espesor constante a lo largo de su anchura o puede estar ahusada hacia el borde 19 de salida. El laminado puede tener un espesor de hasta 3 mm en el borde 21 de salida que puede disminuirse hasta 1 mm o menos en el borde 19 de salida.

La Fig. 2C muestra la sección 16A de carcasa extendida en una situación cargada en la que puede tener una forma significativamente deformada donde hay una carga mayor o máxima en la sección 16A de carcasa. La flexión del borde 19 de salida puede definirse como la rotación angular α de la línea de cuerdas C entre una primera posición y una segunda posición con relación al borde 14 delantero de la pala de turbina eólica. La sección 16A de carcasa extendida puede configurarse para flexionarse hasta en 5 grados en una dirección positiva o incluso negativa con respecto a su forma inicial. La flexión de la sección 16A de carcasa puede depender del ángulo de ataque sobre el perfil de la pala. Esta configuración permite que el coeficiente de elevación del perfil de pala se reduzca a altas velocidades del viento y se aumente a velocidades de viento bajas. La sección 16A de carcasa extendida puede estar hecha de un material o laminado que tiene una rigidez menor que el perfil de pala restante de la pala 11 de turbina eólica.

La Fig. 3 muestra una realización de ejemplo de la pala 11 de turbina eólica de acuerdo con la invención. La pala 11 de la turbina eólica puede tener un perfil aerodinámico optimizado de la pala a lo largo de la longitud de la pala de la turbina eólica, como se muestra en la fig. 3. La sección 16A de carcasa extendida puede estar situada hacia el extremo 9 de la punta, como se muestra en la imagen ampliada de la fig. 3. La sección 16A de carcasa extendida puede comprender un primer punto 23 que mira a la raíz 8 de la pala en la que se introduce la sección 16A de la carcasa extendida sobre la pala 11 de la turbina eólica. La sección 16A de carcasa extendida puede extenderse a lo largo de la pala 11 y puede comprender un segundo punto 24 que mira al extremo 9 de la punta en el que la sección 16A de carcasa extendida puede ser ahusada. La pala 11 de turbina eólica puede tener una longitud relativa de 1 y la sección 16A de carcasa extendida puede tener una longitud relativa de 0,40 o menos.

La sección 16A de carcasa extendida puede estar configurada en el punto 23 de manera que el perfil de dicha sección 16A de carcasa se introduzca gradualmente hacia un primer punto 25 intermedio que mira hacia el extremo 9 de la punta. La anchura relativa de la sección 16A de carcasa extendida puede formar entre estos dos puntos 23, 25 una pendiente entre 1:5 y 1:15 con relación al borde 15 de salida. La pendiente puede seleccionarse en base a la anchura W de la sección 16A de carcasa extendida y a la longitud L entre el punto 23 y punto 25 intermedios. El punto 23 puede estar situado a una distancia relativa de 0,60 o más de la raíz 8 de pala.

El punto 24 puede estar situado en el extremo 9 de punta de la pala 11 de turbina eólica. La sección 16A de carcasa extendida puede estar configurada en el punto 24 de manera que el perfil de dicha sección 16A de carcasa es ahusado desde un segundo punto 26 intermedio y hacia el punto 24. El punto 26 intermedio puede hacer frente a la raíz 8 de pala. La sección 16A de carcasa extendida puede mantener su anchura relativa máxima entre los dos puntos 25, 26 intermedios.

La Fig. 4 muestra un ejemplo de realización de un proceso de fabricación de la pala 11 de turbina eólica. En una primera etapa, un primer conjunto de capas (no ilustradas) que forman un laminado 27 puede estar dispuesto en un primer molde 28 y un segundo conjunto de capas (no mostrado) que forma un laminado 29 puede estar dispuesto en un segundo molde 30. Los dos laminados 27, 29 definen las partes 16, 17 de carcasa primera y segunda, como se muestra en la fig. 2. Las capas pueden estar hechas de plásticos reforzados con fibras o compuestos en los que las fibras son fibras orgánicas o de vidrio o carbono.

Uno o ambos moldes 28, 30 pueden comprender al menos una protrusión 31, 32 que se extiende hacia fuera desde una superficie 33, 34 exterior del molde 28, 30. La protrusión 31, 32 puede formar un elemento alargado que se extiende a lo largo de al menos una parte de la longitud del molde 28, 30. Las capas pueden estar situadas sobre la protrusión 31, 32 de manera que las protrusiones 31, 32 formen una muesca o área elevada en la lámina 27, 29, como se muestra en la fig. 4. La protrusión 31, 32 puede tener una altura que es igual o mayor que el espesor del laminado 27, 29. La protrusión 31 en el primer molde 28 puede estar alineada con la protrusión 32 en el segundo molde 30. Las áreas elevadas pueden definir dos superficies 35, 36 de pegado enfrentadas entre sí que están dispuestas en los bordes 18, 22 delanteros de las dos partes 16, 17 de carcasa.

Otra protrusión 37, 38 puede estar dispuesta en el extremo opuesto de uno o ambos moldes 28, 30 y extendiéndose hacia fuera desde la superficie 33, 34 exterior del molde 28, 30. La protrusión 36, 37 puede formar un elemento alargado extendiéndose a lo largo de al menos una parte de la longitud del molde 28, 30. Las capas pueden colocarse adyacentes a la protrusión 37, 38 o alternativamente sobre las protrusiones 37, 38 de manera que formen una muesca en el laminado 27, 29. La protrusión 37 en el primer molde 28 puede estar desviada con relación a la protrusión 38 en el segundo molde 30, de manera que la primera parte 16 de carcasa forma una sección de carcasa extendida, como se muestra en la fig. 2B. Las protrusiones 37, 38 pueden tener una altura que sea igual o menor que el espesor del laminado 27, 29. Las protrusiones 37, 38 pueden estar dispuestos en el borde 19, 21 de salida, de la parte 16, 17 de carcasa. Una superficie 39 de pegado puede estar dispuesta adyacente al borde 21 de salida en la superficie 23 interior.

Los laminados 27, 29 pueden ser infundidos en una segunda etapa usando una resina, por ejemplo, epoxi, suministrada por un sistema externo (no mostrado), por ejemplo, un sistema de infusión al vacío. La resina puede ser distribuida sobre la superficie del laminado 27, 29 a través de una disposición de tubos o mangueras acoplados al sistema externo. La disposición de tubos o mangueras se puede retirar cuando la resina se cura.

- Al menos una capa 40 no adhesiva puede estar dispuesta sobre la superficie 20a interior de la primera parte 16 de carcasa, es decir sobre la sección de carcasa extendida, en una tercera etapa. La capa 40 no adhesiva puede colocarse adyacente o cerca del borde 19 de salida. La capa 40 no adhesiva puede estar dispuesta para enmascarar una superficie 41 de pegado sobre la superficie 20a que está frente a la superficie de pegado 39.
- 5 La capa 40 no adhesiva puede ser una capa de un material de capa desprendible, por ejemplo un tejido reforzado con fibra o un tejido de nylon revestido con un agente de liberación, tal como Teflon™. La capa 40 desprendible puede estar configurada como un elemento plano alargado, por ejemplo, una cinta que puede ser prefabricada o cortada en la anchura deseada y luego aplicada a la superficie 20a. Otra capa no adhesiva (no mostrada) puede estar dispuesta sobre una superficie 33a, 34a externa adyacente a una o más de las protrusiones 31, 32, 37, 38.
- 10 Un elemento 42 deformable, por ejemplo, un elemento de espuma, puede ser dispuesto en el lado opuesto y adyacente a la superficie 41 de pegado. El elemento 42 deformable puede comprender una pluralidad de celdas abiertas o cerradas que permite que el elemento 42 se deforme cuando se somete a una presión externa. El elemento 42 deformable puede tener un tamaño y una forma que son mayores que el espesor interno y/o el volumen formado entre las dos partes de carcasa 16, 17 en ese lugar. El elemento 42 puede deformarse, es decir, doblarse o
- 15 deformarse en el plano, como se muestra en la fig. 4, cuando las dos partes de carcasa 16, 17 se presionan entre sí.
- Al menos una capa de un adhesivo (no mostrado), por ejemplo, un pegamento, se puede aplicar a una de las superficies de pegado 35, 36 y una de las superficies de pegado 39, 41, preferentemente a las superficies de pegado 35, 41 de la primera parte 16 de carcasa. El adhesivo puede tener una viscosidad alta y una alta capacidad de unión al laminado 27, 29, tal como epoxi.
- 20 La segunda parte 17 de carcasa puede ser dispuesta entonces sobre y alineada con la primera parte 16 de carcasa en una cuarta etapa. Las dos partes de carcasa 16, 17 pueden entonces ponerse en contacto una con otra de modo que las superficies de pegado 35, 36, 39, 41 se presionen entre sí. Cualquier exceso de adhesivo puede ser presionado entonces al menos sobre la capa 40 no adhesiva y sobre el material en exceso en el borde 18, 22 delantero, o la capa no adhesiva del mismo.
- 25 Cualquier exceso de adhesivo que se presiona entre las superficies de pegado 39, 41 y sobre la capa 40 no adhesiva puede retirarse en una quinta etapa desprendiendo la capa 40 no adhesiva. Esto se realiza preferiblemente después de desmoldar las dos partes de carcasa (16), (17) y antes de que el adhesivo se haya curado completamente.
- 30 La región pegada dejada por la capa no adherente en el borde 21 de salida puede ser maquinada o pulida manualmente en una transición suave con un esfuerzo mínimo en una sexta etapa, si es necesario. Se reduce así la carga de trabajo necesaria para trabajar la superficie en su forma final ya que no tiene que ser trabajada en un perfil delgado como un borde de salida convencional.
- La Fig. 5 muestra la sección 16A de carcasa extendida con una primera realización de ejemplo de un perfil 43 para reducción de ruido. El perfil 43 para reducción de ruido puede estar dispuesto a lo largo de la longitud de la sección
- 35 16A de carcasa extendida, como se muestra en la fig. 5.
- El laminado 27 de la primera parte 16 de carcasa puede configurarse durante la colocación en un perfil 43 para reducción de ruido en el borde 19 de salida. El laminado 27 puede estar dispuesto de manera que el borde 19 de salida forme un borde 44 sinusoidal. Los picos 44a, 44b del borde 44 de salida pueden enfrentarse en direcciones opuestas y preferiblemente están dispuestos fuera del plano con respecto al perfil de la sección 16A de carcasa
- 40 extendida. El perfil 43 para reducción de ruido puede formar un número predeterminado de curvas u ondas que se extienden paralelamente a la cuerda C. La amplitud de los picos 44a, 44b puede ahusarse desde el borde 44 de salida hacia el borde 21 de salida. Esto permite que el perfil 43 para reducción de ruido sea integrado en las partes 16, 17 de carcasa de modo que se fabriquen en la misma etapa, reduciendo así el tiempo de fabricación total.
- La Fig. 6 muestra la sección 16A de carcasa extendida con una segunda realización de ejemplo del perfil 43 para
- 45 reducción de ruido. El perfil de reducción de ruido difiere del perfil 43 mostrado en la fig. 5 por tener un perfil 43' escalonado en su lugar.
- El laminado 27 puede ser dispuesto durante la colocación de manera que el borde 19 de salida forme un borde 45 escalonado. Los picos 45a, 45b del borde 45 de salida pueden enfrentarse en direcciones opuestas y preferiblemente están dispuestos fuera del plano con respecto al perfil de la sección 16A de carcasa extendida. El
- 50 perfil 43' para reducción de ruido puede formar un número predeterminado de áreas 46, 47 que están desplazadas entre sí, por ejemplo, una área 46 que está desplazada hacia el lado 12 de presión y una área 47 adyacente que está desplazada hacia el lado 13 de succión. Las áreas 46, 47 pueden tener una longitud y una anchura predeterminadas y pueden colocarse en un ángulo positivo o negativo predeterminado con relación al borde 21 de salida. La superficie de transición entre dos áreas 46, 47 adyacentes puede estar configurada para formar una
- 55 transición suave.

REIVINDICACIONES

1. Una turbina eólica (1) que comprende:

- una torre (2) de turbina eólica que tiene una parte superior;

5 - una góndola (3) acoplada a la parte superior de la torre (2) de turbina eólica, por ejemplo, a través de un sistema de guiñada;

- un cubo (4) de rotor montado de forma giratoria en la góndola (3);

10 - una o más palas (5) de turbina eólica que tienen un extremo (9) de punta situado en el extremo opuesto de una raíz (8) de pala configurada para ser montada en el cubo (4) de rotor, donde la pala (5, 11) de turbina eólica comprende un lado (12) de presión conectado a un lado (13) de succión a través de un borde (18, 22) delantero, en el que la pala (5, 11) de turbina eólica comprende además una primera parte de carcasa (16) que tiene un primer borde (19) de salida conectado a una primera superficie (20a) interior enfrentada a una segunda parte de carcasa, en la que la segunda parte (17) de carcasa tiene un segundo borde (21) de salida conectado a una segunda superficie (20b) interior enfrentada a la primera parte de carcasa, en la que el segundo borde (21) de salida de la segunda parte (17) de carcasa está acoplada a la primera superficie (20A) interna de la primera parte (16) de carcasa de manera que la
15 primera parte (16) de carcasa forma una sección (16A) de carcasa extendida en la que el primer borde (19) de salida de la primera parte (16) de carcasa define la parte (15) de salida de la pala de turbina eólica,

caracterizada porque

20 - la sección (16A) de carcasa extendida está configurada como una sección de carcasa flexible para la reducción pasiva de la carga a velocidades de viento variables, donde el primer borde (19) de salida está configurado para moverse desde una primera posición a una segunda posición en una dirección hacia el lado de succión con respecto al primer borde (14) delantero cuando un viento entrante actúa sobre el lado (12) de presión de la pala (11) de turbina eólica, y

25 - en el que la cuerda (C) de la pala de turbina eólica tiene una longitud relativa de 1 y la sección (16A) de carcasa extendida tiene una anchura relativa de al menos 0,10 y en la que la sección (16A) de carcasa extendida tiene un perfil continuo a lo largo de la longitud de la pala de turbina eólica.

2. Una turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque la sección (16A) de la carcasa extendida tiene una anchura relativa entre 0,10 y 0,30.

30 3. Una turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, caracterizada porque la pala (11) de la turbina eólica tiene una longitud relativa de 1 medida entre la raíz de la pala y el extremo de la punta y la sección (16A) de la carcasa extendida está situada hacia el extremo (9) de punta, en el que la sección de carcasa extendida tiene un punto (23) de partida orientado hacia la raíz (8) de pala y un punto (24) final enfrentado al extremo de punta, donde el punto (23) de partida está localizado preferiblemente a una distancia relativa de 0,60 o más de la raíz de la pala.

35 4. Una turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizada porque la anchura relativa (W) de la sección de carcasa extendida aumenta gradualmente desde el punto (23) de partida en una dirección hacia el extremo (9) de punta hasta un punto (25) intermedio, después de lo cual la sección (16A) de carcasa extendida mantiene su anchura relativa máxima, preferiblemente la pendiente de la sección (16A) de carcasa extendida creciente entre estos dos puntos está entre 1:5 y 1:15.

40 5. Una turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizada porque la cuerda (C) de la pala (11) de turbina eólica está configurada para moverse dentro de un intervalo angular máximo (α) de ± 5 grados, preferiblemente ± 2 grados entre la primera posición y la segunda posición, y donde se mide la rotación angular (α) con relación al borde (14) delantero de la pala (11) de turbina eólica.

6. Una turbina eólica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizada porque la sección (16A) de carcasa extendida forma parte de la parte (17) de carcasa que forma el lado (12) de presión o la parte (16) de carcasa que forma el lado (13) de succión.

45 7. Una turbina eólica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizada porque el perfil de la sección (16A) de carcasa extendida está configurado adicionalmente para reducir el ruido, por ejemplo, comprende un perfil reductor de ruido dispuesto en el borde (19) de salida más exterior de la sección (16A) de carcasa extendida que difiere del perfil en el borde (21) de salida más interno de la sección (16A) de carcasa extendida.

8. Una turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizada porque el borde (19) de salida más exterior del perfil reductor de ruido forma un borde dentado, un borde en forma sinusoidal o un borde escalonado, en el que dos picos adyacentes de dicha cara de borde están en direcciones opuestas y se disponen preferentemente en plano o fuera del plano con relación al perfil de la sección (16A) de carcasa extendida.

5 9. Una turbina eólica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizada porque la sección (16A) de carcasa extendida comprende un laminado de al menos dos capas que comprende una pluralidad de fibras, en el que las fibras en una de las capas están dispuestas en una primera dirección axial, por ejemplo +45 grados, con relación a la longitud de la sección (16A) de carcasa extendida y las fibras de la otra capa están dispuestas en una segunda dirección axial, por ejemplo, -45 grados, con relación a la longitud de la sección (16A) de carcasa extendida.

10. Un método de fabricación para una pala de turbina eólica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, donde el método comprende las etapas de:

- disponer un primer conjunto de capas en un primer molde (28), donde las capas forman un laminado (27) que define una primera parte (16) de carcasa que comprende una primera superficie (20a) interna conectada a una primera superficie externa a través de un primer y segundo bordes (19, 21);

- disponer un segundo conjunto de capas en un segundo molde (30), en el que las capas forman un laminado (29) que define una segunda parte (17) de carcasa que comprende una segunda superficie (20b) interna conectada a una segunda superficie externa a través de un tercer y cuarto bordes (18, 22);

- fundir una resina, por ejemplo, epoxi, en los laminados (27, 29) usando un sistema de infusión externo, por ejemplo, un sistema de infusión al vacío, y curar los laminados (27, 29) fundidos, y retirar el sistema de infusión externo caracterizado por

- aplicar al menos una capa (40) no adhesiva a una de las dos superficies (20a) de la primera parte (16) de carcasa adyacente a uno de los dos bordes (19) de dicha parte de carcasa, donde la capa (40) está dispuesta para enmascarar una primera superficie (41) de pegado sobre esa superficie para pegar a una segunda superficie (39) de pegado sobre la segunda parte (17) de carcasa;

- aplicar al menos una capa adhesiva, por ejemplo, pegamento, a la primera superficie (41) de pegado; y

- mover la segunda parte (17) de la carcasa en contacto con la primera parte (16) de la carcasa, por ejemplo, colocar la segunda parte (17) de carcasa sobre la parte superior de la primera parte (16) de carcasa, de manera que la segunda superficie (39) de pegado se pone en contacto con el pegamento sobre la primera superficie (41) de pegado, donde la capa (40) no adhesiva está localizada por fuera del área cerrada definida por las dos partes (16, 17) de carcasa.

11. Un método de fabricación de acuerdo con la reivindicación 10, caracterizado porque el método comprende una etapa adicional de:

- retirar cualquier exceso de adhesivo que se expulsa por presión entre las dos superficies (39, 41) de pegado y sobre la capa (40) no adhesiva, eliminando, por ejemplo, por desprendimiento, la capa (40) no adhesiva, preferiblemente después de desmoldar las dos partes de carcasa.

12. Un método de fabricación de acuerdo con la reivindicación 10 u 11, caracterizado por un elemento (42) deformable, por ejemplo, un elemento de espuma o una segunda capa separable no adhesiva está dispuesta en el lado adyacente opuesto de la primera superficie (41) de pegado antes de poner las dos partes (16, 17) de carcasa en contacto una con otra.

13. Un método de fabricación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, caracterizado porque al menos uno de los moldes (28, 30) comprende al menos una protrusión (37, 38) que define una marca de colocación, donde uno de los bordes (19, 21), por ejemplo el borde de salida y/o delantero del laminado (27, 29) está dispuesto adyacente a la protrusión (37, 38), o en el que un segundo elemento, por ejemplo, un elemento deformable está dispuesto sobre una de las superficies (34a) de los dos moldes (30) para enmascarar la segunda superficie (39) de pegado antes de poner en contacto entre sí las dos partes (16, 17) de carcasa.

14. Un método de fabricación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13, caracterizado porque al menos una parte de la capa (40) no adhesiva está dispuesta entre un primer borde (19) de salida de la primera parte (16) de carcasa y la primera superficie (41) de pegado, y donde la segunda superficie (39) de pegado está dispuesta adyacente a un segundo borde (21) de salida de la segunda parte (17) de carcasa.

15. Un método de fabricación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 14, caracterizado porque el laminado (27) de una de las partes (16) de carcasa está en una sección (16A) adyacente al borde (19) de salida de dicha parte de carcasa dispuesto para reducción del ruido, por ejemplo, forma un perfil de reducción de ruido.

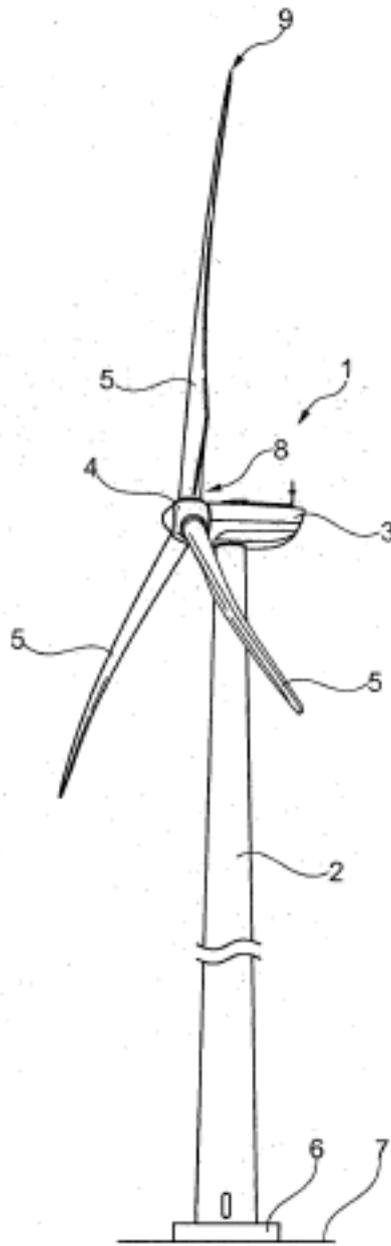


Fig. 1

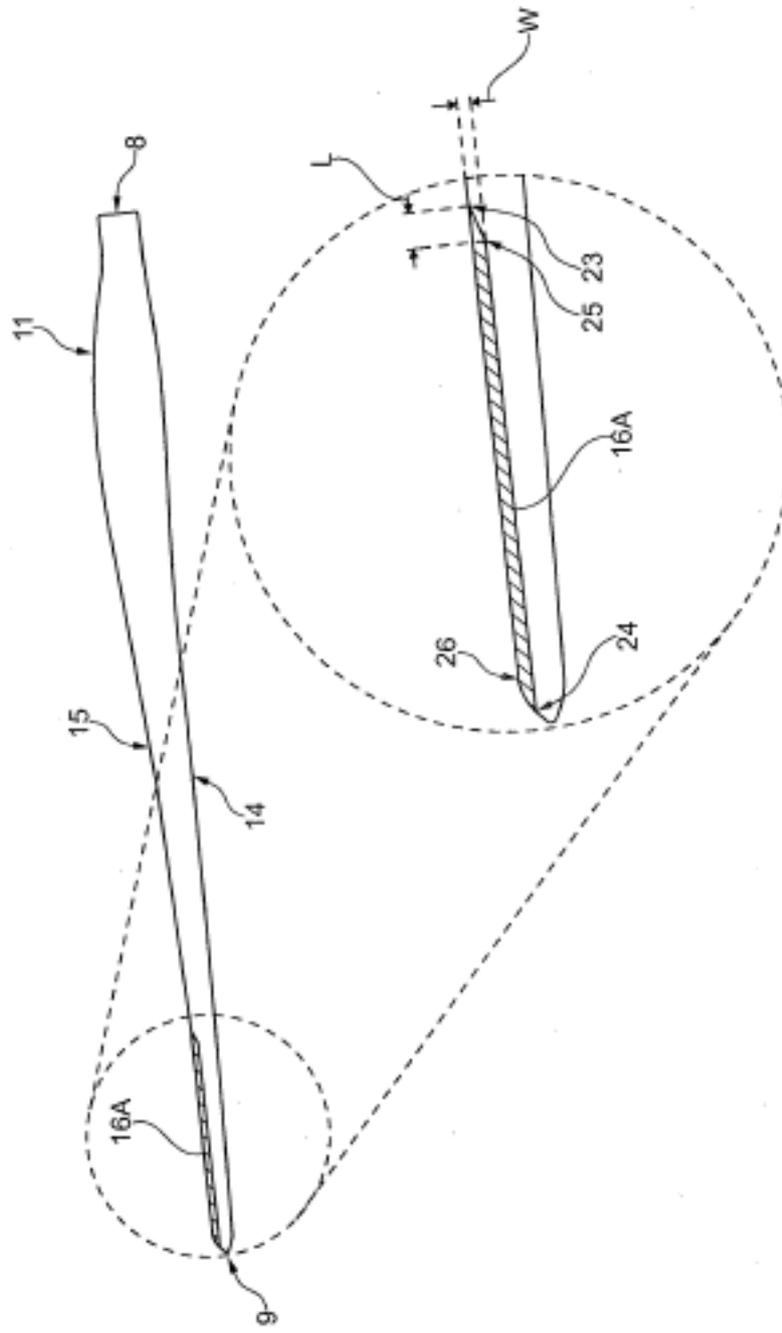


Fig. 3

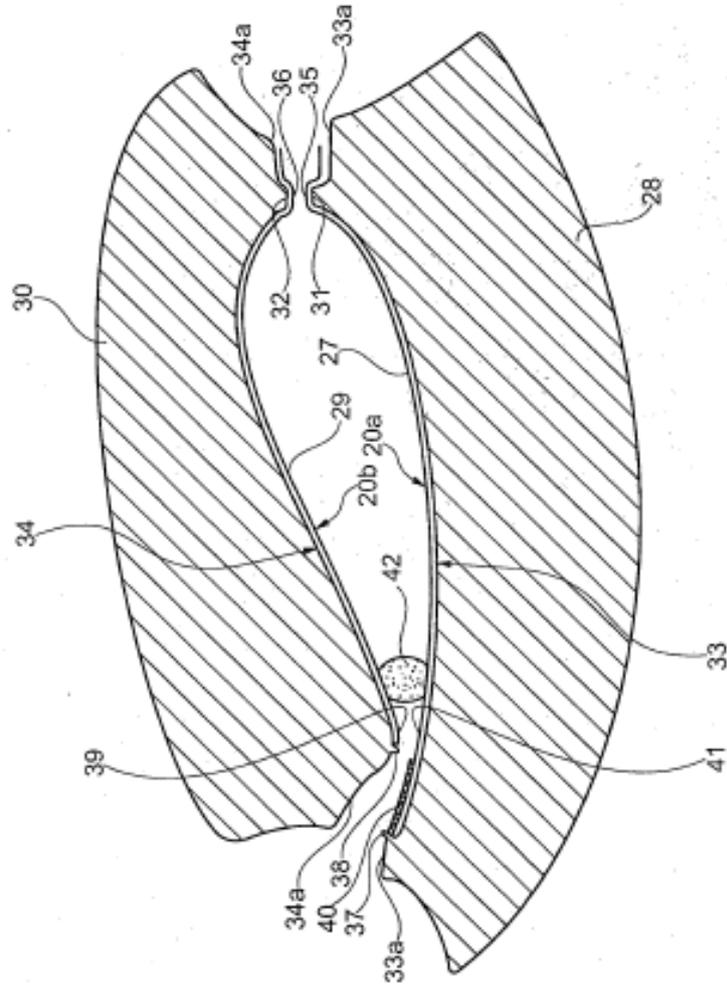


Fig. 4

