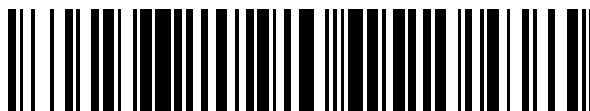


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 624 620**

51 Int. Cl.:

F03D 1/06 (2006.01)

F03D 3/06 (2006.01)

F03D 80/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.07.2002 E 04029161 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.04.2017 EP 1520983**

54 Título: **Álabe para turbina de viento**

30 Prioridad:

19.07.2001 DK 200101125
01.02.2002 GB 0202401

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
17.07.2017

73 Titular/es:

VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.0%)
Hedeager 42
8200 Aarhus N , DK

72 Inventor/es:

GUNNESKOV, OLE;
BARLOW, NICHOLAS DUDLEY;
HANCOCK, MARK y
VRONSKY, TOMAS

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 624 620 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

Álabe para turbina de viento

- 5 La presente invención se refiere a un álabe para turbinas de viento, álabe en el que la capa periférica de la sección en corte transversal del álabe comprende un número de bandas prefabricadas, véase por ejemplo el documento US 4 389 162.

Antecedentes de la invención

- 10 Los álabes de las turbinas de viento se fabrican hoy día de tal manera que comprenden un elemento interno central de soporte, comúnmente de una sección de corte transversal cuadrada y hueca, y fabricados de una fibra de vidrio y de un compuesto de resina, rodeado de dos cubiertas que forman la superficie externa superior e inferior del álabe y determinan las propiedades aerodinámicas de los mismos.

- 15 Las cubiertas pueden ser de una sola capa o, por lo menos, una parte de la circunferencia puede ser de una construcción intercalada que comprende dos capas paralelas de fibras de vidrio y de resina que tienen un espacio en medio que está relleno de, por ejemplo, una espuma de poliuretano. El uso de un material de madera para reforzar el lado interno de una cubierta de una sola capa o para rellenar el espacio de una construcción intercalada es muy conocido.

- 20 Se comprende que las fuerzas y el par de fuerzas aumentan escalonadamente con la longitud gradual de los álabes y que la resistencia y rigidez del elemento de soporte central deberá aumentar escalonadamente igual que para los álabes conocidos, ya que las cubiertas solo contribuyen en menor medida a todas las propiedades de soporte de la carga del álabe.

- 25 A fin de que la cubierta soporte una parte sustancial de las fuerzas del elemento de soporte interno, las estructuras descritas anteriormente que están reforzadas con un material de madera requieren, para una mayor dimensión de los álabes, un grosor de la capa de madera que podría incrementar el peso del álabe significativamente, originando así un incremento de los esfuerzos para el álabe.

- 30 El objeto de la invención es el de proporcionar un álabe de una turbina de viento que tiene las propiedades de los productos laminados, es decir, una alta resistencia en comparación con la cantidad de material y con los bajos costos de producción comparados con los productos sólidos, pero en donde la resistencia comparada con los costos de fabricación del álabe se incrementara en gran manera en comparación con otros álabes de la técnica anterior.

Descripción de la invención

- 40 Este objeto se consigue mediante un álabe, dicho álabe comprende, sobre una parte longitudinal sustancial, una capa situada a lo largo de una periferia externa de la sección de corte transversal del álabe, dicha capa está constituida por una pluralidad de bandas prefabricadas que están dispuestas en secuencia a lo largo de la periferia externa del álabe.

- 45 Con el término "una parte longitudinal sustancial" se entiende una parte que se extiende sobre, por lo menos, un tercio de la longitud total del álabe desde la punta hasta el centro, preferentemente sobre por lo menos la mitad de la longitud total del álabe. De acuerdo con una realización preferente, del 60 al 85 % de la longitud total, tal como alrededor del 70 %, comprende dicha capa.

- 50 De esta manera, las propiedades óptimas del material pueden obtenerse combinando distintos tipos de bandas, tales como unas bandas compuestas de fibras extruidas por estiramiento que comprenden distintas fibras, tales como las fibras de carbono, las fibras de vidrio y/o las fibras naturales, las bandas de madera, las bandas compuestas conformadas como tubos huecos, etc. Cada uno de los tipos de bandas son mucho más simples y, por lo tanto, más baratos de fabricar que para conformar un álabe completo y las bandas pueden estar ensambladas por unos procedimientos apropiados, tales como por inyección de una resina o por una infusión al vacío de una resina.

- 55 De acuerdo con la invención, puede obtenerse un álabe de turbina de viento, el cual reduce las fuerzas y el par de fuerzas ejercidos sobre el elemento de soporte interno. Además, la resistencia contra la tensión y las fuerzas de compresión en una capa que está situada cerca de la periferia externa de la cubierta proporciona al álabe una eficacia estructural perfeccionada con respecto a un modo de flexión lateral.

- 60 De igual manera, en una realización preferente, por lo menos algunas de las bandas prefabricadas están fabricadas de un material compuesto de fibras extruidas por estiramiento, tales como la resina de carbono.

- 65 De esta manera, se obtiene una construcción con una rigidez excelente, pero que no es propensa a flexionarse. Así, la estructura interna del álabe puede ser fabricada de una construcción más ligera, por ejemplo, sustituyendo el elemento de soporte interno comúnmente usado de una sección de corte transversal cuadrada por dos membranas

más ligeras situadas en el borde frontal y en el borde posterior, respectivamente.

En una realización preferente, la capa periférica puede ensamblarse inyectando una resina o por una infusión al vacío de una resina. El uso de una infusión de resina nos lleva a un procedimiento de fabricación rápido, saludable y seguro, no dejando ningún vacío en la resina, o solamente unos pocos. Una limitación del número de vacíos reduce el acabado subsiguiente. Una pequeña cantidad de las fibras comprendidas en el álabe están actualmente infundidas. La resina consiste principalmente en una cola en vez de en una matriz. Esto dará como resultado una estructura que es más tolerante a cualquier vacío posible.

De acuerdo con una realización preferente, el álabe comprende sobre una parte longitudinal sustancial una capa situada a lo largo de la periferia externa de su sección de corte transversal, en donde la capa está por lo menos parcialmente constituida por unas bandas de un material de madera y por unas bandas de un material compuesto de fibras en una secuencia alternativa a lo largo de la periferia externa.

De esta manera, la rigidez excelente de los materiales compuestos de fibras y la alta resistencia contra el exceso de volumen de los materiales de madera se combinan para lograr una cubierta con unas propiedades adecuadas de una manera económicamente rentable.

Una realización especialmente ventajosa comprende por lo menos algunas bandas fabricadas de un material de madera, preferentemente contrachapado usado como el material de madera, y por unas extrusiones por estiramiento de fibras naturales, preferentemente las extrusiones por estiramiento de fibras de carbono, como el material compuesto de fibras.

Las ventajas obtenidas por esta realización son que los materiales son compatibles y que ambos tienen unos coeficientes de expansión térmica bajos. Los dos tipos de material trabajan en una proporción similar baja de esfuerzos dando como resultado la posibilidad de usar unos álaves más rígidos comparados con el peso de los álaves. También, las fibras naturales pueden ser propensas a flexionarse y, aunque la madera es voluminosa, la madera no es propensa a flexionarse, de esta manera, los dos tipos de material son muy complementarios.

Las bandas pueden, por lo general, fabricarse de madera, de madera laminada, de extrusiones por estiramiento de cualquier tipo de fibra fabricada por el hombre o natural con cualquier resina, termoendurecida, termoplástica, fabricada por el hombre o derivada naturalmente, de plásticos de espuma, de materiales de núcleo ligero en cualquier proporción.

Por lo menos algunas de las bandas prefabricadas están conformadas ventajosamente de un material compuesto de fibras. Las fibras del material de fibras pueden estar constituidas por cualquier tipo de fibras conocidas en la técnica, que tienen unas propiedades adecuadas para reforzar el compuesto de madera, tales como las fibras de carbono, las fibras de vidrio, las fibras de Kevlar, las fibras naturales, por ejemplo, de cáñamo o lino, fibras de coco, etc., o de cualquier combinación de las mismas.

Como un ejemplo, el carbono tiene una mayor resistencia a ceder que la madera. El carbono actúa como un aditivo de rigidez, pero la madera cede primero. De lo anterior se ha sacado partido en los ensayos especiales para probar, por separado, la resistencia del carbono y de la madera. Añadir carbono y, de esta manera, la posibilidad de usar unos forros más finos, puede reducir los márgenes de flexión del forro.

Las fibras de carbono son relativamente caras, sin embargo, la madera es barata y puede cubrir el área del álabe incurriendo en costos muy bajos. No obstante, la madera por sí misma produce unos forros gruesos ineficaces en los álaves de alta tensión. Las fibras de carbono combinadas con la madera pueden producir unos forros más finos, los cuales son estructuralmente eficaces y satisfactorios. También, la madera es altamente tolerante a los defectos.

El porcentaje del área en sección de corte transversal total de la cubierta conformada de un material compuesto de fibras está comprendido en el intervalo del 3 % al 30 %, en la parte del álabe que tiene un contenido más alto del material de fibras, más preferentemente, comprendido en el intervalo del 6 % al 20 %.

Igualmente, la proporción del área total de la sección en corte transversal de la cubierta compuesta de fibras está comprendida, preferentemente, en el intervalo del 2 % al 20 %, más preferentemente, en el intervalo del 4 % al 15 %.

En una realización particularmente preferente de la presente invención, por lo menos algunas de las bandas están constituidas por unos tubos huecos conformados de un material compuesto de fibras. De esta manera, se conserva el material y el peso al mismo tiempo que se preservan unas propiedades estructurales ventajosas.

Por lo menos algunas de las bandas del material compuesto de fibras son, preferentemente, unas extrusiones por estiramiento, es decir, unas bandas fabricadas por la extrusión por estiramiento de una mezcla de fibras y de un material matriz que se cura después de la extrusión por estiramiento, tal como una resina procesable, por ejemplo, viniléster. De esta manera, se obtiene una banda que tiene unas fibras rectas y un contenido de vacío bajo. Puede obtenerse también una resina de bajo contenido que induce a un pequeño encogimiento y a un curado rápido.

Por lo tanto, es ventajoso que las extrusiones por estiramiento tengan una dirección de extrusión por estiramiento que esté alineada sustancialmente con una dirección longitudinal del álabe, en cuya dirección se requieran las propiedades de las fibras. No obstante, las juntas de terminación de extrusión por estiramiento son productoras de tensiones, de manera que se está dando una atención especial a estas en los ensayos de los elementos estructurales.

El material compuesto de fibras comprende, ventajosamente, una fracción del volumen de la fibra del 50 % al 90 %, preferentemente, del 60 % al 80 %. Particularmente, el material compuesto de fibras puede comprender un volumen de la fibra de carbono del 50 % al 90 %, preferentemente, del 60 % al 80 %.

De acuerdo con una realización preferente, por lo menos algunas bandas prefabricadas están fabricadas de un material de madera ya que los materiales de madera son de bajo costo y de peso ligero, y las propiedades materiales del material de madera pueden ser completadas para conformar las propiedades de material del álabe requeridas, combinándolo con unas bandas de otros tipos de materiales, tales como unos materiales compuestos de fibras. El material de madera puede consistir en unas bandas de madera, las cuales, si fuese necesario, se pegarían entre sí mediante un adhesivo en la dirección longitudinal del álabe.

Una realización preferente emplea contrachapado, particularmente, contrachapado unidireccional como el material de madera debido a las propiedades homogéneas del material. Otro tipo de material de madera que puede emplearse está compuesto por unas fibras de madera mantenidas en una resina curada. Ya que la madera tiene las mismas tensiones directas, es posible usar unos modelos de ensamblaje nuevos y unos adhesivos que utilicen unos diseños establecidos disponibles, y que sigan gozando de la confianza de la estructura del material de madera.

La capa está, de acuerdo con una realización, por lo menos parcialmente constituida por unas bandas de un material de madera y por unas bandas de un material compuesto de fibras en una secuencia a lo largo de la periferia externa. Preferentemente, la secuencia puede ser una secuencia alternativa de bandas de un material de madera y de bandas de un material compuesto de fibras. Preferentemente, la secuencia alternativa se distribuye solamente sobre una parte de la periferia total del álabe.

Es ventajoso que la capa anteriormente expuesta sea parte de una construcción intercalada según se ha descrito anteriormente, es decir, que está comprendida dentro de una cubierta externa y de una cubierta interna fabricadas de un material compuesto de fibras, tal como la membrana de fibras de vidrio mantenida por una resina sintética curada.

Tipos de muestras:

Minisoportes - 1 elemento de soporte de 2,5 mm de largo x 150 mm x 150 mm (bridas de 25 mm de grosor) con unos forros de media escala. Incluye terminaciones extruidas por estiramiento, defectos, juntas de madera.

Porciones finas de 6 m x 1,2 m - Tipo A, diseñadas de manera que estén insuficientemente dotadas de sobretensiones directas, de forros de prueba, de juntas de borde frontales y posteriores. Tipo B, una muestra con unos forros relativamente finos para investigaciones de flexión.

Álabe de 31 m - Un álabe fabricado en el molde A131 con las mismas fijaciones de la base que el del AL40 (fijaciones 72xM30), con unos forros fabricados con una distribución similar de madera y carbono que el AL40, doble membrana y una junta de borde frontal similar.

Ensayo Estructural del Elemento		
Elemento	Ensayo	Probando
Minisoportes	Punto de flexión estática 3	Resistencia de los forros, juntas en madera y terminaciones de extrusión por estiramiento
Porciones finas de 6 m "A". Forros gruesos	Punto de flexión estática 4	Junta borde frontal, membranas y juntas en los forros.
Porciones finas de 6 m "B". Forros finos	Punto de flexión estática 4	Teoría de la flexión con forros curvos
Álabe de 31 m	Flexión voladiza estática lateral	Rigidez, frecuencia, amortiguación, (carga a 1,35 de tensión máxima como AL40, distribución como A131).
	Flexión voladiza estática horizontal	Como el lateral anterior pero de tensión máxima 1,5 como AL40, distribución como A131. Flexión del anillo de refuerzo (tensión graduada)
	Flexión voladiza fatiga horizontal	Régimen de fatiga acelerado. Programado a 1 millón de ciclos para simular el ciclo de la tensión de la vida del A140.
	Horizontal estática hasta el fallo	Modo de fallo y límites
	Retirada y fatiga estática de la fijación a la base	Confirmación de los márgenes de resistencia de la fijación a la base

<i>Ensayo del Álabo de 40 m</i>	
Flexión voladiza estática lateral	Rigidez, frecuencia, amortiguación, prueba de carga hasta 1,35 de extremo.
Flexión voladiza estática horizontal	Según el lateral anterior la prueba de carga hasta 1,35 de extremo. Flexión del anillo de refuerzo (tensión graduada)
Flexión voladiza fatiga horizontal	Régimen de fatiga. Programado a 5 millones de ciclos equivalente a la vida con un factor de carga de 1,35.
Flexión voladiza fatiga lateral	Régimen de fatiga. Programado a 5 millones de ciclos equivalente a la vida con un factor de carga de 1,35.
Horizontal estática hasta fallo	Modo de fallo y límites

<i>Ensayo Individual Especial</i>		
<i>Material</i>	<i>Ensayo</i>	<i>Probando</i>
Extrusión por estiramiento del carbono	Tensión/compresión estática y ensayo de fatiga de CRAG	Márgenes de carbono muy altos
Madera	Tensión/compresión estática y muestra de fatiga del tipo AL	Las juntas de madera cumplen tan bien o mejor que los tipos de juntas anteriores
Carbono con madera	Ensayo STD de compresión estática de la madera	El carbono trabaja según se afirma con la madera en tensión de compresión de resistencia más baja

La invención puede incorporar un sistema de protección contra rayos que comprende dos elementos que atraen rayos posiblemente sustituibles, preferentemente cercanos al extremo. Uno de los elementos que atraen rayos está situado en el lado contrario al viento y el otro elemento que atrae rayos está situado en el lado del viento. Los dos están conectados a una anchura de una malla de aluminio o de un material similar, que se extiende sobre el área reforzada de fibras situada debajo de la capa de la superficie del revestimiento de gel del álabo, y pasan por debajo de la base del álabo, en donde está conectada a tierra.

Un medio de absorción de radiofrecuencias, por ejemplo, una señal de radar, puede ser infundido opcionalmente con el resto de la estructura. Es posible también incrustar unas fibras ópticas en el álabo, ya sea de una manera adicional a las fibras de refuerzo o en sustitución de dichas fibras de refuerzo. Las fibras ópticas pueden ser usadas para medir las cargas sobre, y dentro de la superficie del álabo durante el funcionamiento de la turbina de viento.

Alternativamente, las mediciones de la resistencia de las fibras de carbono pueden ser usadas para medir las cargas sobre, o dentro de la superficie del álabo. También, las fibras de carbono usadas para medir dichas cargas pueden ser una o más de las fibras de refuerzo o bien, pueden ser unas fibras de carbono adicionales a las fibras de refuerzo y que están dedicadas a medir estas cargas.

Breve descripción de los dibujos

Una realización preferente de la presente invención se muestra en los dibujos adjuntos, de los que

la Figura 1 es una sección en corte transversal de un álabo compuesto de unas bandas de contrachapado situadas en una secuencia alternativa con unas bandas de extrusión por estiramiento de fibras, la Figura 2a es una sección en corte transversal de un álabo similar al álabo de la Figura 1, que tiene una distribución distinta a lo largo de la periferia de las partes con las bandas de extrusión por estiramiento, la Figura 2b muestra una visión esquemática de un álabo similar a la del álabo mostrado en la sección de corte transversal de la Figura 2a, teniendo así una distribución similar a lo largo de la periferia de las partes con las bandas de extrusión por estiramiento, la Figura 2c es una fotografía de la superficie del álabo de la Figura 2a, con la cubierta externa de un material compuesto, retirada, y la Figura 3 ilustra el procedimiento de la infusión al vacío de una resina.

Descripción detallada de la invención

El álabo mostrado en la sección de corte transversal de la Figura 1 tiene una capa compuesta de unas bandas de contrachapado de abedul 1 de 40 x 40 mm, que están situadas en una secuencia alternativa con unas bandas de una extrusión por estiramiento de fibras de carbono 2 de 6 x 40 mm. La capa 1, 2 se extiende a lo largo de la parte central del álabo entre dos soportes en forma de C 3, 4 conformados de una membrana de fibras de vidrio y de un compuesto de resina sintética, designando el LE (borde frontal) de la Membrana 3 y el TE (borde posterior) de la Membrana 4 y sustituyendo al soporte interno central descrito anteriormente. La capa 1, 2 está intercalada entre una capa interna 5 y una capa externa 6 compuestas de unos forros epóxicos de vidrio que portan una tensión de corte y favorecen la rigidez transversal del álabo. El espacio definido entre la cubierta superior e inferior constituido de esta

manera por el contrachapado de abedul 1 y por la extrusión por estiramiento de fibras de carbono 2, y el LE de la Membrana 3 y el TE de la Membrana 4 está relleno de un núcleo de madera de balsa 7.

Los álabes mostrados en las Figuras 2a, 2b y 2c son similares al mostrado en la Figura 1, exceptuando que el refuerzo de las extrusiones por estiramiento de fibras de carbono 2 está situado cerca de las áreas de contacto entre la cubierta superior e inferior y el LE de la Membrana 3 y el TE de la Membrana 4, en donde la concentración de la tensión es mayor. En la realización mostrada, se usa una membrana doble en vez de una membrana única. Esto es para dar un margen de flexión suficiente sobre los forros durante la compresión. También, la membrana frontal reduce la carga de corte de la junta del borde frontal, permitiendo un área de la junta del borde frontal más pequeña. Esto es ventajoso durante la fabricación del álabe.

La tecnología es ventajosa por que la adición de unas extrusiones por estiramiento de fibras a una construcción de madera favorece la rigidez de la construcción. Las extrusiones por estiramiento de fibras de carbono no se usan a lo largo de toda la longitud del álabe sino que solamente en un 70 % por término medio en donde haya sido requerido por las tensiones. La sección en corte transversal del forro del álabe puede ser de hasta el 10 % del área de las extrusiones por estiramiento de fibras de carbono en las regiones afectadas con una tensión más alta, dispersadas a través de todo el compuesto de madera en la realización mostrada. Los forros comprenden normalmente el 60 % del grosor de los forros del álabe conformados puramente de madera, lo cual reduce el peso y mejora la eficacia de la estructura en el modo de flexión lateral crítico. Los forros epóxicos de vidrio externos e internos son fabricados de unas fibras de vidrio orientadas más o menos a 45 grados respecto a la dirección longitudinal del álabe.

Las extrusiones por estiramiento tienen la ventaja de garantizar unas fibras rectas y un contenido de vacío bajo en el compuesto de fibra de carbono en sí. Además, las extrusiones por estiramiento tienen la ventaja de agilizar el procedimiento de infusión del álabe ya que las fibras de carbono finas necesitarían, por el contrario, un tiempo más significativo para su infusión. La extrusión por estiramiento tiene una fracción alta del volumen de las fibras, de alrededor del 70 %, con una resina provista de una resistencia media pero altamente procesable, por ejemplo, el viniléster. Preferentemente, cuando se fabrica el álabe, se suministra la resina con una "capa descascarillable" situada en los dos lados largos, que se retira para producir una superficie de textura limpia asegurando una buena unión.

El procedimiento de fabricación de una cubierta de un álabe mostrado en la Figura 3 comprende las etapas de aplicar un revestimiento de gel (no mostrado) a un molde 8 seguido por un medio de transferencia 9 tal como una malla de transferencia, de una membrana de fibra de vidrio 10 de 45 grados y de un material epóxico (no mostrado) al molde para crear el forro externo epóxico de vidrio. Después se posiciona la madera y las bandas de extrusión por estiramiento 1, 2 y se aplica entonces una malla metálica 11 tal como una malla de aluminio para la protección contra rayos. La cubierta se envuelve entonces en un contenedor, en el procedimiento mostrado una bolsa de vacío 12, la cual se vacía a través de un medio externo 13. Entonces, se inyecta la resina desde un depósito de resina 14 a través de unos canales de conducción de resina 15 que están conformados entre las bandas adyacentes, desde los cuales la resina se esparce a través de toda la construcción guiada por el vacío. Una resina general usada para la infusión es la Prime 20 de Sistemas SP. Después de curar la resina se fabricará entonces un forro epóxico de vidrio 16 en la parte superior de las bandas de madera y de las extruidas por estiramiento 1, 2.

REIVINDICACIONES

1. Un álabé para una turbina de viento, en el que por lo menos un tercio de la longitud total, medida desde la punta hasta el cubo, de dicho álabé comprende una capa (1, 2) a lo largo de una periferia externa de la sección en corte transversal de dicho álabé, **caracterizado por que** la capa (1, 2) está constituida por lo menos parcialmente por un numero de bandas (1, 2) extruidas por estiramiento y prefabricadas formadas de un material compuesto de fibras y dispuestas en una secuencia a lo largo de la periferia externa, en el que el material compuesto de fibras comprende una fracción del volumen de fibras del 50 % al 90 % y en el que las bandas (2) de la capa (1, 2) se unen mediante resina.
2. Un álabé de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** al menos algunas de las bandas (2) tienen secciones transversales alargadas de banda en un plano ortogonal a la dirección longitudinal del álabé, y al menos algunas de estas bandas (2) están dispuestas con un lado corto de la sección transversal de banda a lo largo de la periferia externa de la sección transversal del álabé.
3. Un álabé de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que** al menos algunas de estas bandas (2) están dispuestas con un lado largo de la sección transversal de banda sustancialmente ortogonal a la periferia externa de la sección transversal del álabé.
4. Un álabé de acuerdo con la reivindicación 1, 2 o 3 en el que las bandas de la capa externa (1, 2) están unidas por medio de una infusión al vacío de una resina.
5. Un álabé de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las bandas (2) extruidas por estiramiento tienen una dirección de extrusión que está alineada sustancialmente con una dirección longitudinal del álabé.
6. Un álabé de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el material compuesto de fibras comprende una fracción del volumen de las fibras entre el 60 % al 80 %.
7. Un álabé de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el material compuesto de fibras comprende una fracción del volumen de las fibras de carbono entre el 50 % al 90 %.
8. Un álabé de acuerdo con la reivindicación 7, en el que el material compuesto de fibras comprende una fracción del volumen de las fibras entre el 60 % al 80 %.
9. Un álabé de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la capa (1, 2) está constituida por lo menos parcialmente por un número de bandas fabricadas de un material de madera dispuestas en una secuencia a lo largo de la periferia externa.
10. Un álabé de acuerdo con la reivindicación 9, en el que el material de madera es contrachapado.
11. Un álabé de acuerdo con la reivindicación 9, en el que el material de madera está compuesto por unas fibras de madera mantenidas en una resina curada.
12. Un álabé de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9-11, en el que la capa (1, 2) está constituida por lo menos parcialmente por unas bandas de un material de madera y por unas bandas de un material compuesto de fibras en una secuencia a lo largo de la periferia externa.
13. Un álabé de acuerdo con la reivindicación 12, en el que dicha secuencia es una secuencia alternativa de bandas de un material de madera y de bandas de un material compuesto de fibras.
14. Un álabé de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha capa está encerrada en una cubierta externa y una cubierta interna fabricadas de un material compuesto de fibras.
15. Un álabé de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que unas fibras de medición de carga están comprendidas en una o en ambas de la cubierta externa y de la cubierta interna.
16. Un álabé de acuerdo con la reivindicación 15, en el que las fibras de medición de carga son unas fibras ópticas que son adicionales a, o que sustituyen alternativamente a, las fibras de refuerzo.
17. Un álabé de acuerdo con la reivindicación 15, en el que las fibras de medición de carga son unas fibras de carbono que son adicionales a, o que sustituyen alternativamente a, las fibras de refuerzo.
18. Un álabé de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que unos medios de protección contra rayos que comprenden unos elementos que atraen rayos están incorporados dentro de una o de ambas cubiertas.

19. Un álabe de acuerdo con la reivindicación 18, en el que los elementos que atraen rayos están conectados a una anchura de una malla metálica (11) o a un material similar que se extiende sobre el área reforzada de fibras de las cubiertas.

5 20. Un álabe de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que un medio de absorción de radiofrecuencias está incorporado dentro de una o ambas cubiertas.

10 21. Método para fabricar una tira prefabricada para un álabe de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-20, comprendiendo dicho álabe un material de capa dispuesto a lo largo de una periferia externa de la sección transversal del álabe, e implicando dicho método las siguientes etapas:

- ensamblar al menos dos materiales individuales (1, 2) para constituir la banda prefabricada
- seleccionar al menos uno de los al menos dos materiales individuales (1, 2) de entre materiales compuestos de fibras que comprenden una fracción del volumen de fibras del 50 % al 90 %.
- 15 - insertar los al menos dos materiales individuales (1, 2) ensamblados en un recipiente (12) como una bolsa
- evacuar el recipiente (12), infundir una resina de curación y permitir que la resina se cure, y
- extraer del recipiente (12) la banda ensamblada y curada así fabricada.

20 22. Método para fabricar una cubierta para un álabe de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-20, comprendiendo dicha cubierta un material de capa dispuesto a lo largo de una periferia externa de la sección transversal de la cubierta, comprendiendo dicha capa bandas prefabricadas e implicando dicho método las siguientes etapas:

- aplicar un material de superficie, preferentemente un revestimiento de gel, a un molde (8) para el álabe
- 25 - aplicar opcionalmente una malla metálica (11), una malla de fibra de vidrio y cualquier medio de transferencia (9)
- ensamblar al menos dos materiales individuales (1, 2) para constituir las bandas prefabricadas
- seleccionar al menos uno de los al menos dos materiales individuales (1, 2) de entre materiales compuestos de fibras que comprenden una fracción del volumen de fibras del 50 % al 90 %
- 30 - colocar los al menos dos materiales individuales (1, 2) sobre los otros materiales aplicados (10)
- insertar los materiales individuales así aplicados y otros materiales en un recipiente (12)
- evacuar el recipiente (12), infundir una resina de curación y permitir que la resina se cure, y
- desmoldar la cubierta así fabricada del molde.

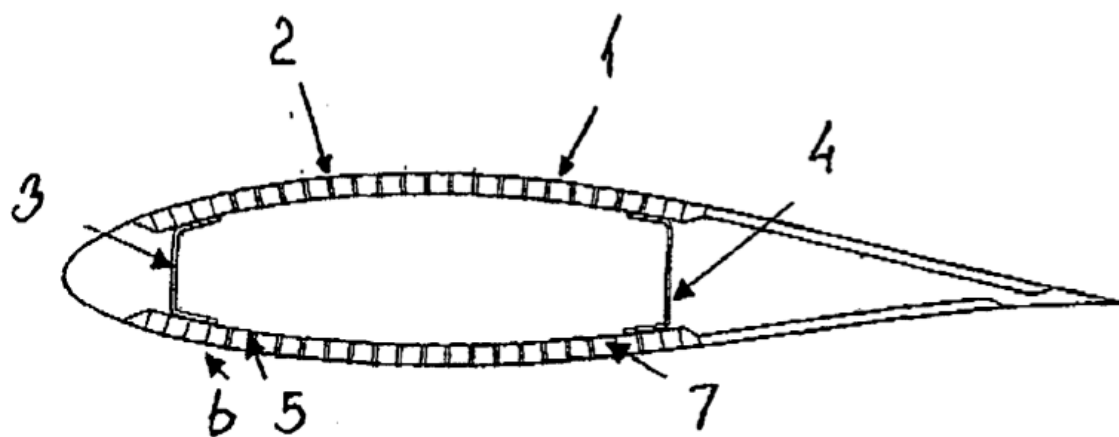


Fig. 1



Fig. 2A

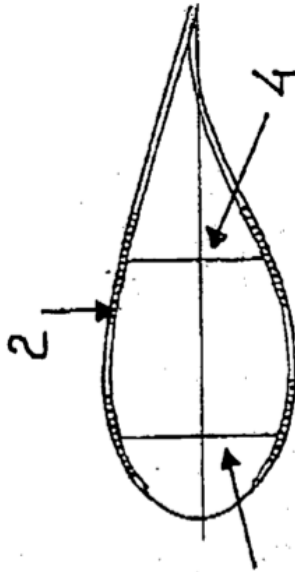


Fig. 2B

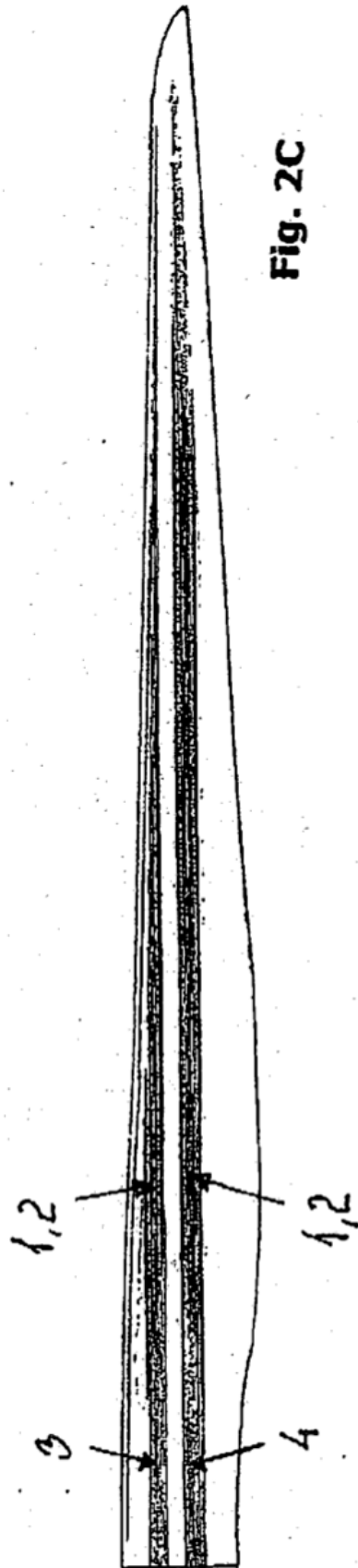


Fig. 2C

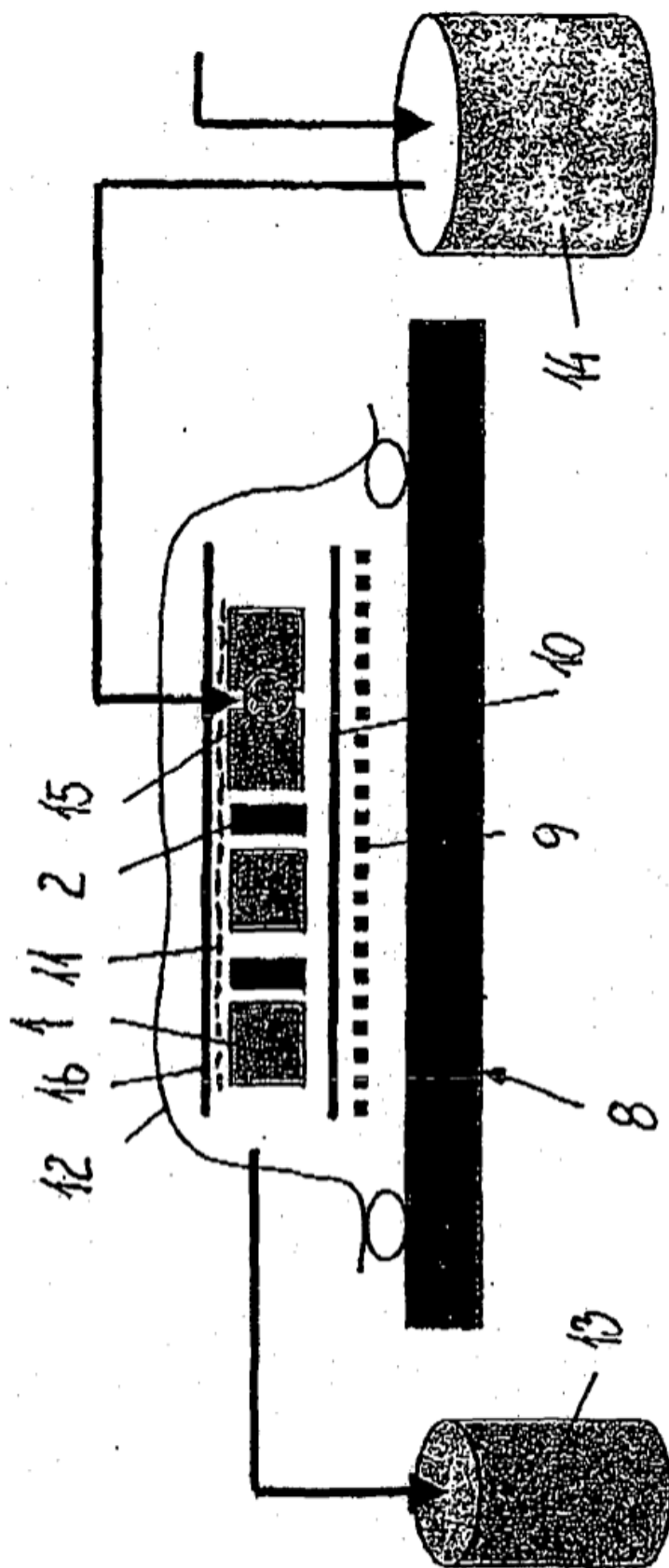


Fig. 3