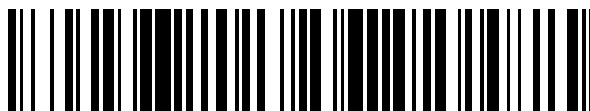


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 575 525**

51 Int. Cl.:

**F03D 1/06** (2006.01)

**B29C 65/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.06.2010** **E 10724720 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.03.2016** **EP 2454472**

54 Título: **Pala de rotor de una instalación de energía eólica así como procedimiento para la fabricación de una pala de rotor de una instalación de energía eólica**

30 Prioridad:

**13.07.2009 DE 102009033164**

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

**29.06.2016**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**KULENKAMPFF, JENS;  
WEEGEN, CLAUS y  
KONTIS, MARIO**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 575 525 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 rotor de una instalación de energía eólica así como procedimiento para la fabricación de una pala de rotor de una instalación de energía eólica

5 La invención se refiere a una pala de rotor de una instalación de energía eólica, en la que la pala de rotor presenta una extensión longitudinal, que se extiende desde una raíz de la pala de rotor esencialmente hacia una punta de la pala del rotor, en la que al menos en una zona de la pala del rotor está previsto un perfil aerodinámico de la sección transversal, que presenta un canto delantero perfilado (saliente) y un canto trasero perfilado, que están conectados a través de un lado de aspiración y un lado de presión del perfil de la sección transversal.

10 La invención se refiere, además, a un procedimiento para la fabricación de una pala de rotor correspondiente. Además, la invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de una pareja de bandas de una pala de rotor y a un molde para la fabricación de una pareja de bandas para la utilización en una pala de rotor.

15 Normalmente se construyen palas de rotor para instalaciones de energía eólica en dos cáscaras, a saber, una cáscara sobre el lado de aspiración de la pala de rotor y una cáscara sobre el lado de presión de la pala de rotor y están encoladas entre sí. Entre las cáscaras se encuentran la mayoría de las veces dos nervaduras o largueros, que se encolan sobre la banda para el lado de aspiración y la banda para el lado de presión y se ocupan de la seguridad contra pandeo en la pala. Las bandas se ocupan especialmente de una rigidez a la torsión o rigidez a la flexión de la pala del rotor y representan en combinación con las nervaduras o bien largueros la estructura de soporte de la pala del rotor.

20 Especialmente en el caso de palas de rotores grandes, la fabricación de las palas de rotor es costosa de tiempo y cara. Por este motivo, se fabrican tales palas de rotores grandes en varias partes como sólo dos cáscaras y entonces se encolan. De esta manera se reducen las piezas individuales, con lo que se reducen el tiempo de fabricación y los costes debido a posibles errores de fabricación. A tal fin, se remite, por ejemplo, a los documentos DE 31 13 079 A1 y EP 1 965 074 A2.

25 Además, se remite todavía al documento WO 03/093672 A1, que publica una pala de rotor para instalaciones de energía eólica con una cáscara, cuya sección transversal del perfil está reforzada contra flexión en dirección de impacto por medio de bandas previstas opuestas por parejas con respecto a la cuerda del perfil de la pala del rotor y por medio de nervaduras entre ésta, de manera que las cuerdas están constituidas de plástico reforzado con fibras en dirección longitudinal y presentan una sección reforzada con fibras de vidrio y con fibras de carbono.

30 El documento US 2009/0162208 A1 publica una pala de rotor multisegmentos de una instalación de energía eólica con al menos dos segmentos de pala. Se conecta un larguero con una sección delantera de la pala de rotor y con una sección trasera de la pala de rotor. El larguero comprende una nervadura y dos bandas dispuestas sobre extremos opuestos de la nervadura.

35 El documento US 2009/0070977 A1 publica un procedimiento y un dispositivo para el ensamblaje de una pala de rotor de una instalación de energía eólica, en la que se inserta un larguero en conjunto en segmentos de la pala del rotor.

El documento GB 458 312 A publica una pala de rotor para aviones.

El documento WO 01/46582 A2 publica una pala de rotor para una instalación de energía eólica, que está fabricada a partir de una pluralidad de elementos de segmentos, que están colocados en un cajón de larguero se transmisión de carga.

40 El documento US 4 732 542 A publica una pala de rotor para la utilización en instalaciones de energía eólica grandes, en la que la pala de rotor está dividida en tres secciones modulares.

45 Se conoce a partir del documento WO 03/035380 A1 un procedimiento para la fabricación de una pala de rotor, en la que una disposición de núcleos, que han sido recubiertos previamente con un material de fibras, se dispone en un molde. Los espacios libres que permanecen entre los núcleos son rellenos con espuma. A continuación se recubre toda la disposición de nuevo con fibras, que están compactadas en vacío y son infundidas con resina. La estructura obtenida ahora se somete a continuación a un tratamiento final, para obtener la pala de rotor.

50 A partir del documento DE 10 2005 059 298 A1 se pueden deducir un sistema y un procedimiento para la reducción pasiva de la carga en una instalación de energía eólica. Una pala de rotor de esta instalación presenta un revestimiento exterior y una estructura de apoyo interior. La estructura de apoyo interior está dispuesta dentro del molde cerrado del perfil de la pala y contiene al menos un elemento que recibe una carga de cizallamiento, que se extiende entre los lados opuestos entre sí y a lo largo de la dirección longitudinal de la pala. Además, la estructura de apoyo interior contiene elementos de transmisión de la carga de flexión, que están dispuestos a lo largo del lado interior en la dirección longitudinal de la pala.

El cometido de la presente invención consiste en indicar una pala de rotor sencilla y precisa como también económica de fabricar, un procedimiento correspondiente para la fabricación de esta pala de rotor así como un procedimiento eficiente para la fabricación de una pareja de bandas y un molde de fabricación correspondiente para la fabricación de una pareja de bandas para la utilización en una pala de rotor correspondiente.

5 Este cometido se soluciona por medio de una pala de rotor de una instalación de energía eólica, en la que la pala de rotor presenta una extensión longitudinal, que se extiende desde una raíz de la pala de rotor esencialmente hacia una punta de pala de rotor, en la que al menos en una zona de la pala de rotor está previsto un perfil aerodinámico de la sección transversal, que presenta un canto delantero perfilado (saliente) y un canto trasero perfilado, que están conectados a través de un lado de aspiración y un lado de presión del perfil de la sección transversal, que está configurada por que la pala de rotor está dividida en una sección extendida longitudinal en una sección delantera de la pala de rotor con el canto delantero perfilado y una sección trasera de la pala del rotor con el canto trasero perfilado, en la que la zona trasera de la sección delantera de la pala de rotor y la zona delantera adyacente de la sección trasera de la pala de rotor están unidas por medio de un soporte en I, en la que el larguero en I presenta partes de soporte en I, que comprenden una nervadura, en la que el soporte en I está dividido en la extensión longitudinal y superficialmente en un plano, que está definido por la nervadura, en la que hacia el lado de aspiración y hacia el lado de presión, respectivamente, dos bandas cierran el soporte en I, que presentan una distancia entre sí que es menor que la extensión de las bandas en la dirección desde el canto delantero del perfil hacia el canto trasero del perfil de la pala de rotor.

20 A través de la previsión de un soporte en I, que se puede designar en el marco de la invención especialmente también como soporte de doble T, es posible una fabricación muy eficiente y económica de una pala de rotor correspondiente. En este caso, la pala de rotor puede ser prefabricada en dos mitades y la conexión, en particular el encolado de nervaduras adyacentes entre sí, que se extienden desde un lado de aspiración hacia un lado de presión y que están conectadas especialmente con bandas respectivas para formar un soporte en T, contribuyen a una estabilidad alta. En este caso, se ha comprobado sorprendentemente que un componente, que contribuye a la estabilización o bien a la resistencia de la pala de rotor y que tiene función de soporte como componente esencial, puede ser dividido en primer lugar en la fabricación de la pala de rotor y a través de conexión correspondiente de las partes de la estructura de soporte, en particular encolado, se genera una estabilidad siempre todavía suficiente o bien con preferencia incluso una estabilidad elevada.

30 La extensión longitudinal, que se extiende desde la raíz de la pala de rotor esencialmente hacia una punta de la pala de rotor, significa especialmente que la extensión longitudinal no tiene que ser necesariamente exacta hacia la punta de la pala de rotor; puede estar dispuesta también desplazada en un ángulo, de manera que la extensión longitudinal desde la raíz de la pala de rotor está en un ángulo con respecto a una extensión longitudinal, que iría hacia la punta de la pala de rotor. El ángulo puede estar en este caso, por ejemplo, entre  $-5^\circ$  y  $5^\circ$ . El ángulo puede ser también tan grande que durante una fabricación de la pala de rotor, en la que una punta de la pala de rotor prefabricada se coloca con una extensión en dirección longitudinal de hasta 5 m en la pala parcial restante, por ejemplo la extensión longitudinal hacia el canto trasero o canto delantero puede estar en el lugar de la costura hacia el canto de unión de la pala parcial hacia la punta de la pala de rotor. Es especialmente preferido que en la extensión longitudinal desde la raíz de la pala de rotor hacia la punta de la pala de rotor esté previsto un desplazamiento hacia el canto delantero o canto trasero de la pala de rotor de 200 mm a 300 mm desde la punta de la pala de rotor, de manera que resulta un ángulo correspondiente de la extensión longitudinal con respecto a una extensión longitudinal imaginaria desde la raíz de la pala de rotor hacia la punta de la pala de rotor.

45 Con preferencia, el soporte en I presenta una nervadura, que se extiende dentro de la pala de rotor desde el lado de presión hacia el lado de aspiración y, además, una banda en el lado de presión así como una banda en el lado de aspiración. La banda está colocada en este caso con preferencia dentro de la pala de rotor y está conectada con una cáscara colocada en el exterior.

En este soporte en I, la nervadura comprende patas de nervadura, que configuran con la nervadura una forma con una cámara angular o una forma de una Z.

50 Se da una fabricación especialmente sencilla y eficiente cuando el soporte en I está dividido en dirección longitudinal. Con preferencia, las partes del soporte en I están unidas entre sí, en particular encoladas. De acuerdo con la invención, el soporte en I presenta piezas de soporte en I, que comprenden una nervadura, de manera que el soporte en I está dividido en la extensión longitudinal y en la superficie, en particular en un plano, que está definido por la nervadura. La nervadura es en este caso un componente esencialmente plano, en el que el plano de la división pasa en el centro a través de la nervadura, y en concreto esencialmente paralelo las superficies laterales de la nervadura. A través del encolado, que se puede realizar especialmente también con la ayuda de fibras de vidrio y por ejemplo con una técnica de plástico utilizando al menos una resina y al menos una capa de fibras, en particular de fibras de vidrio y/o fibras de carbono y/o fibras de aramida, se puede realizar un encolado, por ejemplo con una técnica de prensa por inyección, una técnica de infusión o una técnica de infusión asistida con vacío.

Con preferencia, las bandas distanciadas se conectan sobre el lado de aspiración y/o sobre el lado de presión a

través de encolado, respectivamente, con una pata de la nervadura. La pata de la nervadura tiene entonces una extensión correspondiente en la dirección de la cuerda entre el canto delantero perfilado y el canto trasero perfilado o bien una extensión aproximadamente tangencial hacia el perfil en la zona de la nervadura, que posibilitan una conexión suficiente rígida o bien estable de las bandas tanto sobre el lado de presión como también sobre el lado de aspiración.

Con preferencia, la pala de rotor está dividida durante la fabricación adicionalmente en el canto delantero perfilado y/o el canto trasero perfilado, De esta manera resulta una posibilidad de fabricación todavía más sencilla y exacta de la pala de rotor. Para un procedimiento de fabricación correspondiente y un molde de fabricación correspondiente, que lo hace posible, se remite en toda la extensión a la solicitud de patente de la solicitante de la patente del 12.08.2008 con el título "Procedimiento y molde de fabricación para la fabricación de una pala de rotor para una instalación de energía eólica, con el número de referencia DE 10 2008 038 620.0.

En la pala de rotor de la instalación de energía eólica está prevista una banda dividida en la extensión longitudinal de la pala de rotor, cuyas partes de la bandas tienen una distancia entre sí, que es menor que la extensión de una parte de la banda en dirección desde el canto delantero del perfil hacia el canto trasero del perfil. La distancia de las bandas en la dirección de la cuerda del perfil es de esta manera menor que la anchura de una parte de la banda.

La banda dividida tiene en este caso esencialmente el contorno de la pala de rotor en la zona, en la que está dispuesta la banda respectiva en la pala de rotor, es decir, que la banda dividida está curvada y retorcida de manera correspondiente en dirección axial longitudinal, de manera que la torsión representa en particular un tipo de torsión alrededor del eje longitudinal o bien alrededor de la extensión longitudinal y la curvatura es en particular una especie de flexión de la pala de rotor hacia el lado longitudinal. La banda dividida está "flexionada" y "retorcida" con preferencia, por lo tanto, de manera correspondiente.

La división de la banda se entiende especialmente en que desde el canto delantero de la pala de rotor hacia el canto trasero de la pala de rotor está prevista una distancia correspondiente. La banda dividida se entiende como dos bandas dispuestas adyacentes entre sí, cuya distancia es comparativamente reducida. En la banda dividida se trata de esta manera de dos bandas dispuestas adyacentes entre sí, que están configuradas especialmente de manera que éstas resisten la carga de una banda individual utilizada normalmente. A través de la utilización de una banda dividida o bien de dos bandas dispuestas adyacentes entre sí, la exactitud de fabricación de palas de rotor, que están constituidas en la extensión longitudinal por dos partes o bien secciones de pala de rotor o bien están constituidas por ella, es especialmente alta.

Con preferencia, la distancia es inferior a  $\frac{1}{2}$ , en particular con preferencia inferior a  $\frac{1}{4}$  de la extensión de una parte de la banda o bien de una banda en la dirección desde el canto delantero del perfil hacia el canto trasero del perfil de la pala de rotor. La banda dividida está prevista con preferencia esencialmente sobre toda la extensión longitudinal de la pala del rotor.

Con preferencia, con las partes de la banda está conectada una nervadura, en particular encolada, que se extiende desde el lado de aspiración hacia el lado de la presión de la pala del rotor, de manera que la nervadura forma con las partes de la banda un soporte en I.

El cometido se soluciona, además, por medio de un procedimiento para la fabricación de una pala de rotor de una instalación de energía eólica, en el que la pala de rotor acabada presenta en su extensión longitudinal, que se extiende desde una raíz de la pala de rotor esencialmente hacia una punta de la pala de rotor, al menos una zona, en la que la pala de rotor presenta un perfil aerodinámico de la sección transversal, que presenta un canto delantero perfilado (saliente) y un canto trasero perfilado, que están unidos por medio de un lado de aspiración y un lado de presión del perfil de la sección transversal, en el que el procedimiento está desarrollado a través de las siguientes etapas del procedimiento:

- previsión de al menos dos secciones de la pala de rotor fabricadas y divididas en la dirección longitudinal de la pala de rotor, en la que la división está dispuesta entre el canto delantero perfilado y el canto trasero perfilado, y en el que la pala de rotor está dividida al menos en una sección delantera de la pala del rotor y una sección trasera de la pala del rotor con el canto trasero del perfil,
- colocación o introducción de una primera pieza de nervadura, que se extiende esencialmente desde el lado de presión hacia el lado de aspiración, en una primera sección de pala de rotor dividida y una segunda pieza de nervadura que se extiende esencialmente desde el lado de presión hacia el lado de aspiración, en una segunda sección dividida de la pala del rotor, y
- conexión, en particular encolado, de la primera pieza de nervadura con la segunda pieza de nervadura, de manera que se forma una nervadura doble,
- en el que la colocación o introducción de la primera y de la segunda pieza de nervadura comprenden una

conexión, en particular encolado, de la primera y de la segunda pieza de nervadura, respectivamente, en una banda en el lado de presión y una banda en el lado de aspiración por cada sección de la pala de rotor, de manera que a través de la conexión, en particular encolado, de la primera pieza de nervadura con la segunda pieza de nervadura se forma un soporte en I que comprende cuatro cordones y una nervadura doble.

5 A través de la fabricación de una nervadura doble se eleva la estabilidad de la nervadura. La colocación o introducción de una primera pieza de nervadura, que se extiende esencialmente desde el lado de presión hacia el lado de aspiración, en una primera sección dividida de la pala del rotor y una segunda pieza de nervadura que se extiende esencialmente desde el lado de presión hacia el lado de aspiración en una segunda sección dividida de la pala de de rotor incluye la colocación o introducción de estas piezas de nervadura respectivas en el interior de las secciones de la pala del rotor, de manera que éstas se colocan en la pared interior de las secciones de la pala del rotor o bien de una banda dispuesta allí. Por colocación o introducción se entiende también aplicación.

10 A través de la invención es especialmente sencillo conectar las dos secciones de la pala del rotor entre sí, de manera que resulta una estructura muy estable.

15 De acuerdo con la invención está previsto, además, un procedimiento para la fabricación de una pala de rotor de una instalación de energía eólica, en el que la pala de rotor acabada presenta en su extensión longitudinal, que se extiende desde una raíz de la pala de rotor esencialmente hacia una punta de la pala de rotor, al menos una zona, en la que la pala de rotor presenta un perfil aerodinámico de la sección transversal, que presenta un canto delantero perfilado y un canto trasero perfilado, que están unidos por medio de un lado de aspiración y un lado de presión del perfil de la sección transversal, en el que el procedimiento se desarrolla a través de las siguientes etapas del procedimiento:

- 20 - previsión de al menos dos secciones de la pala de rotor fabricadas y divididas en la dirección longitudinal de la pala de rotor, en la que la división está dispuesta entre el canto delantero perfilado y el canto trasero perfilado, y en el que la pala de rotor está dividida al menos en una sección delantera de la pala del rotor y una sección trasera de la pala del rotor con el canto trasero del perfil,
- 25 - colocación o introducción de una nervadura que se extiende esencialmente desde el lado de la presión hacia el lado de aspiración, que presenta al menos dos patas de nervadura, en una primera sección dividida de la pala del rotor, de manera que una parte de las patas de nervadura, se proyecta desde la sección de sección de la pala del rotor,
- 30 - encolado de las partes sobresalientes de las patas de nervadura con una segunda sección dividida de la pala de rotor,
- en el que a través del encolado de la nervadura con las secciones de la pala del rotor se forma un soporte en I que comprende cuatro bandas y la nervadura.

Por el concepto de colocación o introducción se puede entender también aplicación.

35 En la fabricación de la pala del rotor pueden estar previstas con preferencia una zona de punta de la pala del rotor y/o una raíz de la pala del rotor como insertos prefabricados, que no tienen que estar divididos necesariamente en dirección longitudinal, respectivamente. La extensión longitudinal de estas piezas de inserción prefabricadas se puede extender desde algunos centímetros hasta 5 m.

40 Con preferencia, para la previsión de dos secciones de pala de rotor fabricadas y divididas en la extensión longitudinal de la pala del rotor, al menos en una sección de la pala del rotor, se conectan, en particular se encolan, una sección del lado de aspiración y una sección del lado de la presión entre sí.

Con preferencia, las dos secciones de palas de rotor forman un cajón saliente y/o un cajón extremo de una pala de rotor.

45 Con preferencia, para la previsión de dos secciones de la pala del rotor fabricadas y divididas en la extensión longitudinal de la pala del rotor se conecta, en particular se encola, respectivamente, una banda con un lado de aspiración y un lado de presión de cada sección de la pala del rotor.

50 El procedimiento de acuerdo con la invención y los desarrollos del procedimiento según la invención se realizan con preferencia en un dispositivo de unión previsto para ello, que está configurado para retener con dispositivos de retención correspondientes las secciones de la pala del rotor o bien las secciones del lado de aspiración y las secciones del lado de la presión como también las nervaduras y similares. De manera alternativa, estos componentes pueden estar dispuestos o bien retenidos también al menos en parte todavía en un molde de fabricación. Un molde de fabricación correspondiente se publica en la solicitud de patente alemana DE 10 2008 038 620.0 mencionada anteriormente.

El cometido se soluciona, además, a través de un procedimiento para la fabricación de una pareja de bandas de una pala de rotor de acuerdo con la invención, en el que la pareja de bandas se fabrica en un molde de fabricación, que presenta el contorno de la pala del rotor en la zona de la pareja de bandas y se extiende al menos sobre la longitud de una sección de la pala del rotor, en particular en la extensión longitudinal.

5 De esta manera es posible fabricar de forma muy precisa una pareja de bandas para la utilización en una pala de rotor, que está dispuesta, por una parte, sobre el lado de aspiración y/o sobre el lado de presión de la pala del rotor y especialmente sirve para conectar segmentos de la cáscara con la pareja de bandas, de manera que es posible una fabricación muy exacta de una pala de rotor fabricada con ella. Especialmente en el caso de mantenimiento de una distancia con preferencia constante entre la pareja de bandas sobre la longitud de la sección, en particular de la zona aerodinámica, de la pala del rotor y con preferencia de la raíz de la pala hasta la punta de la pala o esencialmente desde la raíz de la pala hasta esencialmente la punta de la pala se puede conseguir una exactitud muy alta de la unión o bien exactitud de la conexión.

10 Con preferencia, la sección se extiende desde una zona en la proximidad de la raíz de la pala del rotor hasta la punta de la pala del rotor o hasta un extremo de la sección de la pala del rotor en la proximidad de la punta de la pala del rotor.

15 En este caso, especialmente en la última variante con la extensión hasta un extremo de la sección de la pala del rotor en la proximidad de la punta de la pala del rotor está prevista una fabricación de la pala del rotor, en la que se coloca una punta de la pala del rotor prefabricada en una sección de la pala del rotor dividida extendida longitudinalmente. A tal fin entonces la pareja de bandas está adaptada de manera correspondiente a la longitud de las secciones de la pala del rotor y en concreto de las secciones de la pala del rotor dividida en la extensión longitudinal. La sección prefabricada de las puntas de la pala del rotor o bien la punta prefabricada de la pala del rotor pueden presentar en este caso una longitud de pocos centímetros hasta varios metros, en particular de hasta 5 m.

20 Con preferencia, está prevista una nervadura intermedia, en particular nervadura media, en el molde de fabricación, que o bien está configurada en una sola pieza con el molde de fabricación como nervadura intermedia, en particular nervadura media o está configurada como una nervadura intermedia extraíble, en particular nervadura media. De esta manera se puede conseguir muy exactamente una distancia constante entre las parejas de bandas. En el marco de la invención, el concepto de "pareja de bandas" se incluyen también dos bandas, que se fabrican adyacentes entre sí en un molde de fabricación o también el concepto "banda dividida en la dirección axial longitudinal o bien extensión longitudinal de la pala del rotor".

25 A continuación se describe de forma ejemplar la invención con la ayuda de ejemplos de realización sin limitación de la idea general de la invención, de manera que se remite expresamente a las figuras con respecto a todos los detalles según la invención no explicados detalladamente en el texto. En este caso:

30 La figura 1 muestra una representación esquemática de una pala de robot según la invención de una instalación de energía eólica.

La figura 2 muestra una representación esquemática de componentes correspondientes de una pala de rotor en dispositivos de unión correspondientes en una primera sección de la fabricación de la pala de rotor.

La figura 3 muestra una representación esquemática en el estado avanzado de la fabricación de una pala de rotor en comparación con la figura 2.

35 La figura 4 muestra una representación esquemática en el estado avanzado de la fabricación de la pala de rotor en comparación con la figura 3.

La figura 5 muestra una representación esquemática de un estado avanzado de la fabricación de la pala del rotor en comparación con la figura 4.

40 La figura 6 muestra una representación en sección de una forma de realización de acuerdo con la invención para la fabricación de una pareja de bandas.

La figura 7 muestra una representación esquemática de la sección de otra forma de fabricación según la invención para la fabricación de una pareja de bandas.

La figura 8 muestra una representación esquemática de una pala de rotor según la invención de una instalación de energía eólica.

45 La figura 9 muestra una representación esquemática de la fabricación de una pala de rotor en un estado avanzado.

La figura 10 muestra una representación esquemática en sección de una parte de una pala de rotor según la

invención fabricada.

La figura 11 muestra una representación esquemática en sección de una parte de una pala de rotor fabricada según la invención.

5 En las figuras siguientes, los elementos iguales o equivalentes o bien las partes correspondientes están provistos, respectivamente, con los mismos signos de referencia, de manera que se prescinde de una nueva presentación correspondiente.

10 La figura 1 muestra esquemáticamente una pala de rotor 10 según la invención, que presenta una extensión longitudinal 11 desde una raíz de la pala de rotor 12 hacia una punta de la pala del rotor 13. En la pala del rotor 10 se representa un perfil de la sección transversal 15, que es activo aerodinámicamente y presenta un lado de aspiración 18 así como un lado de presión 19. El perfil aerodinámico de la sección transversal 15 presenta, además, un canto delantero perfilado 16 (saliente) y un canto trasero perfilado 17.

15 Además, se representa esquemáticamente una pareja de bandas que está constituida por las bandas 28 y 29, que presentan una distancia 50 entre sí y están dispuestas, por ejemplo sobre el lado de aspiración 18. Las bandas 28 y 29 están dispuestas sobre el lado de aspiración 18. Las bandas 28 y 29 están previstas en la sección 20, es decir, en este ejemplo de realización de la figura 1 desde la raíz de la pala 12 hasta la punta de la pala 13. No se representa una pareja de bandas correspondientes que están constituidas por las bandas 30 y 31 sobre el lado de presión 19 de la pala de rotor 10. Se indica también una zona aerodinámica 14 de la pala de rotor 10, que se ocupa esencialmente de la sustentación. La sección 20 puede ser también correspondientemente más corta, por ejemplo puede terminar una primera distancia predeterminable con respecto a la punta de la pala del rotor 13 y/o a una segunda distancia predeterminada con respecto a la raíz de la pala del rotor 12. En la zona de la extensión longitudinal 11 representada en la figura 1, la pala del rotor 10 puede ser dividida en la fabricación. Además, ésta puede estar dividida también en el canto delantero perfilado 16 y en el canto trasero perfilado 17.

25 La figura 2 muestra una instalación para la fabricación de una pala de rotor 10, estando previstas dos instalaciones de unión 36 y 37, sobre las que están retenidos segmentos de cáscaras 32, 33, 34, 35 de una pala de rotor 10. El segmento de cáscara 32 corresponde a una cáscara de pala de rotor sobre el lado de presión 19 que pertenece a un cajón delantero o a un cajón saliente 21 y el segmento de cáscara 34 pertenece al lado de aspiración 18 del cajón delantero o bien del cajón saliente 21. Bandas 28 y 30 correspondientes están unidas con los segmentos de cáscaras 32 y 34, en particular encoladas. El encolado puede estar realizado, por ejemplo, con resina. Los segmentos de cáscara 32 y 34 se fijan por medio de algunos elementos de aspiración 44 bajo la influencia del aire de aspiración en el dispositivo de unión 36. De manera correspondiente se fijan los segmentos de cáscara 33 y 35 a través de elementos de aspiración 44 a través de aire de aspiración en el dispositivo de unión 37.

35 El segmento de cáscara 33 puede pertenecer al lado de aspiración de un cajón extremo 23 y el segmento de cáscara 35 puede pertenecer al lado de presión de un cajón extremo 22. Los segmentos de cáscara 32 a 35 pueden estar fabricados, por ejemplo, de un tejido reforzado con fibras de vidrio con una resina, como por ejemplo resina epóxido. Las piezas de la pala de rotor están fabricadas con preferencia en una técnica de plástico. Con preferencia, se utilizan en la técnica de plástico al menos una resina y al menos una capa de fibras, en particular de fibras de vidrio y/o fibras de carbono y/o aramida, como especialmente fibras de Kevlar. Para la fabricación de los segmentos de cáscaras de palas de rotor 32-35 se puede utilizar una técnica de prensa por inyección (Resin Transfer Moulding; RTM), una técnica de infusión (Resin Infusion Moulding; RIM), en particular una técnica de infusión asistida por vacío (Vacuum Assisted Resin Infusion; VAR) y/o una técnica de laminación, por ejemplo los llamados Prepregs. La fabricación de los segmentos de cáscaras de palas de rotor 32-35 ha sido concluida ya con anterioridad en la figura 2, de manera que los segmentos de cáscaras fabricados se aplican de manera correspondiente sobre las instalaciones de unión 36 y 37 o bien se introducen en éstos.

45 También las bandas 28-31 aplicadas sobre los segmentos de cáscara o bien conectadas o bien encoladas con éstos pueden haber sido conectadas en la fabricación en el molde de fabricación ya con los segmentos de cáscaras.

Los dispositivos de unión 36 y 37 presentan, respectivamente, ejes de articulación 45 y 46, alrededor de los cuales se pueden pivotar las piezas de articulación 38-41.

50 En la figura 3 se representa un estadio avanzado de la fabricación de la pala de rotor según la invención. En un dispositivo de posicionamiento preciso 63 colocado en la segunda pieza de articulación 39 o bien ajustado en ésta, sobre elementos de aspiración 44 está fijada una pieza de nervadura 26. La pieza de nervadura 26 presenta hacia el lado de aspiración 18 una pata de nervadura 65 y hacia el lado de presión 19 una pata de nervadura 67. La pata de nervadura 65 está encolada con ajuste exacto por medio de un encolado 60, por ejemplo de una resina, con la banda 30. De manera correspondiente, un dispositivo de posicionamiento 62 está conectado con la tercera pieza de articulación 40 o está ajustado en ésta. En el dispositivo de posicionamiento 62, sobre elementos de aspiración 44 está fijada una pieza de nervadura 27. La pieza de nervadura 27 tiene patas de nervadura 64 y 66. La pata de nervadura 65 está conectada a través de un encolado 61 con la banda 31. También aquí se posibilita un ajuste

exacto de la pieza de nervadura 27 con la banda 31 y el segmento de cáscara 33.

5 A continuación, como se representa en la figura 4, la primera pieza de articulación 38 pivota alrededor el eje de articulación 45, de manera que se puede realizar un encolado 68 de la pata de la nervadura 67 con la banda 28. También esto es posible de una manera muy exacta ajustada. Además, tiene lugar un encolado 77 del segmento de cáscara 32 con el segmento de cáscara 34 a través de una pieza de encolado 78 conectada con el segmento de cáscara 34, en la zona saliente del cajón saliente 21.

10 Para la fabricación de un cajón extremo 22, la cuarta pieza de articulación 41 ha sido pivotada alrededor del eje de articulación 46 y también la pata de nervadura 66 está encolada con un encolado 69 con la banda 29, de manera que se realiza un encado ajustado exacto entre la nervadura 27 y la band 29 o bien el segmento de cáscara 35. El canto trasero de la pala de rotor se conecta también de manera correspondiente con un encolado 76.

Los dispositivos de unión 36 y 37 presentan con preferencia adicionalmente a los ejes de articulación 45 y 46 todavía un dispositivo de ajuste lineal no representado, con el que se pueden cerrar las piezas moldeadas 38 y 39 o bien 40 y 41, es decir, las piezas de articulación 38 y 41 correspondientes en un movimiento lineal.

15 A continuación, como representa la flecha 85, se desplaza el dispositivo de unión 37 provisto con las ruedas 42 y 43 en la dirección del dispositivo de unión 36 y, en concreto, después de un fraguado de los encolados 60, 68, 77, 61, 69 y 76 y después de una retirada de los dispositivos de posicionamiento 62 y 63.

20 Como se representa esquemáticamente en la figura 5, resulta un intersticio adhesivo entre las piezas de nervadura 26 y 27. En éste está previsto un medio fluido, por ejemplo una estructura de fibra de vidrio 70. En este caso, se puede tratar de una o varias capas de estera de fibras de vidrio (estera continua), textil de vidrio, tejido de vidrio o un hilado compresible en la dirección del espesor. El intersticio adhesivo se obtura con preferencia alrededor de forma estanca al vacío. A tal fin, están previstas juntas de estanqueidad 72 y 73, que se pueden realizar como lámina de vacío o como una superficie hermética sólida. También se indican gomas de obturación correspondientes, que no presentan signo de referencia.

25 En el extremo inferior del intersticio adhesivo se indica un bebedero de resina 74 y en el extremo superior una conexión de vacío 75. Cuando se aplica presión negativa o bien vacío se aspira a través del bebedero un medio adhesivo en forma de resina 71, por ejemplo, en el intersticio adhesivo, de manera que se llena totalmente el intersticio. De esta manera resulta a partir de la nervadura delantera y la nervadura trasera o bien piezas de nervadura 26 y 27 una nervadura, que se puede designar como nervadura media, que se encuentra en el centro de las bandas 28, 29 y 30, 31. Como se puede reconocer, las bandas 28 y 29 tienen una distancia entre sí y las bandas 30 y 31 tienen una distancia correspondiente entre sí. El medio adhesivo puede ser una resina de infusión o una resina adhesiva de baja viscosidad. La disposición del bebedero 74 o bien del bebedero de resina 74 y la conexión de vacío 75 también se pueden intercambiar.

35 Sobre la extensión longitudinal de la pala del rotor 10 se necesitan, en determinadas circunstancias varios bebederos. De manera correspondiente, también pueden estar previstas varias conexiones de vacío. Especialmente cuando la longitud de la pala es relativamente larga, por ejemplo alrededor de 60 m.

La disposición de la pala de rotor 10 o bien de los segmentos de cáscara de pala de rotor 32-35 con los elementos del lado de aspiración hacia abajo no es forzosamente necesaria. Ésta puede posicionarse también de otra manera.

40 Después del bebedero de resina, para una conexión aerodinámica conveniente y para el cierre del hueco entre las partes de la banda o bien las parejas de bandas 28, 29 y 30, 31, se puede cerrar enrasado este hueco de manera correspondiente con una resina y, dado el caso, también con una estructura de fibras de vidrio o similar.

45 Las piezas de nervadura 26 y 27 pueden estar constituidas, por ejemplo, de textiles biaxiales, es decir, de textiles de fibras de vidrio o de fibras de carbono o bien de fibras de aramida o pueden comprender estas fibras. Los textiles tienen orientaciones de  $\pm 20^\circ$  a  $\pm 50^\circ$  y están especialmente en un intervalo de  $\pm 30^\circ$  a  $\pm 45^\circ$ . Hacia el lado interior, es decir, hacia la estructura de fibras de vidrio 70, puede estar prevista una capa de textil, en particular textil biaxial y en la superficie exterior pueden estar previstas, por ejemplo, cuatro capas de textil biaxial en la zona de la raíz de la pala del rotor 12 y una capa de textil biaxial en la zona de la punta de la pala del rotor 13. La distancia de las piezas de nervadura 26 y 27 está con preferencia en un intervalo entre 1 mm y 20 mm, de manera especialmente preferida entre 2 mm y 3 mm.

50 Para conseguir una resistencia suficiente al pandeo de la pala de rotor fabricada 10, la pala puede presentar adicionalmente una nervadura de canto trasero fuera de la zona del soporte en I 25, que resulta a través del encolado de las piezas de nervadura 26, 27 con las bandas 28, 29 y 30, 31. La nervadura de canto trasero está dispuesta con preferencia en el cajón extremo 22 y puede estar dispuesta allí sobre el lado de aspiración y/o el lado de presión y se extiende, por ejemplo, en el caso de una pala de 61 m desde aproximadamente 8 m hasta 52 m, calculados desde la raíz de la pala de rotor 12.

El dispositivo de unión 36, 37 se utiliza con preferencia, puesto que de esta manera se reduce el tiempo de ocupación del molde de fabricación de la pala de rotor. Los cuatro segmentos de cáscara 32 a 35 se ajustan de manera correspondiente en las piezas de articulación 38 a 41. El encolado de las piezas de nervadura 26 y 27 se realiza especialmente plano. El posicionamiento y ajuste especialmente exactos de los segmentos de cáscara 32 a 35 y de las nervaduras 26 y 27 se realizan con preferencia a través del dispositivo de posicionamiento indicado en las figuras 1 a 5, que se representan como elementos de aspiración 44 y con preferencia se pueden representar en su altura o bien distancia de las piezas de articulación. La exactitud de forma muy exacta se consigue por que las bandas o bien partes de bandas 28, 29 y 30, 31 se fabrican, respectivamente, juntas, por los tanto las bandas 28 y 29 juntas y las bandas 30 y 31 juntas en un molde de fabricación. A tal fin, en las figuras 6 y 7 se representan representaciones esquemáticas en sección de moldes de fabricación correspondientes, en los que se fabrican las bandas 28 y 29 correspondientes, que sirven aquí como ejemplo.

En los moldes de fabricación 54 y 55 están previstos de manera correspondiente, respectivamente, dos cavidades para las bandas 28 y 29 a fabricar, que están separadas en el centro. En el ejemplo de realización según la figura 6, la separación se realiza a través de una nervadura central 56 que se puede introducir en una escotadura 58 y en la forma de realización según la figura 7 por medio de una nervadura media 57 fabricada en una sola pieza con el molde de fabricación 55.

Se insertan fibras de vidrio secas en el molde y se impregnan a través de un bebedero de resina 74 en las cavidades con una resina 71. A través de la separación resistente al molde o bien la fabricación de las dos bandas 28 y 29 en un único molde, las dos bandas 28 y 29 se ajustan siempre perfectamente entre sí. Ambas bandas presentan una curvatura y torsión idénticas, que corresponden a la pala de rotor 10 a fabricar en la zona de las bandas respectivas. La fabricación de las bandas 28 y 29 se realiza en los ejemplos de realización según la figura 6 y la figura 7 con preferencia con una técnica de infusión asistida por vacío, a cuyo fin están previstas conexiones de bebedero de resina 83 y 84 y conexiones de vacío 81 y 82. Para la obturación está prevista una lámina de vacío 80, que está conectada a la derecha y a la izquierda en las figuras 6 y 7 con listones de obturación, que no presentan signos de referencia y pueden estar configurados, por ejemplo, como labios de goma, con los moldes de fabricación 54 y 55, respectivamente. La banda 28 tiene después de la fabricación una extensión 52 y la banda 29 tiene una extensión 52' según la forma de realización según la figura 6 y en la figura 7 la banda 28 tiene una extensión 53 y la banda 29 tiene una extensión 53'. De manera correspondiente, la distancia 50 en la utilización de la nervadura 56 según la figura 6 es menor que en una nervadura media 51 según la figura 7, puesto que la nervadura media 51 en la figura 7 está biselada o bien achaflanada.

En la forma de realización según la figura 6, ambas bandas 28, 29 son desmoldeadas en común fuera del molde de fabricación 54 y a continuación se retira la nervadura intermedia. De esta manera, pueden resultar menos errores de alineación de la nervadura de separación que, sin embargo, no tienen importancia, puesto que las dos mitades de la banda están configuradas siempre complementarias, es decir, esencialmente de la misma forma. La forma de realización según la figura 7 posibilita tolerancias más reducidas de las bandas 28, 29 o bien una tolerancia más reducida, o bien diferencias en la distancia 51 en la extensión longitudinal de la pala de rotor, pero conduce a distancias mayores 51 y, por lo tanto, a intersticios adhesivos mayores entre las piezas de nervadura 25 y 26 en la figura 5. La distancia de las piezas de nervadura 25 y 26 puede estar en este caso entonces en la zona de 10 mm o más.

La fabricación común de dos bandas en un molde de fabricación ahorra espacio y tiempo de fabricación durante la fabricación. Además, se pueden utilizar bandas fabricas de esta manera, que se utilizan en un lado de presión o un lado de aspiración, respectivamente, también en lugar de una nervadura, que conecta las bandas y que está encolada en el centro, es decir, una nervadura doble, por ejemplo en el caso de conexión por medio de un larguero de cajón según la solicitud de patente DE 10 2008 038 620.0.

A través de la invención es posible un encolado de nervadura a cáscara controlable, seguro en el proceso y accesible. A través de un encolado de la nervadura central o bien encolado de la nervadura de superficie grande, a través del cual se forma un soporte en I, se pueden transmitir fuerzas altas. Además, no es necesario utilizar una presión de apriete externa para el desplazamiento del adhesivo, puesto que las partes de la nervadura 26 y 27 son presionadas entre sí a través del vacío aplicado. Las piezas de la nervadura en sí se pueden cargar a tracción, pero son relativamente blandas en sí. Las diferencias locales del espesor del intersticio de adhesivo, es decir, del intersticio entre las partes de la nervadura 26 y 27, que resultan debido a tolerancias de las superficies adhesivas o bien de las superficies de la nervadura, son niveladas a través del vacío sobre el espesor del medio fluido. El medio fluido asegura, además, el flujo de resina a través de las superficies presionadas entre sí. Éste no es visible en la pala fabricada.

La figura 8 muestra una pala de rotor 10 según la invención representada esquemáticamente. En esta pala de rotor está prevista una división longitudinal de la pala del rotor 10 en secciones de pala de rotor 21 y 22, de manera que la división se realiza a lo largo de una extensión longitudinal 11 o bien 11' u 11". La extensión longitudinal 11 parte desde la raíz de la pala del rotor hacia a punta de la pala del rotor 13. La extensión longitudinal 11' se extiende desde la raíz de la pala del rotor esencialmente hacia la punta de la pala del rotor 13 y termina en la zona de la

punta de la pala del rotor 13 a una distancia h2 desde esta punta. De manera correspondiente, en el caso de una división en la extensión longitudinal 11", ésta puede pasar hasta un canto en la zona de la punta de la pala del rotor 13, que representa un canto de unión 95 entre una punta de la pala del rotor prefabricada y la pala restante del rotor o bien la sección de la pala del rotor 20. La punta de la pala del rotor no tiene que estar dividida en este caso, por ejemplo, en la extensión longitudinal.

La distancia hasta el canto de unión 95 se indica con h1. Ésta puede ser hasta 5 m. No obstante, también puede estar prevista una distancia de algunos centímetros. La sección de la punta de la pala del rotor 94 se puede prefabricar aparte, como se ha dicho. De manera correspondiente, entre la extensión longitudinal 11 entre la raíz de la pala del rotor 12 y la punta de la pala del rotor 13 están previstos ángulos  $\alpha$  y  $\beta$  con respecto a la extensión longitudinal 11' o bien la extensión longitudinal 11".  $\alpha$  puede estar, por ejemplo, en el intervalo de 0,1 a 2° y  $\beta$  puede estar en el intervalo de 2° a 5°.

La figura 9 muestra una representación esquemática de la sección a través del dispositivo de fabricación, en el que están insertadas ya secciones correspondientes de la pala de rotor, estando encoladas en este caso en la sección trasera de la pala de rotor 22, es decir, en el cajón extremo, una nervadura 90, que presenta patas de nervadura 92 y 93, que pasan, respectivamente, hacia la izquierda y hacia la derecha y están encoladas con encolados 69 y 61 correspondientes en las bandas 29 y 31. Las partes sobresalientes de las patas de nervaduras 92 y 93 se encolan entonces después de la retirada del dispositivo de posicionamiento 62 y de la inserción de las secciones de la pala del rotor en la dirección de la flecha 85 en las bandas 28 y 30.

La figura 10 y la figura 11 muestran otras representaciones esquemáticas de la sección transversal de posibilidades de unión de las secciones de la pata del rotor, que no se representan aquí. Sin embargo, se representan las bandas 29 a 31, que están encoladas con encolados 110 correspondientes en las patas de nervadura 97 y 98 respectivas de una nervadura 96. La nervadura 96 tiene la forma de una abrazadera angular o bien de una C angular. Las patas de nervadura 97 y 98 pasan sobre la distancia de los cordones 28 y 29 o bien 30 y 31.

De manera correspondiente, en la figura 11 se representa una unión, en la que está prevista una nervadura 99, que está en forma de Z. De manera correspondiente, las patas de nervadura 100 y 101 están encoladas con las bandas 28 y 29 o bien 30 y 31 a través de encolados 110.

Todas las características mencionadas, también las características que se pueden deducir sólo de los dibujos así como también características individuales, que se publican en combinación con otras características, se consideran solas o en combinación como esenciales de la invención. Las formas de realización de acuerdo con la invención se pueden cumplir a través de características individuales o una combinación de varias características.

#### Lista de signos de referencia

10	Pala de rotor
11, 11', 11"	Extensión longitudinal
12	Raíz de la pala de rotor
13	Punta de la pala de rotor
14	Zona aerodinámica
15	Perfil de la sección transversal
16	Canto delantero perfilado
17	Canto trasero perfilado
18	Lado de aspiración
19	Lado de presión
20	Sección
21	Cajón saliente
22	Cajón extremo
23	Zona trasera
24	Zona delantera
25	Soporte en I
26	Pieza de nervadura
27	Pieza de nervadura
28	Banda
29	Banda
30	Banda
31	Banda
32	Segmento de cáscara
33	Segmento de cáscara
34	Segmento de cáscara
35	Segmento de cáscara
36	Dispositivo de unión

	37	Dispositivo de unión
	38	Primera pieza articulada
	39	Segunda pieza articulada
	40	Tercera pieza articulada
5	41	Cuarta pieza articulada
	42	Rueda
	43	Rueda
	44	Elemento de aspiración
	45	Eje de articulación
10	46	Eje de articulación
	47	Nervadura doble
	50	Distancia
	51	Distancia
	52, 52'	Extensión
15	53, 53'	Extensión
	54	Molde de fabricación
	55	Molde de fabricación
	56	Nervadura medial
	57	Nervadura media
20	58	Escotadura
	60	Encolado
	61	Encolado
	62	Dispositivo de posicionamiento
	63	Dispositivo de posicionamiento
25	64-67	Pata de nervadura
	68	Encolado
	69	Encolado
	70	Estructura de fibras de vidrio
	71	Resina
30	72	Junta de estanqueidad
	73	Junta de estanqueidad
	74	Bebedero de resina
	75	Conexión de vacío
	76	Encolado
35	77	Encolado
	78	Pieza de unión
	80	Lámina de vacío
	81	Conexión de vacío
	82	Conexión de vacío
40	83	Conexión de bebedero de resina
	84	Conexión de bebedero de resina
	85	Flecha
	90	Nervadura
	91	Nervadura
45	92	Pata de nervadura
	93	Pata de nervadura
	94	Sección de punta de pala de rotor
	95	Canto de unión
	96	Nervadura
50	97	Pata de nervadura
	98	Para de nervadura
	99	Nervadura
	100	Para de nervadura
	101	Para de nervadura
55	110	Encolado
	h1	Distancia
	h2	Distancia
	$\alpha$	Ángulo
60	$\beta$	Ángulo

**REIVINDICACIONES**

- 1.- Pala de rotor (10) de una instalación de energía eólica, en la que la pala de rotor (10) presenta una extensión longitudinal (11), que se extiende desde una raíz de la pala de rotor (12) esencialmente hacia una punta de pala de rotor (13), en la que al menos en una zona de la pala de rotor (10) está previsto un perfil aerodinámico de la sección transversal (15), que presenta un canto delantero perfilado (16) (saliente) y un canto trasero perfilado (17), que están conectados a través de un lado de aspiración (18) y un lado de presión (19) del perfil de la sección transversal (15), caracterizada por que la pala de rotor (10) está dividida al menos en una sección (20) extendida longitudinal en una sección delantera de la pala de rotor (21) con el canto delantero perfilado (16) y una sección trasera de la pala del rotor (22) con el canto trasero perfilado (17), en la que la zona trasera de la sección delantera de la pala de rotor (21) y la zona delantera adyacente de la sección trasera de la pala de rotor (22) están unidas por medio de soporte en I (25), en la que el soporte en I (25) presenta partes de soporte en I (26.31), que comprenden una nervadura (26, 27, 90, 91, 96, 99), en la que el soporte en I (25) está dividido en la extensión longitudinal y superficialmente en un plano, que está definido por la nervadura (26, 27, 90, 91, 96, 99), en la que hacia el lado de aspiración (18) y hacia el lado de presión (19), respectivamente, dos bandas (28-31) cierran el soporte en I (25), que presentan una distancia entre sí que es menor que la extensión de las bandas (28-31) en la dirección desde el canto delantero del perfil (16) hacia el canto trasero del perfil de la pala de rotor (17).
- 2.- Pala de rotor (10) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada por que el soporte en I (25) presenta una nervadura (26, 27, 90, 91, 96, 99), que se extiende dentro de la pala de rotor (10) desde el lado de presión (19) hacia el lado de aspiración (18), y un cordón (28, 29) en el lado de presión (19) así como un cordón (30, 31) en el lado de aspiración (18), en la que la nervadura (26, 27, 90, 91, 96, 99), comprende patas de nervadura (64-67, 92, 93, 97, 98, 100, 101), que configuran con la nervadura (26, 27, 90, 91, 96, 99), una forma de una abrazadera angular (J, I) o una forma de una Z.
- 3.- Pala de rotor (10) de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, caracterizada por que las partes del soporte en I (26, 27) están conectadas, en particular encoladas, entre sí.
- 4.- Pala de rotor (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizada por que la pala de rotor (10) está dividida adicionalmente en el canto delantero del perfil (16) y/o en el canto trasero del perfil (17).
- 5.- Pala de rotor (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizada por que la nervadura (26, 27, 90, 91, 96, 99) está conectada con las bandas (28, 29, 30, 31), en particular encolada, de manera que la nervadura (26, 27, 90, 91, 96, 99) se extiende desde el lado de aspiración (18) hacia el lado de presión (19), de modo que la nervadura (26, 27, 90, 91, 96, 99) forma con las partes de la banda (28, 29, 30, 31) el soporte en I.
- 6.- Procedimiento para la fabricación de una pala de rotor (10) de una instalación de energía eólica, en el que la pala de rotor (10) acabada presenta en su extensión longitudinal (11), que se extiende desde una raíz de la pala de rotor (12) esencialmente hacia una punta de la pala de rotor (13), al menos una zona (14), en la que la pala de rotor (10) presenta un perfil aerodinámico de la sección transversal (15), que presenta un canto delantero perfilado (16) y un canto trasero perfilado (17), que están unidos por medio de un lado de aspiración (18) y un lado de presión (19) del perfil de la sección transversal (15), caracterizado por las siguientes etapas del procedimiento:
- previsión de al menos dos secciones de la pala de rotor (21, 22) fabricadas y divididas en la dirección longitudinal (11) de la pala de rotor (10), en la que la división está dispuesta entre el canto delantero perfilado (16) y el canto trasero perfilado (17), y en el que la pala de rotor (10) está dividida al menos en una sección delantera de la pala del rotor (21) con el canto delantero del perfil (16) y una sección trasera de la pala del rotor (22) con el canto trasero del perfil (17),
  - colocación o introducción de una primera pieza de nervadura (26), que se extiende esencialmente desde el lado de presión (19) hacia el lado de aspiración (18), en una primera sección de pala de rotor (21) dividida y una segunda pieza de nervadura (27) que se extiende esencialmente desde el lado de presión (19) hacia el lado de aspiración (18), en una segunda sección dividida de la pala del rotor (22), y
  - conexión, en particular encolado, de la primera pieza de nervadura (26) con la segunda pieza de nervadura (27), de manera que se forma una nervadura doble (47),
    - en el que la colocación o introducción de la primera y de la segunda pieza de nervadura (26, 27) comprenden una conexión, en particular encolado, de la primera y de la segunda pieza de nervadura (26, 27), respectivamente, en una banda (28, 29) en el lado de presión (19) y una banda (30, 31) en el lado de aspiración (18) por cada sección de la pala de rotor (21, 22), de manera que a través de la conexión, en particular encolado, de la primera pieza de nervadura (26) con la segunda pieza de nervadura (27) se forma un soporte en I (25) que comprende cuatro cordones (28- 31) y una nervadura doble (47).

- 5 7.- Procedimiento para la fabricación de una pala de rotor (10) de una instalación de energía eólica, en el que la pala de rotor (10) acabada presenta en su extensión longitudinal (11), que se extiende desde una raíz de la pala de rotor (12) esencialmente hacia una punta de la pala de rotor (13), al menos una zona (14), en la que la pala de rotor (10) presenta un perfil aerodinámico de la sección transversal (15), que presenta un canto delantero perfilado (saliente) (16) y un canto trasero perfilado (17), que están unidos por medio de un lado de aspiración (18) y un lado de presión (19) del perfil de la sección transversal (15), caracterizado por las siguientes etapas del procedimiento:
- 10 - previsión de al menos dos secciones de la pala de rotor (21, 22) fabricadas y divididas en la dirección longitudinal (11) de la pala de rotor (10), en la que la división está dispuesta entre el canto delantero perfilado (16) y el canto trasero perfilado (17), y en el que la pala de rotor (10) está dividida al menos en una sección delantera de la pala del rotor (16) y una sección trasera de la pala del rotor (22) con el canto trasero del perfil (17),
  - 15 - colocación o introducción de una nervadura (26, 27, 90, 91, 96, 99) que se extiende esencialmente desde el lado de la presión (19) hacia el lado de aspiración (18), que presenta al menos dos patas de nervadura (64-67, 92, 93, 97, 98, 100, 101), en una primera sección dividida de la pala del rotor (21, 22), de manera que una parte de las patas de nervadura (64-67, 92, 93, 97, 98, 100, 101), se proyecta desde la sección de sección de la pala del rotor (21, 22),
  - 20 - encolado de las partes sobresalientes de las patas de nervadura (64-67, 92, 93, 97, 98, 100, 101) con una segunda sección dividida de la pala de rotor (21, 22), en el que a través del encolado de la nervadura (26, 27, 90, 91, 96, 99) con las secciones de la pala del rotor (21, 22) se forma un soporte en I (25) que comprende cuatro bandas (28-31) y la nervadura (26, 27, 90, 91, 96, 99).
- 25 8.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6 ó 7, caracterizado por que para la previsión de dos secciones de pala de rotor (21, 22) fabricadas y divididas en la extensión longitudinal (11) de la pala del rotor (10), al menos en una sección de la pala del rotor (21, 22), se conectan, en particular se encolan, una sección del lado de aspiración (32, 33) y una sección del lado de la presión (34, 35) entre sí, en el que especialmente las dos secciones de la pala del rotor (32-35) forman un cajón saliente (21) y/o un cajón extremo (22), en el que especialmente para la previsión de dos secciones de pala de rotor (21, 22) fabricadas y divididas en la extensión longitudinal (11) de la pala del rotor (10), se conecta, en particular se encola, respectivamente, una banda (28-31) con un lado de aspiración (18) y un lado de presión (19) de cada sección de la pala del rotor (21, 22).
- 30 9.- Procedimiento para la fabricación de una pareja de bandas (28, 29; 30, 31) de una pala de rotor (10) de una instalación de energía eólica de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que se fabrica una pareja de bandas (28, 29; 30, 31) en un molde de fabricación (54, 55), que presenta el contorno de la pala del rotor (10) en la zona de la pareja de bandas (28, 29; 30, 31) y se extiende al menos sobre la longitud (20) de una sección de la pala del rotor (10).
- 35 10.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9, caracterizado por que la sección se extiende desde una zona en la proximidad de la raíz de la pala de rotor (12) hasta la punta de la pala del rotor (13) o hasta una sección final de la pala del rotor (10) en la proximidad de la punta de la pala del rotor (13), en el que especialmente está prevista una nervadura intermedia (56, 57) en el molde de fabricación (54, 55), que o bien está configurada en una sola pieza con el molde de fabricación (54, 55) como nervadura intermedia (57) o está configurada como una nervadura intermedia (56) extraíble, en el que especialmente la nervadura intermedia (56, 57) es una nervadura media.
- 40

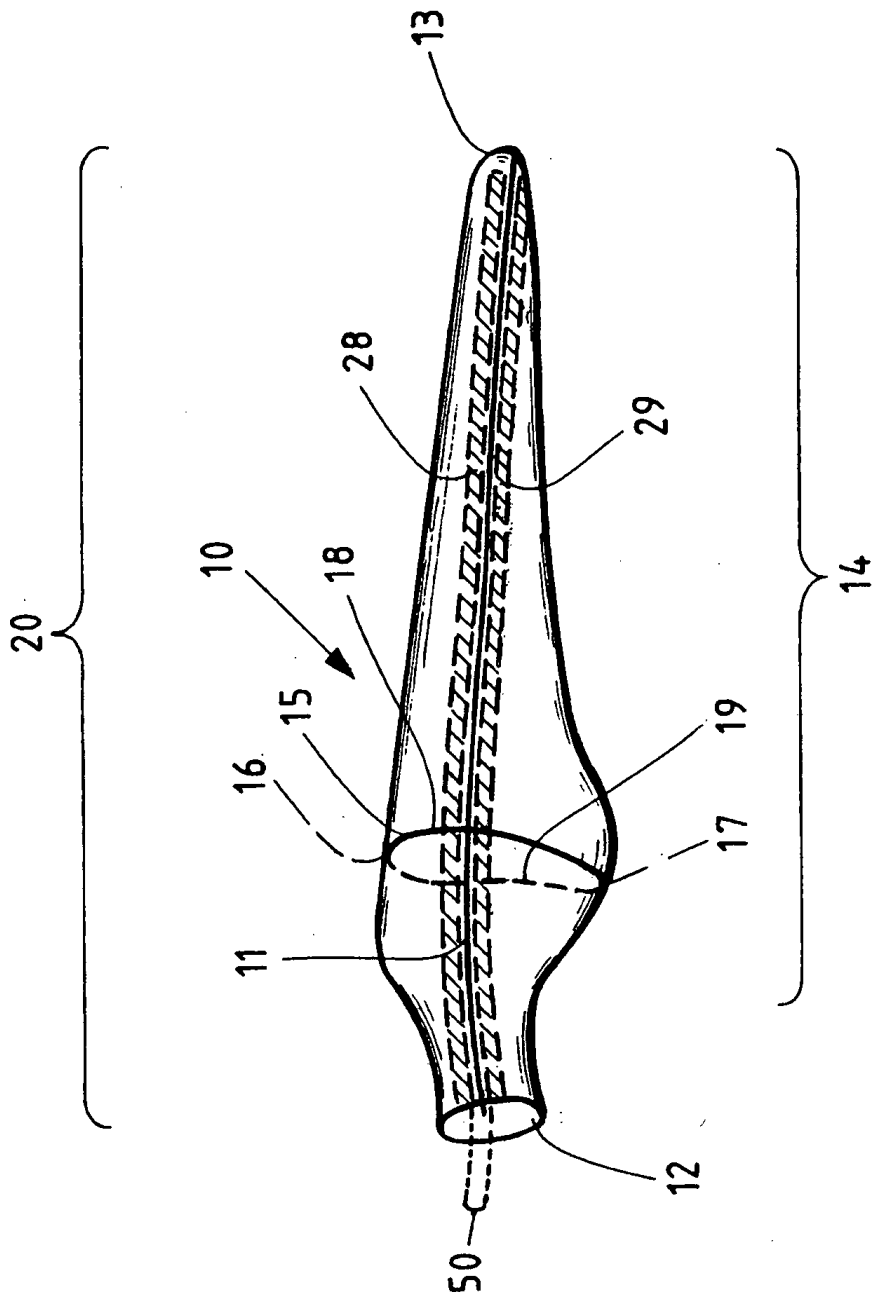


Fig. 1

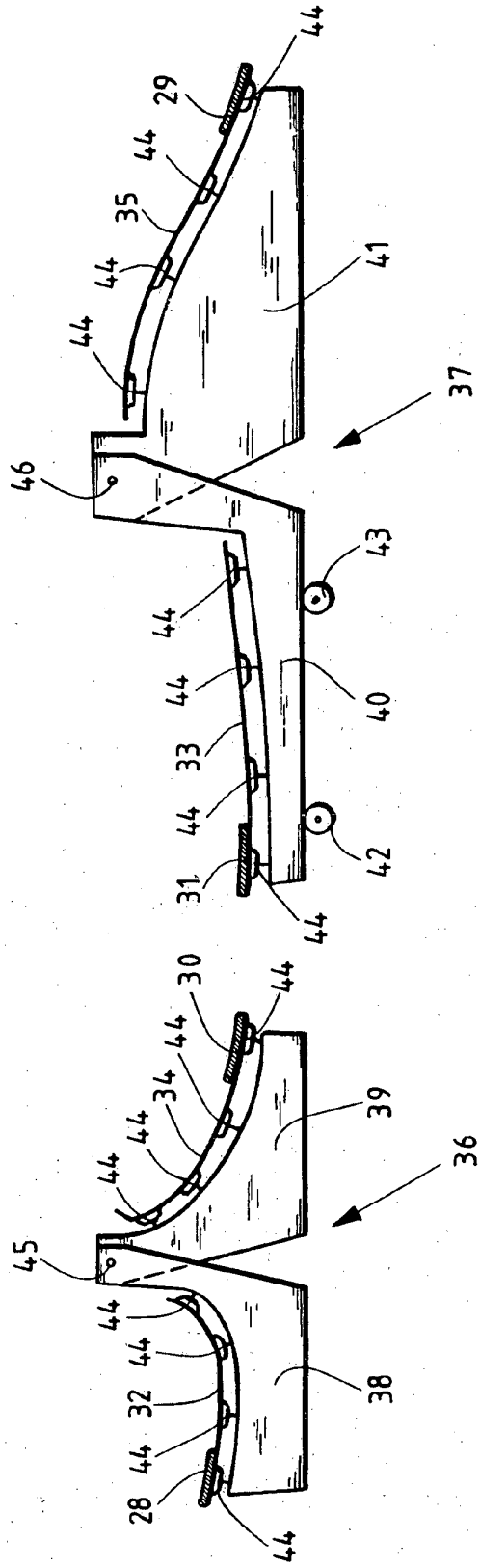


Fig. 2

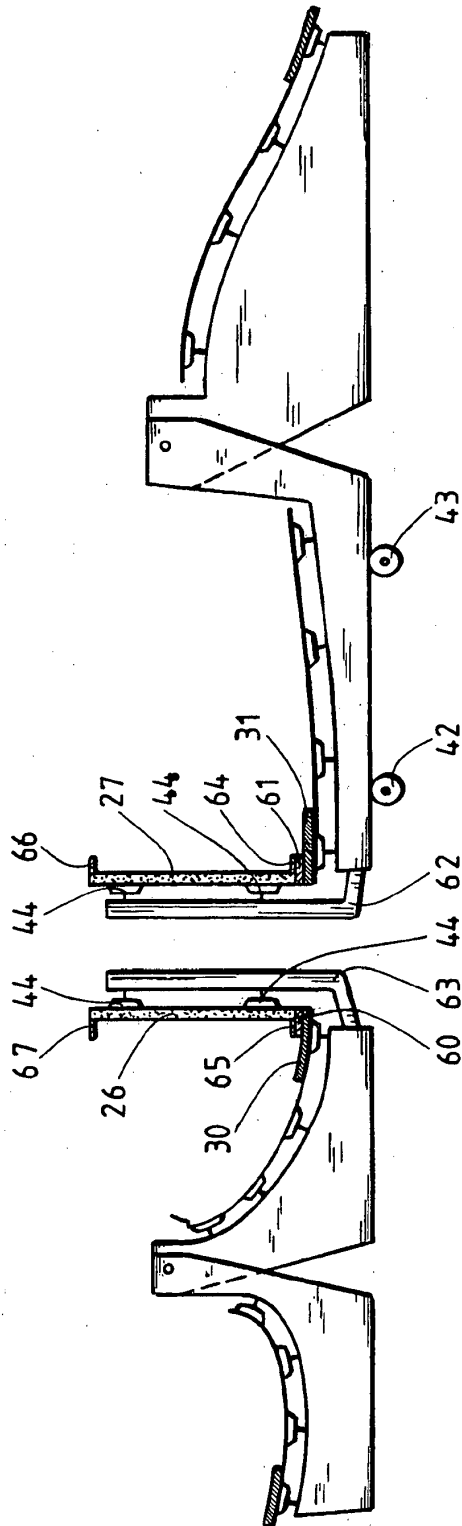


Fig. 3

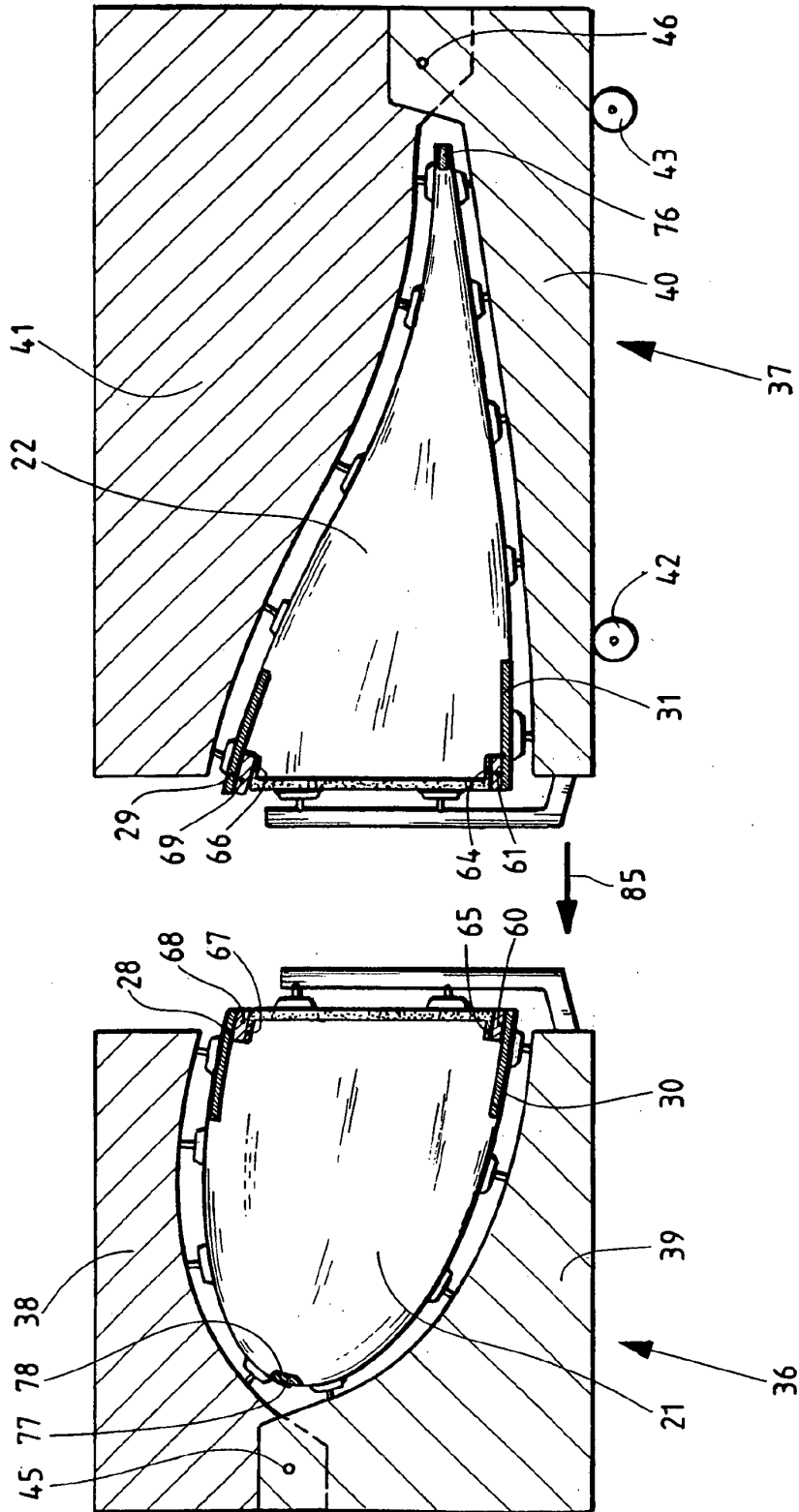


Fig. 4

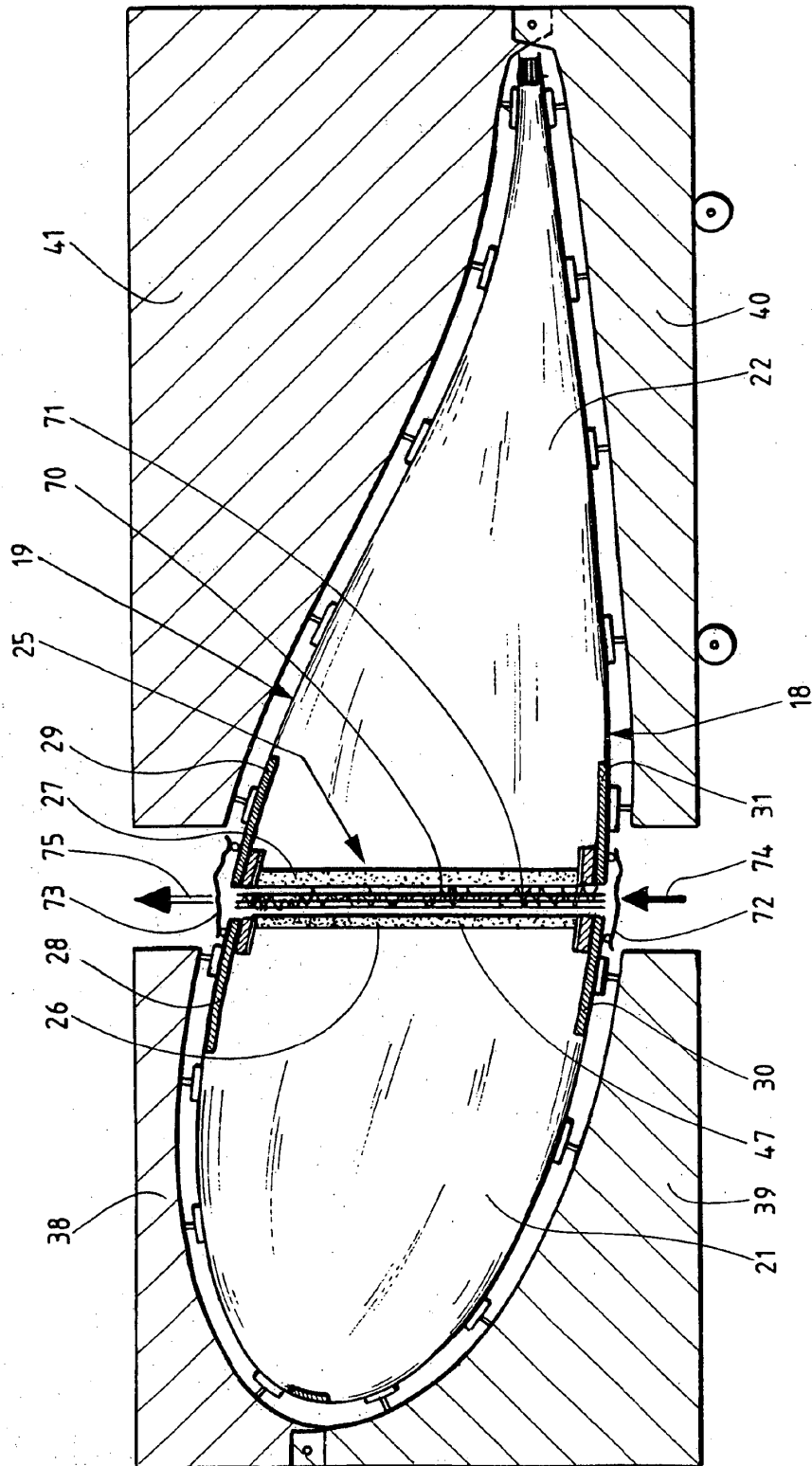


Fig. 5

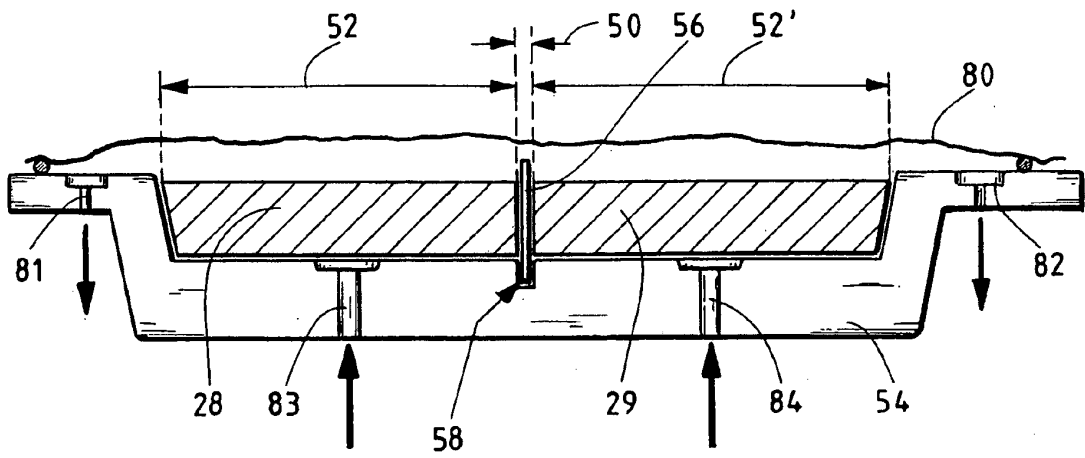


Fig. 6

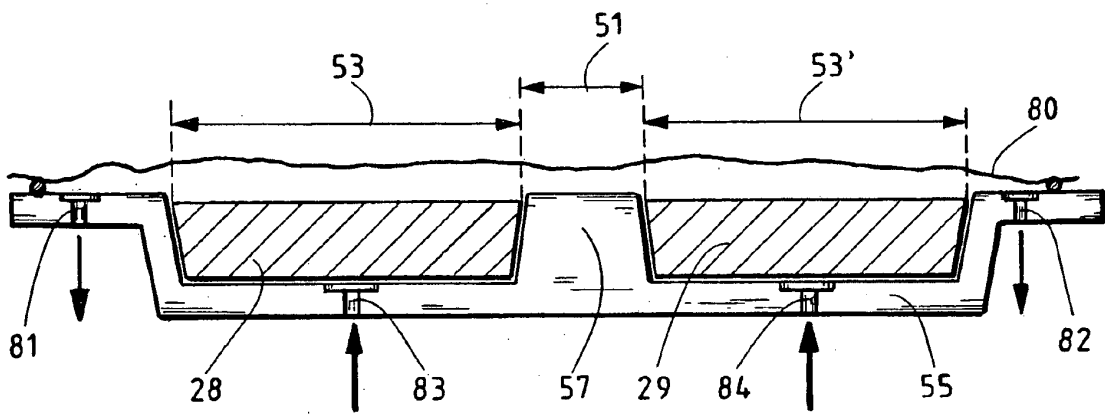


Fig. 7

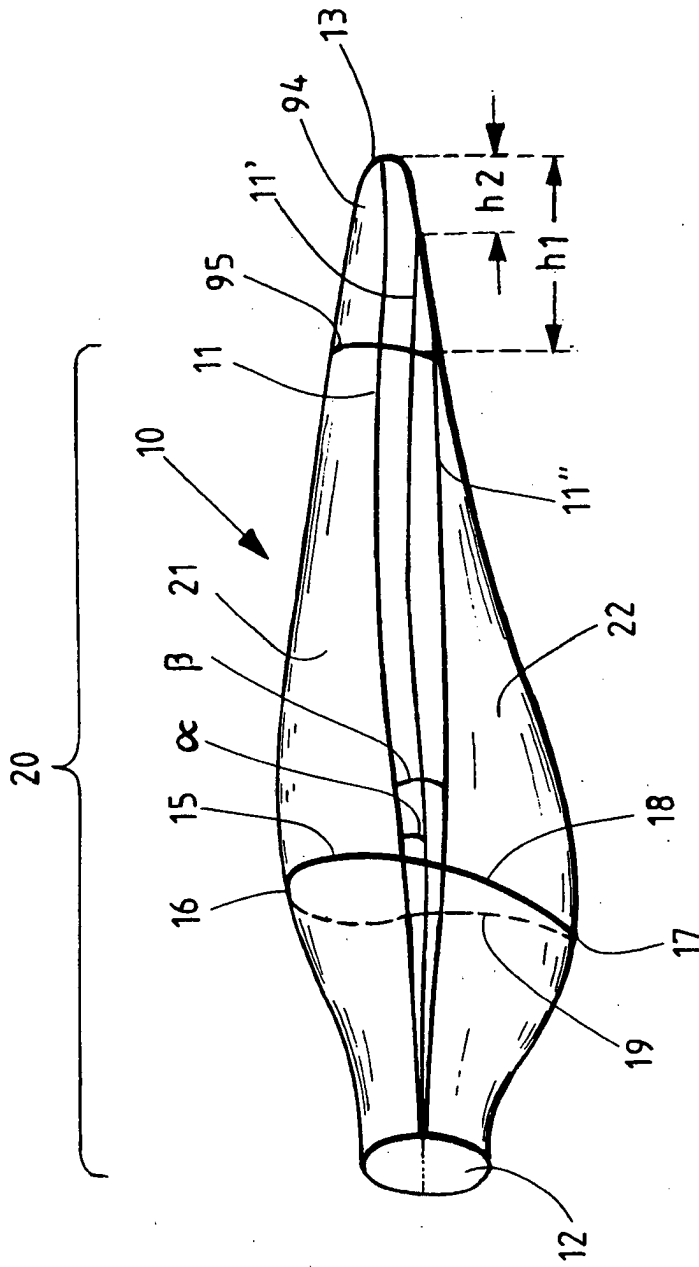


Fig. 8

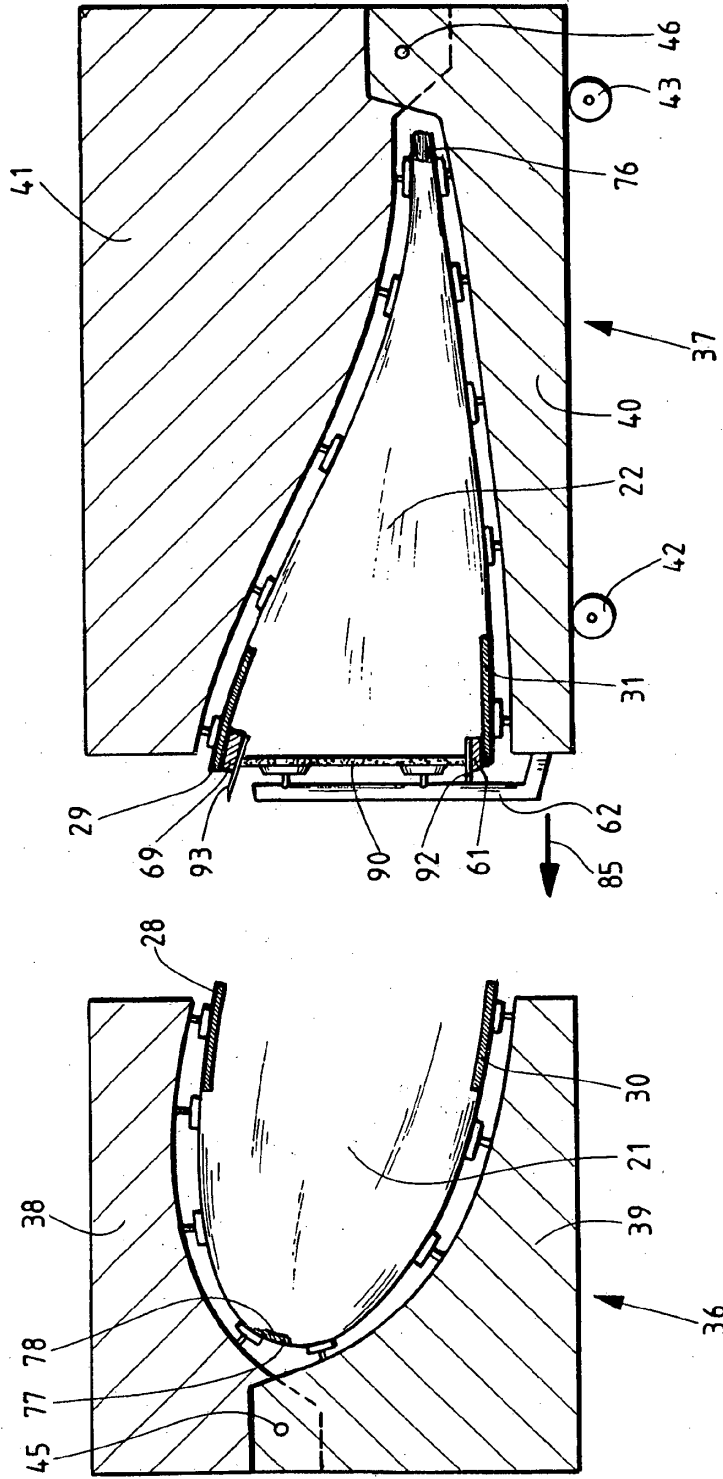


Fig. 9

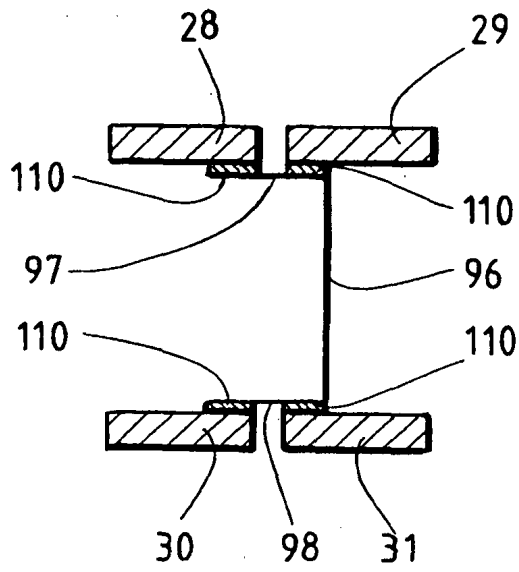


Fig 10

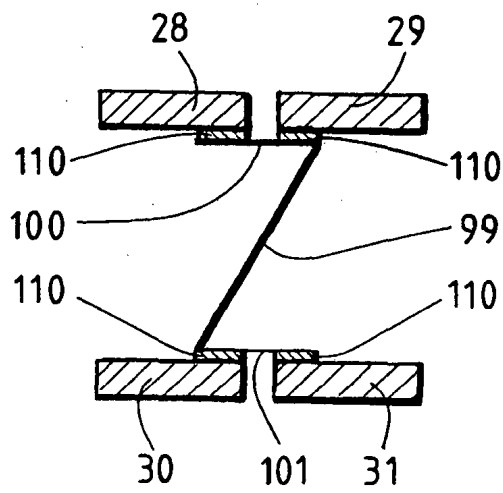


Fig. 11