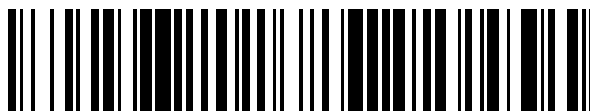


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 576 035**

51 Int. Cl.:

F03D 1/06

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.06.2010 E 10739482 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.03.2016 EP 2454474**

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

30 Prioridad:

13.07.2009 DE 102009033165

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.07.2016

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**KONTIS, MARIO y
KULENKAMPFF, JENS**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 576 035 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, procedimiento para la fabricación de una pala de rotor así como pareja de bandas para una pala de rotor

- 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 una pareja de bandas para la utilización en una pala de rotor y a un procedimiento para la fabricación de una pala de rotor y a una disposición de un molde de fabricación para la fabricación de una pareja de bandas para la utilización en una pala de rotor con una nervadura intermedia.
- 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 un larguero, que está dispuesto entre una zona delantera de un segmento y una zona trasera de un segmento de la pala del rotor.
- 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 total de la pala del rotor.
- 35 El documento WO 01/46582 A2 publica una pala de rotor para una instalación de energía eólica, que está constituida por una pluralidad de elementos de segmentos, que están colocados en un cajón de larguero de transmisión de carga.
- El documento WO 2009/156105 A2 publica un procedimiento y un molde de fabricación para la fabricación de una pala de rotor para una instalación de energía eólica.
- 40 El cometido de la presente invención consiste en indicar una pala de rotor sencilla y precisa como también económica de fabricar y una pareja de bandas, un procedimiento correspondiente para la fabricación de una pala de rotor y una disposición correspondiente de un molde de fabricación para la fabricación de una pareja de bandas para la utilización en una pala de rotor correspondiente con una nervadura intermedia.
- 45 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 al menos dos bandas, que presentan en una zona de unión, que se extiende en la dirección longitudinal de la pala de rotor, una conexión de unión positiva y/o por aplicación de fuera y por unión del material, en la que dos bandas están dispuestas adyacentes entre sí, en la que
- 50

las bandas presentan en la zona de unión unas zonas, que se solapan transversalmente a la extensión longitudinal de la pala de rotor.

Con preferencia, está en el marco de la invención una banda, un elemento de soporte esencial de una pala de rotor, que está configurada para absorber fuerzas de impacto, momentos de torsión y/o fuerzas de flexión. En la banda se trata especialmente de un tejido de plástico reforzado con fibras de vidrio, que conduce con varias capas, en particular de esteras de fibras de vidrio solas o en combinación con esteras de fibras de aramida o esteras de fibras de carbono, a una estabilidad correspondiente en conexión con una resina de poliéster o, por ejemplo, una resina epóxido. El espesor de una banda depende de la longitud de la pala y de los parámetros de carga calculados para un aspecto. El espesor puede estar, por lo tanto, en el intervalo de 2 cm a 10 cm. De manera correspondiente, la anchura de una banda está en el intervalo de 5 cm a 50 cm. Dos bandas, que forman juntas una pareja de bandas, pueden presentar entonces una anchura de hasta 1 m.

La solución de la invención se puede combinar con preferencia con otra invención, que ha sido presentada en una solicitud de patente paralela el mismo día que la presente solicitud de patente en la Oficina Alemana de Patentes y Marcas y con el 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", A tal fin, con preferencia la pala de rotor está dividida al menos en una sección extendida longitudinal en una sección delantera de la pala de rotor con el canto delantero perfilado y una sección trasera 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.

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.

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° y 5° . 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.

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.

Con preferencia, la nervadura comprende patas de nervadura, que configuran con la nervadura una forma con una cámara angular o una forma de una Z.

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. Con preferencia, 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.

5 Cuando con preferencia 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 perfilado hacia el canto trasero perfilado de la pala de rotor, es posible un tipo de construcción especialmente estable de la pala de rotor, de manera que en este caso la distancia de las bandas es relleno con un agente de unión como un encolado, por ejemplo de una resina.

10 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.

15 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 20 2008 038 620.0.

20 Con preferencia, la pala de rotor de acuerdo con la invención está desarrollada de tal forma que dos bandas en el lado de aspiración y dos bandas en el lado de presión de la pala de rotor están conectadas entre sí en unión positiva y/o por aplicación de fuerza y por unión del material. En este caso, esta conexión está prevista con preferencia a lo largo de una superficie de unión o bien de un canto de unión o bien de una zona de unión en la extensión longitudinal de la pala de rotor. En el marco de la invención, el concepto y superficie de unión y los conceptos de canto de unión, superficie de choque, canto de choque comprenden superficies adyacentes entre sí o superficies opuestas entre sí, que se conectan o están conectadas entre sí.

25 Con preferencia, al menos una nervadura conecta, respectivamente, las dos bandas, realizándose la conexión de manera correspondiente entre el lado de aspiración y el caso de presión de la pala de rotor.

30 De acuerdo con la invención, las bandas presentan en la zona de unión unas zonas, que se solapan transversalmente a la extensión longitudinal de la pala de rotor. Por ello debe entenderse especialmente que una banda, que está dispuesta junto a otra banda, solapa la otra banda o bien que las dos bandas engranan una dentro de la otra.

Por zona de unión se entiende en el marco de la invención especialmente un canto de choque, un canto de contacto, una zona de contacto, una superficie de contacto o bien superficie de choque.

35 Con preferencia, las bandas están configuradas en la zona de unión de forma complementaria, en particular en forma de una cola de milano, en forma de un chaflán o bien con chaflán, con ranura y lengüeta y/o escalonadas. De esta manera, resulta en comparación con una superficie de unión de las bandas, que están configuradas, perpendicularmente la extensión longitudinal, una superficie de conexión mayor, superficie de unión o bien un canto de unión mayor, de manera que se puede generar una conexión entre las bandas, que es más estable.

40 Con preferencia, está previsto un elemento de solape, que se extiende en la zona de unión transversalmente a la extensión longitudinal al menos sobre una parte de las bandas. El elemento de solape se puede considerar también como una banda o como un conector de bandas. El elemento de solape está conectado de manera correspondiente entonces con las bandas, por ejemplo a través de una conexión de encolado.

45 Con preferencia, el elemento de solape está alineado con una superficie de las bandas unidas o de la cáscara exterior de la pala de rotor, que está dispuesta transversalmente al canto de choque o bien al canto de unión de las bandas y transversalmente a la extensión longitudinal. De esta manera no se perturba la aerodinámica de la pala de rotor a través de los cantos en la superficie de la pala de rotor. Con preferencia, una de las dos bandas está conectada con la sección delantera de la pala de rotor y la otra de las dos bandas está conectada con la sección trasera de la pala de rotor.

50 Además, se indica una pareja de bandas para la utilización en una pala de rotor en una instalación de energía eólica, en la que la pareja de bandas presenta dos bandas dispuestas adyacentes entre sí, que están conectadas en la pala de rotor en unión por aplicación de fuerza y/o en unión positiva y en unión del material en una zona de unión y en la que las bandas de la pareja de bandas presentan el contorno de la pala de rotor en la zona de la pareja de bandas y se extienden al menos sobre una longitud de una sección en la extensión longitudinal de la pala de rotor. La extensión longitudinal corresponde en este caso a la definición ya indicada más arriba. Ésta se supone normalmente a partir de un centro de la raíz de la pala de rotor. La extensión longitudinal puede tener, sin embargo, también su

punto de partida alejado del centro de la raíz de la pala del rotor. A través de la conexión por aplicación de fuerza y/o en unión positiva, que es, además, una conexión por unión del material, es posible una conexión especialmente estable de las dos bandas en una pareja de bandas. De esta manera, se simplifica mucho la fabricación de palas de rotor correspondientes, que presentan tal pareja de bandas o, dado el caso, varias parejas de bandas.

- 5 Las bandas presentan en la zona de unión unas zonas o bien piezas, que se solapan transversalmente a la extensión longitudinal de la pala de rotor. Con preferencia, las bandas están configuradas de forma complementaria en la zona de unión, en particular en forma de una cola de milano, con chaflán, con ranura y lengüeta y/o escalonada.

- 10 Con preferencia, está previsto un elemento de solape, que se puede designar, por ejemplo, también como banda o como conector de banda, que se extiende en la zona de unión transversalmente a la extensión longitudinal al menos sobre una parte de las bandas y en particular a nivel con la pareja de bandas. Las bandas, que se conectan en particular también adicionalmente con el elemento de solape, presentan entonces escotaduras correspondientes, en las que encaja el elemento de solape.

- 15 La banda dividida o bien las bandas de la pareja de bandas tienen 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 o bien la pareja de bandas están curvadas y retorcidas de manera correspondiente en dirección axial longitudinal o en la extensión 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.

- 20 La división de la banda o bien la previsión de una pareja de bandas 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. De manera alternativa, la banda dividida puede entenderse también como dos bandas dispuestas adyacentes entre sí, cuya distancia es comparativamente pequeña. En la banda dividida se puede tratar, por lo tanto, también 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 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 piezas o bien secciones de palas de rotor o bien que las comprenden, es especialmente alta. Las bandas de la pareja de bandas están conectadas entre sí según la invención en una zona de unión, que se extiende en la dirección longitudinal de la pareja de bandas de acuerdo con la extensión longitudinal de la pala de rotor.

La banda dividida o bien la pareja de bandas está prevista con preferencia esencialmente sobre toda la extensión longitudinal de la pala de rotor.

- 35 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 presión de la pala de rotor, de manera que la nervadura forma con las partes de la banda un soporte en I. De esta manera es posible una pala de rotor especialmente estable.

- 40 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, con las siguientes etapas del procedimiento:

- 45 - 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,
- colocación de una primera banda de una pareja de bandas en la zona trasera del lado de aspiración y/o del lado de presión de una sección delantera de la pala de rotor y de una segunda banda de la pareja de bandas en la zona delantera del lado de aspiración y/o del lado de presión de una sección trasera de la pala de rotor,
- 50 - conexión, en particular encolado, de la primera banda con la segunda banda en una zona de unión, en la que en la zona de unión las superficies de unión adyacentes entre sí de las bandas de una pareja de bandas tienen forma complementaria y en la que las bandas presentan en la zona de unión unas zonas que se solapan transversalmente a la extensión longitudinal de la pala de rotor.

Por colocación se entiende en el marco de la invención especialmente también una introducción o aplicación.

Con preferencia, las bandas de la pareja de bandas están prefabricadas en una disposición según la invención de un molde de fabricación con una nervadura intermedia. Además, están previstas dos parejas de bandas, que sirven para la conexión de las secciones de palas del rotor fabricadas y divididas en la dirección longitudinal de la pala del rotor. Las dos bandas de una de las parejas de bandas están dispuestas de manera correspondiente en el lado de aspiración de las secciones delantera y trasera de la pala de rotor en el borde respectivo de la cáscara y de manera correspondiente las otras dos bandas de la segunda pareja de bandas en el lado de presión están dispuestas también en el borde respectivo de la cáscara, de manera que después de la conexión de las secciones de la pala del rotor, las superficies de unión correspondientes de las bandas o bien cantos de unión pueden encajar entre sí, y se pueden unir de manera correspondiente, por ejemplo a través de encolado.

En la superficie de unión se trata según la invención también de un canto de unión o bien perfil de unión, que está dispuesto en la zona de unión. De manera correspondiente, estos conceptos incluyen también los conceptos de zona de choque, zona de contacto, canto de choque, canto de contacto y similares. De manera correspondiente se configura una unión a través de las bandas respectivas de una pareja de bandas, que se rellenan con un agente de unión, en particular adhesivo.

Con preferencia, el procedimiento presenta las siguientes etapas del procedimiento:

- aplicación 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 de rotor, y de 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 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.

A través de la fabricación de una nervadura doble se eleva la estabilidad de la nervadura. La aplicación 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 de rotor y de 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 rotor, incluya la aplicación o introducción de estas piezas respectivas de la nervadura en el interior de las secciones de la pala de rotor, de manera que éstas se colocan en la pared interior de las secciones de la pala de rotor o bien de una banda dispuesta allí, Por aplicación o introducción se entiende también colocación.

Con preferencia, la aplicación o introducción de la primera y de la segunda pieza de nervadura comprende una conexión, en particular encolado, de la primera y de la segunda piezas de nervadura, respectivamente, en una banda en el lado de presión y en una banda en el lado de aspiración en cada sección de la pala de rotor.

A través de la conexión, en particular encolado, de la primera pieza de nervadura, especialmente en forma de abrazadera angular, se forma con preferencia un soporte en I, que comprende al menos cuatro bandas y una nervadura doble. De esta manera es especialmente fácil conectar las dos secciones de la pala de rotor entre sí, de manera que resulta una estructura muy estable.

Con preferencia, el procedimiento para la fabricación de una pala de rotor de una instalación de energía eólica se configura a través de las siguientes etapas del procedimiento:

- aplicación e introducción de una nervadura que se extiende esencialmente desde el lado de presión hacia el lado de aspiración, que presenta al menos dos patas de nervadura, en una primera sección dividida de la pala de rotor, de manera que una parte de las patas de nervadura se proyecta desde la sección de pala de rotor,
- conexión, en particular encolado de las piezas salientes de las patas de nervadura con una segunda sección dividida de la pala de rotor.

Con preferencia, a través de la conexión, en particular encolado de la nervadura con las secciones de palas de rotor se forma un soporte en I, que comprende cuatro bandas y la nervadura. Por el concepto de aplicación o introducción se puede entender también una colocación.

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

Con preferencia, para la previsión de dos secciones de pala de rotor fabricadas y divididas en la extensión longitudinal de la pala de rotor al menos en una sección de pala de rotor se conectan entre sí, en particular se

encolan una sección lateral de aspiración y una sección lateral de presión.

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

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

10 El procedimiento de acuerdo con la invención y los desarrollos del procedimiento de acuerdo con 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 pala de rotor o bien las secciones del lado de aspiración y las secciones del lado de presión como también nervaduras y similares. Alternativamente estos componentes pueden estar dispuestos o bien retenidos también al menos en parte todavía en una forma de fabricación. Una forma de fabricación correspondiente se publica en la solicitud de patente alemana DE 10 2008 038 620.0 mencionada anteriormente.

15 Según la invención, en la zona de unión, las superficies adyacentes entre sí, que se pueden designar espacialmente como cantos de choque, superficies de choque o superficies de unión o cantos de unión, están configuradas de forma complementaria a las bandas de una pareja de bandas. Con preferencia, la conexión es una conexión inmediata, en particular encolado, de manera que las superficies dirigidas entre sí, como las superficies de unión de las bandas, tienen dispuestas entre sí sólo un medio de unión, como por ejemplo un adhesivo.

20 A través de un procedimiento para la fabricación de una pareja de bandas de una pala de rotor de una instalación de energía eólica, en particular para la fabricación de una pala de rotor según la invención, siendo fabricada la pareja de bandas en un molde de fabricación, que presenta el contorno de la pala de rotor en la zona de la pareja de bandas y se extiende al menos sobre la longitud de una sección de la pala de rotor, en particular en la extensión longitudinal, 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 de rotor en particular sirve para conectar segmentos de cáscara o bien secciones de la pala de rotor o secciones del lado de aspiración y del lado de presión con la pareja de bandas, de manera que es posible una fabricación muy exacta de una pala de rotor fabricada con ella. En particular, manteniendo 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 de rotor y con preferencia desde 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 de la unión o bien una exactitud de la conexión muy alta.

35 Con preferencia, la sección se extiende desde una zona en la proximidad de la raíz de la pala de rotor hasta la punta de la pala de rotor o hasta un extremo de la sección de la pala de rotor en la proximidad de la punta de la pala de rotor. En este caso, especialmente en la última variante con la extensión hasta un extremo de la sección de la pala de rotor en la proximidad de la punta de la pala de rotor está prevista una fabricación de la pala de rotor, en la que se coloca una punta de pala de rotor prefabricada en una sección de pala de rotor dividida extendida alargada. A tal fin entonces la pareja de bandas está adaptada de manera correspondiente a la longitud de la sección dividida de la pala de rotor y en concreto a secciones de la pala de rotor divididas en la extensión longitudinal. La sección de la punta de pala de rotor prefabricada o bien la punta de pala de rotor prefabricada pueden presentar en este caso una longitud desde menos de algunos centímetros hasta varios metros, en particular hasta 5 m.

40 Con preferencia, está prevista una nervadura intermedia, en particular nervadura central, en el molde de fabricación, que está configurado 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 "pareja de bandas" incluye también dos bandas, que se fabrican adyacentes en un molde de fabricación o también el concepto "en dirección axial longitudinal o bien extensión longitudinal de la pala de rotor".

45 Con preferencia, las bandas de una pareja de bandas presentan escotaduras, en las que se encola un elemento de solape. Además, con preferencia entre una banda sobre el lado de aspiración de la pala de rotor y una banda sobre el lado de presión de la pala de rotor se encola una nervadura.

50 Además, se cometido se soluciona por medio del conjunto de un molde de fabricación para la fabricación de una pareja de bandas para la utilización en una pala de rotor, con una nervadura intermedia, caracterizado por que el molde de fabricación presenta el contorno de la pala de rotor en la zona de la pareja de bandas sobre el lado de aspiración o el lado de presión de la pala de rotor y se extiende al menos sobre la longitud de una sección en la extensión longitudinal de la pala de rotor, estando prevista la nervadura intermedia para separar las bandas durante la fabricación y para definir frente a una nervadura intermedia dispuesta sólo perpendicularmente al contorno una

superficie de unión mayor de las bandas entre sí.

Con preferencia, para el alojamiento de la nervadura intermedia está prevista una ranura en el molde de fabricación. Con preferencia, la nervadura intermedia presenta una extensión, que provoca en las bandas acabadas un solape de una parte de las bandas transversalmente a la extensión longitudinal del molde de fabricación. Con preferencia, la nervadura intermedia genera una cola de milano, un chafán, una ranura, una lengüeta y/o un escalón en las bandas acabadas, de manera que, como se ha dicho, las formas geométricas provocadas o bien generadas son complementarias en cada caso de la forma de las bandas vecinas de una pareja de bandas. Por de forma complementaria se entiende también una forma de las piezas o bien bandas correspondientes, que tienen una unión dispuesta entre ellas, que se puede llenar o está llena de manera correspondiente con un agente de unión, como un adhesivo.

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:

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 otra pala de rotor según la invención de una instalación de energía eólica.

La figura 3 muestra una representación esquemática en sección de componentes correspondientes de una pala de rotor en dispositivos de unión correspondientes en un estadio avanzado de la fabricación de la pala de rotor.

La figura 4 muestra una representación esquemática a través de una pareja de bandas acabadas en una pala de rotor.

La figura 5 muestra una representación esquemática a través de una pareja de bandas acabadas en una pala de rotor.

La figura 6 muestra una representación esquemática a través de una pareja de bandas acabadas en una pala de rotor.

La figura 7 muestra una representación esquemática a través de una pareja de bandas acabadas en una pala de rotor.

La figura 8 muestra una representación esquemática a través de una pareja de bandas acabadas en una pala de rotor.

La figura 9 muestra una representación esquemática a través de una pareja de bandas acabadas en una pala de rotor.

La figura 10 muestra una representación esquemática a través de una pareja de bandas acabadas en una pala de rotor.

La figura 11 muestra una representación esquemática a través de una pareja de bandas acabadas en una pala de rotor.

La figura 12 muestra una representación esquemática de un conjunto según la invención de un molde de fabricación para la fabricación de una pareja de bandas con una nervadura intermedia.

La figura 13 muestra otra representación esquemática de un conjunto de acuerdo con la invención de un molde de fabricación para la fabricación de una pareja de bandas con una nervadura intermedia.

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.

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 16 presenta, además, un canto delantero perfilado 16 (saliente) y un canto trasero perfilado 17.

Además, se representa esquemáticamente una pareja de bandas que está constituida por las bandas 28 y 29. Está prevista una zona de unión 50. 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.

La figura 2 muestra una pala de rotor 10 según la invención representada esquemáticamente. En esta pala de rotor está prevista una división longitudinal de la pala de rotor 10 en secciones de la pala de rotor 21 y 22, siendo realizada la división a lo largo de una extensión longitudinal 11 o bien 11' u 11". La extensión longitudinal 11 parte desde la raíz de la pala de rotor hacia la punta de la pala de rotor 13. La extensión longitudinal 11' se extiende desde la raíz de la pala de rotor esencialmente hasta la punta de la pala de rotor 13 y termina en la zona de la punta de la pala de rotor 13 a una distancia h2 desde esta punta. De manera correspondiente, en una división en la extensión longitudinal 11", ésta pueda 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 prefabricada de pala de rotor y la pala de rotor restante o bien sección de pala de rotor 20. La punta de la pala de rotor no tiene que estar dividida en este caso, por ejemplo, en la extensión longitudinal.

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

La figura 3 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.

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 3, 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.

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.

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 62 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 63 está conectado con la tercera pieza de articulación 40 o está ajustado en ésta. En el dispositivo de posicionamiento 63, sobre elementos de aspiración 44 está fijada una pieza de nervadura 25. La pieza de nervadura 25 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.

Previamente ya ha sido encolada una nervadura 27 de manera correspondiente entre las bandas 29 y 31 y, en concreto, a través del encolado 23 y 24 en las paras de nervadura, que no tienen aquí ningún signo de referencia. A tal fin, la pieza de articulación 41 ya ha sido pivotada de manera correspondiente alrededor del eje de articulación 46. De manera correspondiente, también entonces, como ya se ha representado en la figura 3, la primera pieza de articulación 38 ha sido pivotada alrededor del eje de articulación 45, de manera que se ha realizado un encolado 68 de la pata de nervadura 67 con la banda 28. También esto es posible con mucha exactitud. 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.

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.

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.

Ambas secciones de la pala del rotor en forma del cajón saliente 21 y del cajón extremo 22 se encolan entre sí en las superficies de unión, de manera que se realiza un encola inmediato de las bandas 28 a 31. El medio adhesivo puede ser una resina de infusión o una resina adhesiva de baja viscosidad. También puede estar introducida adicionalmente todavía una estructura de fibras de vidrio. El hueco remanente, que resulta a través del medio de unión entre las bandas 28 a 31 y las cáscaras 32 a 35 correspondientes de la pala de rotor y también a través del espesor de estos segmentos de cáscara se puede cerrar enrasado también de manera correspondiente a través de medio adhesivo, dado el caso completado por medio de una estructura de fibras de vidrio.

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.

Para con seguir una resistencia suficiente al pandeo de la pala de rotor fabricada 10, la pala puede presentar adicionalmente una nervadura de canto trasero. 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 25, 26 y 27 se realizan con preferencia a través del dispositivo de posicionamiento indicado en la figura 3, 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 12 y 13 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 12, 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 13 está prevista adicionalmente todavía otra cavidad, que están separadas por las nervaduras 59 y 59' y de manera correspondiente una nervadura intermedia 57. En este ejemplo de realización, no sólo se fabrican dos bandas 28 y 29, que presentan escotaduras correspondientes, sino también un conector de bandas 74 que, como se representa en la figura 5, provoca fuerzas de retención adicionales durante la unión de las bandas 28 y 29. De acuerdo con la invención, está prevista una disposición correspondiente de una forma de fabricación 54 o bien 55 con una nervadura intermedia 56 y 57, respectivamente, presentando la nervadura intermedia 56 y 57 una forma de acuerdo con la invención.

En la fabricación de las bandas 28 y 29 se insertan fibras de vidrio secas en el molde y se impregnan a través de un

bebedero de resina por medio de las conexiones de bebedero de resina 83, 84 y 86 en las cavidades con una resina. 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 corresponde 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 12 y la figura 13 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 12 y 13 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.

En la forma de realización según las figuras 12 y 13, ambas bandas 28, 29 son desmoldeadas en común fuera del molde de fabricación 54 y 55, respectivamente y a continuación se retira la nervadura intermedia. De esta manera, pueden resultar menos errores de alineación de la nervadura intermedia que, sin embargo, no tienen importancia, puesto que las dos mitades de la banda están configuradas siempre complementaria, es decir, esencialmente de la misma forma.

En la figura 13 se fabrica simultáneamente con las bandas 28 y 29 el conector de banda 74, de manera que también éste es complementario en cuanto a la forma de las mitades de banda o bien de las bandas 28 y 29 y de esta manera ajusta allí en cada posición de la sección de la pala de rotor con las bandas 28 y 29 en las escotaduras.

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 fabricadas 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 partes 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 27m 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.

Las figuras 4 a 10 muestran diferentes formas de realización de la unión de dos bandas 28 y 29 de una pareja de bandas. En este caso, las formas de realización se diferencian por configuraciones diferentes de las superficies de unión o bien superficies de choque. Las bandas 28 y 29 están colocadas de manera correspondiente en los segmentos de cáscara 32 y 35 con un encolado 71 o bien 72. En la zona de unión 50 tiene lugar un encolado entre los cantos de choque o bien cantos de unión 75 y 76 de las bandas 28 y 29. Además, por encima de las bandas, los segmentos de cáscara 32 y 35 están provistos también con un encolado 73. El encolado puede ser, por ejemplo, un bebedero de resina, que puede estar provisto también con una estructura de fibras. En el marco de la descripción de las figuras 4 a 10 se representan solamente las uniones de las bandas 28 y 29 sobre un lado de las palas de rotor. No obstante, las formas de realización están previstas también en las otras bandas 30 y 31.

En la figura 4 se representa esquemáticamente una conexión de cola de milano. A través de la conexión de cola de milano se consigue una superficie de unión mayor en la conexión que una superficie, como se representa, por ejemplo, en la figura 6. Esto conduce a una estabilidad elevada de la unión.

En la figura 5 se representa una forma de realización, en la que en las bandas 28 y 29 está prevista una escotadura, en la que está introducido un conector de banda 74. De manera correspondiente, el conector de banda 74 está dispuesto en la zona de unión y conecta las bandas 28 y 29 también en los cantos de choque 75, 76 así como 77 y 78 correspondientes.

En la figura 6 está prevista otra forma de realización de una conexión correspondiente de bandas 28 y 29, previendo este ejemplo de realización una banda 29 relativamente ancha y una banda 28 relativamente estrecha. Esta forma de realización se emplea, por ejemplo, cuando debe colocarse un segmento saliente relativamente pequeño en un cajón extremo relativamente grande. En este caso, entonces las fuerzas, que actúan sobre el lugar de unión o bien la zona de unión 50, no son tan fuertes como en el caso de una división de la pala de rotor en secciones aproximadamente del mismo tamaño.

En la figura 7 se representa de nuevo una ampliación de las superficies de unión 75 y 76, que se da a través de una especie de unión de lengüeta y ranura o bien una unión de lengüeta y ranura parcial. También podría existir una

conexión de ranura y lengüeta completa insertando una pieza intermedia de una banda 28, por ejemplo, totalmente en una escotadura de la banda 29, lo que no se representa, sin embargo, en las figuras.

En las figuras 8 y 9, en la zona de unión 50 las superficies de unión están biseladas. Según la figura 8, las superficies de unión 75 y 76 están todavía acodadas y según la figura 9, éstas están constituidas exclusivamente de un chaflán en un ángulo predeterminado.

En la figura 11 está prevista una superficie de unión irregular o retorcida 75 y 76, respectivamente, de manera que éstos son complementarios en la forma de manera correspondiente entre sí.

La figura 11 muestra esquemáticamente todavía un ejemplo de realización, en el que el cajón extremo de una pala de rotor 10 representada en la sección está configurado por dos bandas 25 y 26, que están encoladas con las bandas 39 y 31. A este respecto se forma un cajón de larguero. El cajón de larguero 21 debe ser relativamente pequeño, de manera que no es necesaria ninguna nervadura entre las bandas 28 y 30 más pequeñas menos anchas.

Lista de signos de referencia

15	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
20	15	Perfil de la sección transversal
	16	Canto delantero perfilado
	17	Canto trasero perfilado
	18	Lado de aspiración
	19	Lado de presión
25	20	Sección
	21	Cajón saliente
	22	Cajón extremo
	23	Encolado
	24	Encolado
30	25	Nervadura
	26	Nervadura
	27	Nervadura
	28	Banda
	29	Banda
35	30	Banda
	31	Banda
	32	Segmento de cáscara
	33	Segmento de cáscara
	34	Segmento de cáscara
40	35	Segmento de cáscara
	36	Dispositivo de unión
	37	Dispositivo de unión
	38	Primera pieza articulada
	39	Segunda pieza articulada
45	40	Tercera pieza articulada
	41	Cuarta pieza articulada
	42	Rueda
	43	Rueda
	44	Elemento de aspiración
50	45	Eje de articulación
	46	Eje de articulación
	47	Nervadura doble
	50	Zona de unión
	51	Segmento saliente
55	54	Molde de fabricación
	55	Molde de fabricación
	56	Nervadura central
	57	Nervadura intermedia
	58	Escotadura
60	59, 59'	Nervadura
	60	Encolado

	61	Encolado
	62	Dispositivo de posicionamiento
	63	Dispositivo de posicionamiento
	64.67	Pata de nervadura
5	68	Encolado
	69	Encolado
	70	Encolado
	71	Encolado
	72	Encolado
10	73	Encolado
	74	Conector de banda
	75	Superficie de unión
	76	Superficie de unión
	77	Superficie de unión
15	78	Superficie de unión
	80	Lámina de vacío
	81	Conexión de vacío
	82	Conexión de vacío
	83	Conexión de bebedero de resina
20	84	Conexión de bebedero de resina
	85	Flecha
	86	Conexión de bebedero de resina
	94	Sección de punta de pala de rotor
	95	Canto de unión
25	h1	Distancia
	h2	Distancia
	α	Ángulo
	β	Ángulo
30		

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 al menos dos bandas (28 – 31, 74), que presentan en una zona de unión (50), que se extiende en la dirección longitudinal (11, 11', 11'') de la pala de rotor (10), una conexión de unión positiva y/o por aplicación de fuera y por unión del material, en la que dos bandas (28, 29, 30, 31) están dispuestas adyacentes entre sí, en la que las bandas (28 – 31, 74) presentan en la zona de unión (50) unas zonas, que se solapan transversalmente a la extensión longitudinal (11, 11', 11'') de la pala de rotor (10).
- 2.- Pala de rotor (10) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada por que dos bandas (30, 31) están conectadas entre sí en el lado de aspiración (18) y dos bandas (28, 29) están conectadas entre sí en el lado de presión (19) de la pala de rotor (10) en unión positiva y/o por aplicación de fuerza y en unión del material, en la que especialmente al menos una nervadura (25 – 27) conecta entre sí, respectivamente, dos bandas (28 – 31) desde el lado de presión (19) hacia el lado aspiración (18).
- 3.- Pala de rotor (10) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada por que las bandas (28 – 31, 74) en la zona de unión (50) están configuradas complementarias, en particular en forma de una cola de milano, con chaflán, con ranura y lengüeta y/o escalonadas.
- 4.- Pala de rotor (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizada por que está previsto un elemento de solape (74), que se extiende en la zona de unión (50) transversalmente a la extensión longitudinal (11, 11', 11'') al menos sobre una parte de las bandas (28 – 31), en la que especialmente el elemento de solape (74) está alineado con una superficie, dispuesta transversalmente a la superficie de unión (75, 78) de las bandas (28 – 31) y transversalmente a la extensión longitudinal (11, 11', 11''), de las bandas (28 – 31) unidas o de la cáscara exterior (32, 33, 34, 35) de la pala de rotor (10), en la que especialmente una de las dos bandas (28 – 30) está conectada con la sección delantera de la pala de rotor (21) y la otra de las dos bandas (29 – 31) está conectada con la sección trasera de la pala de rotor (22).
- 5.- 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) (saliente) 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), con 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),
 - colocación de una primera banda (28 – 31) de una pareja de bandas (28, 29; 30, 31) en la zona trasera del lado de aspiración (18) y/o del lado de presión (19) de una sección delantera de la pala de rotor (21) y de una segunda banda (28 – 31) de la pareja de bandas (28, 29; 30, 31) en la zona delantera del lado de aspiración (18) y/o del lado de presión (19) de una sección trasera de la pala de rotor (22),
 - conexión, en particular encolado, de la primera banda (28, 30) con la segunda banda (29, 31) en una zona de unión (50), en la que en la zona de unión (50) las superficies de unión (75 – 78) adyacentes entre sí de las bandas (28 – 31) de una pareja de bandas (28, 29; 30, 31) tienen forma complementaria y en la que las bandas presentan en la zona de unión unas zonas que se solapan transversalmente a la extensión longitudinal de la pala de rotor.
- 6.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado por que la conexión es una conexión directa, en particular encolado, de manera que las superficies de unión (75 – 78) dispuestas adyacentes entre sí de las bandas (28 – 31) tienen dispuesto entre ellas solamente un medio de unión (60, 61, 68, 69).
- 7.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5 ó 6, caracterizado por que las bandas (28 – 31) de una pareja de bandas (28, 29; 30, 31) presentan escotaduras, en las que se encola un elemento de solape (74), en el que especialmente entre una banda (28 – 31) sobre el lado de aspiración (18) de la pala de rotor (10) y una banda (28 –

31) sobre el lado de presión (19) de la pala de rotor (10) se encola una nervadura (25 – 27).

5 8.- Conjunto de un molde de fabricación (54, 55) para la fabricación de una pareja de bandas (28, 29; 30, 31), en particular de acuerdo con una de las reivindicaciones 5 a 7, para la utilización en una pala de rotor (10), en particular de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, con una nervadura intermedia (56, 57), caracterizado por que el
10 molde de fabricación (54, 55) presenta el contorno de la pala de rotor (10) en la zona de la pareja de bandas (28, 29; 30, 31) sobre el lado de aspiración (18) o el lado de presión (19) de la pala de rotor (10) y se extiende al menos sobre la longitud (20) de una sección en la extensión longitudinal (11, 11', 11'') de la pala de rotor (10), estando prevista la nervadura intermedia (56, 57) para separar las bandas (28 – 31) durante la fabricación y para definir frente a una nervadura intermedia dispuesta sólo perpendicularmente al contorno una superficie de unión (75, 78) mayor de las bandas (28 – 31) entre sí.

9.- Conjunto de acuerdo con la reivindicación 8, caracterizado por que para el alojamiento de la nervadura intermedia (56, 57) está prevista una ranura (58) en el molde de fabricación (54, 55).

15 10.- Conjunto de acuerdo con la reivindicación 8 ó 9, caracterizado por que la nervadura intermedia (56, 57) presenta una extensión, que provoca en las bandas (28 – 31) fabricadas un solape de una parte de las bandas (28 – 31) transversalmente a la extensión longitudinal (11, 11', 11'') del molde de fabricación (54, 55).

11.- Conjunto de acuerdo con una de las reivindicaciones 8 a 10, caracterizado por que la nervadura intermedia (56, 57) genera una cola de milano, un chaflán, una ranura, una lengüeta y/o un escalón en las bandas fabricadas.

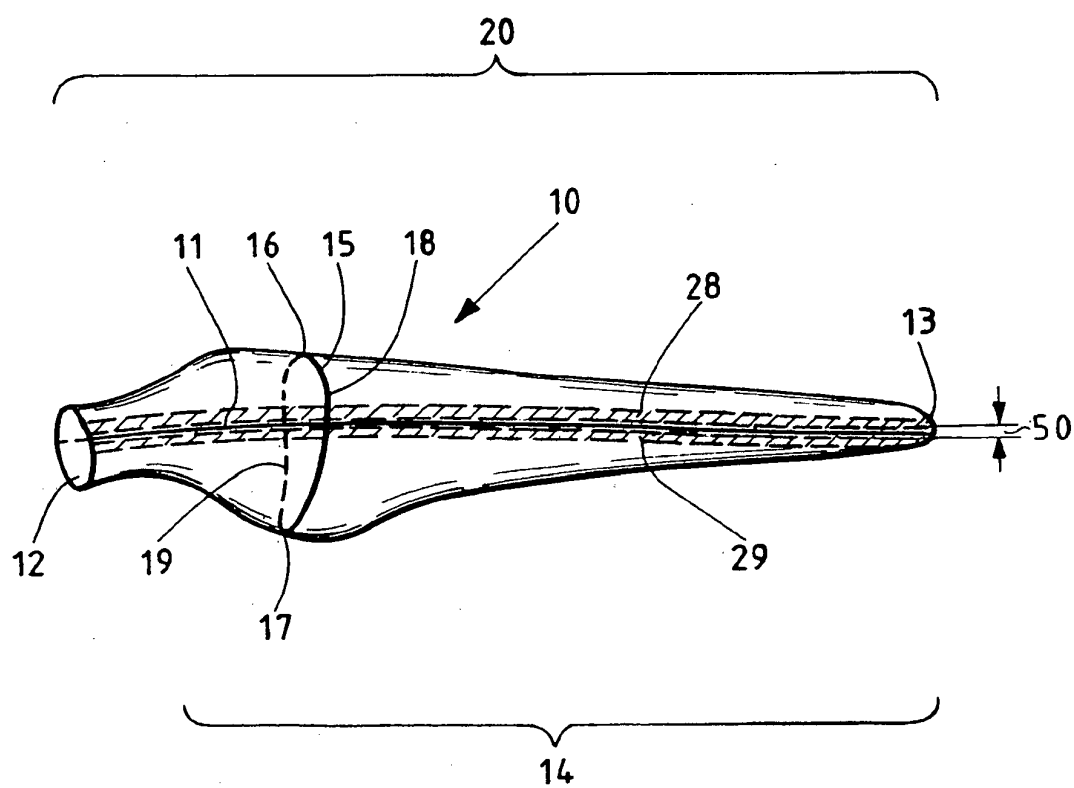


Fig. 1

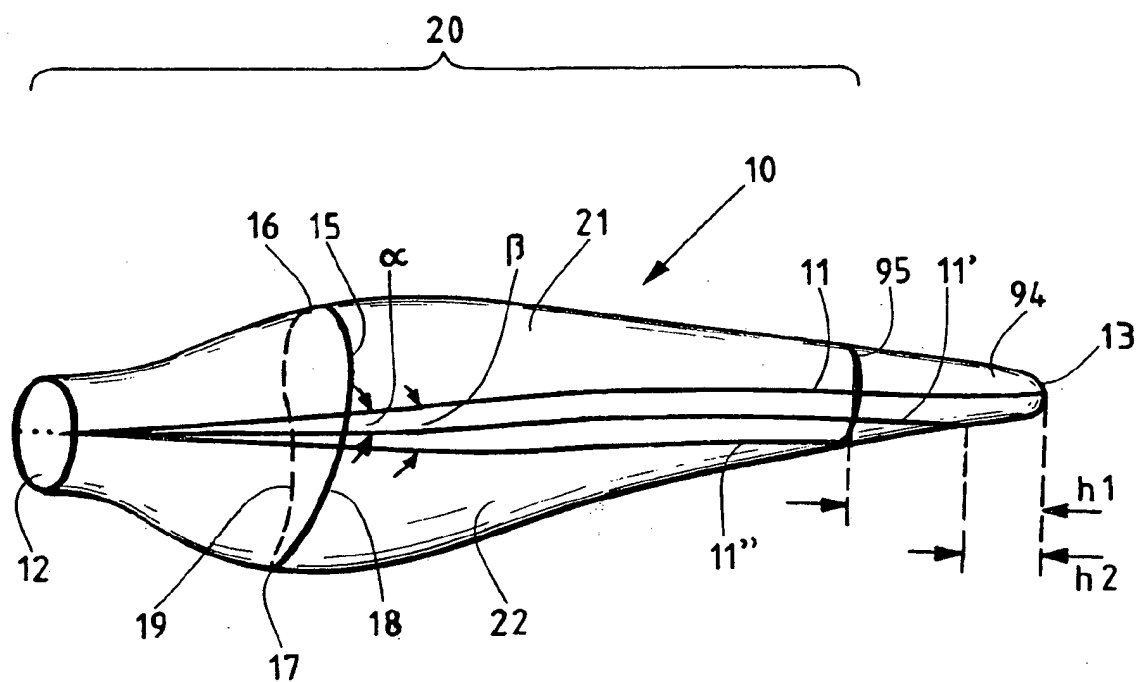


Fig. 2

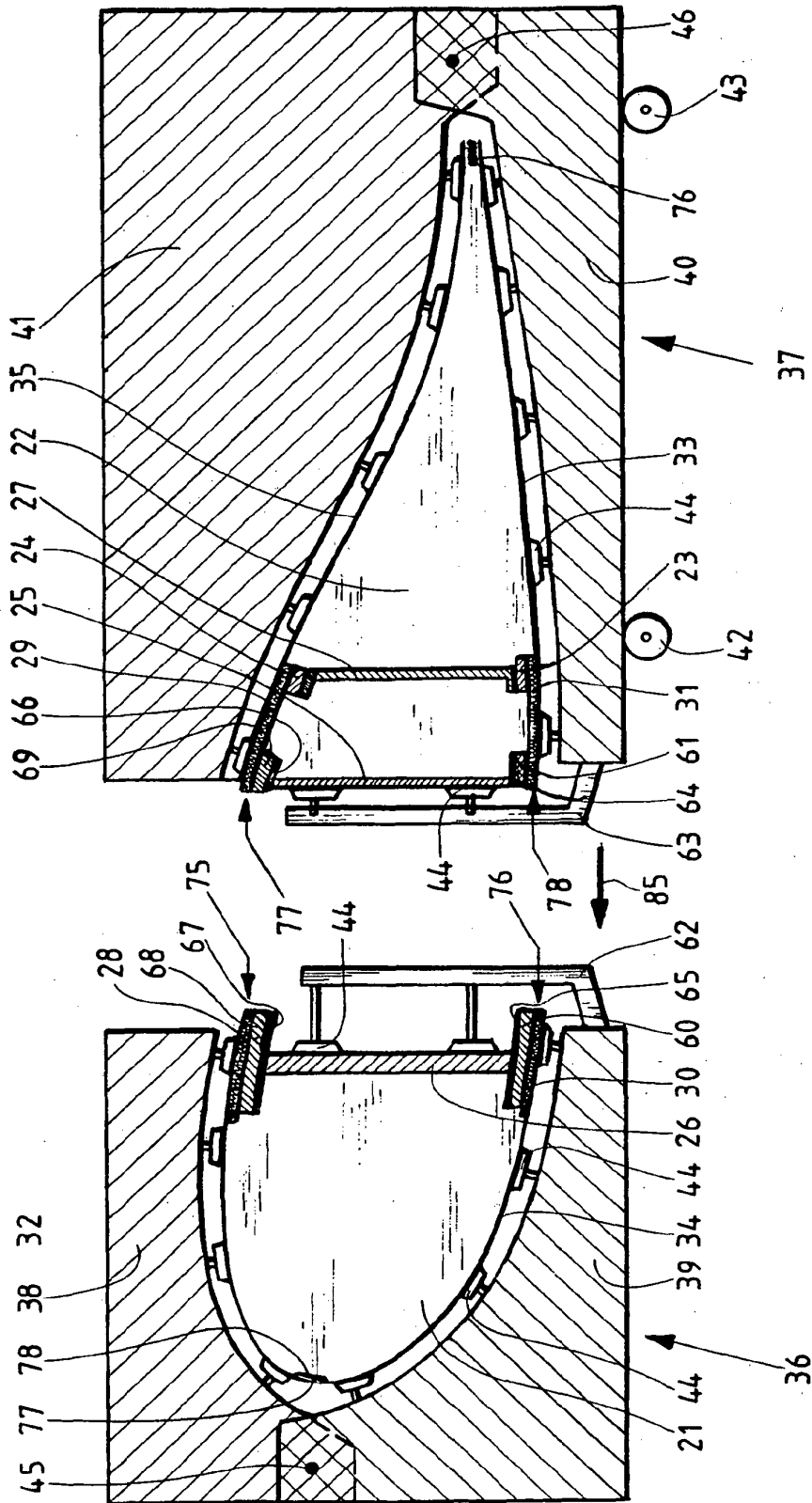


Fig. 3

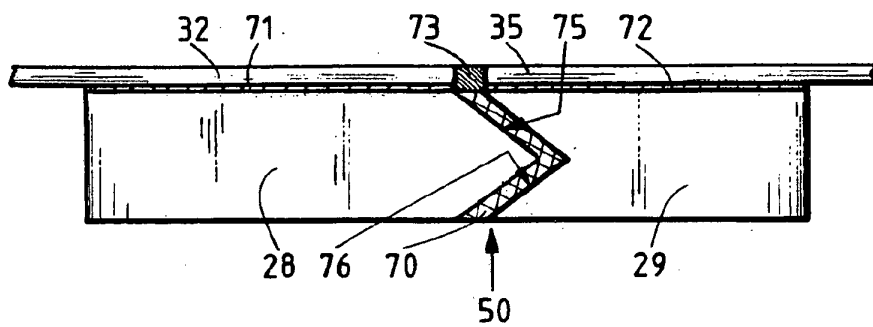


Fig. 4

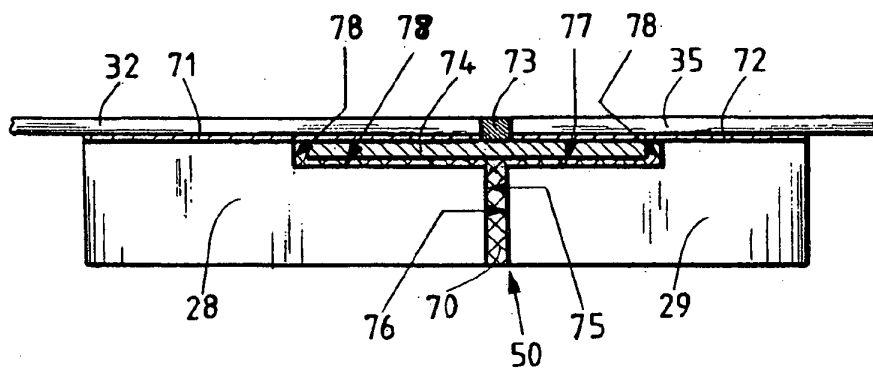


Fig. 5

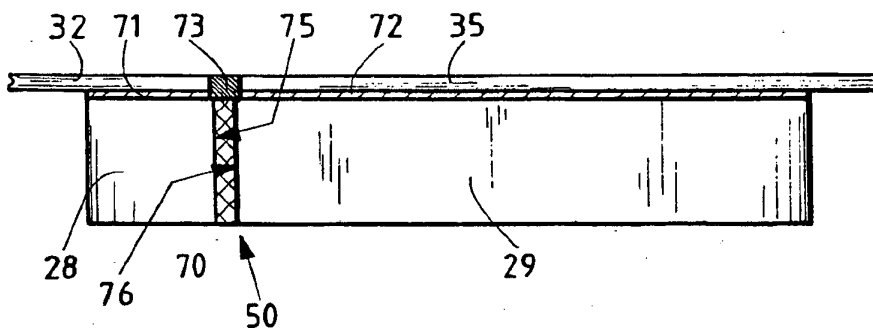


Fig. 6

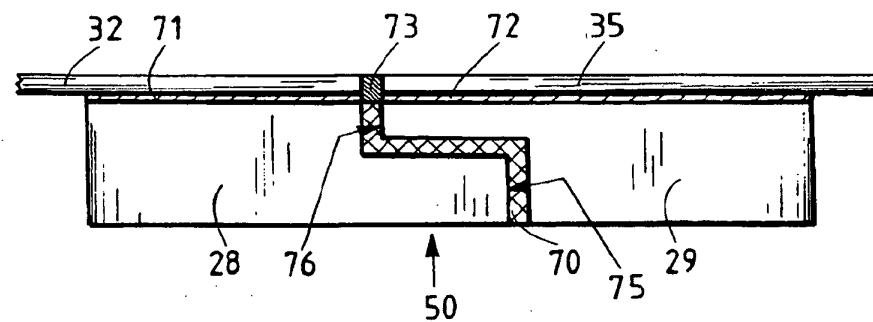


Fig. 7

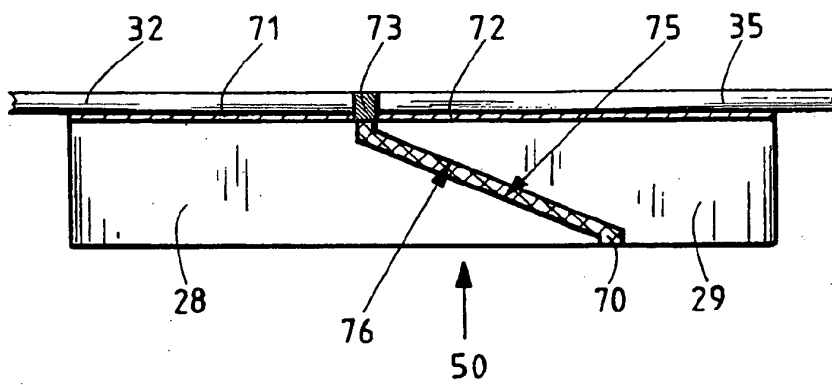


Fig. 8

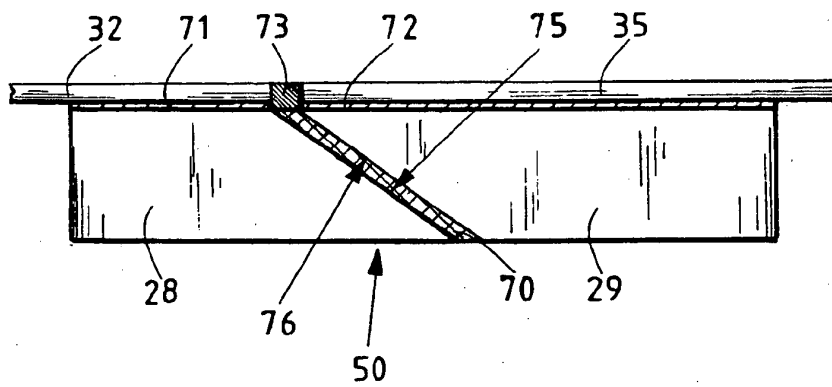


Fig. 9

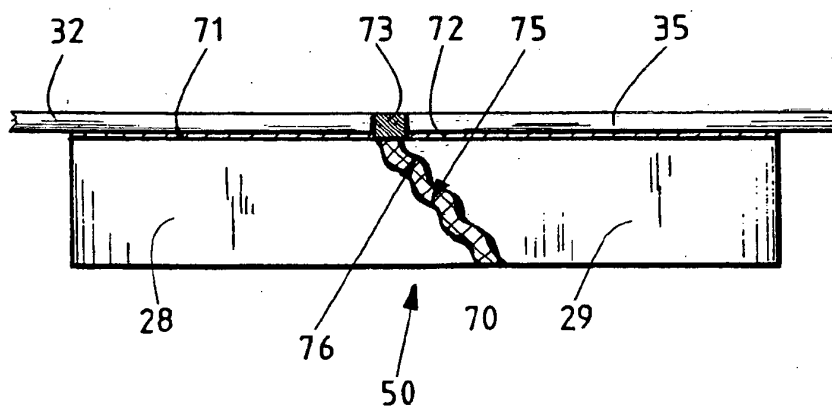


Fig. 10

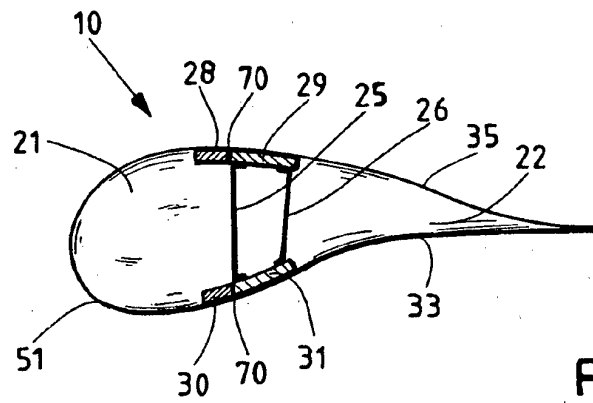


Fig. 11

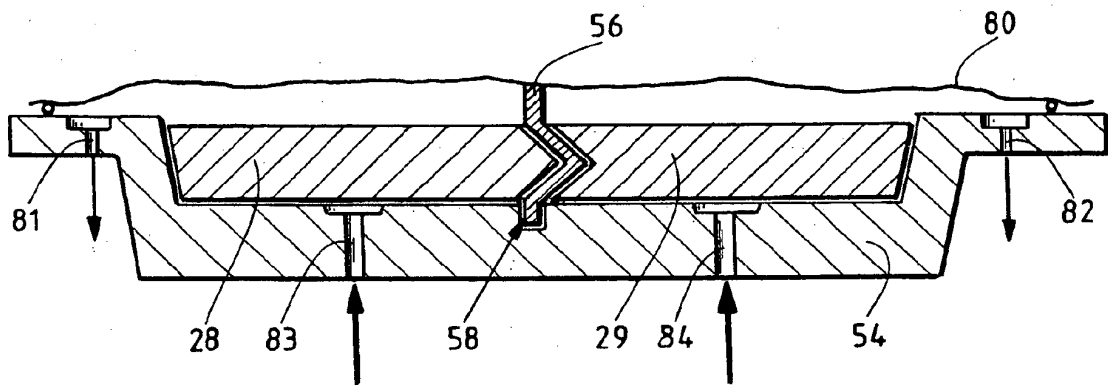


Fig. 12

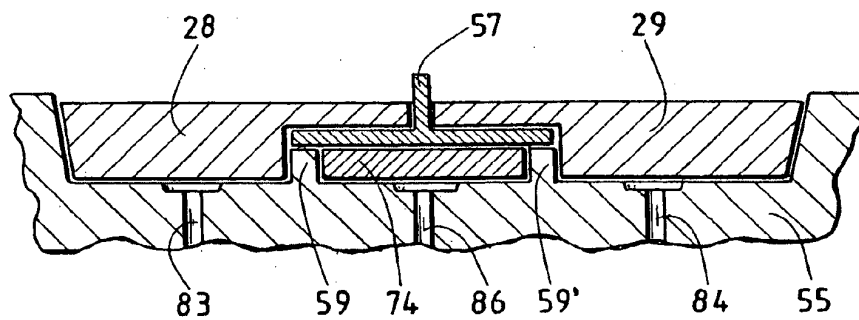


Fig. 13