

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 684 123**

51 Int. Cl.:

**B29D 99/00** (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.02.2008 PCT/DK2008/000063**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.09.2008 WO08104174**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.02.2008 E 08700934 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.07.2018 EP 2126349**

54 Título: **Una pala de turbina eólica y método para el ensamblaje de una pala de turbina eólica**

30 Prioridad:

**27.02.2007 DK 200700297**

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

**01.10.2018**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**HANCOCK, MARK**

74 Agente/Representante:

**ARIAS SANZ, Juan**

ES 2 684 123 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**

Una pala de turbina eólica y método para el ensamblaje de una pala de turbina eólica

**5 Antecedentes de la invención**

La invención se refiere a una estructura de refuerzo para una pala de turbina eólica de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1, a una pala de turbina eólica, a un método para el ensamblaje de una pala de turbina eólica y al uso de la misma.

10

**Descripción de la técnica relacionada**

Una turbina eólica conocida en la técnica comprende una torre de turbina eólica y una góndola de turbina eólica situada en la pieza superior de la torre. Se conecta un rotor de turbina eólica con un cierto número de palas de turbina eólica a la góndola a través de un árbol de baja velocidad, como se ilustra en la figura 1.

15

El desarrollo de turbinas eólicas producidas en masa se ha movido siempre hacia hacerlas mayores en capacidad y por ello también en tamaño. Este proceso pide componentes y métodos de fabricación mejores y más eficientes en coste, y particularmente en el campo de las palas de turbina eólica producidas en masa, este desarrollo ha sido profundo, porque el promedio de las palas de turbina eólica producidas en masa a lo largo de los últimos años a más que doblado su longitud.

20

Las palas de turbina eólica conocidas en la técnica se fabrican típicamente de compuesto de fibra de vidrio y resina reforzado con metal, madera y/o fibras de carbono. Las palas se fabrican normalmente mediante el moldeo de dos mitades de pala en dos moldes independientes. Cuando las mitades de pala se endurecen se prevé la conexión de la superficie con un adhesivo y se proporciona una estructura de refuerzo dentro de una de las semi-palas donde después se colocan las mitades una encima de la otra.

25

Una realización de una pala y procedimiento de ensamblaje de palas de ese tipo puede hallarse en la solicitud de patente internacional WO 2006/089550.

30

Un problema con este diseño de pala y método de ensamblaje es que puede ser muy difícil asegurar una colocación correcta de la estructura de refuerzo en el interior de la pala.

35

El documento US5417549 describe un dispositivo de bloque de relleno de larguero expandible para una hélice de helicóptero. El bloque de relleno se inserta dentro del extremo de raíz del larguero e impide que el larguero se colapse cuando se atornilla el larguero a un buje.

40

El documento US5087187 describe un método de realización de componentes de aeronave de compuesto que tienen largueros curados de modo integral. El método implica la inserción de un conjunto de mandril dentro de la pieza y el posicionamiento de los largueros usando cilindros neumáticos asociados con el conjunto de mandril.

40

El documento US5332178 describe un ala de compuesto para una aeronave que tiene largueros internos. Durante la fabricación del ala, se infla una cámara dentro del ala. La cámara empuja los largueros contra el revestimiento exterior del ala y entre sí.

45

Un objeto de la invención es por lo tanto proporcionar medios y un método para un ensamblaje más eficiente en coste de una pala de turbina eólica.

**50 La invención**

La invención proporciona una pala de turbina eólica que comprende una estructura de refuerzo entre primera y segunda carcasa de pala. La estructura de refuerzo comprende el menos una primera pieza de refuerzo adaptada para conectarse a una primera carcasa de pala de la pala de turbina eólica, y al menos una segunda pieza de refuerzo adaptada para conectarse a una segunda carcasa de pala de la pala de turbina eólica en donde la al menos una primera pieza de refuerzo y/o la al menos una segunda pieza de refuerzo comprenden medios de ajuste que permiten que la primera pieza de refuerzo y la segunda pieza de refuerzo se desplacen relativamente entre sí, al menos durante el ensamblaje de la pala de turbina eólica y en la que los medios de ajuste comprenden medios de empuje dispuestos para forzar dicha primera pieza de refuerzo (9) y dicha segunda pieza de refuerzo (12) a separarse entre sí al menos durante el ensamblaje de dicha pala de turbina eólica (5).

55

60

Proporcionar a la pala una estructura de refuerzo que comprende dos piezas de refuerzo que pueden desplazarse relativamente entre sí es ventajoso porque de ese modo —en una forma simple y barata— es posible compensar completa o parcialmente cualquier imprecisión, inexactitud o desalineación de las piezas de refuerzo, las carcasas de pala o el procedimiento de ensamblaje y al proporcionar medios de empuje que intentan forzar a separarse las piezas de refuerzo —al menos durante el proceso de ensamblaje— es posible, de una forma simple y eficiente,

65

proporcionar presión a, por ejemplo, conexiones encoladas entre las piezas de refuerzo y las carcasas de pala durante el ensamblaje, para forzar a la pala a una forma deseada, para compensar las fuerzas de gravedad durante el proceso de ensamblaje o de otras formas asistir o ayudar en el proceso de ensamblaje.

5 Debería remarcarse que el término "estructura de refuerzo" se ha de entender como cualquier clase de estructura aparte de las carcasas de la pala, que se proporciona en las palas para asegurar la forma de la pala, para asegurar la rigidez de la pala o en otra forma asistir al mantenimiento de la forma y/o función de las palas.

10 En un aspecto de la invención, dichos medios de ajuste comprenden medios de guía para el guiado de un desplazamiento relativo entre dicha primera pieza de refuerzo y dicha segunda pieza de refuerzo.

Al proporcionar medios de ajuste con medios de guiado es posible asegurar que las piezas solo se mueven en direcciones en las que se desea el movimiento, mediante lo que se proporciona una estructura de refuerzo más eficiente.

15 En un aspecto de la invención, dichos medios de guiado permiten el desplazamiento sustancialmente solo en una dirección.

20 Al hacer que los medios de guiado permitan el desplazamiento solamente en una dirección es posible controlar más precisamente el proceso de ensamblaje.

Debería remarcarse que la expresión "sustancialmente solo en una dirección" ha de entenderse que los medios de guiado proporcionan a las piezas de refuerzo sustancialmente solo un grado de libertad, es decir las piezas de refuerzo pueden moverse adelante y atrás en una dirección.

25 En un aspecto de la invención, dicha sustancialmente solamente una dirección es una dirección sustancialmente perpendicular a la cuerda de dicha pala.

Por ello se consigue una realización ventajosa de la invención.

30 En un aspecto de la invención, dichos medios de empuje se adaptan para forzar a dicha primera pieza de refuerzo y a dicha segunda pieza de refuerzo a separarse entre sí en una misma dirección tal como dicha sustancialmente solo una dirección.

35 Por ello se consigue una realización ventajosa de la invención.

En un aspecto de la invención, dichos medios de empuje son uno o más elementos elásticos tales como tacos de caucho, tacos de espuma de caucho, gas encerrado tal como aire o cualquier clase de resorte.

40 De ese modo se proporcionan elementos flexibles simples y baratos.

En un aspecto de la invención, dichos medios de empuje son uno o más resortes.

45 El uso de uno o más resortes, por ejemplo un resorte metálico para proporcionar una fuerza entre las piezas de refuerzo, es ventajoso porque de ese modo es posible controlar más precisamente la carga.

Debería remarcarse que mediante el término "resorte" se ha de entender cualquier clase de cuerpo o dispositivo elástico que recupere su forma original cuando se libera después de ser distorsionado.

50 En un aspecto de la invención, dichos medios de ajuste comprenden medios de fijación para la fijación de dicha primera pieza de refuerzo y dicha segunda pieza de refuerzo relativamente entre sí.

Proporcionar la estructura de refuerzo con medios de fijación es ventajoso porque es posible de ese modo asegurar la inflexibilidad y/o rigidez de la estructura de refuerzo y de ese modo de la pala después de que haya acabado el proceso de ensamblaje por ejemplo durante la operación normal de la pala de turbina eólica.

55 En un aspecto de la invención, dichos medios de fijación son un adhesivo.

Por ello se consigue una realización ventajosa de la invención.

60 En un aspecto de la invención, dicha primera pieza de refuerzo está adaptada para conectarse a una o más superficies por un interior de dicha primera carcasa de pala y en el que dicha segunda pieza de refuerzo está adaptada para conectarse a una o más superficies por un interior de dicha segunda carcasa de pala.

65 Por ello se consigue una realización ventajosa de la invención.

En un aspecto de la invención, dicha estructura de refuerzo comprende medios para compensar la falta de paralelismo entre dichas superficies por el interior de dicha primera carcasa de pala y dicha superficie por el interior de dicha segunda carcasa de pala.

5 Debido a que las palas se diseñan para una utilización óptima del viento, las superficies pueden ser muy complejas y es por lo tanto ventajoso proporcionar la estructura de refuerzo con medios para compensar la falta de paralelismo.

En un aspecto de la invención, dicha primera pieza de refuerzo y dicha segunda pieza de refuerzo se adaptan para conectarse a dicha primera carcasa de pala y dicha segunda carcasa de pala por medio de un adhesivo.

10 Por ello se consigue una realización ventajosa de la invención.

Puede ser muy difícil encajar una estructura de refuerzo conocida en la técnica en una pala de turbina eólica y es por lo tanto ventajoso proporcionar una pala de turbina eólica con una estructura de refuerzo de acuerdo con la invención.

15 Aún más, la invención proporciona un método para el ensamblaje de una pala de turbina eólica. El método comprende las etapas de

- 20 • establecer al menos una primera carcasa de pala y al menos una segunda carcasa de pala en contacto, o en estrecha proximidad, entre sí para formar sustancialmente una pala de turbina eólica o una sección de una pala de turbina eólica,
- establecer una estructura de refuerzo en el interior de dicha primera carcasa de pala y dicha segunda carcasa de pala, comprendiendo dicha estructura de refuerzo al menos una primera pieza de refuerzo y al menos una
- 25 segunda pieza de refuerzo, y
- forzar a dicha primera pieza de refuerzo y a dicha segunda pieza de refuerzo a separarse entre sí para presionar dicha primera pieza de refuerzo contra dicha primera carcasa de pala así como para presionar dicha segunda pieza de refuerzo contra dicha segunda carcasa de pala.

30 Establecer una fuerza de ensamblaje entre la primera pieza de refuerzo y la segunda pieza de refuerzo durante el ensamblaje de la pala es ventajoso porque de ese modo es posible compensar cualquier imprecisión o desalineación de las piezas o del proceso de ensamblaje.

35 Debería remarcarse que la estructura de refuerzo en la presente descripción de un método de acuerdo con la invención no está limitada de ninguna forma a colocarse dentro de las carcasas de las palas después de que se hayan ensamblado. La estructura de refuerzo o piezas de la estructura de refuerzo pueden colocarse justamente en una u otra carcasas de pala antes de que se ensamblen las piezas de pala.

40 En un aspecto de la invención, dicho método comprende además la etapa de fijación de la posición de dicha primera carcasa de pala y dicha segunda carcasa de pala relativamente entre sí mientras dicha primera pieza de refuerzo (9) y dicha segunda pieza de refuerzo (12) se presionan a separarse entre sí.

45 En un aspecto de la invención, dicha primera pieza de refuerzo y dicha segunda pieza de refuerzo se proporcionan sobre dicha primera carcasa de pala antes de que dicha primera carcasa de pala y dicha segunda carcasa de pala se pongan en contacto entre sí.

50 En un aspecto de la invención, la fuerza entre la primera pieza de refuerzo y la segunda pieza de refuerzo se establece llevando a dicha primera carcasa de pala y a dicha segunda carcasa de pala a estar en contacto, o en estrecha proximidad, entre ellas.

Al realizar el proceso de llevar las dos carcasas de pala conjuntamente la fuente de la fuerza de ensamblaje es ventajoso por que ese modo de una forma simple y barata es posible establecer la fuerza de ensamblaje.

55 En un aspecto de la invención, dicha fuerza de ensamblaje es una contrafuerza a la fuerza que lleva y/o mantiene dicha primera carcasa de pala y dicha segunda carcasa de pala entre ellas, o en estrecha proximidad entre ellas.

Al realizar la fuerza de ensamblaje una contrafuerza para el ensamblaje de las carcasas de pala es ventajoso porque la fuerza solo se establece cuando se necesita.

60 Aún adicionalmente la invención proporciona el uso de un método de acuerdo con cualquiera de los métodos anteriormente mencionados para el ensamblaje de una pala de turbina eólica de acuerdo con cualquiera de lo anterior, en el que dicha pala de turbina eólica es una pala para una turbina eólica de paso y velocidad variable.

65 Las palas de turbina eólica para turbinas eólicas de paso controlado y velocidad variable son particularmente largas y esbeltas y es por lo tanto especialmente ventajoso ensamblar una pala de turbina eólica para dicho tipo de turbina eólica por medio de un método de acuerdo con la invención.

**Figuras**

La invención se describirá en lo que sigue con referencia a las figuras en las que

- 5 la fig. 1 ilustra una turbina eólica moderna grande tal como se ve desde el frente,
- la fig. 2 ilustra una pala de turbina eólica, tal como se ve desde el frente,
- 10 la fig. 3 ilustra una sección transversal de una primera pieza de pala y una segunda pieza de pala colocadas juntas entre sí, tal como se ve desde la raíz de la pala,
- la fig. 4 ilustra una sección transversal de un molde de pala durante el ensamblaje de una pala de turbina eólica, tal como se ve desde la raíz de la pala,
- 15 la fig. 5 ilustra una sección transversal de una primera realización de una estructura de refuerzo para una pala de turbina eólica, tal como se ve desde la raíz de la pala,
- la fig. 6 ilustra una sección transversal de una segunda realización de una estructura de refuerzo para una pala de turbina eólica, tal como se ve desde la raíz de la pala,
- 20 la fig. 7 ilustra una sección transversal de una tercera realización de una estructura de refuerzo para una pala de turbina eólica, tal como se ve en perspectiva,
- la fig. 8 ilustra una sección transversal de una pala que comprende una estructura de refuerzo que incluye un resorte, tal como se ve desde el borde de salida de la pala, y
- 25 la fig. 9 ilustra una sección transversal de una pala que comprende una primera pieza de refuerzo con forma de U, tal como se ve desde la raíz de la pala.

30 **Descripción detallada**

La fig. 1 ilustra una turbina eólica 1, que comprende una torre 2 y una góndola de turbina eólica 3 situada en la parte superior de la torre 2. El rotor de la turbina eólica 4, comprende tres palas 5 de turbina eólica, montadas sobre un buje, se conecta a la góndola 3 a través del árbol de baja velocidad que se extiende fuera del frente de la góndola 3.

35 La fig. 2 ilustra una pala de turbina eólica 5, tal como se ve desde el frente.

La pala de turbina eólica 5 comprende un borde de ataque 17, un borde de salida 18, un borde de punta 19 y una raíz 20. La pala 5 es típicamente hueca, excepto para una o más estructuras de refuerzo 16 que se extienden sustancialmente en toda la longitud de la pala 5 o parte de la longitud de las palas 5.

Una pala de turbina eólica 5 conocida en la técnica se fabrica típicamente de un compuesto de fibra de vidrio y resina reforzado con fibra de carbono, madera reforzada con fibra de carbono o una combinación de los mismos.

45 La fig. 3 ilustra una sección transversal de una primera pieza de pala 8 y una segunda pieza de pala 11 colocadas juntas entre sí, tal como se ve desde la raíz de la pala 5. La primera pieza de pala 8 se coloca en una primera unidad de fijación 10, que en este caso es el molde en el que se fabrica la primera pieza de pala 8. De la misma forma la segunda pieza de pala 11 se coloca en una segunda unidad de fijación 13, que es también el molde en el que se moldea la segunda pieza de pala 11.

50 En esta realización de la invención, las dos unidades de fijación 10, 13 sustancialmente simétricas y las piezas de pala 8, 11 se colocan juntas entre sí con las superficies exteriores de las piezas de pala 8, 11 mirando hacia abajo, durante el moldeo de las piezas de pala 8, 11.

55 Cuando han endurecido las piezas de pala 8, 11, se proporciona un adhesivo a una o más superficies de contacto 15, y se gira la segunda unidad de fijación 13 que incluye la segunda pieza de pala 11 y se posiciona en la pieza superior de la primera unidad de fijación 10 que incluye la primera pieza de pala 8, por ejemplo por medio de alguna clase de grúa (tal como una grúa pórtico) o equipo de rotación y posicionamiento especialmente construido.

60 El adhesivo podría proporcionarse también a las superficies de contacto después de que las piezas de pala 8, 11 se hayan puesto en contacto entre sí o en estrecha proximidad entre sí.

65 En esta realización la segunda pieza de pala 11 se coloca en la pieza superior de la primera pieza de pala 8, pero en otra realización la primera semi-pala 8 podría colocarse en la pieza superior de la segunda semi-pala 11, o las dos piezas 8, 11 podrían colocarse una contra otra en, por ejemplo, una posición vertical.

En esta realización las piezas 8, 11 se forman como dos mitades completas de una pala 5 de turbina eólica completa, pero dado que las turbinas eólicas 1 están siendo cada vez más grandes, las palas de turbina eólica 5 están siendo gradualmente demasiado largas para transportarse de una pieza. La pala 5 se fabricaría entonces como secciones, que han de ensamblarse entonces en el lugar de montaje de la turbina eólica.

5 La fig. 4 ilustra la segunda pieza de pala 11 colocada en la pieza superior de la primera pieza de pala 8 poniendo a las dos piezas 8, 11 a tope en las superficies de contacto 15. Antes de que la segunda pieza de pala 11 se coloque en la parte superior de la primera pieza de pala 8, se fijan dos estructuras de refuerzo 16 a la superficie interior de la primera pieza de pala 8, por ejemplo por medio de adhesivo. En esta realización las estructuras de refuerzo 16 son formas formadas como estructuras únicas que se extienden desde la superficie interior de la segunda pieza de pala 11 a la superficie interior de la primera pieza de pala 8 como es conocido en la técnica.

10 Cuando la segunda pieza de pala 11 se coloca en la pieza superior de la primera 8, y se fijan las estructuras de refuerzo 16 a la segunda pieza de pala 12, las estructuras de refuerzo 16 constituyen soportes cruzados que hacen a la pala 5 más rígida y que ayudan a la pala 5 a mantener su forma.

15 Después del ensamblaje de las piezas de pala 8, 11 y las estructuras de refuerzo 16, se aplica una presión, por ejemplo forzando a las dos unidades de fijación 10, 13 una contra otra o mediante el establecimiento de un vacío dentro de las unidades de fijación 10, 13 o dentro de las piezas de pala 8, 11 para asegurar un buen y/o estrecho contacto entre las diferentes superficies de contacto 15 mientras endurece el adhesivo.

La fig. 5 ilustra una sección transversal de una primera realización de una estructura de refuerzo 16 de acuerdo con la invención para una pala de turbina eólica 5, tal como se ve desde la raíz 20 de la pala 5.

25 En esta realización de la invención la estructura de refuerzo 16 comprende una primera pieza de refuerzo 9 conectada a una primera pieza de pala 8 y una segunda pieza de refuerzo 12 conectada a una segunda pieza de pala 11. Sustancialmente en la mitad de las piezas de refuerzo 9, 12 se incluyen medios de ajuste 21 que comprenden medios de fijación 6 que en este caso son tornillos colocados en orificios roscados en la segunda pieza de refuerzo 12 y que pasan a través de los medios de guía 22 en la forma de ranuras en la primera pieza de refuerzo 9.

30 La dirección longitudinal de las ranuras 22 es sustancialmente paralela con la sección transversal tal como se muestra en la fig. 5 permitiendo de ese modo, que si se aflojan los tornillos 6 las piezas de refuerzo 9, 12 puedan moverse relativamente entre sí hacia y desde las piezas de pala 8, 11.

35 Debido a que las ranuras 22 son relativamente estrechas —por ejemplo de 0,2 mm más anchas que el diámetro de los tornillos 6— el desplazamiento relativo entre las piezas de refuerzo 9, 12 está limitado sustancialmente a solamente una dirección de movimiento libre, es decir la dirección hacia y desde las piezas de pala 8, 11, que en este caso es sustancialmente perpendicular a la cuerda C de la pala 5.

40 En esta realización de la invención los medios de ajuste 21 comprenden adicionalmente medios de empuje 7 que en este caso es un número de gatos hidráulicos 26 proporcionados temporalmente para forzar a las piezas de refuerzo 9, 12 a separarse entre sí durante el ensamblaje de la pala 5.

45 En esta realización de la invención los procesos de montaje podrían ser que toda la estructura de refuerzo 16 se fije a la primera pieza de pala 8 en donde después se coloca la segunda pieza de pala 11 en la pieza superior de la primera pieza de pala 8 haciendo que las piezas de pala 8, 11 encierren la estructura de refuerzo 16. Debido al complejo diseño de las semi-palas 8, 11 es difícil posicionar la estructura de refuerzo 16 con precisión y la tolerancia de posicionamiento en el sentido de la cuerda es por lo tanto relativamente grande.

50 En otra realización de la invención la primera pieza de refuerzo 9 podría fijarse a la primera pieza de pala 8 y la segunda pieza de refuerzo 12 podría fijarse a la segunda pieza de pala 11 antes de que las piezas de pala 8, 11 se lleven juntas a unirse para formar una pala 5 de turbina eólica completa o una sección de una pala 5.

55 Los tornillos 6 de los medios de ajuste 21 de la estructura de refuerzo 16 se aflojan entonces y se activan los gatos para forzar a la segunda pieza de refuerzo 12 arriba contra la segunda pieza de pala 11. Cuando la segunda pieza de refuerzo 12 ha alcanzado su posición deseada o, por ejemplo, cuando la dimensión exterior de la pala 5 medida sobre la estructura de refuerzo 16 está a un nivel deseado, es decir la altura de la pala H es correcta, se desactivan los gatos 26 y los tornillos se reaprietan para fijar las piezas de refuerzo 9, 12 y las piezas de pala 8, 11 a relacionarse entre sí.

60 En esta realización de la invención los tornillos 6 actúan como medios de fijación 25 de los medios de ajuste 21 de la estructura de refuerzo 16 pero en otra realización los medios de fijación 25 podrían ser pasadores de bloqueo, tornillos dedicados o cualquier otro medio adecuado para asegurar permanentemente la posición relativa de las piezas de refuerzo 9, 12 después de que se acabe el ensamblaje de la pala 5, es decir durante la operación normal de la pala 5.

En esta realización de la invención los medios de empuje 7 son gatos 26 colocados temporalmente pero en otra realización los medios de empuje 7 podrían ser gatos colocados permanentemente, podrían ser cuñas impulsadas a su sitio como una parte del ajuste, cilindros neumáticos, bolsas o globos que se inflan, vástagos o pernos dispuestos para forzar a las piezas 9, 12 a separarse o podría ser cualquier otra clase de piezas de los medios, integrados en o separados de los medios de ajuste 21 que permiten que las piezas de refuerzo 9, 12 se fuercen a separarse entre sí al menos durante el ensamblaje de la pala 5.

En esta realización de la invención los medios de ajuste 21 se proporcionan para establecer una altura deseada H de la pala 5 pero en otra realización los medios de ajuste 21 podrían proporcionarse para compensar imprecisiones en el posicionamiento de la estructura de refuerzo 16, para compensar imprecisiones de fabricación en la estructura de refuerzo 16 o de las piezas de pala 8, 11 o para proporcionar presión a una o más de las juntas entre las piezas de refuerzo 9, 12 y las piezas de pala 8, 11 durante el ensamblaje de la pala 5, por ejemplo para asegurar un buen contacto entre las piezas 8, 9, 11, 12 mientras endurece un adhesivo en las juntas.

En esta realización de la invención las piezas de refuerzo 9, 12 están adaptadas a las piezas de pala 8, 11 por que las superficies de contacto 15 se forman para ajustar a la superficie interior de la pala 5 permitiendo de ese modo que las piezas de refuerzo 9, 12 puedan fijarse a las piezas de pala 8, 11 por medio de un adhesivo tal como cualquier clase de resina natural o sintética.

En otra realización de la invención las piezas de refuerzo 9, 12 podrían adaptarse para conectarse a las piezas de pala 8, 11 haciendo que las piezas de refuerzo 9, 12 y las piezas de pala 8, 11 comprendan orificios correspondientes para medios de conexión, formas de interenclavamiento correspondientes o de otro modo a formas correspondientes o las piezas 8, 9, 11, 12 y/o las superficies de contacto 15 entre las piezas 8, 9, 11, 12 podrían conformarse en otra forma, disponerse o adaptarse en otra forma para interconectarse.

En esta realización la pala se proporciona solamente con una estructura de refuerzo pero en otra realización la pala 5 podría proporcionarse con más de una estructura de refuerzo 16 tal como dos, tres, cuatro o seis estructuras yuxtapuestas 16, y todas o algunas de las estructuras 16 podrían colocarse dentro de la pala 5 después de que las dos piezas 8, 11 se coloquen una encima de la otra.

En otra realización de la invención la pala 5 podría proporcionarse también solamente con una estructura de refuerzo 16, por ejemplo, en la forma de una viga. Esta viga podría ser un elemento que transporte toda la pala 5, y las piezas de pala 8, 11 podrían ser justamente carcasas relativamente delgadas, proporcionadas principalmente para dar a la pala su forma aerodinámica.

La fig. 6 ilustra una sección transversal de una segunda realización de una estructura de refuerzo 16 de acuerdo con la invención para una pala de turbina eólica 5, tal como se ve desde la raíz 20 de la pala 5.

En esta realización de la invención la segunda pieza de refuerzo 12 tiene forma de horquilla permitiendo que las dos patillas 27 pueden actuar como medios de guía 22 de los medios de ajuste 21 porque la primera pieza de refuerzo 9 puede trasladarse adelante y atrás dentro de la ranura 28 formada por las patillas 27.

En esta realización de la invención los medios de ajuste 21 se proporcionan con medios de empuje 7 en la forma de un elemento flexible 24 en el fondo de la ranura 28 entre las dos patillas 27.

El elemento flexible 24 se pretensa cuando las dos piezas de pala 8, 11 se colocan en contacto entre sí, porque las piezas de refuerzo 9, 12 se presionan de ese modo entre sí comprimiendo de ese modo al elemento flexible 24. El elemento flexible 24 intentará posteriormente forzar a la primera pieza de refuerzo 9 y a la segunda pieza de refuerzo 12 a separarse porque se opone a la carga a la que se ha expuesto.

En esta realización de la invención el elemento flexible 24 es un número de resortes de presión 14 pero en otra realización el elemento flexible 24 podría ser otro tipo de resortes tales como cualquier clase de resortes de disco, resortes de torsión o resorte de tensión o el elemento 24 podrían ser uno o más bloques o masas de un material flexible tal como caucho, espuma de caucho o cualquier clase de cavidad llena de gas tal como uno o más balones llenos de aire o cualquier otra clase de cuerpo o dispositivo elástico que recupere total o parcialmente su forma original cuando se libera después de ser distorsionado.

La fig. 7 ilustra una sección transversal de una tercera realización de una estructura de refuerzo 16 de acuerdo con la invención para una pala 5 de turbina eólica, tal como se ve en perspectiva.

En esta realización de la invención las piezas de refuerzo 9, 12 están adaptadas para conectarse a las piezas de pala 8, 11 porque las piezas de refuerzo 9, 12 están provistas con superficies de contacto 15 relativamente anchas adaptadas para ser provistas con adhesivo, estableciendo de ese modo una fuerte conexión entre las piezas 8, 9, 11, 12.

En esta realización de la invención los medios de ajuste 21 se proporcionan con medios de empuje 7 en la forma de un resorte 14 especialmente adaptado que se explicará adicionalmente bajo la fig. 8.

5 El resorte 14 tratará de forzar a las piezas de refuerzo 9, 12 a separarse entre sí para asegurar presión a las superficies de contacto 15 durante el endurecimiento del adhesivo.

Para impedir sustancialmente que la estructura de refuerzo 16 sea flexible después del ensamblaje, los medios de ajuste 21 se proporcionan con medios de fijación 25 en la forma de adhesivo proporcionado en la ranura 28 en la segunda pieza de refuerzo 12.

10 Durante o inmediatamente después del ensamblaje de la estructura de refuerzo 16 o de la pala 5, se proporciona a la ranura un adhesivo 25. Durante el ensamblaje de la pala 5, por ejemplo, cuando el adhesivo que conecta las piezas de refuerzo 9, 12 a las piezas de pala 8, 11 ha endurecido sustancialmente, la fuerza proporcionada por los medios de empuje 7 ya no es necesaria o deseada y el adhesivo proporcionado en la ranura 28 encolará gradualmente las piezas de refuerzo 9, 12 juntas haciendo que las piezas de refuerzo 9, 12 formen una estructura de refuerzo 16 simple sustancialmente inflexible.

20 La fig. 8 ilustra una sección transversal de una pala 5 que comprende una estructura de refuerzo 16 que incluye un resorte 14, tal como se ve desde el borde de salida de la pala 5.

En esta realización los medios de ajuste 21 se proporcionan con medios de empuje 7 en la forma de al menos un resorte 14 formado como una parte de un cable con forma ondulada. Dicho diseño de resorte es una forma simple y barata de formar un resorte 14 que está particularmente adaptado para ser ajustado en y en operación en una ranura 28.

25 En esta realización el resorte 14 se fabrica de acero inoxidable que es particularmente adecuado para la realización de resortes 14, pero en otra realización el resorte 14 podría fabricarse de acero ordinario, de plástico o de otro material que incluya buenas cualidades de elasticidad.

30 La fig. 9 ilustra una sección transversal de una pala 5 que comprende una primera pieza de refuerzo 9 con forma de U, tal como se ve desde la raíz de la pala 5.

35 En esta realización de la invención los medios de refuerzo 16 comprenden una primera pieza de refuerzo 9 sustancialmente con forma de U proporcionada con una segunda pieza de refuerzo 12 en la pieza superior de cada una de las patillas de la primera pieza de refuerzo 9.

40 La sección transversal de la pala 5 desvela una forma sustancialmente de lágrima y debido a que la pala 5 se diseña con relación al uso ventajoso del viento tanto la superficie interior como al exterior de la pala 5 pueden ser muy complejas y variarán a lo largo de la longitud de la pala 5.

45 La primera pieza de refuerzo 9 está provista por lo tanto en esta realización de la invención con medios para compensar la falta de paralelismo 23 entre la superficie interior de la primera pieza de pala 8 y la superficie interior de la segunda pieza de pala 11.

50 En esta realización de la invención estos medios para compensar la falta de paralelismo 23 se establecen en la forma de dobleces permanentes en las patillas de la primera pieza de refuerzo 9 con forma de U pero en otra realización los medios podrían estar compuestos de la segunda pieza de refuerzo 12, por otra pieza de los medios de refuerzo 16 o los medios podrían estar provistos con una junta flexible permanente o más probablemente temporal en una o más de las piezas de los medios de refuerzo 16.

55 La invención se ha ejemplificado anteriormente con referencia a ejemplos específicos de diseños y realizaciones de palas 5 de turbinas eólicas, estructuras de refuerzo 16 y otros. Sin embargo, debería entenderse que la invención no está limitada a los ejemplos particulares descritos anteriormente sino que puede diseñarse y alterarse en una multitud de variedades dentro del alcance de la invención tal como se especifica en las reivindicaciones.

**Lista**

- 1. Turbina eólica
- 2. Torre
- 60 3. Góndola
- 4. Rotor
- 5. Pala
- 6. Medios de fijación
- 7. Medios de empuje
- 65 8. Primera pieza de pala
- 9. Primera pieza de refuerzo

- 10. Primera unidad de fijación
- 11. Segunda pieza de pala
- 12. Segunda pieza de refuerzo
- 13. Segunda unidad de fijación
- 5 14. Resorte
- 15. Superficie de contacto
- 16. Estructura de refuerzo
- 17. Borde de ataque
- 18. Borde de salida
- 10 19. Borde de punta
- 20. Raíz
- 21. Medios de ajuste
- 22. Medios de guía
- 23. Medios para compensar la falta de paralelismo
- 15 24. Elemento flexible
- 25. Medios de fijación
- 26. Gato
- 27. Patilla
- 28. Ranura
- 20 C. Cuerda
- H. Altura de pala

**REIVINDICACIONES**

1. Una pala de turbina eólica (5) que comprende una estructura de refuerzo (16) entre la primera y segunda carcasa de pala (8, 11), comprendiendo la estructura de refuerzo (16)
- 5 al menos una primera pieza de refuerzo (9) adaptada para conectarse a la primera carcasa de pala (8) de dicha pala (5) de turbina eólica, y al menos una segunda pieza de refuerzo (12) adaptada para conectarse a la segunda carcasa de pala (11) de dicha pala (5) de turbina eólica,
- 10 caracterizada por que:  
dicha al menos una primera pieza de refuerzo (9) y/o dicha al menos una segunda pieza de refuerzo (12) comprenden medios de ajuste (21) que permiten que dicha primera pieza de refuerzo (9) y dicha segunda pieza de refuerzo (12) puedan desplazarse relativamente entre sí al menos durante el ensamblaje de dicha pala (5) de turbina eólica y en la que dichos medios de ajuste (21) comprenden medios de empuje (7) dispuestos para forzar dicha primera pieza de refuerzo (9) y dicha segunda pieza de refuerzo (12) a separarse entre sí durante el ensamblaje de dicha pala (5) de turbina eólica.
- 15
2. Una pala (5) de turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 1, en la que dichos medios de ajuste (21) comprenden medios de guía (22) para el guiado de un desplazamiento relativo entre dicha primera pieza de refuerzo (9) y dicha segunda pieza de refuerzo (12).
- 20
3. Una pala (5) de turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 2, en la que dichos medios de guiado (22) permiten el desplazamiento en sustancialmente solo una dirección.
- 25
4. Una pala (5) de turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 3, en la que dicha sustancialmente solamente una dirección es una dirección sustancialmente perpendicular a la cuerda (C) de dicha pala (5).
- 30
5. Una pala (5) de turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 3 o 4, en la que dichos medios de empuje (7) se adaptan para forzar a dicha primera pieza de refuerzo (9) y a dicha segunda pieza de refuerzo (12) a separarse entre sí en una misma dirección tal como dicha sustancialmente solo en una dirección.
- 35
6. Una pala (5) de turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dichos medios de empuje (7) son uno o más elementos elásticos (24) tales como tacos de caucho, tacos de espuma de caucho, gas encerrado igual a aire o cualquier clase de resorte (14).
- 40
7. Una pala (5) de turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dichos medios de empuje (7) son uno o más resortes (14).
- 45
8. Una pala (5) de turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dichos medios de ajuste (21) comprenden medios de fijación (25) para la fijación de dicha primera pieza de refuerzo (9) y dicha segunda pieza de refuerzo (12) relativamente entre sí.
- 50
9. Una pala (5) de turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 8, en la que dichos medios de fijación (25) son un adhesivo.
- 55
10. Una pala (5) de turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dicha primera pieza de refuerzo (9) está adaptada para conectarse a una o más superficies (15) por un interior de dicha primera carcasa de pala (8) y en el que dicha segunda pieza de refuerzo (12) está adaptada para conectarse a una o más superficies (15) por un interior de dicha segunda carcasa de pala (11).
- 60
11. Una pala (5) de turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dicha primera pieza de refuerzo (9) y dicha segunda pieza de refuerzo (12) se adaptan para conectarse a dicha primera carcasa de pala (8) y a dicha segunda carcasa de pala (11) por medio de un adhesivo.
- 65
12. Un método para el ensamblaje de una pala (5) de turbina eólica, comprendiendo dicho método las etapas de
- establecer al menos una primera carcasa de pala (8) y al menos una segunda carcasa de pala (11) en contacto, o en estrecha proximidad, entre sí para formar sustancialmente una pala (5) de turbina eólica o una sección de una pala (5) de turbina eólica,
  - establecer una estructura de refuerzo (16) en el interior de dicha primera carcasa de pala (8) y dicha segunda carcasa de pala (11), comprendiendo dicha estructura de refuerzo (16) al menos una primera pieza de refuerzo (9) y al menos una segunda pieza de refuerzo (12), y
  - forzar a dicha primera pieza de refuerzo (9) y a dicha segunda pieza de refuerzo (12) a separarse entre sí para presionar dicha primera pieza de refuerzo (9) contra dicha primera carcasa de pala (8) así como para presionar dicha segunda pieza de refuerzo (12) contra dicha segunda carcasa de pala (11).

13. Un método de acuerdo con la reivindicación 12,  
en el que dicho método comprende además la etapa de fijación de la posición de dicha primera carcasa de pala (8) y dicha segunda carcasa de pala (11) relativamente entre sí mientras dicha primera pieza de refuerzo (9) y dicha segunda pieza de refuerzo (12) se presionan para separarse entre sí.

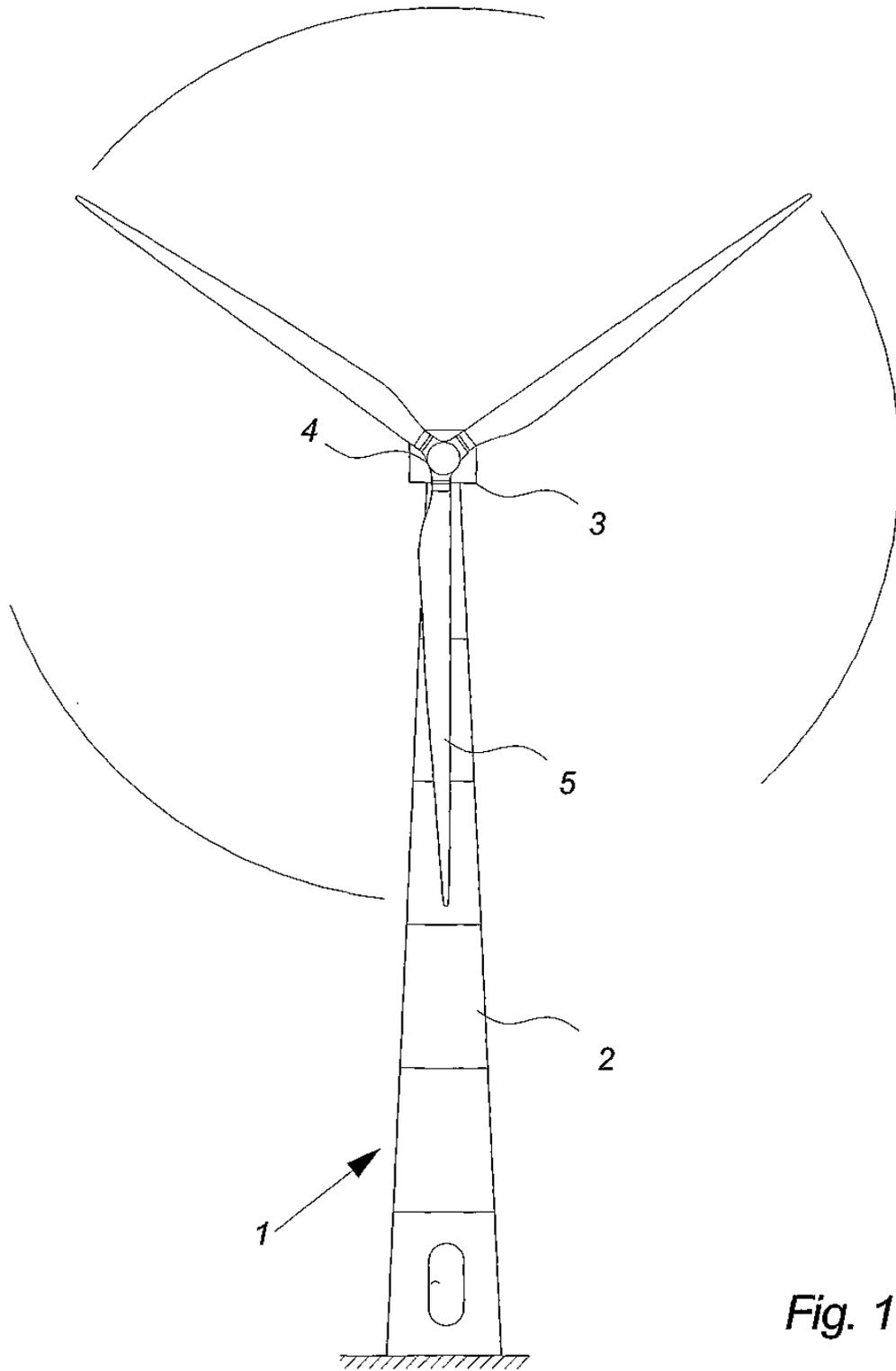
5

14. Un método de acuerdo con las reivindicaciones 12 o 13,  
en el que dicha primera pieza de refuerzo (9) y dicha segunda pieza de refuerzo (12) se proporcionan sobre dicha primera carcasa de pala (8) antes de que dicha primera carcasa de pala (8) y dicha segunda carcasa de pala (11) se pongan en contacto entre sí.

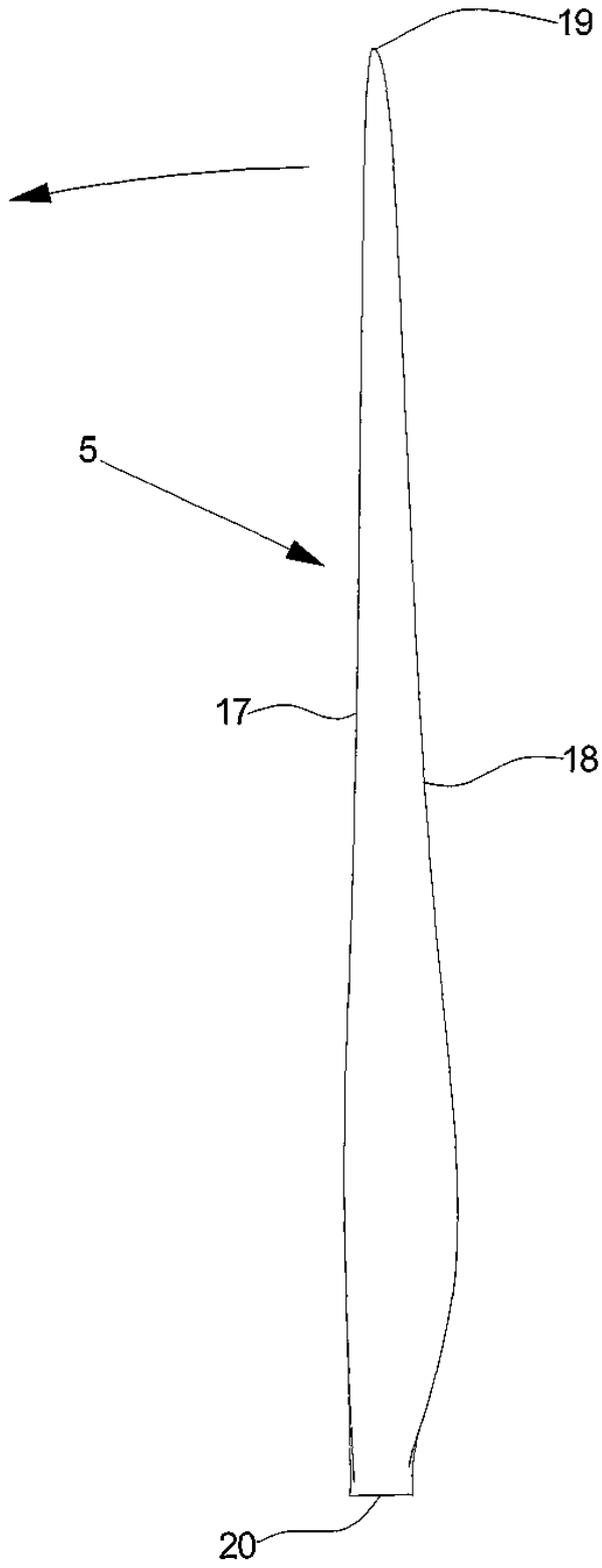
10

15. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 12 a 14,  
en el que la fuerza entre la primera pieza de refuerzo y la segunda pieza de refuerzo se establece llevando a dicha primera carcasa de pala (8) y a dicha segunda carcasa de pala (11) a contacto, o en estrecha proximidad, entre ellas.

15



*Fig. 1*



*Fig. 2*

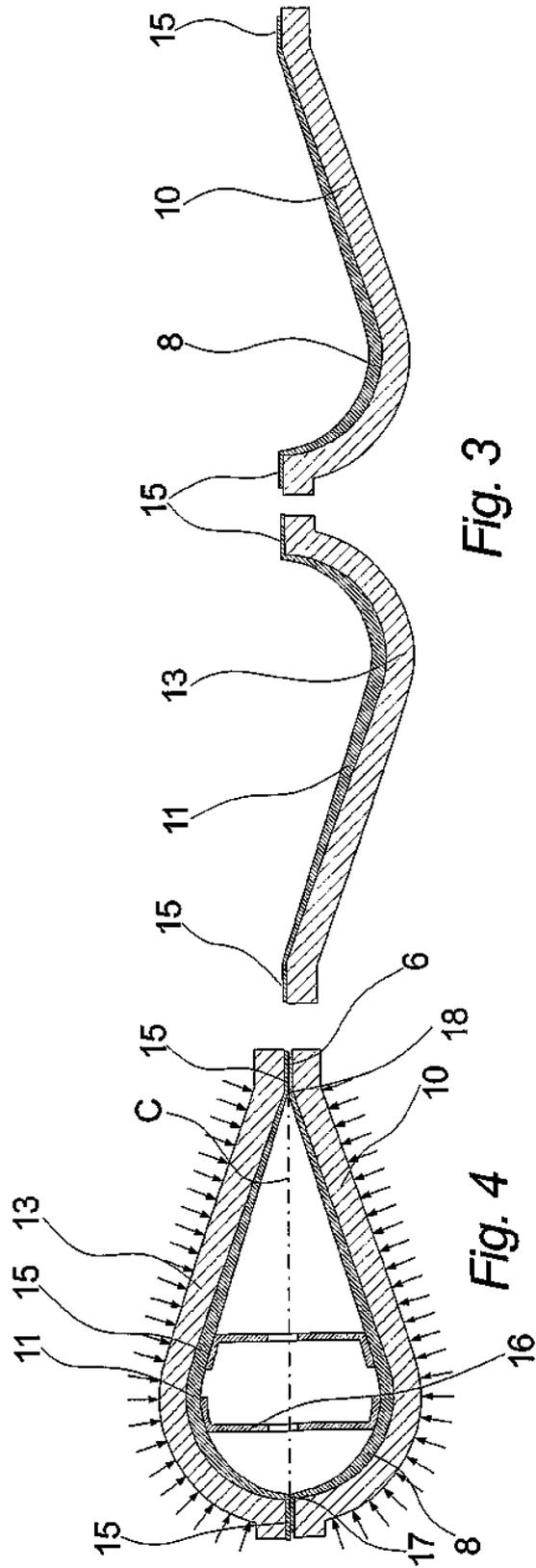
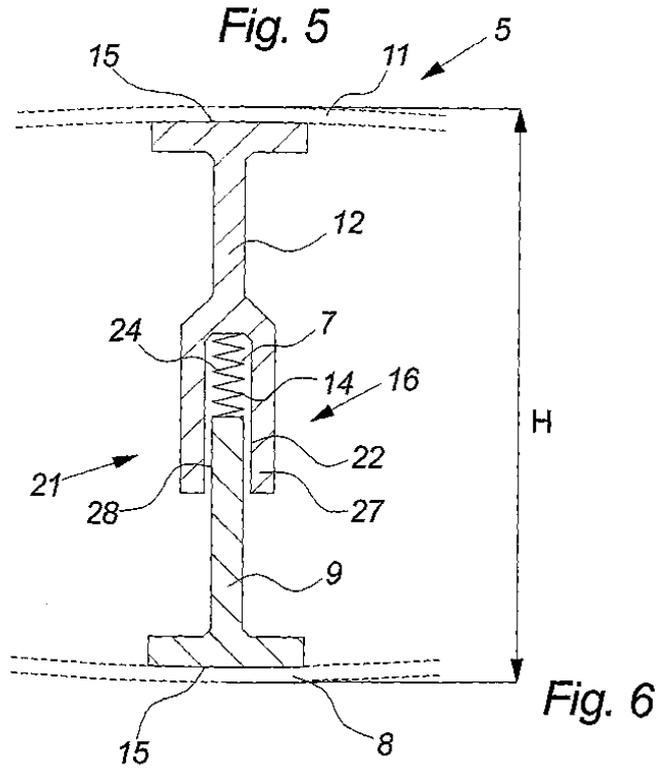
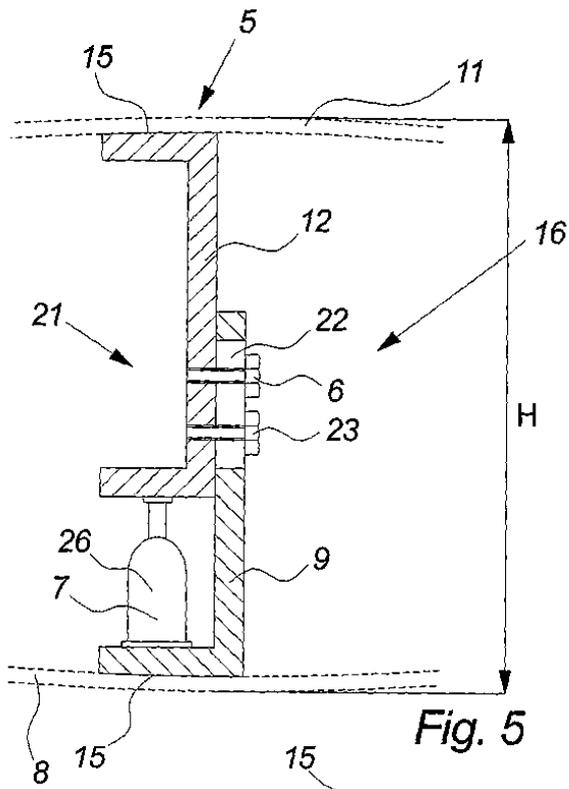


Fig. 3

Fig. 4



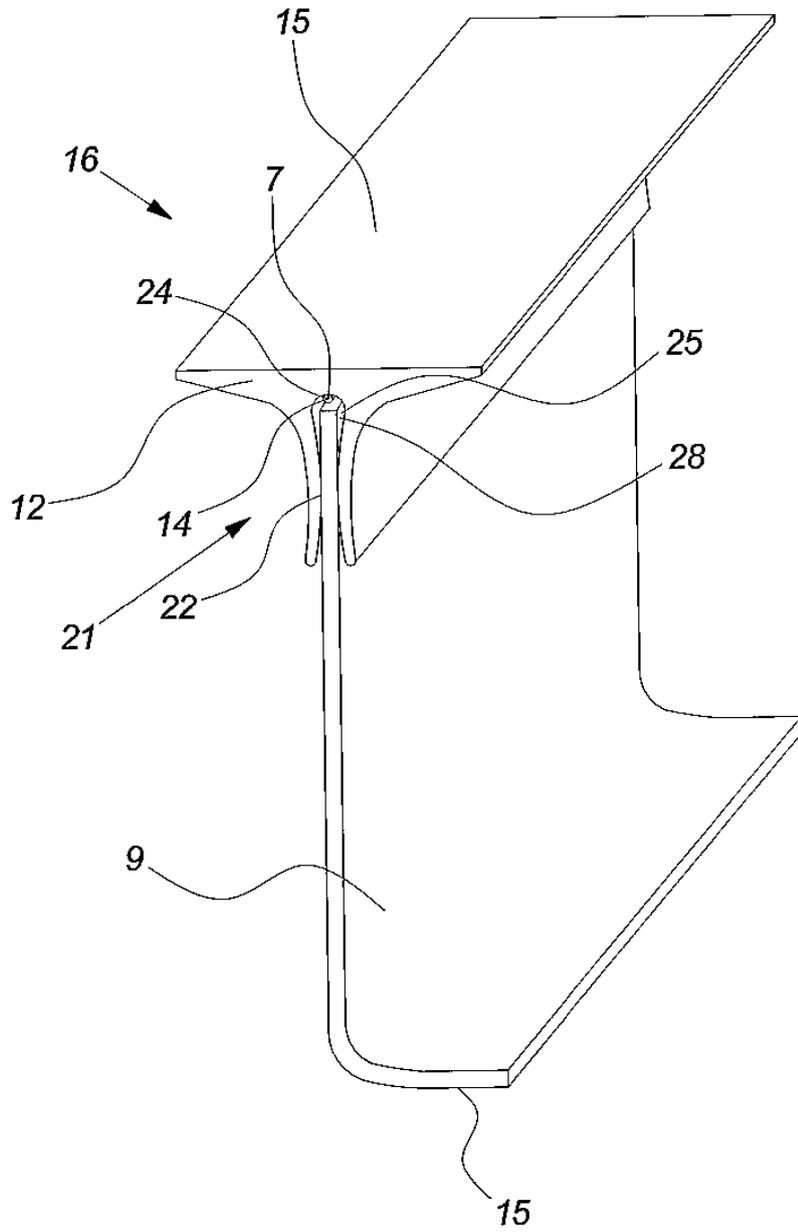


Fig. 7

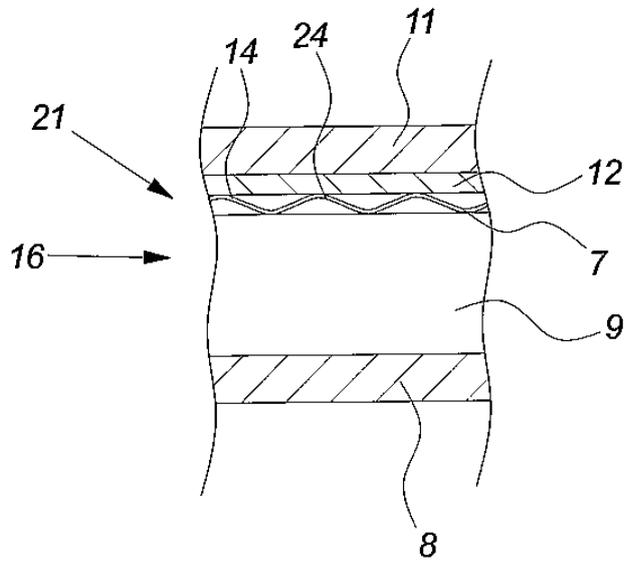


Fig. 8

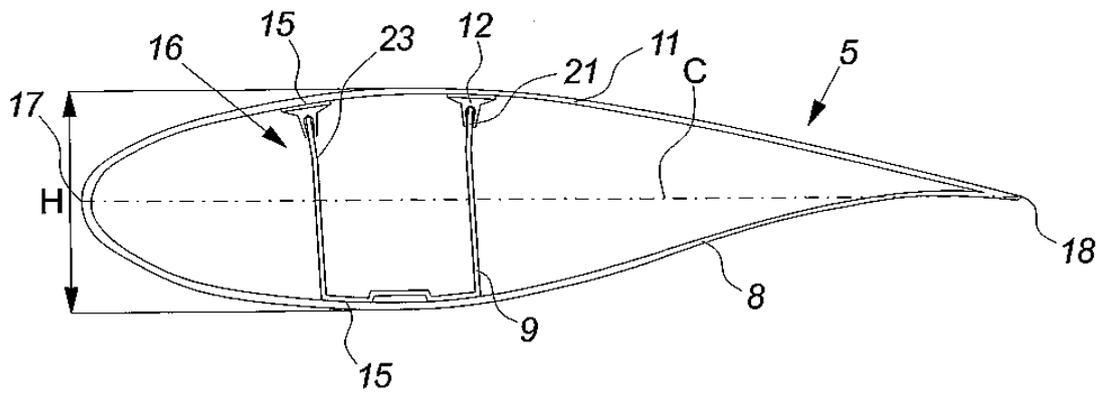


Fig. 9