

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 478 590**

51 Int. Cl.:

F03D 1/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.03.2006 E 06743414 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.06.2014 EP 1878915**

54 Título: **Pala para aerogeneradores eólicos**

30 Prioridad:

31.03.2005 ES 200500740

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.07.2014

73 Titular/es:

GAMESA INNOVATION & TECHNOLOGY, S.L.
(100.0%)
Avenida Ciudad de la Innovación 9-11
31621 Sarriguren, Navarra, ES

72 Inventor/es:

LLORENTE GONZÁLEZ, JOSÉ IGNACIO y
VÉLEZ ORIA, SERGIO

ES 2 478 590 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 PARA GENERADORES EOLICOS.

La presente invención se refiere a una pala para generadores eólicos, que esta subdividida transversalmente en dos o mas tramos independientes, cada uno de los cuales comprende una estructura longitudinal resistente y una pared o cáscara externa aerodinámica y dispone en las secciones extremas enfrentables de medios de conexión.

Cada día los generadores eólicos se diseñan para obtener mayores potencias. Entre los componentes que intervienen en la potencia del aerogenerador están las palas que conforman el rotor. La aerodinámica y las dimensiones de las palas son fundamentales para aumentar la potencia del generador. Por este motivo cada día se fabrican palas de mayor longitud.

Debido a que los generadores eólicos se suelen montar en lugar de difícil acceso, el transporte de las palas suele presentar grandes problemas, especialmente por su longitud. Para resolver este problema es ya conocido subdividir transversalmente las palas en dos o mas tramos independientes, los cuales disponen en las secciones enfrentables de medios de unión.

En este sentido puede citarse la EP 1244873, en la cual se describe una pala para un rotor de generador eólico subdividida transversalmente en tramos que se unen entre sí mediante una infinidad de placas que conectan los bordes enfrentables de secciones consecutivas. El sistema de unión provoca un pretensado que hace que el composite trabaje a compresión, lo cual obliga a limitar la carga por punto de unión, haciendo necesario aumentar el número de puntos de unión, repartidos a lo largo de todo el perfil aerodinámico. Además los elementos de unión sobresalen de la superficie aerodinámica, provocando con ello una pérdida de rendimiento del aerogenerador.

Por la EP 1184566 se conoce una pala para aerogeneradores constituida por dos o más tramos longitudinales sucesivamente acoplables, cada uno de los cuales comprende un alma que esta formada por un tubo de fibra de carbono, sobre el que se incorporan una serie de costillas transversales de fibra de carbono o de vidrio. Sobre este conjunto se dispone una cubierta formada por cáscaras de fibra de vidrio o de carbono. Los tramos de tubo que constituyen el alma llevan solidarizados exterior e interiormente en sus porciones extremas unos casquillos que sirven como medio para unir tramos consecutivos. El alma de los tramos esta formada por un tubo de fibra de carbono, de pequeña sección, en comparación con la sección de dichos

tramos. Esto hace necesario recurrir a la disposición de las costillas transversales, también de fibra de carbono, para poder contar con una estructura de refuerzo consistente. La necesidad de disposición de las costillas comentadas supone una complicación y encarecimiento en la fabricación de la pala, especialmente por los procesos de montaje y pegado necesarios. Por otro lado, debido a la misma circunstancia apuntada, pequeña sección del alma de refuerzo respecto de la de los tramos, como la unión entre tramos se efectúa a través de los casquillos fijables al alma, se hace necesario que el número de puntos de anclaje entre los casquillos del alma de refuerzo de tramos consecutivos tengan que ser elevado, en todo el contorno de los casquillos, lo cual puede hacer que determinados puntos de unión que, pueden estar materializados mediante tornillos, pueden resultar de difícil acceso, constituyendo todo ello un problema a la hora de 1 montaje, que debe realizarse en el lugar de instalación del aerogenerador. Además debido a que la posición de los pernos de unión no se encuentra en alineación con el material resistente, se provocan cargas secundarias, tanto en el casquillo con en el alma resistente .

En la solicitud de patente EP 4380080, de los mismos titulares que la presente solicitud, se describe una pala para generadores eólicos que esta subdividida transversalmente en dos o más tramos independientes que incluyen paredes o carcasas aerodinámicas externas y una estructura 10 longitudinal interna resistente. Estos tramos están dotados en sus secciones extremas, de medios de conexión que incluyen orejetas unidas a la estructura 10 longitudinal interna resistente, cuyas orejetas disponen de orificios para recibir tornillos o bulones de unión. Las orejetas sobresalen de las secciones extremas de la estructura longitudinal interna resistente en dirección axial, aproximadamente paralelas al eje de los tramos y situadas en posiciones coincidentes en tramos consecutivos, para recibir entre los orificios de cada pareja de orejetas enfrentadas los medios de conexión. Las orejetas van adosadas y unidas a las paredes de la estructura longitudinal interna resistente mediante tornillos, bulones o similares, 10 cual exige que se practique un elevado número de taladros, tanto en las paredes de la estructura longitudinal interna resistente como en las piezas que conforman las palas, para disponer los tornillos o bulones de conexión, pudiendo ello suponer un encarecimiento en los procesos de fabricación y una reducción de las secciones de las paredes de la estructura

longitudinal interna de refuerzo, con el consiguiente debilitamiento de las mismas.

El objeto de la presente invención es eliminar los problemas expuestos, mediante una pala subdividida en dos o mas tramos independientes, los cuales incluyen una estructura longitudinal interna resistente dotada en sus secciones extremas de medios de conexión que incluyen un número relativamente pequeño de puntos de unión y además que tales puntos de unión son fácilmente accesible, todo lo cual facilitará las operaciones de montaje en el lugar de instalación del aerogenerador. Además, los elementos de unión no sobresalen respecto de la superficie aerodinámica.

Otro objeto de la invención es combinar los medios de conexión de los tramos con una especial constitución de la estructura longitudinal de refuerzo, de modo que se obtenga la máxima seguridad entre tramos, sin que se produzca prácticamente reducción de sección en las paredes de la estructura longitudinal interna resistente. Además la fijación de los medios de unión a las secciones extremas de la estructura longitudinal interna de refuerzo se lleva a cabo por procesos que no suponen prácticamente un encarecimiento en la fabricación de la pala.

La invención permite situar los pernos de unión en alineación con el material resistente, eliminando el riesgo de que se provoquen cargas secundarias.

La pala de la invención es del tipo expuesto, subdividida transversalmente en dos o mas tramos independientes que incluyen paredes o cáscaras aerodinámicas externas y una estructura longitudinal interna resistente, estructura que incluye paredes que quedan adosadas y unidas mediante adhesivo a las cáscaras aerodinámicas de los tramos, estando además la estructura longitudinal interna resistente dotada en sus secciones extremas de medios de conexión que incluyen orificios enfrentables para recibir pernos o bulones de sujeción.

La presente invención esta especialmente dirigida a conseguir unos medios de conexión que dispongan de un número relativamente reducido de puntos de unión y que éstos sean fácilmente accesibles, facilitando las labores de montajes en el lugar de instalación del aerogenerador. Además se prevé una especial constitución de las paredes de la estructura longitudinal interna de refuerzo, que permite un sistema de unión de los medios de conexión a dichas

paredes por procesos que no suponen prácticamente encarecimiento en el costo de la pala.

Para ello, los medios de conexión consisten en insertos metálicos que están alojados y fijados axialmente dentro de las paredes de la estructura longitudinal interna resistente, a partir del canto libre de las mismas y situados en posiciones coincidentes.

Preferentemente los insertos metálicos irán dispuestos en las paredes de la estructura longitudinal interna resistente adosadas a las paredes o cáscaras aerodinámicas, aunque también podrían disponerse en las paredes intermedias de dicha estructura.

Las paredes de la estructura longitudinal de refuerzo pueden estar constituidas por un sándwich compuesto por capas a base de fibras de refuerzo, preferentemente fibras de carbono, y un núcleo intermedio.

Según un aspecto que no forma parte de la invención, los insertos metálicos pueden por ejemplo disponerse en alojamientos mecanizados en las paredes de la estructura longitudinal interna resistente, a partir del canto libre de las mismas, y se unen mediante adhesivo a las capas de fibra de refuerzo. En otra realización, las paredes sándwich se transforman en las porciones extremas, en las que se disponen los insertos metálicos, en un laminado sólido de fibras de refuerzo, por ejemplo fibras de carbono y fibras de vidrio, en el que se mecanizan alojamientos para los insertos.

Según la invención, entre las paredes de la estructura longitudinal interna de refuerzo se dispone, a partir del canto libre, perfiles tubulares a base de fibra de carbono núcleo del sandwich y quedan en contacto y se unen a las capas de fibra de carbono de dicho sándwich. En estos perfiles se alojan los insertos metálicos, que serán de sección externa igual a la interna de los perfiles, a los que se unen mediante adhesivo.

En todos los casos la unión se lleva a cabo mediante adhesivos, cuyo curado puede llevarse a cabo o no al mismo tiempo que el de las paredes de la estructura longitudinal interna resistente.

Los insertos metálicos pueden disponer, a partir de la sección externa, de taladros axiales enfrentables para recibir pernos de unión que se fijan mediante tuercas y que trabajarán a tracción. En este caso el taladro de uno de los insertos puede ir rascado, para fijar uno de los extremos del perno, mientras que el taladro del inserto opuesto carecerá de rosca y será de diámetro

ligeramente mayor que el del perno, para permitir el paso de dicho perno en un tramo que sobresaldrá por el lado opuesto en una porción destinada a recibir tuercas de bloqueo.

5 También los insertos metálicos pueden disponer, a partir de la sección externa, de orejetas con un orificio cada una y posicionadas de modo que al acoplar dos tramos consecutivos, las orejetas de insertos enfrentados queden adosadas, con los orificios enfrentados, para recibir pernos o bulones de unión que quedarán situados en dirección perpendicular al eje longitudinal de los tramos y se fijan mediante tuercas, trabajando dichos bulones a cortadura.

10 Todas las características expuestas podrán comprenderse mejor con la siguiente descripción, hecha con referencia a los dibujos adjuntos, en los que se muestra un ejemplo de realización no limitativo.

En los dibujos:

15 La figura 1 es una perspectiva de una pala para aerogenerador, que aparece subdividida transversalmente en dos tramos independientes.

La figura 2 muestra en alzado frontal el contorno adyacente de los tramos que componen la pala de la figura 1.

La figura 3 muestra en perspectiva la sección de la figura 2, de uno de los tramos que componen la pala de la figura 1.

20 La figura 4 es una sección parcial esquemática de la pared de la estructura longitudinal interna resistente de los tramos de la pala.

La figura 5 es una vista similar a la figura 4, mostrando una variante de ejecución.

25 La figura 6 es una perspectiva de los perfiles incluida en la sección de la figura 5, para el acoplamiento y fijación de los insertos metálicos que constituyen los medios - o de conexión.

La figura 7 es una sección longitudinal parcial de la pared de la estructura longitudinal interna resistente, mostrando una variante de ejecución.

30 La figura 8 muestra en perspectiva una posible forma de realización de los insertos metálicos.

La figura 9 es una vista similar a la figura 8, mostrando una variante de ejecución de los insertos metálicos.

La figura 10 muestra una variante de realización del extremo externo de los insertos metálicos.

35 Las figuras 11 y 12 son un alzado lateral y una planta, respectivamente,

de la unión de los tramos que componen la pala de la figura 1, con los insertos de la figura 10.

La figura 13 corresponde al detalle e de la figura 1, a mayor escala.

5 La figura 14 es una sección transversal del carenado, tomada según la línea de corta A-B de la figura 13.

En la figura 1 se muestra una pala para generadores eólicos, de configuración tradicional, que esta subdividida transversalmente en dos tramos que se referencian con los números 1 y 2. Estos tramos presentan secciones enfrentadas coincidentes, que se representan en alzado y perspectiva en las
10 figuras 2 y 3.

Cada uno de los tramos 1 y 2 incluye una pared o cáscara externa aerodinámica, que se referencia en general con el número 3, y una estructura longitudinal interna de refuerzo, que se indica en general con el número 4 y que en el ejemplo representado en los dibujos esta concebida como viga de cajón
15 que discurre a lo largo de los tramos, teniendo paredes 5 que están adosadas o forman parte de la cáscara 3, y paredes intermedias 6.

Los tramos 1 y 2 disponen en sus secciones enfrentadas de medios de conexión, los cuales van situados en las secciones extremas adyacentes de la estructura longitudinal interna resistente 4. Preferentemente los medios de
20 conexión citados irán situados en coincidencia con las paredes 5 de la estructura longitudinal interna resistente 4.

En palas de gran longitud, para cumplir ciertos requisitos de rigidez y peso, se utiliza fibra de carbono en la formación de las paredes de la estructura longitudinal interna de refuerzo 4, al menos en las paredes 5. Al ser la rigidez
25 específica de la fibra de carbono muy alta, los espesores son sensiblemente menores que si se utilizara fibra de vidrio, de costo reducido. Por esta circunstancia, el pandeo de las paredes constituidas a base de fibra de carbono pasa a cobrar más importancia y a convertirse en criterio dimensionante. Para evitar que así sea, y por tanto se incremente la cantidad de fibra de carbono
30 necesario, al igual que se hace en otro tipo de elementos estructurales de pequeño espesor, se recurre a una estructura sándwich en lugar de un laminado sólido.

En la figura 4 se muestra de forma esquemática la sección de una pared de estructura sándwich, compuesta por capas 7 de laminado a base de fibra de
35 carbono y un núcleo intermedio 8, a base de un producto generalmente de

menor costo y peso, como podría ser madera de balsa, espuma, etc.

Con esta constitución se consigue reducir la cantidad de fibra de carbono, con el consiguiente ahorro de costo y disminución de peso, que ello supone y todo ello logrando espesores que permiten excluir como criterio
5 dimensionante fundamental el pandeo de la placa.

Según otra característica de la invención, los medios de conexión consisten en insertos metálicos que se alojan y fijan axialmente dentro de las paredes de la estructura longitudinal interna resistente, a partir del canto libre de las mismas, en posiciones coincidentes en las secciones enfrentables de los
10 tramos 1 y 2. Especialmente los insertos metálicos irán dispuestos en las paredes 5 de la estructura longitudinal interna 4.

Según una forma de realización mostrada en las figuras 5 y 6, en las paredes de la estructura longitudinal interna 4, al menos en las paredes 5, se integran a lo largo de la misma perfiles de sección rectangular 9 a base de fibra
15 de carbono, en coincidencia con el núcleo 8 de la pared, figura 4, quedando así sustituido el núcleo por estos perfiles, bien en todo lo ancho de las paredes o bien en zonas o puntos aislados. La altura de los perfiles .9 será aproximadamente igual al grueso del núcleo 8, de modo que los citados perfiles queden en contacto con los laminados 7 de carbono, a los que se unen
20 mediante adhesivo o mediante proceso de cocurado del laminado y perfiles. Los perfiles 9 pueden ser fabricados mediante pultrusión, por ejemplo.

Dentro de estos perfiles, se alojarán los insertos metálicos 10, que se pegarán con adhesivo a la superficie interna de los perfiles. Lógicamente los insertos metálicos 10 deberán tener una sección externa coincidente con la
25 interna de los perfiles 9. El pegado de los insertos 10 en los perfiles 9 puede realizarse antes de la integración del perfil en la estructura longitudinal interna, en cuyo caso la pieza a integrar en la pared de la estructura 4 sería esquemáticamente como se representa en la figura 6.

La integración de los insertos metálicos 10 en la pared de la estructura
30 longitudinal resistente 4 puede realizarse también mecanizando en dicha pared, a partir del canto libre de la misma, cavidades dimensionadas para alojar dichos insertos. Para ello la pared de la estructura longitudinal interna resistente 4 debe presentar, al menos en la zona en que se mecaniza la cavidad, un laminado sólido que permita pegar los insertos con adhesivo. Para ello, según
35 se muestra en la figura 7, será necesario pasar de la estructura sándwich 11,

compuesta por los laminados 7 y núcleo 8, a un laminado sólido 12, que puede estar compuesto a base de capas de fibra de carbono o bien capas 13 de fibras de carbono y capas 14 de fibra de vidrio, de menor costo. A partir del canto libre 15 de la pared se practican las cavidades 16 dimensionadas para alojar los insertos 10. En esta realización puede ser preferible una sección de insertos circular, según se expondrán mas adelante.

Independientemente de cual sea la configuración de los insertos y la manera de integrarlos en la viga, el concepto de unión es diferente según se dispongan los elementos de conexión entre los insertos de los tramos de la pala a unir para trabajar a tracción o cortadura.

Los elementos de conexión pueden por ejemplo estar constituidos por pernos rascados en sus extremos. En este caso los insertos pueden ser diferentes en ambos tramos, para posibilitar el montaje y pretensión de los pernos, según se muestra en las figuras 8 y 9.

En la figura 8 los insertos metálicos 10 pueden consistir en piezas metálicas 17 y 18 de configuración en U, cuya rama central, de mayor grosor en la pieza 18, dispone de un taladro rascado 19 en el que se enroscará uno de los extremos del perno. La pieza opuesta 17 puede disponer de una pared intermedia de menor grosor, con un taladro 20 carente de rosca y de diámetro ligeramente superior que la del perno, para permitir el paso libre del mismo, de modo que sobresalga dentro de la pieza 17 en una porción en la que se fijará una tuerca o tuerca y contratuerca de bloqueo.

Según sea el método de pretensado del perno a utilizar, par de apriete, estirado, etc. , se deberán implementar detalles diferentes en el alojamiento de la tuerca.

Como variante de la opción comentada se puede realizar la unión con dos insertos iguales al referenciado con el número 17 en la figura 8, en cuyo caso habría que incluir dos tuercas de apriete y contratuercas o algún otro dispositivo similar para evitar que las tuercas pudieran aflojarse.

Como puede comprenderse, el perfil de los insertos puede variar en caso de que, en lugar de que haya perfiles rectangulares, la forma de adaptación sea mediante transición al laminado sólido. En este caso el alojamiento se realiza mediante taladrado y por tanto el perno tendrá preferentemente sección circular como se ha indicado anteriormente, por ejemplo forma aproximadamente semicilíndrica tal y como se muestra en la figura 9. En esta realización las

piezas 17' y 18' corresponden a las 17 y 18 de la figura 8, con sus correspondientes taladros, rascado 19 y carente de rosca 20.

5 En la figura 10 se muestra una variante de realización, en la cual los elementos de conexión trabajarán a cortadura. En este caso los insertos metálicos 10 quedan rematados en una orejeta 21 dotada de un orificio 22. Las orejetas 21 de insertos 10 enfrentados de los tramos 1 y 2 de la pala quedarán ligeramente desfasados de modo que al acoplar dichos tramos entre sí las orejetas 21 de insertos enfrentados queden adosados, según se muestra en las figuras 11 y 12, con los orificios 22 alineados, para la introducción de bulones de bloqueo 23 que trabajarán a cortadura.

10 La separación entre las cámaras de los tramos 1 y 2 puede cerrarse mediante un carenado 24, figuras 13 y 14, compuesto por una banda que se acopla sobre asientos 25 definidos por los bordes de la cáscara 3 y que en la zona ocupada por la estructura longitudinal interna resistente 4 incluirá una porción 25 de mayor anchura, correspondiente a la zona ocupada por la estructura longitudinal interna resistente 4.

15 La fijación de este carenado puede hacerse en forma en sí conocida, por ejemplo mediante tornillos 26 enroscables en tuercas 27 que pueden ir fijadas a la superficie interna de la pared de las conchas 3 o bien formar parte de una banda o tira auxiliar 28 que se fija a la superficie interna de la pared de las conchas 3, en coincidencia con los asientos 25.

20 La superficie aerodinámica o concha 3 puede estar compuesta por un carenado no estructural, o mas bien estructuralmente secundario, que incluye las porciones 27 y 28 de la sección de los tramos, figura 2 y que ocupará las zonas no coincidentes con la estructura longitudinal interna resistente 4. Para ello las paredes 5 de la estructura longitudinal interna de refuerzo 4 presentarán una curvatura que defina con las porciones 27 y 28 una superficie continua, correspondiente al perfil deseado de la pala.

30

35

REIVINDICACIONES

1.- Pala para generadores eólicos, que está subdividida transversalmente en dos o mas tramos independientes (1, 2), cada uno de los cuales comprende
 5 paredes o cáscaras aerodinámicas (3) y una estructura longitudinal interna de refuerzo (4), que incluye paredes adosadas (5, 6) que son unidas mediante adhesivo a las cáscaras aerodinámicas (3), cuyos tramos (1, 2) están dotados en sus secciones extremas de medios de conexión, con orificios enfrentables (19, 20, 22) para recibir pernos o bulones de sujeción, caracterizada porque los
 10 medios de conexión citados consisten en insertos metálicos (10) que están alojados y fijados axialmente dentro de las paredes (5) de la estructura longitudinal interna resistente (4), a partir del canto libre de las mismas, en posiciones coincidentes en las secciones enfrentables de tramos consecutivos y donde las paredes (5) están constituidas, al menos en parte de su longitud, por
 15 un sándwich compuesto por una capa a base de fibras de refuerzo (7) y un núcleo intermedio (8) y a partir del canto libre y en coincidencia con el núcleo intermedio (8), se disponen perfiles tubulares a base de fibra de carbono (9), que definiendo el núcleo del sándwich y quedando en contacto con y estando unidos a las capas de fibra de refuerzo de dicho sándwich, los insertos
 20 metálicos (10) estando ubicados sobre los perfiles (9) teniendo una sección externa igual a la interna de los perfiles (9) a los que se unen mediante adhesivo

2. - Pala según la reivindicación 1, caracterizada porque el sándwich de
 25 las paredes (5) de la estructura longitudinal de refuerzo (4) se transforma en las porciones extremas en las que se disponen los insertos metálicos (10), en un laminado sólido de fibras de refuerzo, en el que se mecanizan axialmente alojamientos para dichos insertos (10), los cuales se fijan mediante adhesivo a las fibras de refuerzo.

30 3. - Pala según la reivindicación 1, caracterizada porque los insertos metálicos (10) disponen a partir de su sección externa, de taladros axiales enfrentables, para recibir pernos de unión, que se fijan mediante tuercas y trabajarán a tracción.

35 4. - Pala según la reivindicación 3, caracterizada porque el taladro de uno de los insertos (10) esta rascado, para el enroscado de uno de los extremos de

un perno, mientras que el taladro del inserto opuesto carece de rosca y es de diámetro ligeramente mayor que el del perno, para permitir el paso de dicho perno, que sobresale a partir del taladro en una porción destinada a recibir tuercas de bloqueo.

5 5. -Pala según las reivindicación 1, caracterizada porque los insertos metálicos (10) disponen, a partir de su sección externa, de orejetas (21) que quedan ligeramente desfasadas entre sí en insertos enfrentables (10), de modo que queden adosadas entre sí al acoplar dos tramos consecutivos, disponiendo
10 dichas orejetas de orificios enfrentables en la posición adosada para recibir, en dirección perpendicular al eje longitudinal de los tramos, un perno o bulón de unión que trabajara a cortadura.

15

20

25

30

35

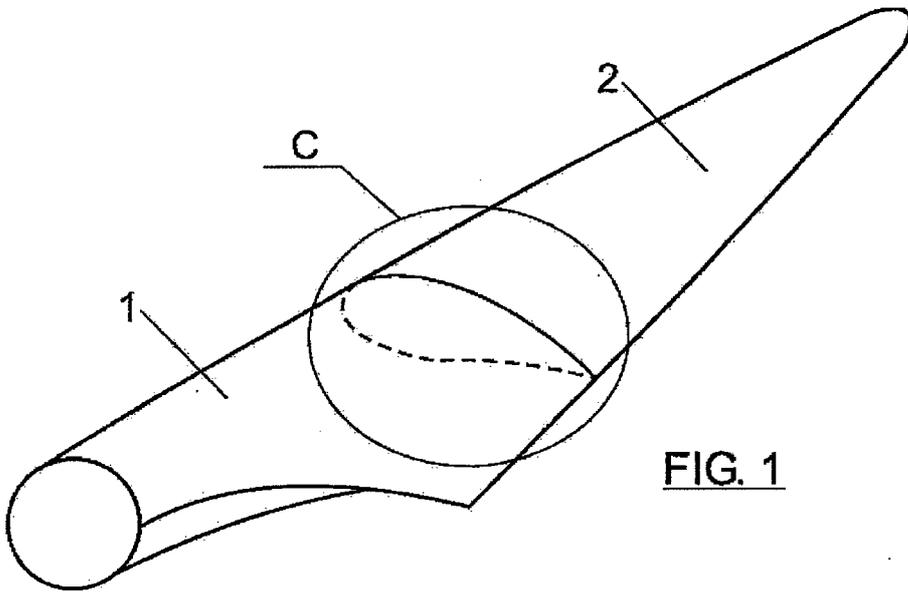


FIG. 1

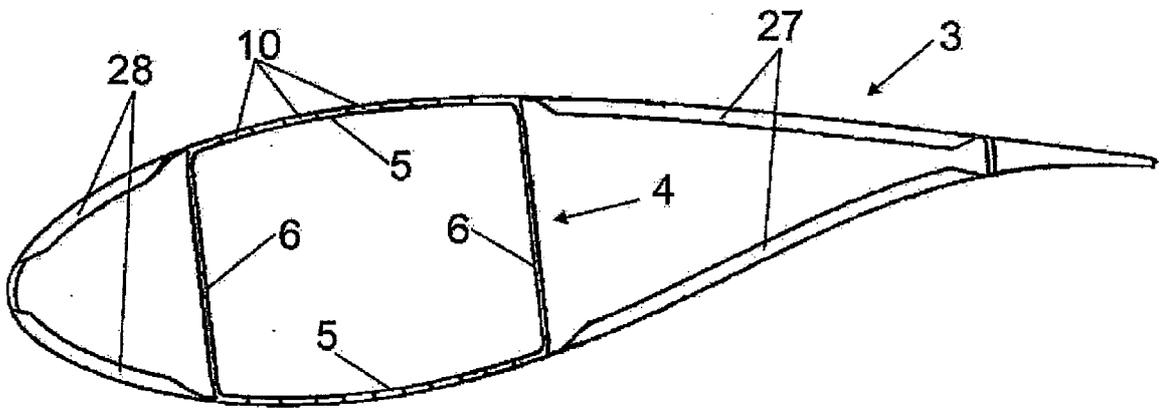


FIG. 2

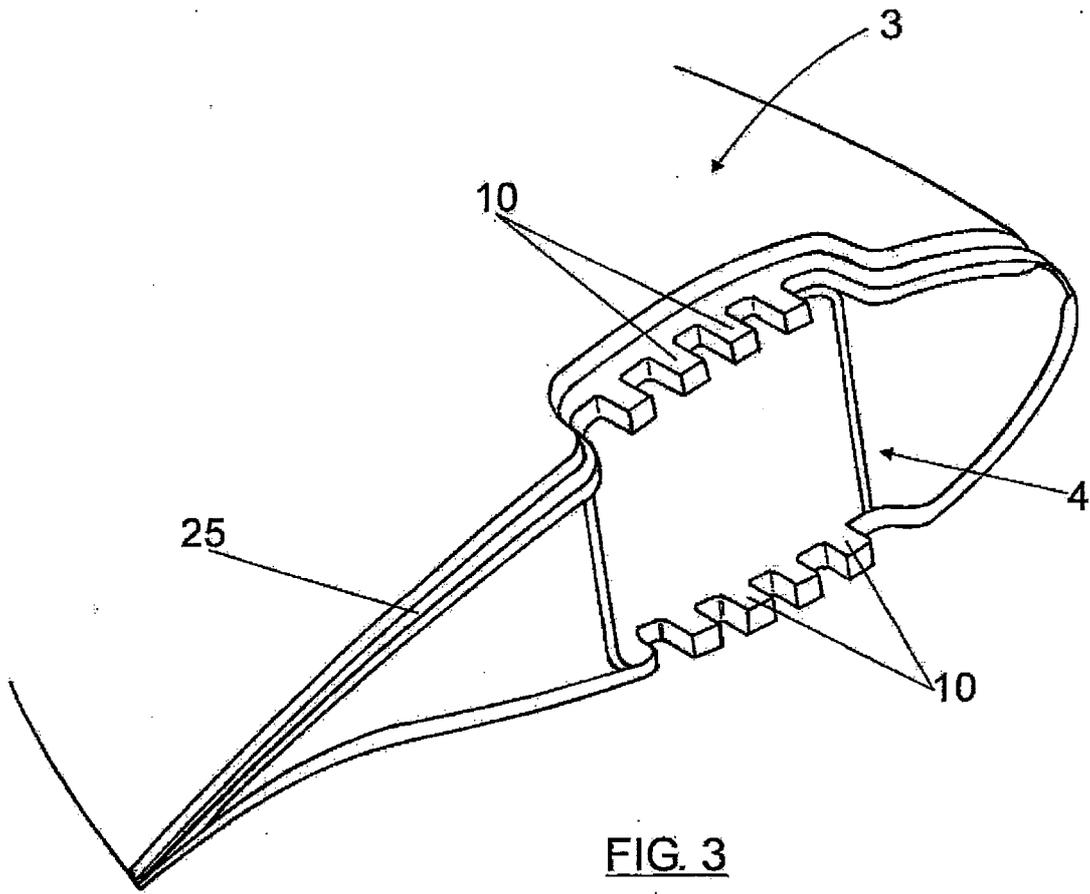


FIG. 3

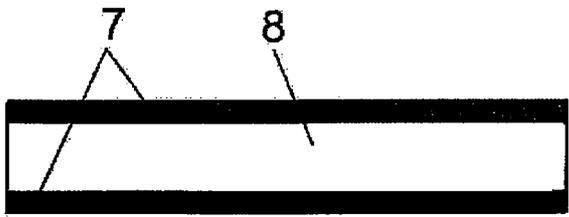


FIG. 4

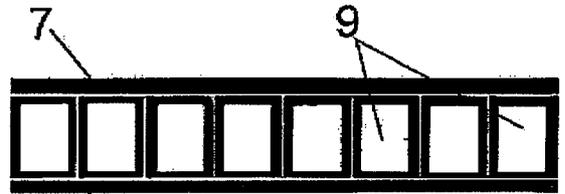


FIG. 5

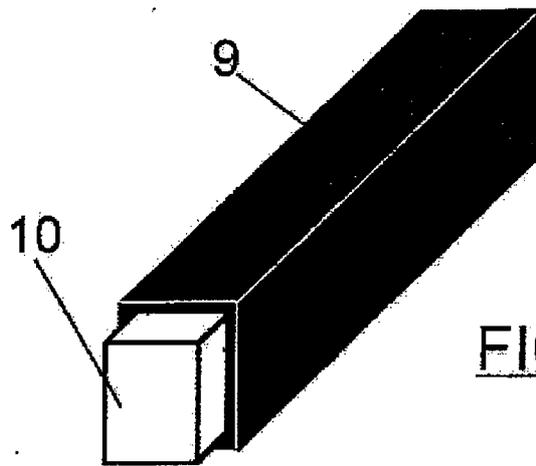


FIG. 6

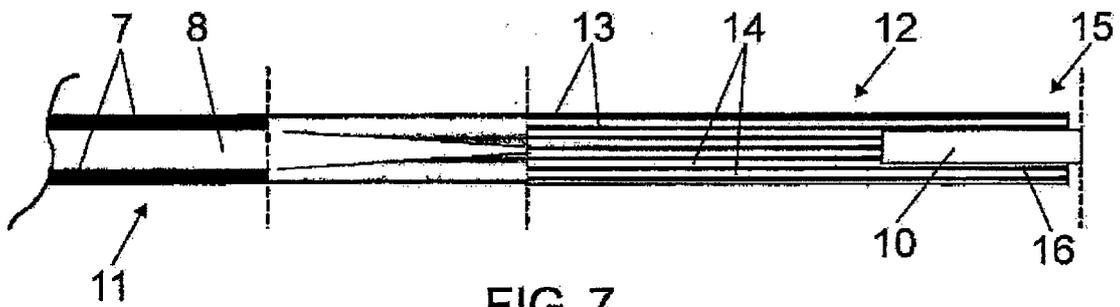


FIG. 7

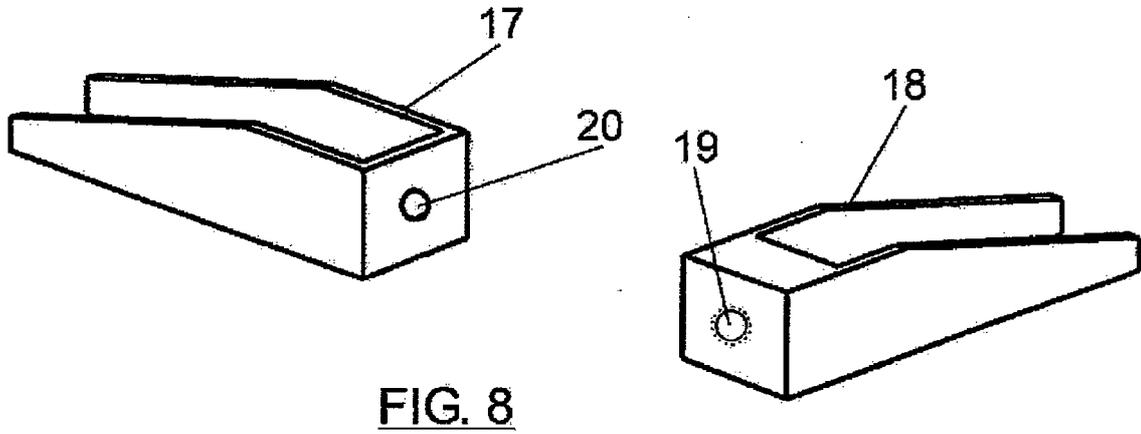


FIG. 8

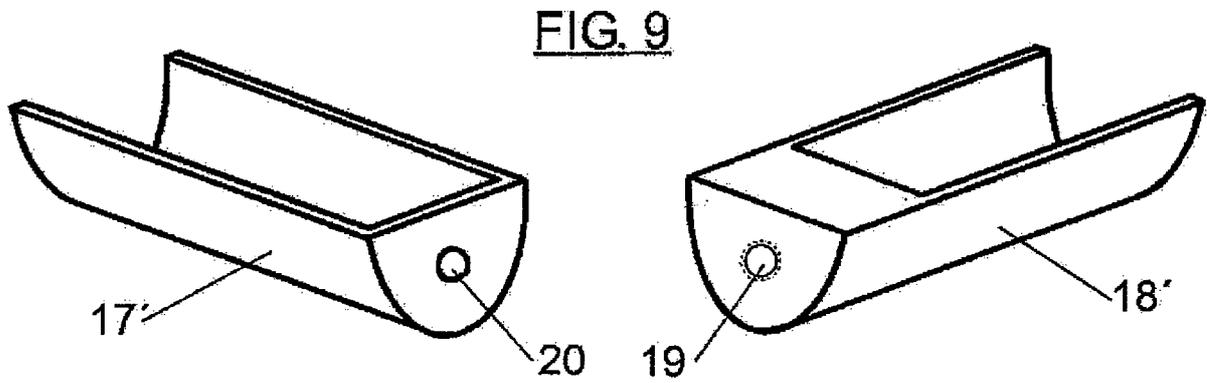


FIG. 9

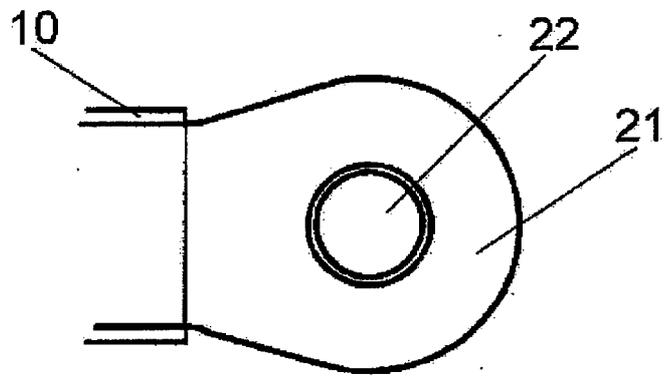


FIG. 10

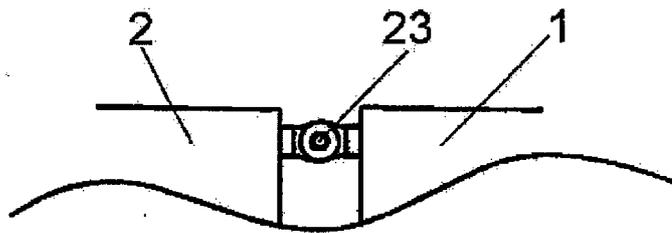


FIG. 11

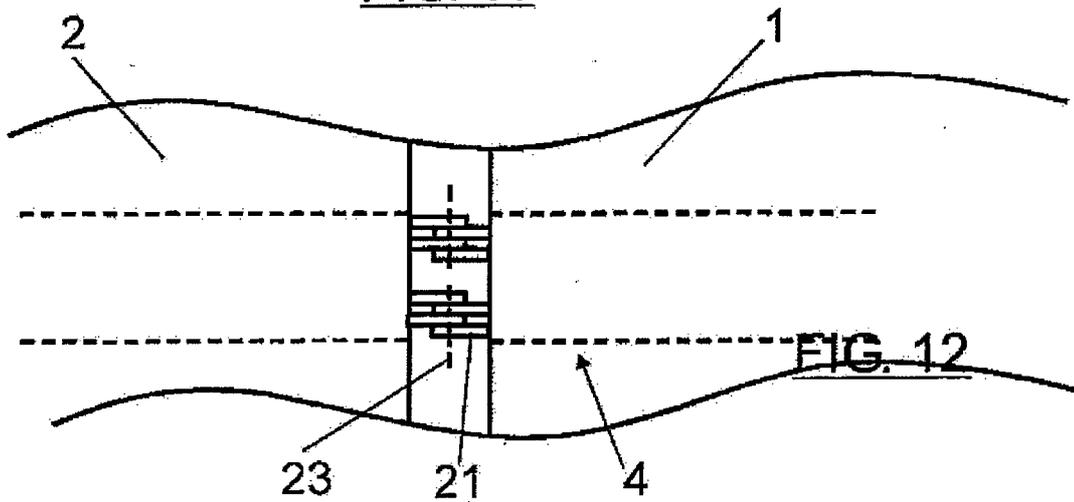


FIG. 12

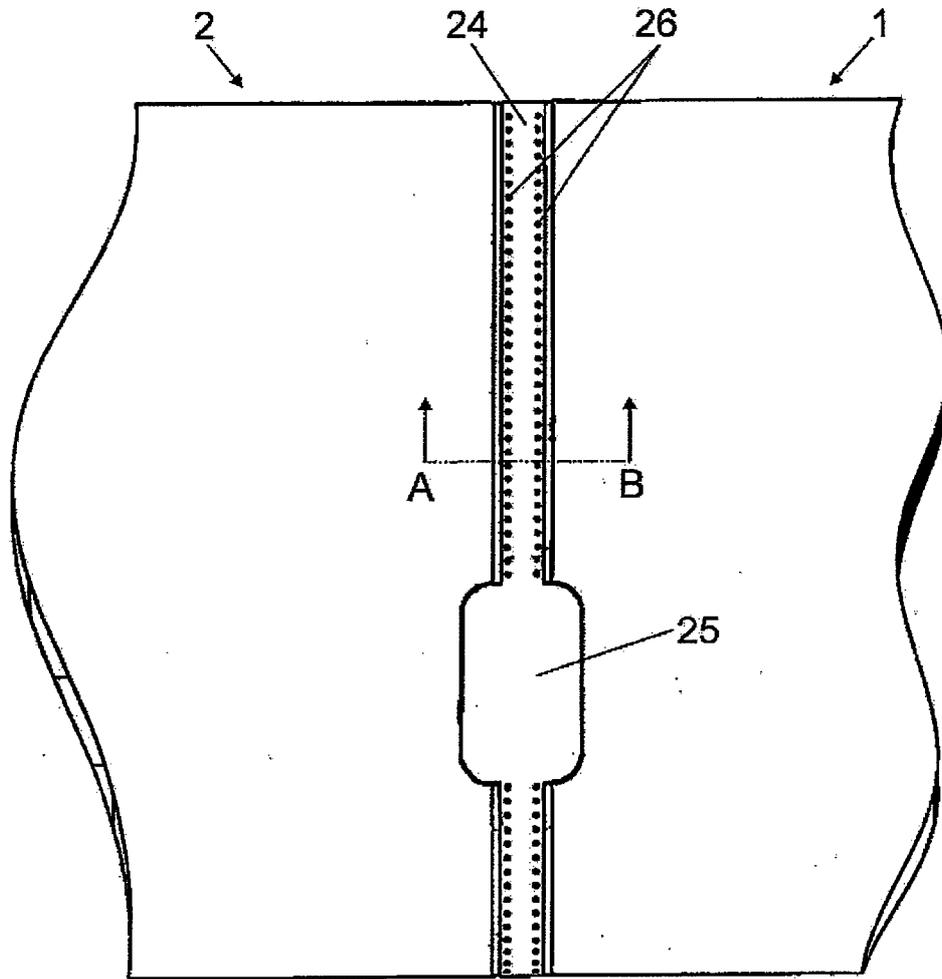


FIG. 13

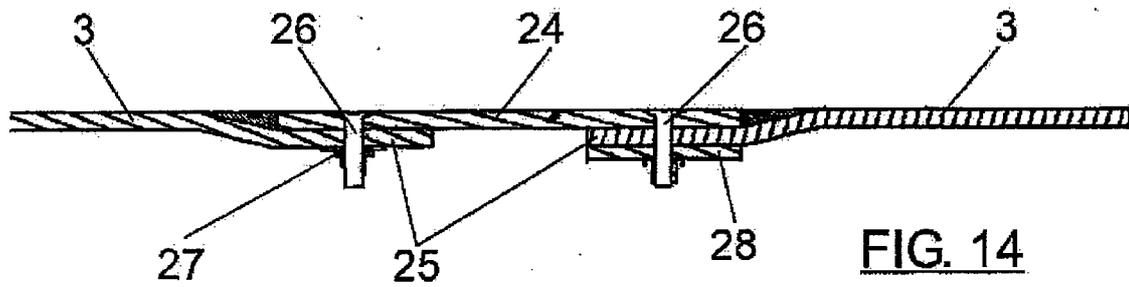


FIG. 14