

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 399 216**

51 Int. Cl.:

F03D 1/00 (2006.01)

F03D 11/00 (2006.01)

F03D 11/04 (2006.01)

F03D 1/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.10.2009 E 09783996 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.11.2012 EP 2344754**

54 Título: **Aspas de generadores eólicos y su procedimiento de realización asociado**

30 Prioridad:

23.10.2008 FR 0857213

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

26.03.2013

73 Titular/es:

**ASTRIUM SAS (100.0%)
6 rue Laurent Pichat
75016 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**LEMAIRE, FRÉDÉRIC y
RAYMOND, GÉRALD**

74 Agente/Representante:

MORGADES MANONELLES, Juan Antonio

ES 2 399 216 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

Aspas de generadores eólicos y su procedimiento de realización asociado

5 La presente invención se refiere a las aspas de los generadores eólicos y al procedimiento para su realización.

La presente invención se refiere más particularmente a las aspas de los generadores eólicos y a los generadores eólicos de grandes dimensiones.

10 El sector de la generación de energía eléctrica mediante generadores eólicos experimenta un crecimiento rápido. La búsqueda de economías de escala y el interés por captar el viento a unas alturas lo más grandes que sea posible conducen a la concepción de unas máquinas cada vez más grandes.

15 Las aspas de los generadores eólicos alcanzan actualmente unas dimensiones superiores a 50 m, y se están construyendo unos prototipos de más de 75 m. Dichas aspas son objeto de numerosas limitaciones que conducen a que se realicen empleando unos materiales compuestos, la única manera de conciliar las resistencia del aspa y la contención de su masa.

20 Si la realización en fábrica de unas aspas de dichas dimensiones plantea unos problemas difíciles aunque superables, su transporte hasta los emplazamientos frecuentemente alejados de los grandes ejes viarios se revela frecuentemente crítico y oneroso.

25 Por lo tanto, los fabricantes de generadores eólicos se han visto obligados a realizar unas aspas en varios trozos, ensamblados *in situ* tras el transporte. El ensamblaje *in situ* se realiza o sobre el suelo, con unos utillajes tipo cuna, o en pendular. En ambos casos, el tamaño de los segmentos de las aspas hace que la operación resulte delicada, teniendo en cuenta la relativa fragilidad de las piezas que se optimizan en cuanto a su masa, y la calidad exigida al ensamblaje en términos de precisión requerida, y la calidad final, que deberá resistir durante toda la vida de la instalación las múltiples restricciones de fatiga y medioambientales.

30 Se recuerda que se han propuesto diversos procedimientos de ensamblaje puramente mecánicos y en particular los documentos EP 1 584 817 A1, EP 1 878 915 A2, US2008/0069699A1 proponen diversas soluciones para realizar la unión de los trozos de aspas separados.

35 Debe destacarse que el ensamblaje de dichos trozos de aspas constituye una operación delicada, debido al posicionamiento preciso de los trozos de las aspas que es necesario obtener en el emplazamiento donde se utilizará el generador eólico.

40 El objetivo de la presente invención es proponer un aspa de generador eólico de realización más simple a partir de trozos y, para hacerlo, prevé un aspa de generador eólico que comprende por lo menos dos trozos unidos mediante por lo menos una bisagra adaptada para plegar uno de dichos trozos sobre el otro con vistas al transporte del aspa y a desplegar los trozos dispuestos alineados, lo que permite poder prescindir de un utillaje para el alineamiento de los trozos.

45 La presente invención se refiere además a un procedimiento para la realización de un aspa de generador eólico que comprende por lo menos dos trozos conectados mediante por lo menos una bisagra adaptada para plegar uno de dichos trozos sobre el otro y para ello se realizan los trozos del aspa comprendiendo las partes de dicha por lo menos una bisagra, se alinean dichos trozos longitudinalmente en su posición final, se ensamblan mediante dicha por lo menos una bisagra, se pliegan los trozos quedando superpuestos con vistas a su transporte, se despliegan los trozos en el emplazamiento de instalación del generador eólico en el que se montará dicha aspa y se fijan los trozos ensamblados para montar el aspa.

50 Otras características y ventajas de la presente invención se comprenderán mejor leyendo la descripción siguiente de unos ejemplos de forma de realización de la presente invención no limitativos, haciendo referencia a los dibujos que representan:

55 en la figura 1: una vista lateral de un primer ejemplo de forma de realización de un ensamblaje de los trozos de un aspa según la presente invención;

60 en la figura 2A: una vista en perspectiva del ensamblaje de la figura 1;

en la figura 2B: una vista en sección de una variante de los medios de fijación del aspa;

65 en la figura 3: una vista en perspectiva de un segundo ejemplo de forma de realización del ensamblaje de los trozos del aspa según la presente invención;

en las figuras 4A y 4B: unas vistas respectivamente en perspectiva y frontal de una parte de trozo que comprende una parte de bisagra según una variante de forma de realización según la presente invención;

5 en las figuras 5A a 5E: unas vistas de las fases de montaje de un aspa de la presente invención sobre el emplazamiento de producción eólica.

10 La figura 1 representa una vista lateral de un segmento de aspa de generador eólico según la presente invención y que comprende dos trozos 1a, 1b conectados mediante un primer ejemplo de forma de realización de la bisagra 2 adaptada para plegar uno de dichos trozos sobre el otro con vistas al transporte del aspa y al desplegado de los trozos en alineamiento.

Según dicho ejemplo preferido la bisagra 2 se inscribe dentro del volumen del aspa.

15 El aspa se realiza en varios trozos en fábrica, lo que limita el tamaño de los utillajes, en particular de los moldes que alcanzan unas dimensiones prohibitivas en el caso de las aspas monobloque.

Debido a la presente invención, la fabricación industrial resulta facilitada asimismo por el hecho de que los desechos debidos a defectos afectan únicamente a los trozos que han sufrido el defecto y no a las aspas completas.

20 La bisagra según el ejemplo representado es una bisagra doble 2 que comprende un eslabón 15 provisto, en cada uno de sus extremos, de un alojamiento 12 para un eje de rotación 14.

25 La utilización de una bisagra doble que descansa sobre un eslabón provisto de una articulación en cada uno de sus extremos permite que la bisagra no rebase el volumen del aspa, lo que resulta favorable desde el punto de vista de la aerodinámica del aspa.

Para conectar el eslabón con los trozos, dichos últimos comprenden unos alojamientos 13 para alojar los ejes de rotación 14 de cada lado del eslabón 15, complementarios de dichos ejes.

30 En la figura 2A, una vista en perspectiva del ensamblaje de la figura 1, se observa que la bisagra comprende dos eslabones separados y que los alojamientos complementarios que alojan los ejes 14 se realizan sobre los extremos de los artesones de rigidización del aspa.

35 La bisagra se dispone en un lado del aspa que comprende unos medios complementarios 4, 5, 6, 7 de fijación de los trozos, trozos desplegados en alineamiento.

Dichos medios complementarios de fijación de los trozos comprenden un tirante 4 que se fija sobre una cara opuesta a una cara de los trozos que comprenden la bisagra y unos medios de fijación 6, 7 de dicho tirante sobre los trozos.

40 En el caso de un aspa de tres trozos, las bisagras y los tirantes de dos trozos sucesivos se disponen sobre caras opuestas para plegar el aspa en acordeón.

45 En este caso, el tirante se realiza bajo la forma de una placa provista de unos orificios en los que se insertan unos pasadores 7, unas tuercas 6 enroscadas en los pasadores que fijan el tirante sobre la cara opuesta.

Los ejes 14 se introducen en los alojamientos 12 de los eslabones y en los alojamientos 13 de los artesones de rigidización del aspa. Pueden inmovilizarse mediante unas clavijas o cualquier otro medio tal como un engarce en los alojamientos de los eslabones.

50 El ejemplo de la figura 2B corresponde a una forma de realización para la que los tirantes se realizan con unos bulones de tracción 25, 26, comprendiendo un eje roscado 25 articulado sobre uno de los trozos 1a, 1b y una tuerca 26 alojadas detrás de una oreja 27 del segundo de los trozos.

55 Según el ejemplo de la figura 3, dicha por lo menos una bisagra 3 comprende un eje de rotación 11 separado de los trozos y unos brazos 10 y forma de este modo un compás.

En el ejemplo se presentan dos bisagras alineadas para mejorar la resistencia a la torsión del álabe y se puede concebir un ensamblaje que comprenda más de dos bisagras.

60 En dicho ejemplo, los medios complementarios de fijación de los trozos son unos medios 5 de bloqueo mecánico de la bisagra en forma de unos dispositivos de bloqueo en U cuyas ramas laterales se introducen en unos orificios 20 realizados en los brazos y distantes del eje de rotación de la bisagra.

65 Sin embargo, un montaje de dichas características no permite que la bisagra permanezca dentro del volumen del aspa y adolece del inconveniente de que la parte de bisagra que rebasa dicho volumen crea una perturbación aerodinámica y causa un ruido adicional cuando gira el aspa.

ES 2 399 216 T3

- 5 Para minimizar dicho efecto, el aspa comprende por lo menos una tapa 8, 9 dispuesta para recubrir la bisagra. La utilización de una tapa de dichas características en el marco del ejemplo de la figura 1 es asimismo útil para tapar las zonas de paso de las partes de las bisagras no recubiertas por la piel del aspa. Se trata en este caso de una tapa de tamaño reducido que forme un sobreespesor tan reducido como sea posible en relación con la piel del aspa.
- 10 Para realizar las aspas según la presente invención, se realizan unos trozos 1a, 1b, 1c empleando unas técnicas conocidas de realización de perfiles compuestos tales como el conformado por estirado o el moldeado.
- 15 Tal como en el caso de los ejemplos representados, se puede partir de un artesón de rigidización central 21 sobre el que se fijarán los elementos de las bisagras.
- Los herrajes de las bisagras se fijan sobre los trozos de tal modo que se realicen unos trozos del aspa que comprendan las partes de dicha por lo menos una bisagra 2, 3.
- 20 A continuación, una vez realizados los trozos, se alinean los troncos longitudinalmente en su posición final, se ensamblan mediante dicha por lo menos una bisagra regulando las fijaciones de tal modo que los trozos queden alineados correctamente y a continuación se pliegan los trozos de modo que queden superpuestos con vistas a su transporte.
- Las bisagras implantadas en los cuerpos de los segmentos de las aspas permiten, por lo tanto, reunir los trozos y ajustar las bisagras para asegurar un perfil conveniente del aspa desplegada en fábrica.
- 25 A continuación, las bisagras se desbloquean y el aspa se pliega para su transporte.
- Al presentar el aspa una masa reducida en relación con su tamaño (aproximadamente 18 toneladas para un aspa de 60 m), su transporte resulta fácil.
- 30 Una vez que se encuentre en el emplazamiento de instalación del generador eólico en el que se montará el aspa, se despliegan los trozos y se fijan los trozos ensamblados para montar el aspa.
- Las figuras 5A a 5E ilustran el procedimiento de instalación.
- 35 El transporte del aspa representada en la figura 5A se realiza con el aspa plegada, disponiéndose los trozos 1a a 1c superpuestos, lo que permite utilizar un camión de longitud razonable.
- Siempre plegados, los trozos se disponen, tal como se representa en la figura 5B, sobre unos elementos de armazón de soporte 22a, 22b, 22c y se despliegan según la secuencia representada en las figuras 5B a 5D.
- 40 Por último, tal como se representa en la figura 5E, se fijan sobre los trozos los medios complementarios de fijación 4a y 4b y, eventualmente, las tapas para terminar el aspa.
- 45 De este modo, una vez que se encuentre en su sitio, el aspa se deposita sobre unas cunas simples y se despliega con la ayuda de una grúa de montaje del generador eólico. La posición relativa de los segmentos se controla mediante la geometría de las bisagras, y por lo tanto es muy precisa. La fijación final de los segmentos se asegura mediante unos elementos mecánicos tales como los bulones de tracción, trinquete y ejes de cizallamiento de los medios complementarios de fijación de los trozos o mediante encolado estructural.
- 50 Para la realización de los trozos, se pueden realizar los trozos en un mismo molde, lo que simplifica el procedimiento de alineamiento de los trozos o realizar los trozos en unos moldes diferentes, lo que proporciona una ganancia de espacio.
- 55 En los casos en los que el aspa se realiza, por lo menos en parte, mediante conformado por estirado de material compuesto, se puede, tal como se representa en las figuras 4A y 4B, sobreconformar por estirado 16 un herraje 17 de la bisagra dentro del espesor del aspa.
- 60 En este caso, el artesón 21 puede comprender una zona de recepción del herraje 17 en hueco para conservar la forma aerodinámica del perfil exterior del aspa y evitar cualquier sobreespesor.
- Según una forma de realización alternativa representada en la figura 3, se emperna en 18 por lo menos una parte 10 de dicha bisagra a las estructuras 19 de los trozos.
- 65 Ello permite terminar el moldeado del trozo antes de fijar las bisagras.

ES 2 399 216 T3

De este modo, las operaciones a realizar en el emplazamiento se reducen y los diferentes elementos del aspa se regulan en fábrica, el aspa se transporta plegada, y a continuación se despliega en el emplazamiento.

5 Una vez desplegada, las bisagras se bloquean en la posición abierta mediante un medio mecánico o un encolado, lo que asegura un posicionamiento preciso de los diferentes elementos. Una vez se ha completado la fijación, si es necesario se realiza un tapado para afinar el perfil aerodinámico del aspa.

10 La forma de realización descrita corresponde a un aspa de aproximadamente 60 m constituida clásicamente por dos pieles aerodinámicas, realizadas separadamente mediante infusión bajo vacío en fibra de vidrio y resina epoxi. La masa del aspa es de aproximadamente 18 toneladas.

15 Un larguero (barra) 21 realizado separadamente, o en monobloque, o por encolado de dos "omega" se dispone en el interior del molde de forma. La función de dicho larguero es aportar rigidez longitudinal al aspa. Se realiza asimismo por infusión en fibra de vidrio y resina epoxi, aunque puede contener una proporción de fibra de carbono, con el fin de aligerar peso. Las dos pieles y el larguero se ensamblan a continuación mediante encolado estructural en el nivel del borde de ataque, del borde de fuga y del larguero.

20 La forma de realización en varios moldes separados permite una optimización de la producción en términos de flujo y de gestión de las no conformidades. Las bisagras pueden integrarse sobre cada uno de los elementos mediante comoldeado, encolado o ensamblaje mecánico. Los 3 moldes pueden utilizarse como banco de ajuste de los segmentos del aspa durante la unión de las bisagras, o bien el ajuste puede realizarse sobre un banco específico, a fin de liberar más rápidamente los moldes.

25 No obstante, dicha solución comporta una dificultad: la obtención de una continuidad del perfil aerodinámico entre los diferentes elementos.

Aunque ofrece menos flexibilidad en la producción, una solución consiste en realizar el aspa con un único molde, permitiendo dicha solución eludir los problemas de la continuidad del perfil.

30 Se pueden realizar los 3 segmentos del aspa en un mismo molde separándolos con unas láminas, o realizar un aspa completa y cortarla en los puntos pretendidos tras la realización. Las bisagras pueden integrarse en el molde mediante encolado para el ensamblaje mecánico.

35 En este caso, la integración de las bisagras no exige el ajuste relativo de los elementos del aspa.

Tras la realización, el aspa se pliega para el transporte, y luego se despliega en el emplazamiento sin que se precise ningún medio de ajuste.

REFERENCIAS MENCIONADAS EN LA DESCRIPCIÓN

5 *Esta lista de referencias mencionadas por el solicitante pretende únicamente ayudar al lector y no forma parte del documento de patente europea. Si bien se ha confeccionado con el máximo esmero, no puede excluirse que pueda contener errores u omisiones y la Oficina Europea de Patentes declina cualquier responsabilidad al respecto.*

Documentos de patentes mencionados en la descripción

- 10
- EP 1584817 A1
 - EP 1878915 A2
 - US 20080069699 A1

REIVINDICACIONES

- 5 1. Aspa de generador eólico **caracterizada porque** comprende por lo menos dos trozos (1a, 1b, 1c) conectados mediante por lo menos una bisagra (2, 3) adaptada para plegar uno de dichos trozos sobre el otro con vistas al transporte del aspa y para desplegar los trozos en alineamiento.
- 10 2. Aspa de generador eólico según la reivindicación 1, **caracterizada porque** comprende unos medios complementarios (4, 5, 6, 7) de fijación de los trozos, trozos desplegados en alineamiento.
- 15 3. Aspa de generador eólico según la reivindicación 2, **caracterizada porque** los medios complementarios de fijación de los trozos son unos medios (5) de bloqueo mecánico de la bisagra.
- 20 4. Aspa de generador eólico según la reivindicación 2, **caracterizada porque** los medios complementarios de fijación de los trozos comprenden un tirante (4) que se fija sobre una cara opuesta a una cara de los trozos que soporta la bisagra y unos medios de fijación (6, 7) de dicho tirante sobre los trozos.
- 25 5. Aspa de generador eólico según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizada porque** dicha por lo menos una bisagra (2) se inscribe dentro del volumen del aspa.
- 30 6. Aspa de generador eólico según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizada porque** dicha por lo menos una bisagra (3) comprende un eje de rotación (11) separado de los trozos y de los brazos (10) y forma de este modo un compás.
- 35 7. Aspa de generador eólico según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizada porque** la bisagra es una bisagra doble (2) que comprende un eslabón (15) provisto, en cada uno de sus extremos, de un alojamiento (12) para un eje de rotación (14), comprendiendo los trozos conectados por el eslabón unos alojamientos (13) complementarios para alojar los ejes de rotación (14) de cada lado del eslabón (15).
- 40 8. Aspa de generador eólico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** comprende por lo menos una tapa (8, 9) dispuesta para recubrir dicha bisagra.
- 45 9. Procedimiento para la realización del aspa de generador eólico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** se realizan unos trozos (1a, 1b, 1c) del aspa comprendiendo las partes de la misma por lo menos una bisagra (2, 3), se alinean dichos trozos longitudinalmente en su posición final, se ensamblan mediante dicha por lo menos una bisagra, se pliegan los trozos superpuestos con vistas a su transporte, se despliegan los trozos en el emplazamiento de instalación del generador eólico en el que se monta dicha aspa y se fijan los trozos ensamblados para montar el aspa.
- 50 10. Procedimiento para la realización del aspa de generador eólico según la reivindicación 9, **caracterizado porque** los trozos se realizan en un mismo molde.
11. Procedimiento para la realización del aspa de generador eólico según la reivindicación 9, **caracterizado porque** los trozos se realizan en unos moldes diferentes.
12. Procedimiento para la realización de las aspas de generadores eólicos según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, **caracterizado porque** el aspa que se realiza por lo menos en parte mediante conformado por estirado de material compuesto, se sobreconforma por estirado (16) un herraje (17) de la bisagra dentro del espesor del aspa.
13. Procedimiento para la realización de las aspas de generadores eólicos según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, **caracterizado porque** se emperna (18) por lo menos una parte (10) de dicha bisagra a las estructuras (19) de los trozos.

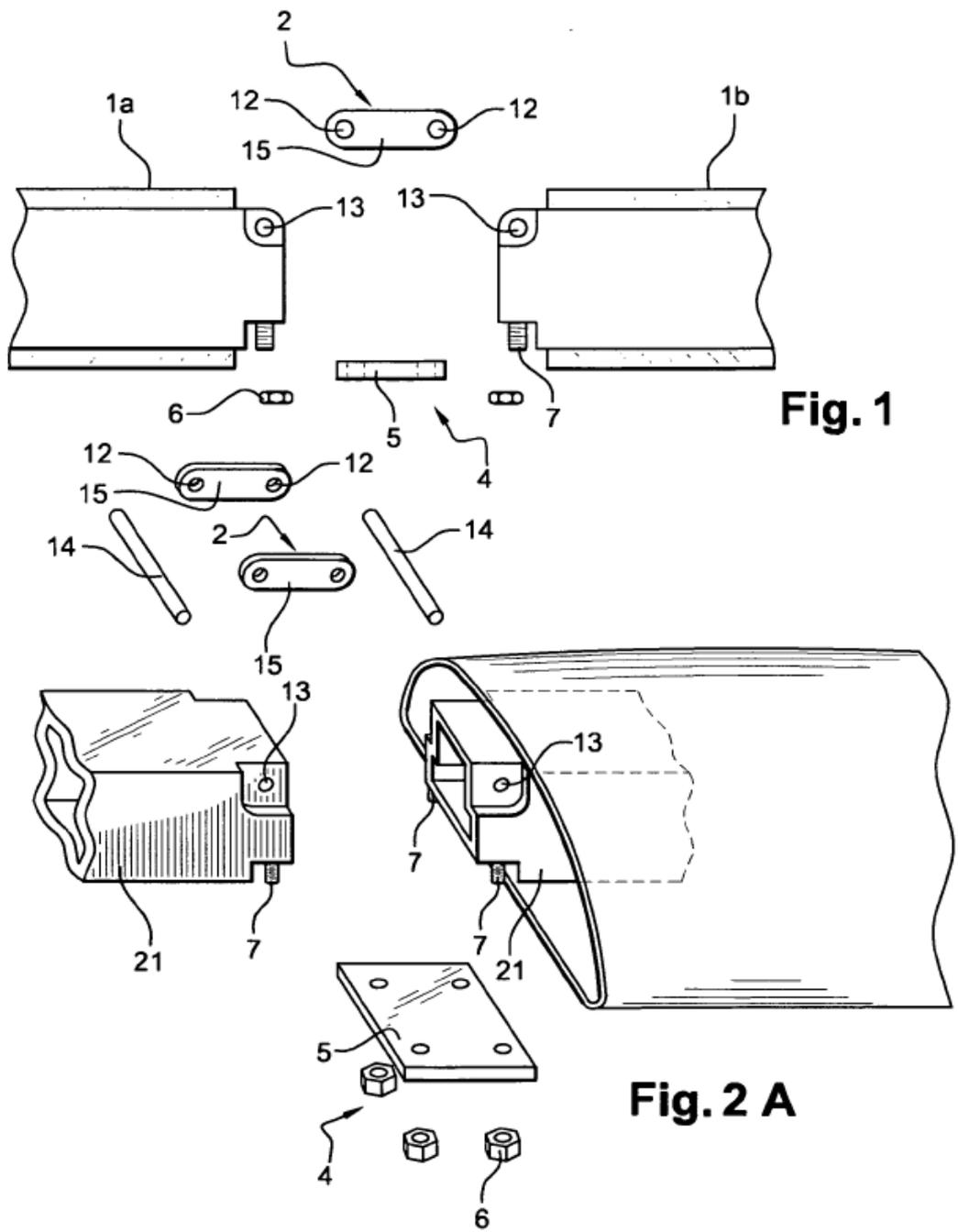


Fig. 1

Fig. 2 A

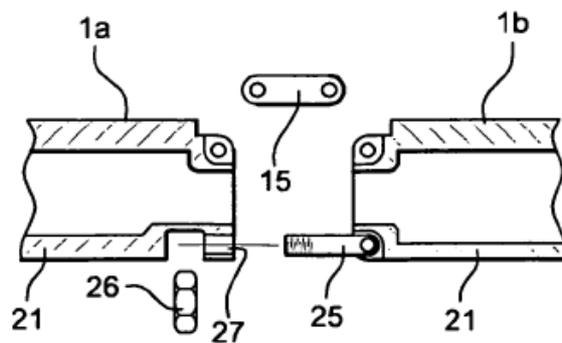


Fig. 2B

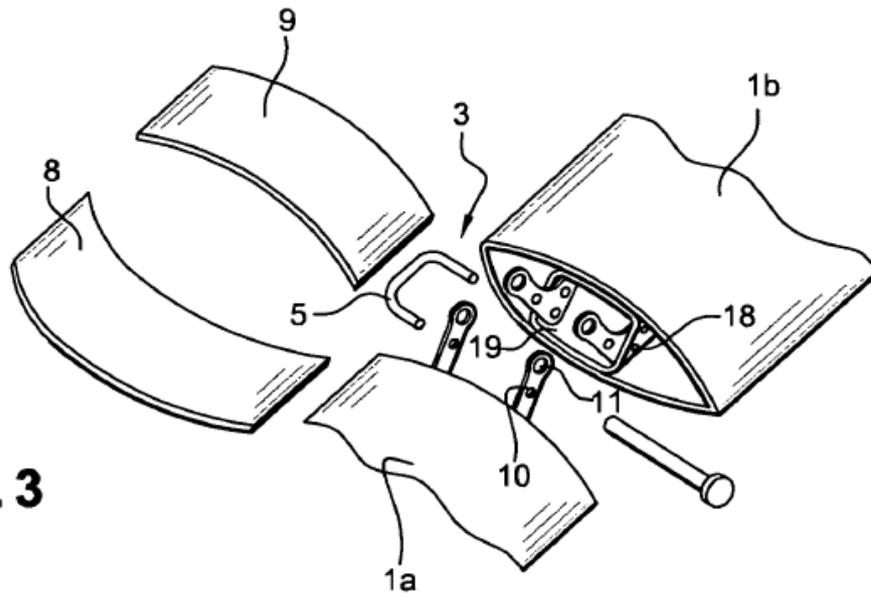


Fig. 3

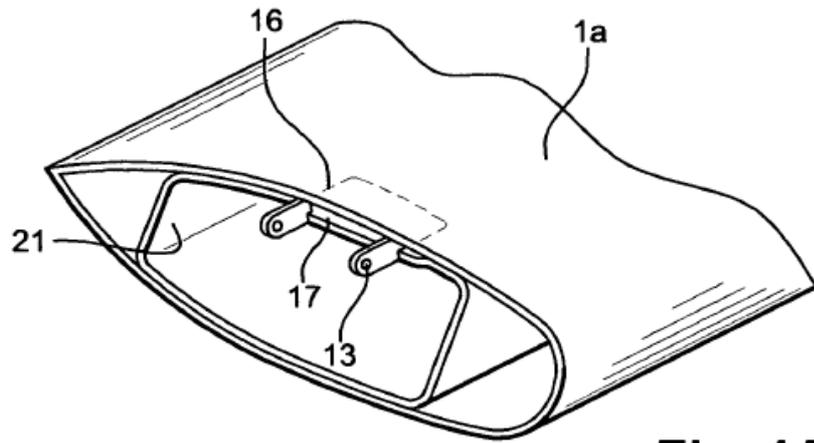


Fig. 4A

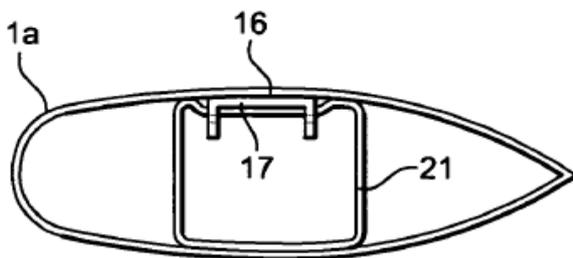


Fig. 4B

