

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 397 263**

51 Int. Cl.:

**F03D 1/06** (2006.01)  
**F03D 3/06** (2006.01)  
**F03D 7/02** (2006.01)  
**B64C 9/16** (2006.01)  
**B64C 9/00** (2006.01)  
**B64C 3/30** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.12.2001 E 01985915 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.11.2012 EP 1350027**

54 Título: **Pala de rotor para una instalación de energía eólica**

30 Prioridad:

**23.12.2000 DE 10064912**  
**26.10.2001 DE 10152449**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**05.03.2013**

73 Titular/es:

**WOBEN, ALOYS (100.0%)**  
**ARGESTRASSE 19**  
**26607 AURICH, DE**

72 Inventor/es:

**WOBEN, ALOYS**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 397 263 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Pala de rotor para una instalación de energía eólica

La presente invención se refiere a una pala de rotor para una instalación de energía eólica, así como una instalación de energía eólica con al menos una pala de rotor según la invención.

- 5 En general se conocen palas de rotor para instalaciones de energía eólica y además se pueden ver en cada instalación de energía eólica. Estas palas de rotor presentan una forma exterior que considera los requerimientos aerodinámicos especiales. Para ahorrar material y peso estas palas de rotor se componen en general de una primera estructura portante interior y una superficie que envuelve esta primera estructura portante, configurada favorablemente aerodinámicamente. Los documentos FR 2290 585, FR 2587675 dan a conocer palas de rotor con una superficie deformable.
- 10 En el caso de grandes instalaciones de energía eólica las palas de rotor adquieren dimensiones considerables por razones de la aerodinámica. Esto repercute por un lado sobre la fabricación y el transporte, y por otro lado sobre las cargas que actúan sobre la instalación de energía eólica durante el funcionamiento. Estas se producen en particular por la superficie de pala que crece automáticamente con tamaño creciente, como también de la superficie ampliada barrida por las palas de rotor.
- 15 Las instalaciones de energía eólica se deben diseñar según las directivas predeterminadas para casos de cargas determinadas. Estas son por un lado las cargas que se presentan durante el funcionamiento (así denominadas cargas de funcionamiento) y por otro lado los así denominados casos de cargas extremas. Estos casos de cargas extremas se derivan de situaciones determinadas o averías, como por ejemplo una caída de la red, una avería del ajuste de pala, una racha de viento extraordinariamente intensa (racha de 50 años, etc.).
- 20 En este caso se entiende que las cargas transferidas por las palas de rotor a la instalación dependen esencialmente de la superficie de la pala de rotor expuesta al viento. Para el cálculo de la carga extrema se asume que toda la superficie de rotor está expuesta a un viento máximo. Todos los componentes siguientes, como ramal de accionamiento, soporte de máquina, torre, cimentación, etc. se deben diseñar correspondientemente.
- 25 De ello se produce que cuanto menor es la superficie de ataque del viento, así en particular la superficie de la pala de rotor, tanto menor es el nivel de carga para el que se debe diseñar la instalación. Esto significa también un menor gasto de material y por consiguiente menores costes.
- 30 Frente a eso se encuentra además un tamaño de superficie mínimo necesario por motivos aerodinámicos para poder aplicar las fuerzas necesarias para el funcionamiento de la instalación de energía eólica, la rotación del generador. En este caso es desventajoso en el caso de las palas de rotor conocidas que en particular en la zona próxima a la base de la pala se necesita una profundidad de la pala de rotor que crece igualmente con dimensión creciente de la pala de rotor. Esta profundidad se vuelve tan grande que ya no es posible un transporte por carretera de una pala de rotor semejante o sólo con un gasto desproporcionadamente elevado.
- El objetivo de la presente invención es por ello especificar una pala de rotor con la que se eviten las desventajas descritas y que presente la superficie necesaria aerodinámicamente.
- 35 El objetivo se resuelve según la invención con una pala de rotor con las características según la reivindicación 1. Variantes ventajosas se describen en las otras reivindicaciones.
- La invención se basa en el conocimiento de que durante el funcionamiento normal de la instalación de energía eólica es necesaria una superficie de la pala de rotor determinada (superficie nominal), mientras que esta es demasiado grande en el caso de viento extremo y, por ejemplo, en determinadas circunstancias en una situación de transporte.
- 40 Según la invención se propone por ello perfeccionar una pala de rotor del tipo mencionado al inicio de manera que una parte de la superficie se pueda deformar activamente o se pueda mover.
- 45 En una forma de realización preferida de la invención una parte de la superficie se forma de un material deformable que es parte de un recipiente cerrado. Este recipiente cerrado se puede llenar, por ejemplo, con un medio gaseoso, aplicándole una presión predeterminable a este medio gaseoso. De este modo se produce una superficie parcialmente hinchable de la pala de rotor que se puede desinflar durante el transporte o al aparecer el viento extremo y por consiguiente requiere menos espacio o cede bajo la presión del viento. De este modo se vuelve menor la superficie eficaz de la pala de rotor y por consiguiente la superficie de ataque para el viento. Al mismo tiempo cae la carga de los componentes siguientes inclusive la torre.
- 50 En una forma de realización especialmente preferida la pala de rotor presenta una segunda estructura portante móvil en sí y/o dentro de sí.

En este caso el material deformable puede estar fijado en puntos predeterminados de esta segunda estructura portante. Además, el material deformable puede estar fijado con un lado en un núcleo de carrete rotativo.

5 Durante el funcionamiento normal de la instalación de energía eólica se puede desplegar ahora la segunda estructura portante, es decir, los brazos plegables se pueden extender completamente o los brazos telescópicos se pueden desplegar completamente. El material deformable puede ser fijado con un lado en un núcleo de carrete rotativo. Si se debe reducir la superficie de la pala de rotor se gira el núcleo de carrete, análogamente a un toldo, de modo que enrolla el material deformable. Al mismo tiempo se pliegan los brazos plegables y reducen la segunda estructura portante en la zona de la superficie reducible de modo que se disminuye correspondientemente la superficie de la pala de rotor.

10 En forma de realización alternativa una parte de la superficie de la pala de rotor se compone de bandas de tipo lama que están dispuestas respectivamente en un carril portante pivotable alrededor del eje longitudinal propio. En este caso estas lamas están dirigidas durante el funcionamiento normal de modo que aumentan la superficie eficaz aerodinámicamente de la pala de rotor. Para el transporte y/o en el caso de cargas extremas se pueden pivotar los carriles portantes de modo que estas lamas llegan, por ejemplo, a sotavento de la pala de rotor restantes y de este modo se disminuye la superficie de la pala de rotor.

15 En una variante especialmente preferida una parte móvil de la superficie eficaz aerodinámicamente de la pala de rotor se compone de un único elemento de superficie que se puede desplazar en la dirección de la profundidad de la pala de rotor. Durante el funcionamiento normal este elemento de superficie prolonga la superficie de la pala de rotor, preferiblemente en el lado de aspiración, para crear una gran superficie eficaz aerodinámicamente.

20 Para la disminución de la superficie se puede desplazar este elemento de superficie, comparablemente con el sistema de flaps de una superficie portante de avión, de modo que se desplaza dentro de la pala de rotor y por consiguiente está recubierto por la superficie restante de la pala de rotor, o se desplaza sobre la superficie de la pala de rotor y recubre por su lado la superficie de la pala de rotor. En cada caso se produce de este modo una disminución de la superficie de la pala de rotor.

25 En una forma de realización alternativa este elemento de superficie puede estar articulado con un lado de forma pivotable en la primera estructura portante o el borde posterior de la pala de rotor. Para la modificación del tamaño de la superficie de la pala de rotor este elemento se puede pivotar alrededor de este eje de pivotación hacia el lado de aspiración o hacia el lado de presión de la pala de rotor.

30 Una pivotación de este elemento de superficie de aproximadamente 90° provoca en este caso que este elemento se encuentre esencialmente perpendicularmente a la dirección del flujo de aire en la pala de rotor y se desarrolla un efecto de frenado correspondiente ya que se forma un obstáculo para el aire que fluye a lo largo de la superficie de la pala de rotor.

A continuación se explican más en detalle varias formas de realización según la invención mediante los dibujos adjuntos. En este caso muestran:

Figura 1 una vista en planta de una pala de rotor completa según la invención;

Figura 2 una vista en planta de la parte frontal de una pala de rotor según la invención;

35 Figura 3 una representación en sección transversal simplificada de una forma de realización de una pala de rotor según la invención;

Figura 4 una representación en sección transversal simplificada de una segunda forma de realización de una pala de rotor;

40 Figura 5a, 5b una representación en sección transversal simplificada de una tercera forma de realización de una pala de rotor;

Figura 6 una representación en sección transversal simplificada de una cuarta forma de realización de una pala de rotor;

Figura 7 una representación en sección transversal simplificada de una quinta forma de realización de una pala de rotor;

Figura 8a, 8b una representación en sección transversal simplificada de una sexta forma de realización de una pala de rotor;

45 Figura 9 vista en planta de una variante de construcción de una pala de rotor.

En la figura 1 se representa de forma simplificada una vista en planta de una pala de rotor completa según la invención. La pala de rotor 10 está dividida en dos zonas. En este caso la pala de rotor 10 está construida de forma convencional en partes esenciales. No obstante, en una zona adyacente a la base 12 de la pala de rotor, es decir, la zona con la mayor profundidad de pala se puede reconocer una división de la pala de rotor. Esta división marca la zona de la pala de rotor 14

cuya superficie se puede reducir en caso de necesidad y por consiguiente se puede evitar el efecto del viento.

En la figura 2 se muestra la parte fija de la pala de rotor 10 cuya superficie queda sin modificarse. Según se puede reconocer claramente en esta figura, la superficie eficaz aerodinámicamente de la pala de rotor 10 se reduce claramente, y de este modo, en particular en situaciones de viento extremo, también la carga es claramente menor que en una pala de rotor construida de manera convencional.

La figura 3 muestra una representación en sección transversal simplificada de una forma de realización según la invención. En este caso la pala de rotor 10 está dividida en una zona frontal 11 y una caja posterior 14. Esta caja posterior 14 está hecha de dos vías de material 18 deformable que forman un recipiente 16 cerrado junto con la pared posterior de la zona 11 frontal. Si ahora este recipiente 16 cerrado se llena bajo presión con un medio gaseoso, el material 18 deformable forma parte (identificada en la figura 1 con la referencia 14) de la superficie eficaz aerodinámicamente durante el funcionamiento normal de la pala de rotor 10 según la invención.

Mediante una elección apropiada de la presión de llenado se produce una estabilidad tal de esta parte de la pala de rotor 10 que desarrolla su acción normal en el caso de relaciones de viento normales. No obstante, en una situación de viento extremo la presión del viento sobre esta parte de la pala de rotor 10 es mayor de modo que entonces la presión exterior es mayor que la presión interior, y por consiguiente se produce una deformación de la pala de rotor en la zona de la caja posterior 14 y la pala de rotor cede a la presión del viento exterior. De este modo la superficie de ataque se vuelve menor para este viento extremo y por consiguiente se vuelven menores las cargas sobre la construcción subsiguiente. Complementariamente se expone que esta parte de la caja posterior (en la que está alojado el medio de llenado) se puede vaciar de forma activa al superar una velocidad de viento predeterminada a fin de reducir la superficie de la pala de rotor. Este vaciado activo tiene la ventaja de que la forma de la pala de rotor se define en todo momento, mientras que podrían aparecer situaciones inseguras en caso de una cesión de la caja posterior debido a la presión exterior.

Para evitar deterioros en particular del recipiente 16 puede estar prevista, por ejemplo, una válvula de sobrepresión (no representada) mediante la que se puede reducir una sobrepresión que se forma en el recipiente 16.

Mediante el uso de un compresor 17 se puede generar de nuevo la presión necesaria para el funcionamiento normal. Si además se prevén válvulas y/o sensores de presión controlables (igualmente no representados) se puede seguir la presión de llenado en el recipiente 16 también en el caso de variaciones de la presión del viento a fin de mantener así siempre las condiciones de funcionamiento óptimas.

La figura 4 muestra una segunda forma de realización en la que en lugar de una caja posterior 14 completa se prolonga la superficie del lado de aspiración de la pala de rotor 10. Esta prolongación es un elemento de superficie 24 que se conecta con la superficie de la zona 11 frontal.

Para la reducción de la superficie eficaz aerodinámicamente este elemento de superficie 24 se puede desplazar en la dirección de la flecha. Este desplazamiento se puede realizar, por ejemplo, de forma hidráulica, es decir, con cilindros hidráulicos correspondientes, neumáticamente, con cilindros neumáticos, mediante accionamiento eléctrico o de otra manera apropiada. Para ello deben estar previstas naturalmente bombas, compresores o accionamientos (actuadores) correspondientes (no obstante, no representados por motivos de visibilidad en la figura).

En este caso este desplazamiento se puede realizar dentro de la zona frontal de manera que la superficie de la zona 11 frontal recubre el elemento de superficie 24. Alternativamente el desplazamiento también se puede realizar sobre la superficie de la zona 11 frontal de modo que el elemento de superficie 24 recubre por su lado la parte correspondiente de la superficie de la zona 11 frontal. En ambos casos se produce una reducción de la superficie eficaz aerodinámicamente de la pala de rotor 10.

Una tercera forma de realización se muestra en las figuras 5a y 5b. La figura 5a muestra un carrete 20 de un material deformable y la referencia 30 designa brazos plegables que están en el estado plegado. La mecánica se puede comparar aquí con aquella de un toldo.

En la figura 5b se muestra esta forma de realización en el estado del funcionamiento normal. Los brazos plegables 30 se extienden y puesto que el material 18 deformable está fijado aquí éste se desenrolla al desplegar los brazos plegables 30 del carrete 20 de modo que el núcleo de carrete 21 ya no porta más todo el carrete de material.

En esta situación desenrollada el material 18 deformable está fijado por un lado en el núcleo de carrete 21 y por otro lado en los extremos de los brazos plegables 30 que indican hacia la derecha en la figura. Estos extremos de los brazos plegables 30 pueden estar unidos de nuevo mediante un nervio no representado para conseguir por su lado una mayor rigidez de la construcción y fijar por otro lado el material deformable.

Para impedir una cesión del material 18 deformable entre el núcleo de carrete 21 y los extremos exteriores de los brazos plegables 30 puede estar previsto por debajo del material 18 deformable un dispositivo de tipo rejilla extensible no

representado que se acciona de forma sincrónica con los brazos plegables 30 y soporta el material 18 deformable en el estado desplegado.

Una reducción de la superficie eficaz se desarrolla de manera inversa; los brazos desplegables 30 y la rejilla extensible (no representada) se retraen (pliegan) y al mismo tiempo se enrolla el material 18 deformable en el núcleo de carrete 21, de modo que finalmente se produce de nuevo el carrete 20 representado en la figura 5a y se reduce la superficie eficaz de la pala de rotor 10.

En una cuarta forma de realización mostrada en la figura 6 el elemento de superficie 24 está articulado de forma pivotable en el lado posterior de la zona 11 frontal y prolonga por consiguiente el lado de aspiración de esta zona 11 frontal. En este caso el elemento de superficie 24 se sostiene por un resorte de presión 28 que está dispuesto entre el elemento de superficie 24 y la construcción portante de la zona 11 frontal.

Durante el funcionamiento normal este resorte de presión 28 sostiene el elemento de superficie 24 de modo que mantiene la posición deseada. Si se produce ahora una presión de viento en el lado superior de la pala de rotor 10 más allá de las condiciones de funcionamiento normales, aumenta la presión en la superficie del elemento de superficie 24 y supera la fuerza del resorte 28 de modo que el elemento de superficie 24 se presiona hacia abajo en la figura 6, entonces cede frente a la presión del viento y por consiguiente reduce correspondientemente la superficie eficaz aerodinámicamente.

Alternativamente al resorte 28 pueden estar formados naturalmente elementos telescópicos correspondientes como dispositivos hidráulicos o neumáticos o dispositivos mecánicos para el ajuste activo del elemento de superficie, por ejemplo, se pueden utilizar vástagos roscados y mecanismos de ajuste por tornillo sinfín entre otros para sujetar el elemento de superficie 24 en una primera posición predeterminada o desplazarlo a una segunda posición predeterminada. Para el accionamiento del miembro de ajuste deben estar previstas naturalmente bombas, compresores o accionamientos correspondientes que no están representados en esta figura de nuevo para la mejora de la visibilidad.

Asimismo se puede detectar de nuevo la carga del viento que actúa sobre el elemento de superficie 24 y en función de esta carga de viento detectada se puede pivotar el elemento de superficie 24 alrededor del eje de pivotación para realizar un ajuste óptimo de las condiciones de funcionamiento momentáneas.

La figura 7 muestra una quinta forma de realización. En esta quinta forma de realización el elemento de superficie 24 está dispuesto en lugar de una articulación pivotable en el lado posterior de la zona 11 frontal sobre un eje de pivotación 22 rotativo alrededor de su propio eje longitudinal. En la posición mostrada en la figura 7 el elemento de superficie 24 prolonga de nuevo la superficie eficaz aerodinámicamente de la pala de rotor 10.

Para la disminución de esta superficie se rota ahora el eje de pivotación 22 con el elemento de superficie 24 fijado en él alrededor de su eje longitudinal, de manera que el extremo exterior del elemento de superficie 24 se mueve en una de las dos direcciones mostradas mediante la flecha doble. Esto conduce de nuevo a una disminución de la superficie eficaz aerodinámicamente de la pala de rotor 10 y por consiguiente que acompaña a un cambio de la carga del viento sobre la pala de rotor 10 y todos los componentes siguientes de la instalación de energía eólica.

Una variante de la forma de realización mostrada en la figura 7 está representada en las figuras 8a y 8b. En este caso el elemento de superficie dibujado en la figura 7 con 24 está dividido en tres elementos 26 de tipo lama en la figura 8a. Éstos están representados en la figura 8a deliberadamente a una distancia para clarificar esta división. En una forma de realización real estos tres elementos están dispuestos naturalmente de manera que forman una superficie a ser posible cerrada que de nuevo es adyacente a ser posible de forma lisa a la zona 11 frontal de la pala de rotor 10.

Cada una de las lamas 26 está dispuesta en un eje de pivotación propio. Cada uno de estos ejes de pivotación 28 se puede rotar alrededor de su propio eje longitudinal y permite así mediante una rotación del eje de pivotación 28 alrededor del eje longitudinal una pivotación de las lamas 26.

La figura 8b muestra el dispositivo en la situación en la que estas lamas están pivotadas de modo que se disminuye la superficie eficaz aerodinámicamente de la pala de rotor 10. En este caso las lamas 26 están pivotadas en sotavento de la zona 11 frontal. De modo que por un lado no actúan más como superficie de la pala de rotor, pero por otro lado también están retiradas del ataque del viento y por consiguiente no se exponen a cargas elevadas.

Una disposición semejante se consigue en tanto que junto a una rotación de los ejes de pivotación 28 alrededor de sus ejes longitudinales se disminuye además la distancia entre el eje de pivotación 28 izquierdo en la figura y la zona 11 frontal de la pala de rotor 10 por un lado y entre los ejes de pivotación 28 entre sí por otro lado.

En tanto que en las figuras sólo está representada una prolongación del lado de aspiración de la superficie, correspondientemente se puede modificar naturalmente alternativamente o adicionalmente la superficie del lado de presión.

Si una instalación de energía eólica se equipa con las palas de rotor descritas previamente entonces es posible que al

5 aparecer una situación de viento extremo no sólo se determine la gran intensidad del viento, lo que se puede realizar mediante aparatos de medida de la velocidad del viento, sino que también se disminuya claramente el tamaño de la superficie de la pala de rotor mediante un control correspondiente. Según se puede apreciar en la figura 1 y 2, por ejemplo, la superficie de la pala de rotor según la figura 1 es en más del 10% mayor que la superficie de la pala de rotor según la figura 2. Mientras que el tamaño normal de la pala de rotor se ajusta al funcionamiento nominal de la instalación de energía eólica, es decir, a una velocidad del viento en el intervalo de 2-20 m/s de velocidad del viento, el tamaño de la superficie se disminuye en el caso de una velocidad del viento por encima de 20 m/s, de modo que el tamaño de la superficie disminuye claramente, según se representa en la figura 2.

10 El control se asiste preferiblemente por ordenador y en caso de necesidad proporciona el tamaño de la superficie ajustado respectivamente óptimamente de la pala de rotor.

15 La figura 14 muestra otra variante de construcción de una pala de rotor según la invención. En este caso la estructura se construye mediante soportes 32 pivotables que pueden ser tensados con una lámina de nuevo deformable y están montados de forma pivotable en puntos de cojinete 34. Mediante un movimiento en la dirección de la punta de la pala de rotor (flecha) se pueden pivotar estos soportes de pivotación ahora por ejemplo alrededor de los puntos de cojinete 34 y por consiguiente se puede modificar el perfil de la caja posterior.

Las otras figuras 9a a 14b muestran otras formas de realización alternativas o complementarias a las figuras 3 a 8b anteriores.

20 En la figura 11b (la figura 11a se corresponde esencialmente con la figura 6) está representado como complemento a la figura 6 un elemento 25 en el lado de presión. Ya que el punto de ataque para el resorte 28 no se ha modificado respecto a la representación en la figura 6 u 11a, los elementos 24 y 25 están relacionados con el borde posterior de pala de modo que pueden pivotar alrededor de un punto de articulación 26. Eventualmente en esta solución se ofrece configurar una superposición de la caja de la pala de rotor 11 sobre el elemento 25 a lo largo de la longitud de la pala de rotor.

25 En la figura 12b (extensión de lo que está representada en al figura 7 o figura 12a) está representado igualmente un elemento 25 en el lado de presión que en el caso representado está fijado a través de una conexión mecánica incluso como el elemento 24 en el lado de aspiración en un árbol 12 común.

Las figuras 13a y 13b muestran una variante que ya está representada en las figuras 8a y 8b. En este caso para elementos correspondientes en el lado de presión están representados en parte árboles 28 propios. La figura 13a muestra análogamente a la figura 8a una pala de rotor en funcionamiento normal, la figura 13b muestra una situación en la que la caja posterior no es operativa mediante una rotación correspondiente o mediante un desplazamiento de los árboles 28.

30

**REIVINDICACIONES**

- 1.- Pala de rotor (10) de instalación de energía eólica con una superficie que está expuesta al viento durante el funcionamiento de la pala de rotor, una base (12) de la pala de rotor medios (14) para la modificación del tamaño de la superficie de la pala de rotor, caracterizada por
- 5 una caja posterior (14) de la pala de rotor en la zona de la mayor profundidad de pala de la pala de rotor, y porque en la zona de la caja posterior (14) de la pala de rotor se varía la sección transversal de la pala de rotor con una velocidad del viento de > 20 m/s y/o durante el transporte de la pala de rotor,
- en la que los medios para la modificación del tamaño de la superficie se forman por una parte deformable de la superficie en la zona de la caja posterior de la pala de rotor, representando la parte deformable un recipiente cerrado.
- 10 2.- Instalación de energía eólica con al menos una pala de rotor según una de las reivindicaciones precedentes.
- 3.- Instalación de energía eólica según la reivindicación 2, caracterizada por una unidad de control para el ajuste de los medios para la modificación del tamaño de la superficie.
- 4.- Instalación de energía eólica según la reivindicación 3, caracterizada por medios para la detección de una velocidad del viento, en la que estos medios están acoplados con la unidad de control y el tamaño de la superficie de la pala de rotor o de las palas de rotor es menor con una intensidad del viento de más de 20 m/s que con una velocidad del viento por debajo de 20 m/s.
- 15

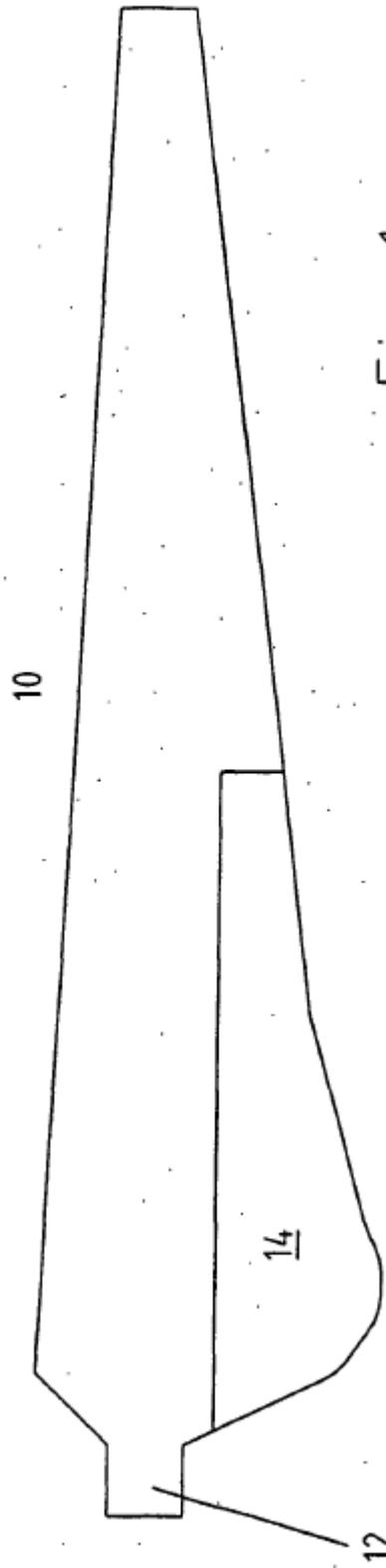


Fig. 1

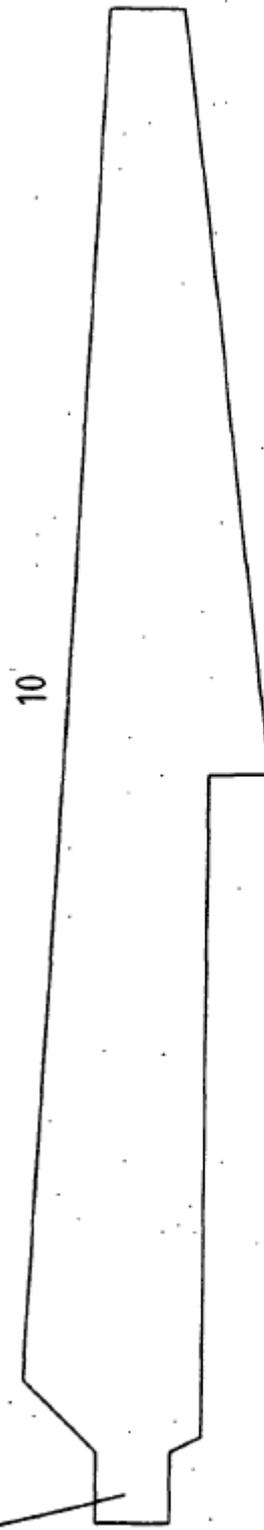
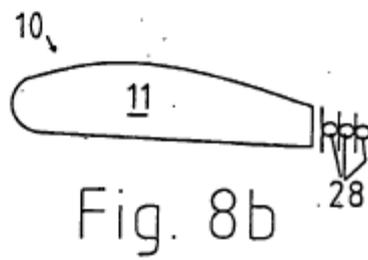
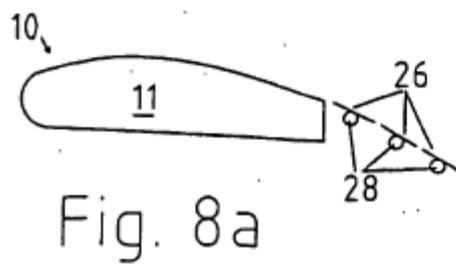
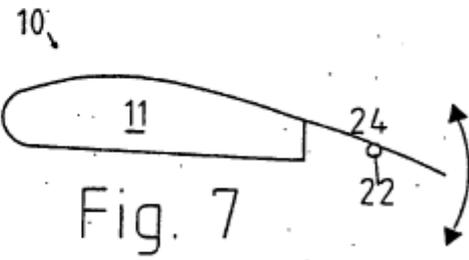
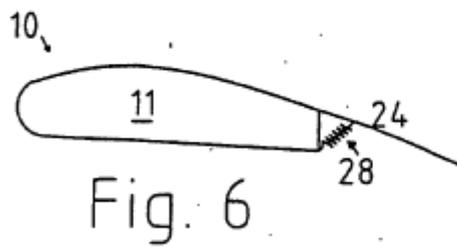
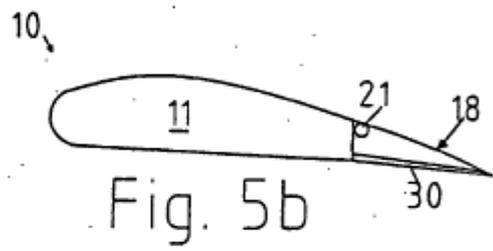
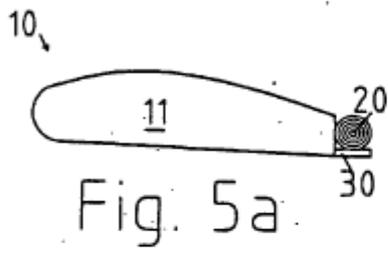
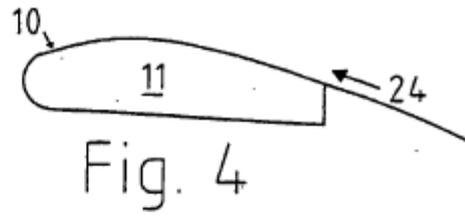
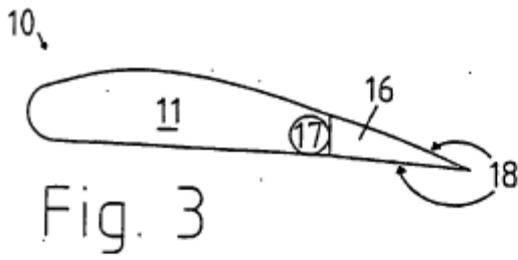


Fig. 2



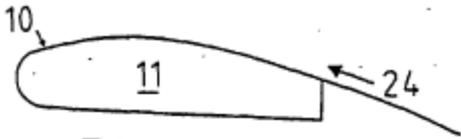


Fig. 9a



Fig. 9b

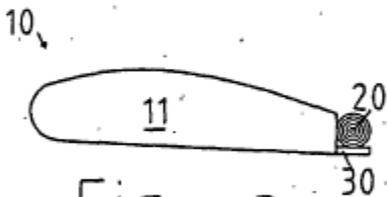


Fig. 10a

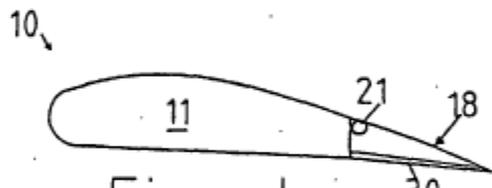


Fig. 10b



Fig. 11a

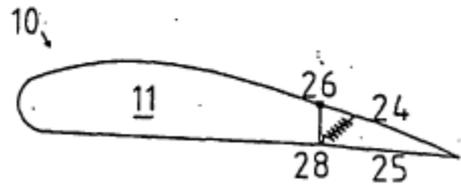


Fig. 11b

