

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 616 439**

51 Int. Cl.:

F03D 5/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.09.2013** **PCT/EP2013/002782**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.03.2014** **WO2014040747**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.09.2013** **E 13773600 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.11.2016** **EP 2895740**

54 Título: **Cometa de ala anclada para la recogida de energía eólica**

30 Prioridad:

17.09.2012 EP 12006504

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

13.06.2017

73 Titular/es:

**ENERKITE GMBH (100.0%)
Fichtenhof 5
14532 Kleinmachnow, DE**

72 Inventor/es:

**BORMANN, ALEXANDER;
SKUTNIK, STEFAN;
GEBHARDT, CHRISTIAN y
RANNEBERG, MAXIMILIAN**

74 Agente/Representante:

ILLESCAS TABOADA, Manuel

ES 2 616 439 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

Cometa de ala anclada para la recogida de energía eólica

Campo de la invención:

La invención se refiere a un sistema de ala anclada y su producción para una turbina eólica, por ejemplo, para la conversión de energía de flujo en energía eléctrica que presenta propiedades aerodinámicas y mecánicas optimizadas para la operación fiable y eficiente, y solo está conectado a través de uno o más elementos de tracción a una unidad de conversión y consiste en una combinación optimizada de elementos estructurales rígidos sin flexión, tales como, por ejemplo, vigas y estructuras de carcasa y estructuras de tejido flexibles, tales como, por ejemplo, membranas, películas y laminados. Las alas relacionadas con la invención presentan unas propiedades físicas muy ventajosas, tal como carga de las alas, peso de superficie y rendimiento. Un ala respectiva de este tipo se conoce a partir del documento US 4.198.019.

Antecedentes de la invención, la técnica anterior conocida y desventajas

Las turbinas eólicas aéreas no están conectadas a las estructuras altas fijadas al suelo, tales como torres y postes. La energía de flujo del viento se convierte mediante la aeronave anclada en energía mecánica y eléctrica. Las ventajas de este tipo de sistemas se encuentran principalmente en el hecho de que el alto suministro de energía y la alta uniformidad del viento a gran altura, por ejemplo, por encima de 100 m, es posible con menos material y con menores costes. Las turbinas eólicas que tienen un rotor en una estructura fijada al suelo rara vez se realizan con más de 200 m de altura total, por razones técnicas y económicas, con el estado actual de la tecnología. Las masas y los costes de la estructura de base y la torre forman una parte significativa de los gastos que se eliminan casi por completo con turbinas eólicas aéreas. Esto hace que sea posible reducir el coste relativo de las turbinas eólicas aéreas en comparación con las turbinas eólicas montadas en mástiles o torres, por el diseño del sistema para velocidades de viento nominales inferiores o disponibilidad carga nominal superior. Esto conduce a una igualación del suministro de energía eólica y reduce los gastos en el área de la tecnología de memoria y redes de distribución cuando se usa en lugares en tierra firme.

Hay varios conceptos diferentes para tales turbinas eólicas aéreas. Son bien conocidas aeronaves que ya están convirtiendo energía eólica en energía eléctrica y transfieren esta energía usando un anclaje de transporte de corriente al suelo, por ejemplo, a partir del documento US 20100295303. Por otra parte, hay propuestas en las que una estación terrestre móvil es arrastrada por la aeronave en una trayectoria o ruta en el suelo, por ejemplo, memoria de patente europea EP 2075 461B1, así como conceptos en los que un rotor situado en el suelo con un eje vertical que se pone en rotación, por medio de una aeronave de remolque con un anclaje de longitud fija.

En las turbinas eólicas accionadas por rotor, las cargas superficiales son típicamente de 100 a 150 kg/m², que deben eliminarse mediante el par de flexión en el buje del rotor. Los factores de dimensionamiento aquí son, además de las cargas estáticas medias, especialmente los pares de flexión cambiantes en la raíz del ala debido al gradiente de viento y al peso muerto, así como los picos de carga de la presa de la torre y vientos racheados. Aquí, se usan alas de diseño de material compuesto de fibra, con masas de 5-15 kg/kW para pequeñas turbinas eólicas y 10-25 kg/kW para turbinas de megavatios. Esto se asocia con un peso superficial de 20-60 kg/m² para sistemas pequeños y 50-150 kg/m² para sistemas grandes, de modo que el tamaño y el crecimiento potencial de este diseño es naturalmente limitado. Existen diseños alternativos con alas ancladas o diseños de pantalla. Las alas ancladas generalmente están diseñadas para cargas de superficie entre 30-60 kg/m² y que tienen un peso de aproximadamente 100 kg/m², incluyendo el fuselaje y las superficies de control. Los diseños de pantalla utilizados especialmente en el sector del deporte suelen estar diseñados para cargas de superficie entre 3-10 kg/m² y que tienen un peso superficial de aproximadamente 0,1-0,2 kg/m².

Las alas ancladas se dividen a grandes rasgos en diseños textiles que obtienen su retención de forma de la siguiente manera:

(i) presurización diferencial resultante del flujo de entrada hacia las palas (presión dinámica):

Las alas de presión dinámica se utilizan en paracaídas y parapentes y cometas deportivas, así como en sistemas de vela de propulsión eólica para buques (velas de cielo) y en el desarrollo de turbinas eólicas aéreas. En este diseño se utiliza la diferencia de presión inducida entre el punto de estancamiento y a lo largo del perfil en el campo de flujo. En las superficies exteriores del perfil abierto en el punto de estancamiento, se ejercen fuerzas de compresión menores que en el interior del ala. La ventaja de este diseño es, posiblemente, no tener que utilizar ningún elemento estructural rígido, que resulta en un peso mínimo. Las alas o pantallas se despliegan de forma independiente con la acumulación del flujo de entrada que representa un aumento de la seguridad, en particular, para parapentes, por ejemplo, después de un posible colapso. Las desventajas de este sistema son: (a) El fácil colapso del ala cuando no hay flujo de entrada también en el inicio, porque no hay elementos rígidos; (b) la necesidad de un anclaje finamente ramificado para la transferencia de carga, que conduce a una alta resistencia del aire y, por lo tanto, un ala aerodinámicamente ineficiente y (c) operación de recuperación poco eficiente o faltante. Una presión dinámica de ala con ángulos de enfoque muy bajos o negativos y, en consecuencia, bajos coeficientes de resistencia y baja elevación no puede fluir,

debido al punto de presión dinámica migratoria, al anclaje especial y a la entrada fluctuante en aire turbulento. Por lo tanto, durante la recuperación en la operación yoyó, se consume prácticamente tanta energía eléctrica como en la fase de tracción. Para aplicaciones permanentes, incluyendo aquellas que no implican la operación yoyó, el problema de durabilidad de las conexiones de costura y la tela es central.

5 (ii) Partes de membrana cerradas bajo presión interna (las llamadas cometas de tubo):

en deportes acuáticos, cometas de tubo (ii) se han hecho populares debido a que también se pueden iniciar fácilmente, incluso después de un aterrizaje en el agua. Los tubos también permiten una concentración de carga sobre los elementos presurizados. Las desventajas de las cometas de tubo son, por ejemplo: La presurización constante de los elementos estructurales es cara, relativamente pesada y propensa a defectos en la implementación técnica. El diseño pierde su rigidez en caso de posibles fugas. La presurización activa para compensar la fuga aumenta el peso, el consumo de energía y los costes de manera no deseada. Los famosos diseños en forma de vela también tienden a revolotear bajo ciertas condiciones de flujo de entrada, que podrían afectar a la fiabilidad y a la durabilidad. La operación de recuperación se puede realizar mejor, pero, sin embargo, también es posible solamente de manera limitada en este diseño.

15 (iii) La estructura rígida basada principalmente en compuestos de fibra:

Las estructuras rígidas garantizan las mejores propiedades aerodinámicas, donde en la construcción de aeronaves y en la utilización clásica de la energía eólica, la mejor relación sustentación/resistencia, es decir, la mejor relación de elevación y resistencia suele ser decisiva. Los inconvenientes de los sistemas de ala con estructura rígida conocidos son los siguientes: El uso de, por ejemplo, una aeronave a modo de planeador viene con altos pesos. Las alas son tan pesadas que no pueden ser iniciadas a velocidades del viento en el área operativa del sistema sin necesidad de herramientas adicionales. El límite de final de carrera es relativamente alto con estas alas, por lo que se produce menos electricidad en el intervalo de viento bajo. Los costes para las alas de esta construcción son relativamente altos debido a los materiales utilizados y a los gastos de fabricación. También se conoce una combinación de diseño rígido y flexible en forma de planeadores y alas delta. Aquí, puede conseguirse una mejor relación de sustentación/resistencia con una estructura que puede desmontarse y es, por lo tanto, transportable, pero solo tiene cargas de superficie de 7-10 kg/m² y tamaños de ala inferiores a 20 m².

El objeto de la invención:

Los sistemas técnicos de utilización de energía eólica deben ser capaces de utilizarse con seguridad, de una manera aerodinámicamente eficiente y respetuosa con el medio ambiente a través de todo el rango de viento, típicamente de 0-25 m/s, logrando así una máxima relación coste/beneficio. Para un sistema de ala anclada usando elementos de tracción, el requisito resulta en elementos de superficie ligeros y duraderos para la generación eficiente de la elevación, la estabilización y el control, así como un sistema de conexión eficaz a una o más líneas de anclaje. Para garantizar un vuelo seguro y la capacidad de control, se requiere la forma y la precisión dimensional del ala porque, de lo contrario, las características de vuelo aerodinámico y mecánicas deseadas cambian negativamente durante la operación. La influencia de la elevación del ala es crucial para el control de la fuerza y del rendimiento en los diferentes modos de operación y en un amplio rango de viento.

El rendimiento de una turbina eólica aérea que trabaja en operación de yoyó se basa en gran medida de la cantidad de fuerza que la aeronave puede transferir a los elementos de tracción (anclajes) durante la fase de extensión antes de que se deforme o se rompa de forma inadmisiblemente. En base al área proyectada de la aeronave anclada, denominada carga de superficie, unidad N/m², para que las dimensiones de la aeronave anclada no crezcan hasta un tamaño inapropiado, deben crearse altas fuerzas por superficie y transferirse al elemento de tracción. Para ello, la aeronave debe presentar una alta elevación aerodinámica ($c_A = 1 - 2$) en un rango de operación amplio en baja resistencia, incluyendo la línea de anclaje de ($c_W = 0,1 - 0,2$) y un peso tan bajo como sea posible debido a que las fuerzas del peso y a las fuerzas de anclaje se contrarrestan entre sí. Los límites de la capacidad de adaptación con respecto al peso y la superficie de la aeronave, a bajas velocidades del viento, son la capacidad de inicio del dispositivo de vuelo en el suelo y en la energía de mantenimiento requerida o capacidad de remolque para condiciones de vuelo durante pausas en el aire. Por otra parte, el rendimiento de una turbina eólica aérea que trabaja en una operación yoyó depende significativamente del hecho de que la aeronave pueda ser recuperada en la fase de recuperación en un periodo de tiempo corto, con un mínimo de energía o a mayor velocidad de anclaje y baja fuerza de anclaje. La aeronave debe, por lo tanto, ser capaz de producir su elevación y permitir un ángulo de ataque negativo, y mantener estabilidad de vuelo y forma y capacidad de control. Para el diseño de las turbinas eólicas aéreas, son convenientes menores velocidades de diseño de viento, de 6-10, que con las turbinas eólicas anteriores de 11-15 m/s. De este modo, las alas no alcanzan dimensiones que son demasiado grandes, deben convertirse aproximadamente 2-8 kW de energía utilizable por metro cuadrado de área de ala.

Por lo tanto, el objeto de la invención es hacer un sistema de ala para el uso de energía eólica disponible que, sin embargo, tenga las propiedades ventajosas mencionadas anteriormente, especialmente en operación yoyó, sin las desventajas conocidas y también mencionadas anteriormente de la técnica anterior conocida.

Sumario de la invención:

La presente invención se refiere a un sistema de ala para el uso de energía eólica, que opera principalmente en la llamada operación yoyó. Ésta consiste esencialmente en dos fases. La Fase 1 se caracteriza por el hecho de que la aeronave eleva los anclajes con gran fuerza desde un cabrestante generador en el suelo, lo que convierte esta energía mecánica en forma utilizable. La Fase 2 se caracteriza por el hecho de que la aeronave opera de manera que las fuerzas de anclaje son más bajas que en la Fase 1 y la aeronave se recupera con una velocidad más alta que en la Fase 1, usando tan poca energía como sea posible. Este ciclo de yoyó resulta en unbalance total de energía positivo en la estación terrestre, donde se libera la energía utilizable, si es necesario, después de una homogeneización mediante un amortiguador.

Los requisitos descritos para las alas de turbinas eólicas de cometa pueden conseguirse debido al diseño relacionado con la invención, sin tener que aceptar las desventajas descritas en la construcción de ala anterior. La característica esencial del procedimiento de construcción que se describe aquí es el uso coordinado y funcionalmente combinado de componentes flexibles (por ejemplo, textiles y laminados de película) y componentes rígidos, por ejemplo, vigas de flexión o construcciones de carcasa. El enfoque se remonta a la exactitud del análisis de los requisitos funcionales, las cargas que se producen, el tiempo de vida y los costes de los gastos de producción.

El sistema de ala relacionado con la invención, aquí descrito, consiste esencialmente en al menos una superficie de elevación aerodinámica estable que consiste en una o más secciones de membrana (laminados, películas, telas), elementos de perfil que proporcionan una forma aerodinámica optimizada y concentran las cargas de las secciones de membrana, una o más de barras de torsión flexibles que reducen las fuerzas de superficie y pares de torsión sobre los elementos de perfil a un nivel de anclaje principal, uno o más elementos de refuerzo que permiten el pretensado de los elementos de membrana y el plegado y el uso libre del aleteo y un anclaje principal esencialmente de múltiples partes (5) (6) o brida de ala (12), que implementan la transferencia de carga a uno o más anclajes principales, asegurando así la rotación libre del ala, no solo alrededor del eje vertical, sino al menos alrededor del eje lateral y también, si es necesario, alrededor del eje de balanceo. Debido a los materiales seleccionados, a los elementos funcionales y al diseño, el sistema de ala relacionado con la invención exhibe una carga superficial mayor de 30 kg/m², principalmente de 50 a 150 kg/m², y al mismo tiempo un peso superficial de menos de 20 kg/m², principalmente 2-5 kg/m², y proporciona un rendimiento de 2-20 kW, principalmente 3-5 kW por metro cuadrado de superficie de ala.

A diferencia de las aeronaves bien conocidas, de acuerdo con la invención, existe el problema de proporcionar dos puntos operativos eficientes muy separados entre sí para 1) la energía en la fase de trabajo y 2) para la fase de recuperación rápida y eficiente. Soluciones bien conocidas utilizan sistemas de control que vuelan (Gondel (SkySails, TU Delft), o aletas activas, como en planeadores (Ampyx)).

Sin embargo, el diseño relacionado con la invención se caracteriza por el hecho de que permite movimientos de vuelo controlados y eficientes de una sola superficie aerodinámica pasiva en dos puntos operativos completamente separados, en los que aquí, el control se realiza mediante anclajes de retención y de control solo desde el suelo. De esta manera, y solo de esta manera, es posible por primera vez renunciar al control activo en el ala.

La invención también incluye la posibilidad, si es necesario, de cambiar las propiedades aerodinámicas a través de las aletas accionadas activas, controladas desde el ala.

La invención incluye la posibilidad de construir el diseño del ala relacionado con la invención a partir de segmentos de perfil individuales separados que se pueden acoplar en construcción modular, donde los puntos de acoplamiento necesarios se montan principalmente en el área de los niveles de transmisión de carga, es decir, los puntos de la brida.

Sorprendentemente, se encontró que a través del diseño seleccionado, los diferentes materiales rígidos y elásticos utilizados, que se pueden unir juntos de forma ajustable y a la fuerza, de acuerdo con la invención, así como el uso de una línea de la brida central (4) montada, que los sistemas comerciales convencionales no tienen, se pueden conseguir excelentes características de deslizamiento y de vuelo (resistencia aerodinámica de $c_W < 0,20$, principalmente $< 0,15$; sustentación aerodinámica $c_A > 1,0$, principalmente $> 1,5$) con la generación de energía óptima (> 2 principalmente > 5 kW/m² de área del ala), que se puede lograr mediante la elevación y el descenso del ala, en particular, en la operación yoyó mediante la estación terrestre.

El diseño del ala relacionado con la invención muestra además una carga de superficie, principalmente entre 50-150 kg/m² de superficie de las alas y, al mismo tiempo, presenta un peso superficial de principalmente de 2-5 kg/m² de la superficie de las alas. Esto significa que, en operación, se puede lograr un rendimiento de 2-30 kW/m² de área del ala, principalmente 5-10 kW/m² de área del ala.

Por lo tanto, el objeto de la invención es un diseño de ala aerodinámico de aeronavegabilidad pasiva, impulsada por el viento del ala, que es capaz de convertir la energía del flujo generada por el viento en energía eléctrica, que incluye esencialmente al menos un ala que consiste en elementos estructurales fijos con elementos área de la vela flexibles, elásticos, así como dispositivos de extensión y de tracción que retienen el anclaje guiado (5, 6, 12) y el controlador (9), que están conectados con una estación terrestre, desde la que es operado y controlado dicho diseño del ala, en el que (i) el ala tiene un viga transversal de soporte perfilada dura, pero elástica (2) en la dirección a lo largo de la

envergadura del ala, que sirve al borde delantero del ala como base sobre la que están unidos, a través de juntas u otros elementos de conexión (11), elementos de perfil duros no flexibles (8), que determinan la forma del ala, con lo cual estos elementos de perfil se unen entre sí bajo tensión mediante un material de membrana, laminado o película flexible como la vela superior (25) y una membrana flexible, de material laminado o de película como la vela inferior (26) y forman segmentos de perfil separados, y (ii) el ala para la transferencia de carga en el área de mayor impacto de carga tiene por lo menos una línea de brida central (4) en el medio del ala o un elemento de conexión rígido (18, 19) en el medio del ala, provisto de una junta o cojinete, de manera que es posible la rotación libre del ala, incluyendo los movimientos laterales y de guiñada, mediante el cual dichas partes rígidas fijas están conectadas principalmente a las partes elásticas y flexibles de una manera ajustada formada. Preferiblemente, el diseño del ala relacionado con la invención, tiene una brida de ala no ramificada, o ramificada de manera única, o múltiple (12, 13, 14) en, principalmente, uno o varios anclajes de tracción (5, 6) y/o uno o más elementos de conexión rígidos, preferentemente con juntas (18, 19), que está dispuesto en el área del larguero de perfil (2) o en la parte frontal de los elementos de perfil (8), para asegurar la transferencia óptima de las cargas, sin alterar significativamente las características de vuelo.

El objeto de la invención es, además, el uso de este diseño de ala para la producción de energía eléctrica a partir de energía eólica por medio de diferentes sistemas, incluyendo turbinas eólicas convencionales (accionadas por rotor).

El objeto de la invención también es una correspondiente turbina eólica o turbina eólica aérea, que está equipadas con al menos un diseño de ala relacionado con la invención y obtener al menos parte de la energía del diseño de ala, relacionado con la invención.

Descripción más detallada de la invención:

En un modo de realización preferido, el diseño de ala relacionado con la invención incluye una brida de ala de múltiples partes (5, 6, 7, 12, 13) que consiste en anclajes de tracción simples, ramificados individualmente o ramificados de manera múltiple. Alternativamente, el diseño de ala relacionado con la invención tiene dispositivos de guía (15, 16, 17) en el área del larguero de perfil (2), haciendo posible que la línea de la brida central (4) y/o el elemento de conexión (18, 19) y/o las bridas de ala (5, 6, 7, 12, 13) se puedan mover hacia delante y hacia atrás, de manera que dichos elementos puedan tener una posición lateral o transversal al ala, o también posiciones intermedias.

El larguero de perfil (2) tiene una forma en D (cerrada) de acuerdo con la invención o una forma en U abierta y está hecho de un material duro, pero flexible, preferiblemente de plástico. Típicamente, los dispositivos de conexión (3, 4, 5, 6, 7, 18, 14) están unidos en el área del mayor impacto de carga, así, preferiblemente, en el área del larguero de perfil (2). De este modo, dichos elementos pueden estar en la parte inferior del cuerpo de larguero de perfil exterior, o también en el interior de la parte superior del larguero de perfil. En un modo de realización especial, el diseño de ala relacionado con la invención tiene dispositivos de guía (15, 16, 17), que están unidos a la superficie exterior de la parte inferior del larguero de perfil (2), o alternativamente, en la superficie interior de la parte superior del larguero de perfil (2).

Preferiblemente, el diseño de ala relacionado con la invención tiene una brida de ala, donde el anclaje principal (5) está conectado a las líneas de brida exteriores (6) de la brida del ala, si es necesario, a través de poleas de guía (14).

En otro modo de realización, el diseño de ala puede presentar un elemento de conexión, rígido, (18), que está conectado preferiblemente al ala en su centro longitudinal a través de una junta que se puede mover en todas las direcciones. En este caso, el anclaje principal (5) está conectado directamente con el elemento de conexión, rígido, (18).

En un modo de realización adicional de la invención, las velas superior e inferior (25, 26) están conectadas entre sí en dirección a lo largo de la envergadura a través de un borde frontal curvado, flexible, elástico al fluido, (1a), hecho de película o membrana.

Además, los elementos de vela y/o los elementos de soporte rígidos pueden estar reforzados con fibras o tener una matriz de refuerzo estructural con el diseño de ala relacionado con la invención.

En un modo de realización preferido, el diseño de ala relacionado con la invención exhibe segmentos de perfil que tienen aberturas presión dinámica (24) en el área del borde delantero. Por ejemplo, cada segundo o tercer segmento de perfil puede tener esta abertura de presión dinámica, que puede mejorar las características de vuelo y el control del ala.

Se puede lograr una mejora adicional moviendo elementos de aleta controlables (20) (21) en el área del borde frontal del diseño de ala relacionado con la invención, donde los elementos de aleta pueden controlarse cambiando el ángulo desde la estación terrestre.

El control del diseño de ala relacionado con la invención se puede hacer, de acuerdo con la invención y de una manera ventajosa, en el área del borde posterior del ala mediante elementos elásticos sin el uso de válvulas de mariposa u otros dispositivos de ajuste similares.

El diseño de ala relacionado con la invención puede construirse también de forma modular a partir de segmentos de perfil individuales, que son transportables por separado y se pueden acoplar entre sí en el sitio de operación, donde se realiza el acoplamiento en el área del nivel de transmisión de la carga o puntos de la brida.

5 El diseño de ala relacionado con la invención es principalmente conveniente para la generación de energía eléctrica en turbinas eólicas aéreas con una estación terrestre fija o móvil, en lugar del rotor, o además del rotor, en las turbinas eólicas convencionales, principalmente en la operación yoyó. En particular, el diseño de ala relacionado con la invención es adecuado en presencia de dos puntos operativos completamente separados, que incluyen la generación de energía en la fase de trabajo y en la fase de recuperación rápida y eficiente de la aeronave, donde el control solo se puede hacer desde el suelo a través de anclajes de retención y de control.

10 La conexión de los elementos de membrana, flexibles, a elementos de perfil, rígidos, y vigas puede resolverse mediante cierres de forma ajustada (tuberías, bucles), cierres de ajuste a la fuerza (conexión de terminal) y cierres químico (unión adhesiva). La combinación de materiales compuestos reforzados con fibras con laminado de película es innovador aquí, de modo que una distribución de fuerza constante se produce a través de la incorporación directa de las fibras de refuerzo de los respectivos elementos en una junta, , por ejemplo, una matriz termoplástica. Las fibras de refuerzo de este modo se pueden colocar directamente desde la estructura rígida en las áreas de las velas según la carga.

15 Para lograr unas propiedades aerodinámicas óptimas, la viga de flexión/torsión ya puede presentar una sección transversal de forma aerodinámica, por ejemplo, en el área del borde delantero y complementarse mediante dispositivos de alta elevación, por ejemplo, en forma de aletas. Estos dispositivos de alta elevación cumplen con el propósito relacionado con la invención, especialmente si pueden adaptarse de forma variable a las condiciones de vuelo o de forma pasiva y de forma automática, por ejemplo, en el caso de generación de energía, o de despegue y aterrizaje y de reforma, en el caso de recuperación. Esto se logra a través de un mecanismo coordinado de resorte que está en equilibrio con las diferentes distribuciones de presión de varias condiciones de vuelo en el ala o se activa mediante, por lo menos, un cambio en la distribución de presión o la ubicación y la posición del ala. Este dispositivo de elevación puede complementarse mediante la impresión de los llamados tubérculos en el borde delantero, resultando en una ganancia importante en la estabilidad de vuelo y ascenso o en el rendimiento de energía, para las turbinas eólicas aéreas, con una presencia más prolongada de flujo en grandes ángulos de aproximación. Estos tubérculos pueden ser considerados como una modulación sinusoidal de la geometría del borde delantero, donde la longitud de onda y la amplitud usualmente no se seleccionan menos que el espesor del perfil, que se mantiene sin cambios.

20 Además, esta invención también incluye el anclaje óptimo de la estructura del ala a través de una brida ramificada, que realiza la transferencia de carga y el ángulo de enfoque que cambia hasta el rango negativo y, si es necesario por un lado, cambiar el ángulo de inclinación del ala, y por el otro, una reducción de peso de las vigas de flexión de torsión. Esto se hace específicamente para el ángulo lateral mediante una conexión articulada con el punto de pivote cerca de la cuerda de perfil aerodinámico, que usualmente se extiende dentro de la viga de torsión, de flexión, entre la parte frontal y el borde posterior del ala y por medio de la utilización de aletas divididas.

25 La invención descrita aquí incluye la posibilidad de la implementación de actuadores flexibles y adaptables para el control pasivo y activo en combinación con elementos de perfil elásticos en ciertas áreas. Para esto, los elementos de superficie flexibles se sustituyen en ciertas áreas, especialmente en el área a menos presión del borde posterior mediante elementos elásticos que se puede estirar, que siguen una deformación del perfil interior o exterior accionado con fuerzas de recuperación coordinadas. De esta forma, los momentos de control se imponen en el sistema de ala sin la necesidad de un mecanismo de aleta complicado.

Los perfiles de nervio (8) con forma idéntica para una fabricación sencilla pueden, por ejemplo, estar unidos a través de un adaptador variable al larguero con objeto de satisfacer el barrido y la torsión.

45 A continuación, se describen los parámetros de referencia utilizados anteriormente:

1 elemento de superficie de membrana o película flexible plegable

2 viga de torsión (larguero) rígido de flexión elástica en forma de perfil

3 conexión de la brida central al larguero

4 línea de brida central al ala

50 5 anclaje principal

6 líneas de bridas exteriores (opcionales, circulatorias)

7 elemento deflector (opcional para asegurar el grado de libertad de tránsito)

8 elemento de perfil

- 9 instrucciones para el control
- 10 elemento de resorte si es necesario como raíl
- 11 larguero - conexión al hilo o junta
- 12 brida del ala
- 5 13 puntos de anclaje para la brida del ala
- 14 polea de guía para la brida del ala
- 15 elemento de guía
- 16 punto de acoplamiento
- 17 elemento de conexión guiado
- 10 18 elemento de conexión rígido
- 19 junta/rodamiento
- 20 listón retraído
- 21 listón extendido
- 22 elemento de accionamiento retraído
- 15 23 elemento de accionamiento extendido
- 24 aberturas de entrada
- 25 vela superior del elemento de superficie (hermética)
- 26 vela inferior del elemento de superficie (hermética)
- 27 elemento de perfil como extremo del ala (hermética)

20

Definiciones:

Elementos estructurales a prueba de plegado son vigas, tuberías y estructuras de carcasa que contrarrestan una deformación transversal a su dimensión más larga con una gran resistencia. Comúnmente, se producen fuerzas de recuperación de alta elasticidad y pares de torsión con deformaciones.

- 25 Las superficies textiles flexibles son membranas, películas y laminados reforzados que están expuestas a la condición de tensión solamente en un plano, como resultado de la deformación de tracción y cizalladura y contrarrestan una deformación transversal a la superficie con, solamente, una resistencia muy baja.

El área proyectada es el área de superficie del contorno exterior de la aeronave, proyectada en la dirección de su dimensión más pequeña (dimensión: m^2).

- 30 La carga máxima de superficie es la suma de las fuerzas máximas de anclaje permitidas en la aeronave, proyectada en la dirección de la dimensión más pequeña de la aeronave y en base al área proyectada (dimensión: N/m^2).

En términos de la invención, las fuerzas máximas permitidas son las que mantienen la capacidad de uso de la aeronave sin causar el fallo de los componentes o deformaciones inadmisibles que afecten a la operación segura y eficiente.

El peso superficial es la masa de la aeronave basada en su área proyectada (dimensión: N/m^2).

- 35 El sistema de ala relacionado con la invención puede existir, como ya se ha mencionado y se ha designado, en varias realizaciones. Algunas de las mismas se muestran en las figuras 1-8 y se explican en los siguientes ejemplos.

Ejemplo 1 (Fig. 1): Describe el diseño de un sistema de ala con anclaje, incluye un elemento de superficie flexible plegable, una viga (larguero) de torsión de flexión elástica, rígida, una conexión de la línea de la brida central al larguero y al anclaje principal del ala, así como líneas de brida continuas, externas, con un elemento de desviación opcional para asegurar el grado de libertad de tránsito, así como un elemento de perfil opcional con conexión a los anclajes principales y de control.

Ejemplo 2 (Fig. 2): Describe otro modo de realización con elementos de nervio redondos u ovales, parcial o completamente rígidos, así como elementos de membrana pretensados conectados al larguero redondo u ovalado por encaje de forma, en el que el larguero es capaz de absorber la presión en la dirección a lo largo de la envergadura (a través del pretensado de la vela), así como la torsión y la flexión (de las fuerzas aerodinámicas que se inician a través de los elementos de perfil). El larguero de perfil está bordeado en su borde delantero con una película de membrana flexible, móvil, (1a), que está conectada a la membrana de superficie flexible plegable (1) por encaje de forma y a la fuerza, a la vela superior (25) y a la vela inferior (26) del diseño de ala.

Ejemplo 3 (Fig. 3): Muestra otro modo de realización con un larguero de perfil en D y varios elementos de perfil, fijos y rígidos y resistentes a la torsión (8), que pueden tener una estructura perforada por razones de peso, con elementos de nervio conectados, fijos o articulados (8), así como elementos de membrana pretensados (1). El larguero en forma de D está bordeado por una película de membrana flexible, móvil, (1a), que está conectada a la membrana de superficie flexible, plegable, (1), por ajuste de forma y, a la fuerza, a la vela superior (25) y a la vela inferior (26) del diseño de ala. Los elementos de membrana flexibles (1) (1a) pueden estar conectados a los elementos de perfil (8). Están adaptados de acuerdo con las cargas aplicadas, a partir de las fuerzas aerodinámicas y al pretensado en los materiales y la tecnología de unión o con duplicación local.

Ejemplo 4 (Fig. 4): Muestra una sección transversal del ala relacionada con la invención, a partir de la figura 3. Una brida de ala lateral y transversal está provista en la parte inferior del larguero en forma de D, que es responsable de la transferencia de carga a la estación de tierra. El ala tiene un anclaje (9) en el borde posterior del ala.

Ejemplo 5 (Fig. 5): Describe un ala mostrada en la figura 4, en la que, de ser necesario, la brida de ala ramificada, pero sin anclaje ramificado, relacionada con la brida del ala, está formada por un elemento de conexión (17), guiado desde la parte delantera a la parte trasera, a la que el anclaje principal (5) está unido directamente, en la que el elemento de conexión en el área inferior del perfil de larguero en forma de D (2), está fijado como en la cuerda de perfil. La brida de ala o el anclaje principal pueden moverse hacia adelante y hacia atrás, a lo largo del elemento de conexión.

Ejemplo 6 (Fig. 6): Describe una conectividad de la brida de ala externa, dentro del diseño de ala relacionado con la invención. Alternativamente al diseño mostrado en la figura 5, se sugiere una conexión rígida (18) con junta (19) que, en particular, se caracteriza por el hecho de que el punto de giro se encuentra en la cuerda de perfil - es decir, en la línea de conexión imaginaria entre el borde delantero y el borde posterior del ala. Aquí se propone inicialmente integrar la junta (19), en los elementos de perfil (8). Alternativamente, la conexión también se puede fijar al área frontal del larguero de perfil (2). Además, se propone una parte externa discontinua, guiada y deslizante, que, preferiblemente, está firmemente integrada en el elemento de perfil (8). Alternativamente, la junta o el desplazamiento externo del punto de conexión se puede realizar por medio de superficies de deslizamiento sobre el larguero. La conexión de la brida de ala en la cuerda de perfil tiene la ventaja de dar como resultado, en la operación de recuperación, una desviación del ala minimizada, o una bien coordinada, con las fuerzas de control hasta ángulos minimizados de enfoque. Esto resulta ser especialmente eficiente, de modo que se minimiza la resistencia de recuperación. Los elementos de alta elevación en el borde delantero son para la interrupción, de manera que no choquen con el anclaje, que varía en aproximadamente 90°.

Ejemplo 7 (Fig. 7): Muestra una sección transversal de un ala relacionada con la invención, como en la figura 4 (que se muestra sin la brida del ala), que presenta una aleta extensible y retráctil (21) (20), hacia adelante y hacia atrás, por medio de un empujador móvil (22).

Ejemplo 8 (Fig. 8): Describe un ala relacionada con la invención. Consiste en el larguero, que está conectado, ya sea parcial o completamente, con los elementos de nervio, así como los elementos de membrana. A través de las aberturas presión dinámica (24) existentes en los segmentos de perfil individual, formados por al menos dos elementos de perfil (8), es factible una presurización diferencial, por ejemplo, a través de la presión dinámica.

Ejemplo 9 (no mostrado): Describe otro modo de realización de tal manera que las superficies textiles flexibles, tal como una media carcasa cerrada, en un tipo de cubierta, se estiran sobre la estructura de nervio de larguero y se sueldan una contra la otra, en el punto central de la conexión. Estos diseños contienen correspondientes rebajes para los elementos de conexión de brida y las aletas, que, en particular después del montaje, producen un cierre estanco al agua o a una tormenta entre la estructura rígida de flexión-torsión y los elementos de membrana flexibles resistentes a la cizalladura.

Ejemplo 10 (no se muestra): Describe un posible modo de realización del larguero con protección interna contra rayos, de tal manera que un tubo de aluminio ligero se utiliza como enrutamiento de cable interno, que resulta en un canal para los rayos a los puntos de conexión, en el que la conexión de anclaje está diseñada de modo que la mezcla de materiales no conductores y conductores permite la realización de un canal para rayos, ionizado. Los respectivos puntos de conexión y anclaje realizan una posible trayectoria para el rayo hacia el suelo, de tal manera que, incluso en caso de la destrucción de una trayectoria conductora, es decir, una trayectoria de carga de conexión, el sistema de ala puede todavía aterrizar sin problemas.

REIVINDICACIONES

1. Construcción de ala aerodinámica pasiva capaz de volar e impulsada por el viento, que es capaz de convertir energía de flujo generada por el viento en energía eléctrica, que comprende esencialmente al menos un ala que comprende elementos de marco fijos con elementos de área de vela elástica flexible y dispositivos de anclaje guiados por cable, de tracción y de extensión (5, 6, 12) y dispositivos de control (9), que están conectados a una estación de tierra que opera y controla dicha construcción de ala, caracterizada porque
- 5 (i) el ala tiene un larguero de soporte duro, pero elástico, perfilado (2) en la dirección de la envergadura del ala y el borde delantero del ala, que sirve como base sobre la que se montan elementos de perfil duros, inflexibles (8), que determinan la forma del ala, a través de juntas o elementos de conexión (11), donde estos elementos de perfil (8) están conectados entre sí bajo tensión mediante un material de membrana, laminado o película flexible como una vela superior (25) y un material de membrana flexible, material laminado o de película, como una vela inferior (26) y forman segmentos de perfil individuales, y
- 10 (ii) el ala tiene, para la distribución de carga en la región de la mayor carga, al menos una línea brida central (4) en el centro del ala, de manera que es posible la rotación libre del ala en forma de movimientos de cabeceo y guiñada.
- 15 2. Construcción de ala según la reivindicación 1, caracterizada porque tiene una brida de ala de múltiples partes (12), que consiste en cables de tracción (5, 6) y/o en uno o más elementos rígidos de conexión (18, 19) provistos de juntas y dispuestos en la región del larguero de perfil (2) o la parte frontal de los elementos de perfil (8).
- 20 3. Construcción de ala según las reivindicaciones 1 o 2, caracterizada porque tiene dispositivos de guía (15, 16, 17) en la región del larguero de perfil (2) que permiten mover la línea de brida central (4) y/o los elementos de conexión (18, 19) y/o los cables de tracción (5, 6) hacia delante y hacia atrás, de manera que dichos elementos son capaces de adoptar una posición lateral o transversal al ala o posiciones intermedias.
4. Construcción de ala según la reivindicación 3, caracterizada porque los dispositivos de guía (15, 16, 17) están montados en la superficie exterior del lado inferior o en la superficie interior del lado superior del larguero de perfil (2).
- 25 5. Construcción de ala según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizada porque el cable principal (5) está conectado directamente al elemento de conexión rígido (18) o está conectado a las líneas de brida exteriores (6) de la brida de ala (12) a través de rodillos de desviación (14).
6. Construcción de ala según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizada porque las velas superior e inferior (25, 26) están conectadas en la dirección de la envergadura a través de un borde delantero flexible, de flujo elástico, curvado (1a) que consiste en una película o membrana.
- 30 7. Construcción de ala según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizada porque los elementos de vela y/o los elementos de soporte rígidos están reforzados con fibras o tienen una matriz de estructura de refuerzo.
8. Construcción de ala según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizada porque el segundo, el tercer segmento de perfil, o ambos, tienen una abertura de presión dinámica (24) en la región del borde delantero.
- 35 9. Construcción de ala según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizada porque al menos un elemento de aleta rígido o móvil (20) (21), que es opcionalmente controlable cambiando el ángulo desde la estación de tierra, está montado, además, en la región del borde frontal.
- 40 10. Construcción de ala según una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizada porque está conectada a la estación de tierra mediante medios de control y de tracción de accionamiento (9) y es así controlable, donde el control del ala se realiza en la región del borde trasero del ala mediante elementos elásticos sin el uso de aletas de control u otros tipos de dispositivos de control.
11. Construcción de ala según una de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizada porque consiste en dos o más segmentos de perfil separados, que son transportables de forma individual y se pueden acoplar entre sí en el sitio de operación, donde el acoplamiento se realiza en la región de los planos de líneas de carga o puntos de la brida.
- 45 12. Uso de una construcción de ala según una de las reivindicaciones 1 a 11 para la obtención de energía eléctrica
- (i) en turbinas eólicas aéreas con estación terrestre fija o móvil;
- (ii) en lugar del rotor o además del rotor de turbinas eólicas, o
- (iii) para el accionamiento adicional de buques.
13. Uso según la reivindicación 12, caracterizado porque la construcción de ala se opera en modo yoyó

14. Uso según la reivindicación 12 o 13 para el movimiento de vuelo controlado y eficiente de dicha construcción de ala con puntos operativos separados entre sí, que comprende la generación de energía en la fase de trabajo y la fase de recuperación rápida y eficiente del cometa, donde el control se realiza exclusivamente desde el suelo a través de anclaje y cables de control.
- 5 15. Turbina eólica aérea, que comprende al menos una construcción de ala de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11 y una estación terrestre fija o móvil.

Fig. 1

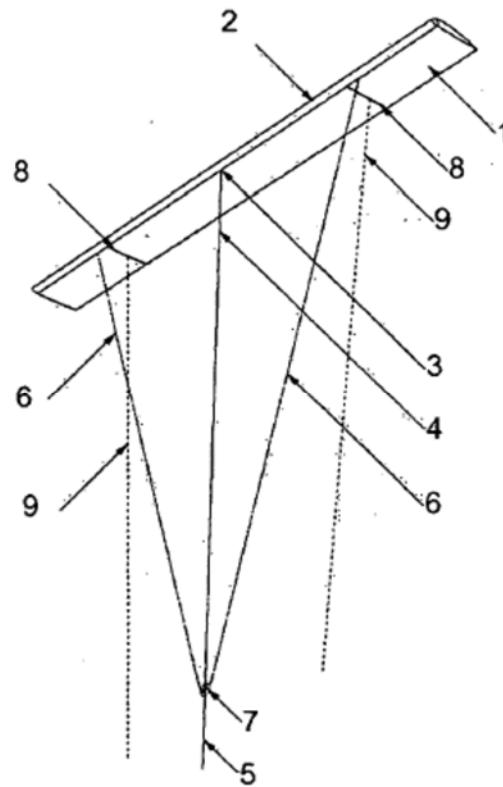


Fig. 2

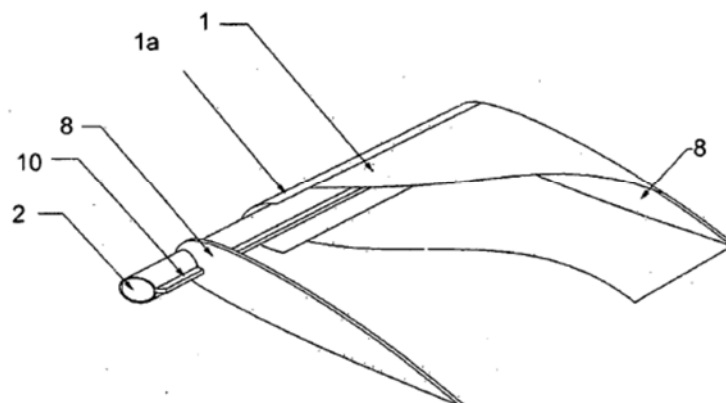


Fig.3

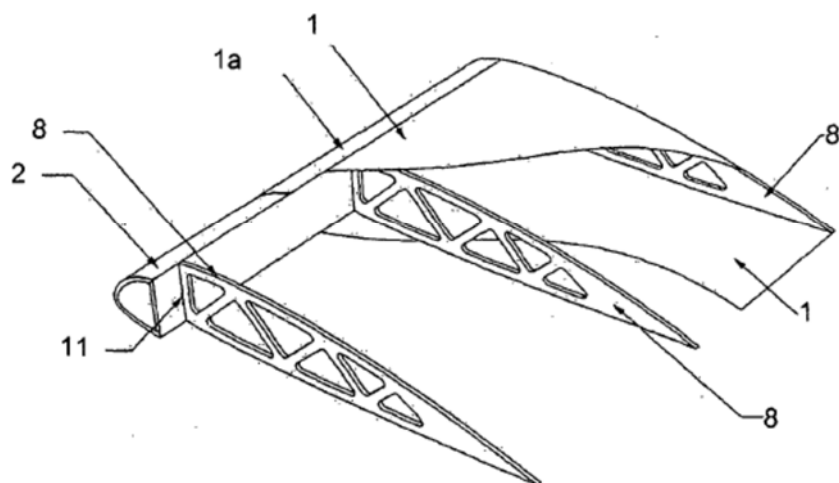


Fig.4

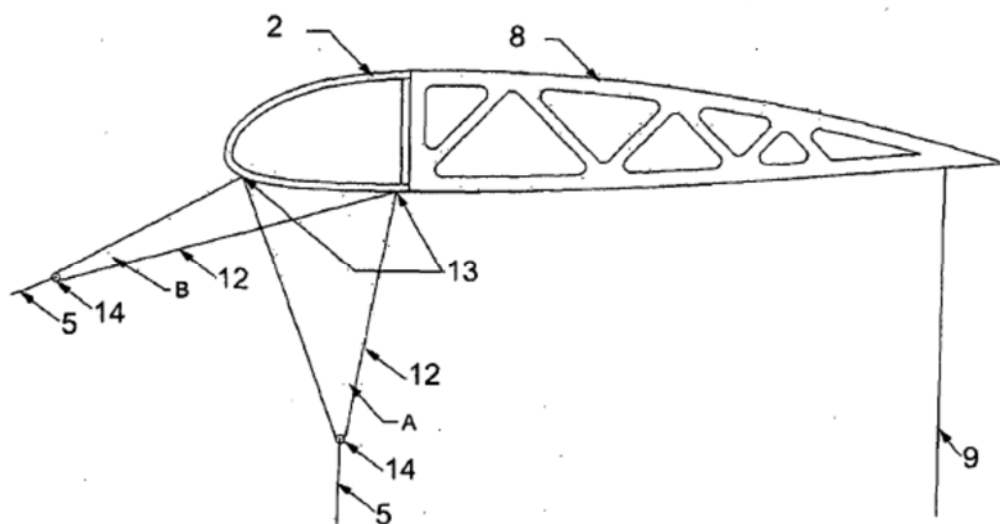


Fig.5

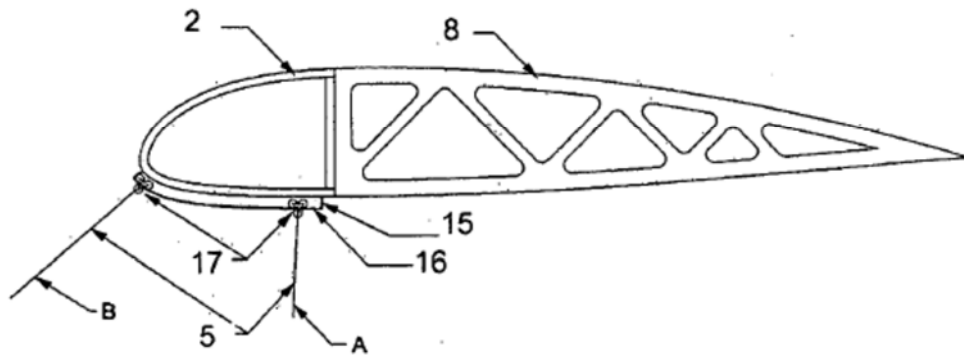


Fig.6

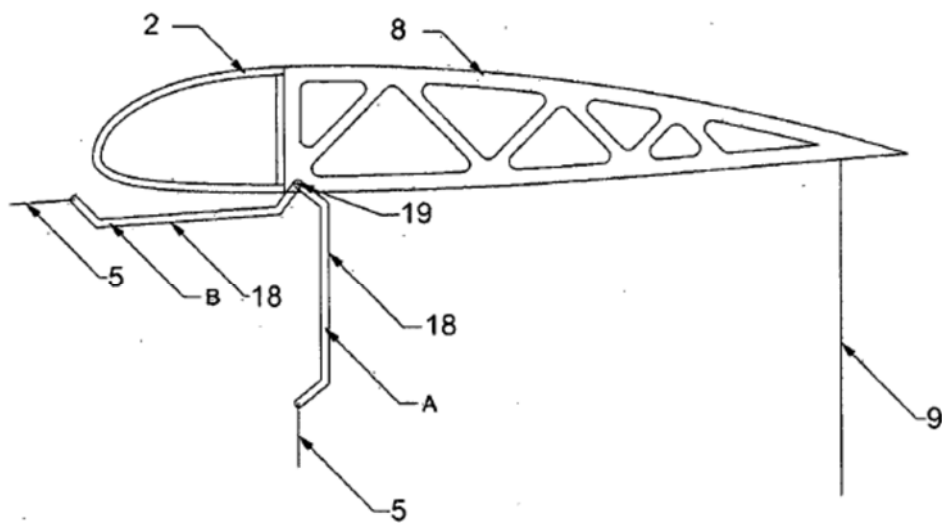


Fig.7

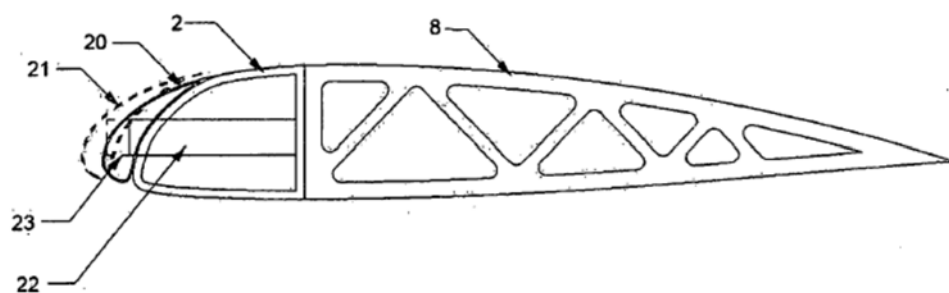
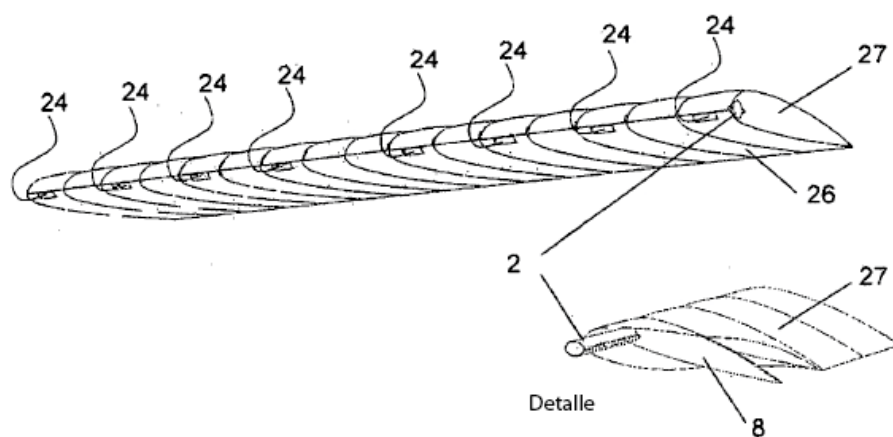


Fig.8



REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

La lista de referencias citadas por el solicitante es, únicamente, para conveniencia del lector. No forma parte del documento de patente europea. Si bien se ha tenido gran cuidado al compilar las referencias, no pueden excluirse errores u omisiones y la OEP declina toda responsabilidad a este respecto.

Documentos de patente citados en la descripción

- US 4198019 A [0001]
- US 20100295303 A [0003]
- EP 2075461 B1 [0003]