

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 373 521**

51 Int. Cl.:

F03D 1/06 (2006.01)

F03D 7/02 (2006.01)

F03D 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09706142 .8**

96 Fecha de presentación: **23.01.2009**

97 Número de publicación de la solicitud: **2252791**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **24.11.2010**

54 Título: **ESTRUCTURA DE PALA RETRÁCTIL CON UN REBORDE DE SALIDA DIVIDIDO.**

30 Prioridad:
30.01.2008 US 63132

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
06.02.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
06.02.2012

73 Titular/es:
Clipper Windpower, LLC
6305 Carpinteria Avenue, Suite 300
Carpinteria CA 93013, US

72 Inventor/es:
DEHLSSEN, James, G. P.

74 Agente: **de Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 373 521 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).

DESCRIPCION

Estructura de pala retráctil con un borde de salida dividido

5 Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

La solicitud internacional número PCT/IB2007/001969 "Retractable Rotor Blade Structure" ("estructura retráctil de pala de rotor", presentada el 12 de julio 2007, cedida a Clipper Windpower Technology, Inc., el cesionario de la presente solicitud, se incorpora al presente documento por referencia.

10

Antecedentes de la invenciónCampo de la invención

15 Esta invención se refiere a palas, tales como palas de perfil aerodinámico o aspas de rotor, en el ámbito de la aviación (aeronaves o helicópteros) o a palas de dispositivos generadores de energía eléctrica o de dispositivos para bombeo de fluidos, tales como turbinas eólicas y turbinas de corrientes marinas, y más en particular a un soporte estructural para una pala que tiene un módulo aerodinámico externo con una característica telescópica que, cuando se extiende hacia fuera, aumenta el diámetro o la longitud del perfil aerodinámico o de la pala y genera más fuerzas de sustentación o bien, en el caso de palas de rotor de dispositivo generador de energía, capta más energía eólica durante períodos de menor viento, y se retrae telescópicamente para reducir la exposición a la energía del viento cuando el viento es más fuerte.

20

Descripción de la técnica anterior

25

Los mecanismos sugeridos en la técnica anterior para controlar rotores de diámetro variable para rotores basculantes y aeronaves son susceptibles de fallos por fatiga y requieren un mantenimiento considerable. Las turbinas eólicas y las turbinas de corrientes marinas trabajan en condiciones ambientales que pueden degradar rápidamente las propiedades de un mecanismo de extensión. Los elevados requisitos de mantenimiento se traducen en mayores costos de energía, lo que da como resultado un sistema de energía renovable menos competitivo.

30

Por ejemplo, el documento EP 1 375 911 A1 divulga un aerogenerador del tipo de hélice para la generación de energía, en donde el aerogenerador comprende una pluralidad de palas de turbina eólica que están distribuidas equiangularmente dentro de un plano perpendicular a un eje giratorio horizontal y en torno a un cubo procurado en el eje giratorio horizontal. El cuerpo de la pala de cada pala de turbina incluye una pala auxiliar de punta alojada de manera que se puede extender hacia fuera de una punta de la pala, y retraerse hacia adentro, y una unidad de extensión y retracción de la pala auxiliar para hacer salir la pala auxiliar de punta con el fin de aumentar la longitud total de la pala.

35

40 El documento US 2003/0223868 A1 divulga una pala telescópica para turbina eólica, en donde la pala de turbina eólica está constituida por una sección de pala fija con una brida de montaje integral para unir a un cubo de turbina eólica. Una sección de pala móvil está unida a la sección de pala fija y se puede mover libremente en una dirección longitudinal con respecto a la sección de pala fija. Un dispositivo de posicionamiento coloca de manera controlable la sección de pala móvil con el fin de modificar la longitud total de la pala. Esto permite ajustar el diámetro de la turbina eólica. También la presente invención se refiere al ajuste de la longitud de la pala en la extremidad exterior de la pala con el fin de, en el caso de palas de rotor de dispositivo generador de energía, aumentar el diámetro del rotor para aprovechar más viento durante momentos de baja velocidad del viento, y reducir el diámetro del rotor durante períodos con velocidades muy altas del viento, para asegurar de que el dispositivo no sufra tensiones excesivas.

45

50 El sistema estructural de la solicitud internacional número PCT/IB2007/001969 proporciona soporte para una carcasa de perfil aerodinámico de palas de rotor de dispositivo generador de energía mediante la extensión de la viga estructural (o mástil) de la pala de base a través del módulo telescópico o extensor de la pala, tanto cuando está retraída como cuando está extendida. El sistema estructural consta de una pala de base y un módulo de pala extensora separable, en donde el módulo de pala extensora incluye una carcasa de perfil aerodinámico portadora y una pala extensora.

55

Las cargas transmitidas al borde de ataque y al borde de salida de la carcasa de perfil aerodinámico portadora, por ejemplo cargas de adelanto-retraso inducidas por la gravedad, tienen un soporte superficial adecuado en el borde de ataque, pero debido a la agudeza del borde de salida de la pala extensora no existe soporte adecuado en el borde de salida y por lo tanto, el borde de salida requiere de un método de soporte.

60

Por tanto, es un objeto de la presente invención proporcionar una estructura de pala extensible con un método de soporte para el borde de salida.

Lo que también se necesita es un mecanismo que facilite la extensión y retracción de palas extensibles y que sea ligero de peso, fácil de mantener y duradero.

5 Lo que también se necesita es una estructura de pala extensible que sea aerodinámicamente eficiente.

Compendio de la invención

10 La presente invención se refiere a palas extensibles, y más particularmente a un sistema generador de energía por flujo de fluido (viento o agua), que incluye una pala de rotor capaz de extensión y retracción de un radio de barrido de la pala de rotor con el fin de aumentar o disminuir el área de la sección transversal del flujo de fluido barrido por la pala de rotor.

15 Debe señalarse que la invención no está limitada al campo antes mencionado, sino que también puede ser aplicada al campo de la aviación, por ejemplo a perfiles aerodinámicos de aeronaves o aspas de rotor de helicópteros. Para facilitar la descripción de la invención sólo se divulgan en detalle palas de rotor de dispositivos generadores de energía.

20 En particular, la invención se refiere a una pala o estructura de perfil aerodinámico, extensible, que comprende un módulo de pala extensora y un módulo de pala de base, en donde el módulo de pala extensora comprende una carcasa de perfil aerodinámico portadora que aloja una pala extensora, y un dispositivo ajustador para posicionar la pala extensora entre un posición retraída dentro de la carcasa de perfil aerodinámico portadora y una posición extendida. El dispositivo ajustador puede mover y enclavar la pala extensora en una posición cualquiera entre una posición totalmente extendida y una posición totalmente retraída. Por ejemplo, el dispositivo ajustador puede mover y enclavar la pala extensora en la posición media entre las posiciones totalmente extendida y totalmente retraída, en donde esta posición sólo una parte de la pala extensora se encuentra fuera del módulo de pala extensora, en donde la parte restante de la pala extensora está dispuesta en la carcasa de perfil aerodinámico portadora del módulo de pala extensora. A la parte de la pala extensora que se encuentra dentro de la carcasa de perfil aerodinámico portadora se la denomina "parte retraída", y a la parte de la pala extensora que se encuentra fuera de la carcasa de perfil aerodinámico portadora se la denomina "parte extendida". La pala extensora y la carcasa de perfil aerodinámico portadora se solapan en toda la longitud de la parte retraída de la pala extensora.

35 La pala extensora cuenta con aletas de borde de salida y una estructura de soporte entre las aletas de borde de salida, en donde las aletas de borde de salida son obligadas a unirse para formar un borde de salida en la posición extendida, es decir, en toda la longitud de la parte extendida de la pala extensora.

40 La carcasa de perfil aerodinámico cuenta con una estructura de soporte de carcasa de perfil aerodinámico portadora y ranuras formadas en los lados superior e inferior de la estructura de soporte de carcasa de perfil aerodinámico, en donde cada ranura está adaptada para acoger a una de las aletas, las aletas son forzadas a separarse y son guiadas al interior de las ranuras por la estructura de soporte de carcasa de perfil aerodinámico portadora en la posición retraída de la pala extensora, es decir, las aletas son acogidas por las ranuras en toda la longitud de la parte retraída de la pala extensora.

45 La estructura de soporte de carcasa de perfil aerodinámico portadora y la estructura de soporte de la pala extensora se apoyan una contra otra entre las aletas.

50 La estructura de pala de rotor extensible de la presente invención proporciona un método de soporte para el borde de salida de la carcasa de perfil aerodinámico portadora al proporcionar una pala extensora con una estructura de soporte y una estructura de soporte dentro de la carcasa de perfil aerodinámico portadora del módulo de pala extensora, en donde las estructuras de soporte se apoyan una contra otra. Las cargas, por ejemplo cargas de adelanto-retraso inducidas por la gravedad, pueden ser transmitidas desde la pala extensora a la carcasa de perfil aerodinámico portadora del módulo de pala extensora a través de las estructuras de soporte de la estructura de pala de rotor extensible sin el peligro de dañar el borde de salida de la carcasa de perfil aerodinámico portadora. En lugar de transmitir las cargas al borde de salida de la carcasa de perfil aerodinámico portadora, las cargas son transmitidas a la estructura de soporte que se encuentra dentro de la carcasa de perfil aerodinámico portadora.

60 La estructura de pala extensible de la presente invención tiene también la ventaja de proporcionar una estructura de pala aerodinámicamente eficiente al procurar una pala extensora con aletas de borde de salida. Las aletas son obligadas a unirse en toda la longitud de la parte extendida de la pala extensora formando un borde de salida aerodinámicamente eficiente de la parte extendida de la pala extensora.

65 Para lograr tales bordes de salida obligados juntos, al menos una de las aletas de borde de salida puede comprender un material con alguna clase de "propiedades de memoria de forma", es decir, la aleta tiene la capacidad de volver desde un estado deformado (forma temporal) a su forma original (permanente). Con referencia a la presente solicitud, la aleta está en su estado deformado cuando se encuentra acogida dentro de una ranura y

está en su forma original cuando se encuentra fuera de una ranura. En otras palabras, en toda la longitud de la parte retraída de la pala extensora la aleta está en el estado deformado, mientras que la aleta está en su forma original en toda la longitud de la parte extendida.

5 Cuando la pala extensora sale de la carcasa de perfil aerodinámico portadora, el estado / forma de la aleta cambia; si la pala extensora está retraída las aletas están forzadas a separarse y al menos una de las aletas está guiada por la estructura de soporte de la carcasa de perfil aerodinámico portadora al interior de su ranura correspondiente cambiando su forma desde su estado original a la forma de estado deformado / temporal. Para soportar la "apertura" y guiado de la o las aletas, la cara terminal radial de la estructura de soporte de la carcasa de perfil aerodinámico portadora puede estar ahusada. Si la pala extensora está extendida, la o las aletas que salen de la carcasa de perfil aerodinámico portadora ya no está o están forzadas a separarse por la estructura de soporte de la carcasa de perfil aerodinámico portadora y al menos una de las aletas es obligada por su "efecto de memoria de forma" a volver a su forma original, en la cual forma el borde de salida aerodinámicamente eficiente de la pala extensora junto con la otra aleta.

15 Según un aspecto de la presente invención, al menos una de las aletas del borde de salida comprende un material que incluye una aleación con memoria de forma. Si sólo una de las aletas comprende tal material, la otra aleta puede ser rígida. Una aleta rígida también es guiada al interior de su ranura correspondiente, pero no cambia su forma durante la retracción. En consecuencia, una aleta rígida no cambia su forma cuando la pala extensora se extiende -
20 - la aleta simplemente se desliza fuera de su ranura y mantiene su forma. Sin embargo, para lograr la mejor eficiencia aerodinámica ambas aletas comprenden el material antes mencionado.

Para transmitir cargas desde la pala extensora a la carcasa de perfil aerodinámico portadora, la estructura de soporte de carcasa de perfil aerodinámico portadora y la estructura de soporte de la pala extensora se apoyan una
25 contra otra. Mientras se está extendiendo o retrayendo la pala extensora, su estructura de soporte se desliza sobre la estructura de soporte de la carcasa de perfil aerodinámico portadora.

La pala comprende dos partes principales, a saber la pala de base y el módulo de pala extensora, en donde el módulo de pala extensora comprende la carcasa de perfil aerodinámico portadora y la pala extensora. La pala de base y la pala extensora pueden estar conformadas de manera integral, pero se prefiere que el módulo de pala extensora sea separable de la pala base. Con tal diseño modular de la estructura de pala se prefiere que todas las piezas de la estructura de pala de rotor extensible que son necesarias para extender y retraer la pala extensora, es decir, el dispositivo ajustador, estén dispuestas dentro del módulo de pala extensora. Si falla alguna pieza del dispositivo ajustador, se puede extraer el módulo de pala extensora para su mantenimiento y/o bien puede ser
35 sustituido por un módulo de pala extensora nuevo.

En una realización de la presente invención, las estructuras de soporte comprenden caras terminales paralelas, en donde la cara terminal de la estructura de soporte de pala extensora se desliza sobre la cara terminal de la estructura de soporte de la carcasa de perfil aerodinámico portadora durante un movimiento de la pala extensora.
40 Para facilitar tal movimiento al menos una de las caras terminales puede estar revestida con un material que proporcione una baja resistencia a la fricción. Para facilitar aún más el movimiento de las caras terminales entre sí, por lo menos una de las estructuras de soporte puede comprender medios, por ejemplo pequeños pasajes destinados a proporcionar un aditivo deslizante a la cara o caras terminales relevantes.

45 En una realización preferida de la presente invención, la estructura de soporte de la pala extensora comprende una pluralidad de cojinetes de rodillo lineales, y la estructura de soporte de carcasa de perfil aerodinámico portadora comprende una cara terminal que está adaptada para engranar en los cojinetes de rodillo lineales.

Tal como se ha mencionado antes, la pala extensora cuenta con aletas de borde de salida. Para mejorar aún más la eficacia aerodinámica del borde de salida de la pala extensora, la pala extensora puede comprender dos rebajes adyacentes al borde de salida que se extiendan sustancialmente por toda la longitud de la pala extensora, estando las aletas unidas a la pala extensora dentro de estos rebajes de manera que las aletas no sobresalen de la superficie de la pala extensora.

55 En toda la longitud de la parte retraída de la pala extensora las aletas de borde de salida se encuentran guardadas en las ranuras de la carcasa de perfil aerodinámico portadora. Durante condiciones climáticas rigurosas existe el riesgo de que las aletas se adhieran por congelación a las superficies de las ranuras, si las aletas estaban húmedas o mojadas durante la retracción. Por tanto, en una realización preferida de la presente invención el borde de salida de la carcasa de perfil aerodinámico portadora cuenta con una instalación calefactora, en donde se prefiere que la
60 instalación calefactora esté dispuesta en la estructura de soporte de la carcasa de perfil aerodinámico portadora y se extienda por toda la longitud de la estructura de soporte de carcasa de perfil aerodinámico portadora.

Tal como se ha mencionado antes, las aletas pueden estar unidas a la pala extensora dentro de rebajes. Debido al movimiento de retracción y extensión de la pala extensora, y por tanto de las aletas, las aletas pueden perder sus
65 "propiedades de memoria de forma". Por tanto, se prefiere que las aletas estén unidas de manera separable dentro

de los rebajes. En una realización preferida de la presente invención las aletas pueden estar unidas dentro de los rebajes por medio de un adhesivo termofusible. Si se somete el adhesivo termofusible a una temperatura más elevada se funde o se reblandece y por tanto se pueden retirar las aletas y reemplazarlas por otras nuevas. Con el fin de facilitar la sustitución de las aletas, es preferible que cerca de los rebajes se encuentre dispuesta una instalación calefactora. Por ejemplo, tal instalación calefactora puede estar dispuesta en la estructura de soporte de pala extensora.

Breve descripción de los dibujos

- Se describirá con detalle la invención haciendo referencia a los dibujos, en los cuales:
- la Figura 1 es una vista en perspectiva de una pala que comprende una sección (o módulo) de pala de base, una carcasa de perfil aerodinámico portadora y una pala extensora que constituyen un módulo extensor, con una pala extensora completamente extendida;
 - la Figura 2 es una vista de una viga de módulo extensor dentro de la pala de base, que muestra la viga de pala de base con el extremo de unión del módulo extensor unido a la misma;
 - la Figura 3 es una vista de la viga de módulo extensor y la viga de pala de base de la Figura 2 con la viga de módulo extensor, que puede estar hecha de aluminio, empernada dentro de la viga de pala de base;
 - la Figura 4 es una vista más detallada del aparato mostrado en la Figura 2, que muestra la viga de la carcasa de perfil aerodinámico portadora, es decir la viga del módulo extensor, la propia carcasa de perfil aerodinámico portadora, el módulo de pala de base, y la junta de unión del módulo portador al módulo de base;
 - la Figura 5 es una vista más detallada del aparato mostrado en la Figura 4, que muestra la viga de módulo extensor dentro de la carcasa de perfil aerodinámico portadora, en donde la viga de módulo extensor comprende carriles guía para cojinetes lineales, carros lineales unidos a los carriles guía de la viga de módulo extensor, la propia carcasa de perfil aerodinámico portadora, una placa frontal de módulo portador, y la junta de unión del módulo de pala extensora al módulo de pala de base;
 - la Figura 6 es un diagrama en corte del aparato mostrado en la Figura 5;
 - la Figura 7 es una vista en perspectiva de la carcasa de perfil aerodinámico portadora y la pala extensora, que ilustra un borde de salida dividido de la pala extensora;
 - la Figura 8 es un diagrama en sección transversal del aparato mostrado en la Figura 7, tomado a lo largo de la línea de vista VIII-VIII, que muestra la carcasa de perfil aerodinámico portadora y la carcasa de perfil aerodinámico extensor de una primera realización de la invención;
 - la Figura 9 es un diagrama en sección transversal del aparato mostrado en la Figura 7, tomado a lo largo de la línea de vista VIII-VIII, que ilustra con más detalle la primera realización de la junta de borde de salida mostrada en la Figura 8;
 - la Figura 10 es un diagrama en sección transversal del aparato mostrado en la Figura 7, tomado a lo largo de la línea de vista VIII-VIII, que ilustra con más detalle la pala extensora y la carcasa de perfil aerodinámico portadora de una segunda realización de la invención;
 - la Figura 11 es un diagrama en sección transversal del aparato mostrado en la Figura 7, tomado a lo largo de la línea de vista VIII-VIII, que ilustra con más detalle la carcasa de perfil aerodinámico portadora de la segunda realización; y
 - la Figura 12 es un diagrama de una torre de turbina eólica que ilustra a modo de ejemplo cómo se iza el módulo de pala extensora mediante una grúa dentro de la góndola.

En estas figuras, números similares se refieren a elementos similares de los dibujos. Ha de entenderse que los tamaños de los diversos componentes de las figuras pueden no estar a escala, o en proporción exacta, y se muestran para claridad visual y con fines ilustrativos.

Descripción de las realizaciones preferidas

- Se hace referencia a la Figura 12, que es un diagrama de una torre de turbina eólica 1 que ilustra cómo se iza el módulo de pala extensora 2 mediante una grúa en la góndola 3. Esta realización comprende un módulo de pala extensora 2 desmontable, pero la invención no está limitada a turbinas eólicas que comprenden palas 7 con módulos pala extensora desmontables. La invención también se puede aplicar, por ejemplo, a dispositivos de bombeo de fluidos de turbinas de corrientes marinas, superficies de sustentación de aviones o aspas del rotor de helicópteros.

- Con respecto a la Figura 12, un dispositivo generador de energía eólica incluye un generador eléctrico alojado en una góndola de turbina 3, que está montada en lo alto de una estructura de torre alta 4 anclada al suelo. La turbina 5 puede girar libremente en el plano horizontal de manera que tiende a permanecer en la trayectoria de la corriente de viento prevaleciente. La turbina tiene un rotor 6 con palas 7 que pueden tener paso variable, y que giran en respuesta a la corriente de viento. Cada una de las palas tiene una sección (o módulo) de base de pala, denominada raíz de pala, unida a un cubo de rotor 9, y una extensión de pala, denominada módulo extensor 2 de pala, que tiene longitud variable para proporcionar un rotor de diámetro variable. La estructura de torre comprende una portilla 25 y una escotilla desplegable 25a que, cuando se abre, extiende una rampa para el mantenimiento y la sustitución de módulos.

5 El diámetro del rotor se controla con el fin de extender por completo el rotor 6 cuando la velocidad de flujo es baja y retraer el rotor cuando la velocidad del flujo aumenta de manera tal que las cargas aportadas por el rotor o ejercidas sobre el mismo no superen límites establecidos. El dispositivo generador de energía eólica es sostenido mediante la estructura de torre 4 en la trayectoria de la corriente de viento de manera que el dispositivo generador de energía se mantiene horizontalmente alineado con la corriente de viento.

10 Un generador eléctrico es accionado por la turbina con el fin de producir electricidad y está conectado a cables de transporte de energía que interconectan el generador con otras unidades y/o a una red eléctrica.

15 La captación de energía por turbinas eólicas y de corrientes marinas es directamente proporcional a la superficie de la sección transversal barrida por las palas del rotor de la turbina. Los rotores convencionales utilizan palas de longitud fija, unidas a un cubo giratorio. Estas palas pueden ser de paso variable (que pueden hacerse girar de manera selectiva en torno a su eje longitudinal) a fin de modificar el ángulo de ataque con respecto al flujo de fluido entrante, principalmente para disipar energía en caso de altas velocidades de flujo. Como alternativa, estas palas pueden ser de paso fijo o reguladas por pérdida aerodinámica, en las cuales la sustentación de la pala y por lo tanto la captación de energía desciende drásticamente cuando la velocidad del viento sobrepasa cierto valor nominal. Tanto las palas de rotor con paso variable como las reguladas por pérdida aerodinámica con diámetros fijos son bien conocidas en la técnica. El documento de patente de EE.UU. 6,726,439 B2 antes identificado describe un convertidor de energía eólica o de corriente de agua que comprende un conjunto de rotor accionado por el viento o una corriente de agua. El rotor comprende una pluralidad de palas, en donde las palas son de longitud variable con el fin de proporcionar un rotor de diámetro variable. El diámetro del rotor se controla con el fin de extender por completo el rotor cuando la velocidad de flujo es baja y retraer el rotor cuando la velocidad de flujo aumenta de manera tal que las cargas aportadas por el rotor o ejercidas sobre el mismo no superen límites establecidos.

25 Se hace referencia a la Figura 1, que es una vista en perspectiva de una parte de una pala 7 que comprende una sección 8 de pala de base, una carcasa 10 de perfil aerodinámico portadora y una pala extensora 11 que constituyen un módulo 2 de pala extensora, con la pala extensible 7 completamente extendida.

30 Esta invención se refiere a un método y aparato para proporcionar soporte estructural para una pala 7 de rotor de turbina eólica que tiene un módulo 2 de pala extensora aerodinámico exterior conectado a una sección 8 de pala de base. El módulo 2 de pala extensora tiene una pala extensora telescópica 11 que, cuando está extendida, aumenta el diámetro del rotor y capta más energía eólica durante los períodos de menor viento, y se retrae de manera telescópica para reducir la exposición a la energía eólica con vientos más fuertes. La base para el desarrollo del sistema estructural de la presente invención es el hecho de que la carcasa de perfil aerodinámico portadora 11 tiene una forma de la sección transversal que no es adecuada para la adaptación estructural a una acción telescópica, dadas las fuerzas que actúan sobre la pala por el empuje del viento, la gravedad y la fuerza centrífuga. Por lo tanto, el sistema estructural está destinado a proporcionar soporte a la carcasa de perfil aerodinámico de la pala extensora 11, proporcionando un perfil aerodinámico con borde de salida dividido cuando la pala extensora 11 está extendida. Se ofrece una descripción detallada del sistema estructural haciendo referencia a las Figuras 7 - 10.

Las Figuras 2-6 divulgan las características y el dispositivo ajustador del módulo 2 de pala extensora y cómo este módulo está conectado a la sección 8 de pala de base 8 de una pala 7.

45 Las Figuras 2-4 ilustran una viga 12 de módulo extensor que se extiende a través de la carcasa 10 de perfil aerodinámico portadora y, dependiendo de la posición de la pala extensora, a través de la pala extensora (Figura 4), en donde la viga 12 de módulo extensor está conectada a una viga 14 de pala de base, que se extiende a través de la sección 8 de pala de base. Tal como se muestra en la Figura 4, la carcasa 10 de perfil aerodinámico portadora está conectada a la sección 8 de pala de base en una junta de unión 13. Sin embargo, la carcasa 10 de perfil aerodinámico portadora no está conectada con la viga 12 de módulo extensor aunque la viga 12 de módulo extensor se extiende a través de toda la carcasa 10 de perfil aerodinámico portadora.

50 La viga 12 de módulo extensor (Figura 2) se extiende desde el extremo de unión del módulo, asciende hasta la placa frontal de unión 15 (Figura 3), y se extiende a través de la carcasa 10 de perfil aerodinámico portadora (Figura 4). Tal como se ha mencionado antes, este diseño no tiene la viga 12 de módulo extensor unida ni a la parte interna superior o ni a la parte interna inferior de la carcasa 10 de perfil aerodinámico portadora.

55 Se hace referencia a la Figura 5, que es una vista más detallada del aparato mostrado en la Figura 4 que muestra la viga 12 de módulo extensor de la carcasa de perfil aerodinámico portadora 10. Un dispositivo ajustador para la pala extensora 11 incluye un número de carros lineales 16 conectados a la pala extensora 11 que corren por carriles guía 17. La viga 12 de módulo extensor comprende los carriles guía 17, en donde los carros lineales 16 están unidos a los carriles guía 17. Los carriles guía 17 están unidos a una viga dentro de la pala extensora 11, es decir, la viga 11a de pala extensora. Los carros lineales 16 están unidos de manera móvil a los carriles guía 17 de manera que el movimiento de la pala extensora 11 está guiado por la combinación de los carriles y los carros.

65

Además, la Figura 5 muestra la carcasa 10 de perfil aerodinámico portadora, una placa frontal 19 de módulo de pala extensora, y la junta de unión 13 de la carcasa 10 de perfil aerodinámico portadora a la sección 8 de pala de base. La Figura 5 también indica las partes retraída y extendida de la pala extensora 11. La parte retraída de la pala extensora 11 está definida por la zona de solapamiento de la carcasa 10 de perfil aerodinámico portadora y la pala extensora 11, es decir, la parte retraída de la pala extensora es la parte alojada dentro de la carcasa 10 de perfil aerodinámico portadora. La parte no solapante o "libre" de la pala extensora 11 define la parte extendida.

La Figura 6 es un diagrama en corte del aparato mostrado en la Figura 5.

El único soporte estructural que tiene la carcasa 10 de perfil aerodinámico portadora se encuentra en la placa frontal terminal 19 de unión al módulo (parte de la juntura de unión 13, Figura 5) y en el extremo donde la carcasa 10 de perfil aerodinámico portadora solapa con la pala extensora 11, y allí se desplaza sobre la carcasa 34 de perfil aerodinámico de la pala extensora 11. La viga 12 de módulo extensor se solapa con la viga 11a de pala extensora 11 y las vigas se deslizan una sobre otra en las operaciones de extensión o de retracción.

Se hace referencia a la Figura 7, que es una vista en perspectiva de la carcasa 10 de perfil aerodinámico portadora, y la carcasa 34 de perfil aerodinámico de pala extensora, en donde la carcasa 34 de perfil aerodinámico de pala extensora comprende un borde de salida 46 de pala extensora dividido y un borde de ataque 44 de pala extensora. La Figura 7 ilustra con algún detalle el borde de salida 46 de pala extensora, que comprende dos aletas 26, 28 de borde de salida. Sin embargo, la Figura 7 no ilustra cómo la pala extensora 11 es guiada en el interior de la carcasa 10 de perfil aerodinámico portadora. Además, la Figura 7 muestra el borde de salida 46b de la carcasa 10 de perfil aerodinámico portadora.

La Figura 8, que es un diagrama en sección transversal del aparato mostrado en la Figura 7, tomado a lo largo de la línea de vista VIII-VIII, ilustra una primera realización de la presente invención. La Figura 8 muestra la carcasa 10 de perfil aerodinámico portadora, la carcasa 34 de perfil aerodinámico de pala extensora y un núcleo de pala extensora 32. La Figura 9 muestra un diagrama en sección transversal más detallado de la juntura del borde de salida mostrada en la Figura 8.

La primera realización, mostrada en las Figuras 8 y 9, ilustra un método para una estructura de soporte del borde de salida 46 de la pala extensora 11. El borde de salida 46b de la carcasa 10 de perfil aerodinámico portadora está adaptado para proporcionar tal apoyo, procurando una estructura de soporte 24 de carcasa de perfil aerodinámico portadora. La estructura 24 de soporte de carcasa de perfil aerodinámico portadora está dispuesta dentro de la carcasa 10 de perfil aerodinámico portadora hueca, se extiende desde el borde de salida interno hacia el interior de la carcasa 10 de perfil aerodinámico portadora hueca y termina en una cara terminal 24a roma. La sección transversal de la estructura 24 de soporte de carcasa de perfil aerodinámico portadora está conformada de manera que (i) se adapta a la sección transversal de la carcasa 10 de perfil aerodinámico portadora y (ii) proporciona dos ranuras 56, 58 entre la estructura 24 de soporte de la carcasa de perfil aerodinámico portadora y la carcasa 10 de perfil aerodinámico portadora, estando una ranura 56 por encima de la estructura 24 de soporte de carcasa de perfil aerodinámico portadora y una ranura 58 por debajo de la misma.

La pala extensora 11 dentro de la carcasa 10 de perfil aerodinámico portadora comprende una carcasa 34 de perfil aerodinámico de pala extensora y un núcleo 32, en donde el núcleo 32 puede comprender un material ligero, tal como madera de balsa, espuma de poliestireno, o un material ligero similar. El núcleo 32 también puede proporcionar una mezcla de diferentes materiales o una estructura en emparedado. La carcasa 34 de perfil aerodinámico comprende una fibra de vidrio o fibra de carbono y está encolada al núcleo 32.

El borde de salida 34b de la carcasa de perfil aerodinámico de pala extensora termina en una cara terminal 34a roma. Las caras terminales 24a, 36a son romas para asegurar la necesaria transmisión de cargas desde la pala extensora 11 a la carcasa 10 de perfil aerodinámico portadora. Con la realización mostrada, las caras terminales 24a y 34a son planas, pero tal diseño de las caras terminales no es esencial en tanto que se asegure la transmisión de cargas. Durante la extensión y retracción de la pala extensora 11 la cara terminal 34a de la carcasa 34 de perfil aerodinámico de pala extensora se desliza sobre la cara terminal 24a de la carcasa 10 de perfil aerodinámico portadora.

La carcasa 34 de perfil aerodinámico de la pala extensora 11 comprende dos rebajes o canales 36, 38 en la zona del borde de salida 34b, que se extienden sustancialmente por toda la longitud de la pala extensora 11, o al menos la porción de la pala extensora 11, que puede ser retraída al interior de la carcasa 10 de perfil aerodinámico portador. Dentro de los rebajes 36, 38, uno de los cuales está situado en la superficie inferior de la pala extensora 11 y el otro está situado en la superficie superior de la pala extensora 11, se encuentran situadas dos aletas 26, 28 de borde de salida. Las aletas 26, 28 de borde de salida se extienden a lo largo de toda la cara terminal 34a de la carcasa 34 de perfil aerodinámico de pala extensora y tienen una forma tal que pueden ser acogidas por las ranuras 56, 58. Las aletas 26, 28 comprenden un material con alguna clase de "propiedades de memoria de forma", es decir, las aletas 26, 28 tienen la capacidad de volver desde un estado deformado (forma temporal) a su forma original (permanente). Su forma original es la forma aerodinámica cerrada que se muestra en la Figura 7. El estado deformado de las aletas

26, 28 se muestra en las Figuras 8, 9, es decir, las aletas ha sido forzadas a abrirse por la estructura de soporte 24 de carcasa de perfil aerodinámico portadora y están acogidas por las ranuras 56, 58.

5 Para facilitar aún más el movimiento de las caras terminales 24a, 34a una con respecto a la otra, está dispuesto en el borde de salida 34b un pasaje 37 (Figura 9) para proporcionar un aditivo deslizante a las caras terminales 24a, 34a. El aditivo deslizante puede ser proporcionado por un dispositivo (no mostrado) dentro del núcleo 32.

10 Dentro del borde de salida 46b de la carcasa 10 de perfil aerodinámico portadora, más precisamente dentro de la estructura de soporte 24 de la carcasa de perfil aerodinámico portadora, está dispuesta una instalación calefactora 23 que se extiende por toda la longitud de la estructura de soporte 24 de carcasa de perfil aerodinámico portadora.

15 Para facilitar la sustitución de las aletas 26, 28 está dispuesta una instalación calefactora 39 adyacente a los rebajes 36, 38. En la realización mostrada, la instalación calefactora 39 está dispuesta en la estructura de soporte 34b de la pala extensora.

Las dos instalaciones calefactoras 23, 39 reciben energía desde una fuente de energía (no mostrada) que está conectada con las instalaciones calefactoras a través de cables (no mostrados).

20 La Figura 9 ilustra una porción solapante del módulo extensor 2, es decir, una porción donde la pala extensora 11 está alojada en la carcasa 10 de perfil aerodinámico portadora. Las aletas 26, 28 están abiertas, es decir, se encuentran en su estado deformado, y guardadas en las ranuras 56, 58, y las dos caras terminales topan una con otra, formando así una forma aerodinámica no cerrada.

25 Cuando la pala extensora 11 retraída se extiende, las aletas 26, 28 de borde de salida son liberadas por la estructura de soporte 24 de carcasa de perfil aerodinámico portadora, es decir, ya no hay ninguna fuerza que separe las aletas 26, 28 de borde de salida. Debido a las propiedades de memoria de forma del material de las aletas, éstas vuelven a su estado aerodinámico original. Son materiales adecuados que permiten este efecto las aleaciones del tipo de, por ejemplo, Ni-Ti, Cu-Zn, Cu-Zn-Al, Cu-Zn-Si, Cu-Zn-Sn, Cu-Al-Ni, o polímeros con memoria de forma.

30 Cuando, por el contrario, la pala extensora 11 se retrae, las aletas 26, 28 de borde de salida son forzadas a separarse por la estructura de soporte 24 de carcasa de perfil aerodinámico portadora, lo que permite a la estructura de soporte 24 de carcasa de perfil aerodinámico portadora introducirse entre las aletas 26, 28, abrir las aletas, y exponer la cara terminal 24a de la estructura de soporte 24 de carcasa de perfil aerodinámico portadora a la cara terminal 34a de la carcasa 34 de perfil aerodinámico de pala extensora. Las aletas 26, 28 ahora abiertas se guardan en las ranuras 56, 58 procuradas a tal efecto en la carcasa 10 de perfil aerodinámico portadora.

Se hace referencia a las Figuras 10 y 11, que muestran un diagrama de sección transversal con más detalle de una segunda realización de la presente invención.

40 La cara terminal 34a del borde de salida 34b de la carcasa 34 de perfil aerodinámico de pala extensora comprende un cojinete de rodillo lineal 22 que está procurado entre las aletas 26, 28 de la carcasa 34 de perfil aerodinámico de pala extensora. Aunque sólo se muestra un cojinete de rodillo lineal 22, está dispuesta una pluralidad de estos cojinetes de rodillo 22 en toda la longitud de la pala extensora 11.

45 En el borde de salida 46b de la carcasa 10 de perfil aerodinámico portadora se ha procurado un estructura de soporte 24 de carcasa de perfil aerodinámico portadora, con una cara terminal 24b redondeada. La estructura de soporte 24 de carcasa de perfil aerodinámico portadora con la forma de una pista de pala portadora dentro del borde de salida 46b de la carcasa 10 de perfil aerodinámico portadora engrana en el cojinete de rodillo lineal 22 de la carcasa 34 de perfil aerodinámico de pala extensora.

50 Las aletas 26, 28 de borde de salida se juntan a causa de las propiedades de memoria de forma del material de las aletas (véanse los detalles más arriba) y proporcionan eficiencia aerodinámica. A medida que la pala extensora 11 es retraída, las aletas 26, 28 son forzadas a separarse por la estructura de soporte 24 de carcasa de perfil aerodinámico portadora, lo que permite que la estructura de soporte 24 de carcasa de perfil aerodinámico portadora se introduzca entre las aletas 26, 28.

55 La resistencia aerodinámica es la fuerza hacia atrás sobre la pala del rotor. Se produce pérdida aerodinámica cuando el aire ya no fluye suavemente sobre la parte superior de la pala, sino que se separa de la parte superior de la pala antes de llegar al borde de salida. Cuando una pala entra en pérdida aerodinámica, se produce en ella un aumento de la resistencia aerodinámica.

60 Para resumir lo que antecede, de acuerdo con la invención, la pala extensora 11 se retrae dentro de la carcasa 10 de perfil aerodinámico portadora. Las dos secciones de pala, es decir, la carcasa 10 de perfil aerodinámico portadora y la pala extensora 11, tienen formas concordantes y se deslizan "piel sobre piel" (o carcasa sobre carcasa) cuando la pala / perfil aerodinámico se está extendiendo o retrayendo. El borde de salida 34b de la pala

5 extensora 11 es romo con el fin de desplazarse suavemente y no dañar o aplastar la carcasa 10 de perfil aerodinámico portadora a causa de la carga de adelanto-retraso. Las aletas 26 y 28 de borde de salida (placas de carenado) restablecen un borde de salida afilado con fines aerodinámicos cuando la pala extensora está extendida, pero se dividen separándose de manera que una estructura de soporte 24 de carcasa de perfil aerodinámico portadora puede desplazarse sin problemas contra la estructura de soporte roma de la pala extensora.

Aunque se ha mostrado y descrito en particular la invención con referencia a realizaciones preferidas de la misma, los expertos en la técnica entenderán que pueden hacerse en la misma los cambios precedentes y otros en forma y detalle sin salir del ámbito de la invención, tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

5

REIVINDICACIONES

- 1.- Una estructura de pala extensible que comprende un módulo (2) de pala extensora y un módulo (8) de pala de base, en donde el módulo (2) de pala extensora comprende una carcasa (10) de perfil aerodinámico portadora que aloja una pala extensora (11), y un dispositivo ajustador para posicionar la pala extensora (11) entre una posición retraída dentro de la carcasa (10) de perfil aerodinámico portadora y una posición extendida, caracterizada porque la pala extensora (11) cuenta con aletas (26, 28) de borde de salida y una estructura de soporte (34b) entre las aletas (26, 28) de borde de salida, en donde las aletas (26, 28) son obligadas a unirse para formar un borde de salida en la posición extendida, la carcasa (10) de perfil aerodinámico cuenta con una estructura de soporte (24) de carcasa de perfil aerodinámico portadora y ranuras (56, 58) formadas en los lados superior e inferior de la estructura de soporte (24) de carcasa de perfil aerodinámico, en donde cada ranura (56, 58) está adaptada para acoger a una de las aletas (26, 28), las aletas (26, 28) son forzadas a separarse y son guiadas al interior de las ranuras (56, 58) por la estructura de soporte (24) de carcasa de perfil aerodinámico portadora en la posición retraída de la pala extensora (11), y porque la estructura de soporte (24) de carcasa de perfil aerodinámico portadora y la estructura de soporte (34b) de la pala extensora (11) se apoyan una contra otra entre las aletas (26, 28).
- 2.- La estructura de pala extensible según la reivindicación 1, caracterizada porque la estructura de soporte (34b) de la pala extensora (11) comprende una pluralidad de cojinetes de rodillo lineales (22), y la estructura de soporte (24) de carcasa de perfil aerodinámico portadora comprende una cara terminal (24b) que está adaptada para engranar en los cojinetes de rodillo lineales (22).
- 3.- La estructura de pala extensible según la reivindicación 1 o 2, caracterizada porque la pala extensora (11) comprende dos rebajes (36, 38) adyacentes al borde de salida, que se extienden sustancialmente por toda la longitud de la pala extensora (11).
- 4.- La estructura de pala extensible según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque al menos una de las aletas (26, 28) comprende un material que incluye una aleación con memoria de forma.
- 5.- La estructura de pala extensible según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque el perfil de salida (46b) de la carcasa (10) de perfil aerodinámico portadora comprende una instalación calefactora (23).
- 6.- La estructura de pala extensible según la reivindicación 5, caracterizada porque la instalación calefactora (23) está dispuesta en la estructura de soporte (24) de carcasa de perfil aerodinámico portadora y se extiende por toda la longitud de la misma.
- 7.- La estructura de pala extensible según cualquiera de las reivindicaciones 3 - 6, caracterizada porque las aletas (26, 28) están unidas de manera separable dentro de los rebajes (36, 38).
- 8.- La estructura de pala extensible según la reivindicación 7, caracterizada porque las aletas (26, 28) pueden estar unidas dentro de los rebajes (36, 38) por medio de un adhesivo termofusible.
- 9.- La estructura de pala extensible según cualquiera de las reivindicaciones 3 - 8, caracterizada porque cerca de los rebajes (36, 38) está dispuesta una instalación calefactora (39).
- 10.- La estructura de pala extensible según la reivindicación 9, caracterizada porque la instalación calefactora (39) está dispuesta en la estructura de soporte (34b) de la pala extensora (11).
- 11.- La estructura de pala extensible según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque al menos una de las caras terminales (24a, 34a) de las estructuras de soporte (24, 34b) está revestida con un material que proporciona una baja resistencia a la fricción.
- 12.- La estructura de pala extensible según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque al menos una de las estructuras de soporte (24, 34b) comprende medios (37), preferiblemente pequeños pasajes, para proporcionar un aditivo deslizando a la cara o caras terminales (24a, 34a) relevantes.

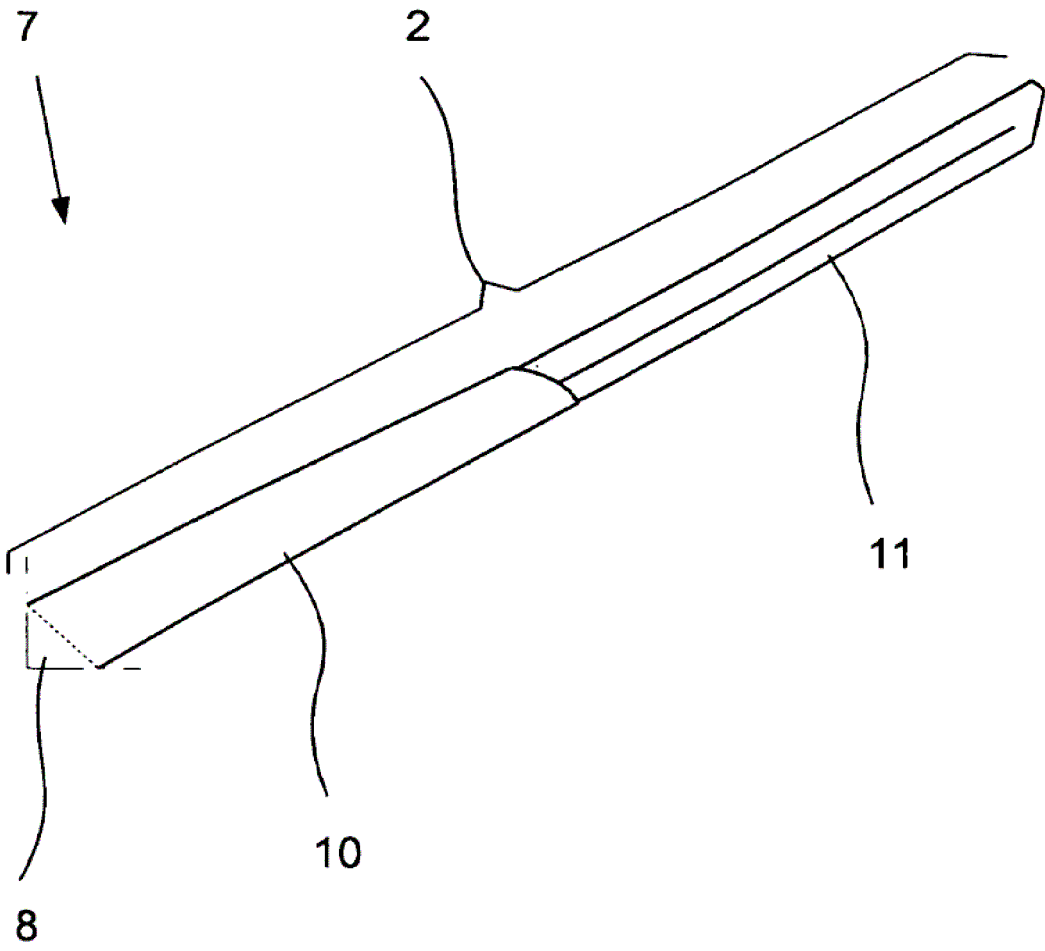


Fig. 1

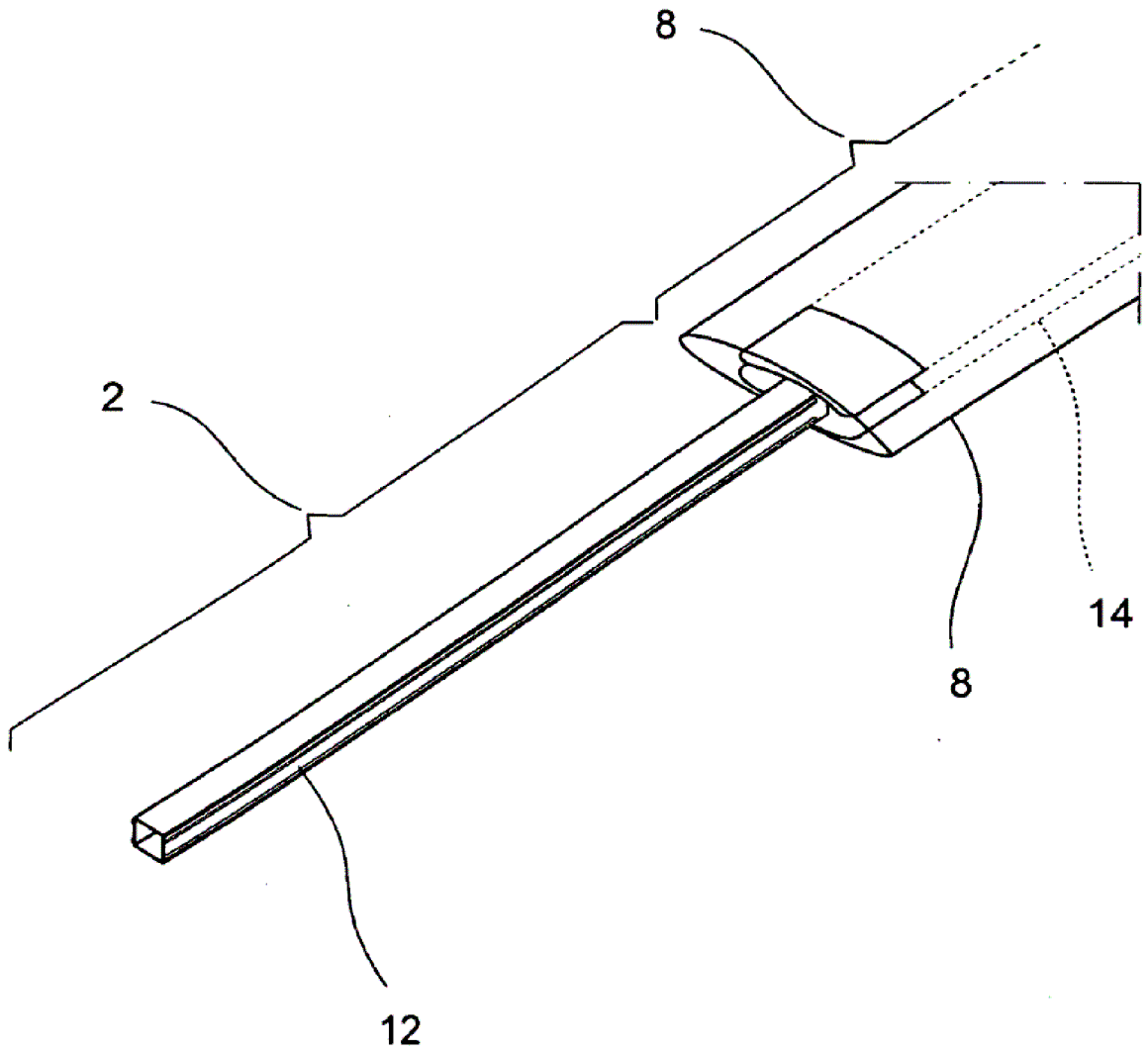


Fig. 2

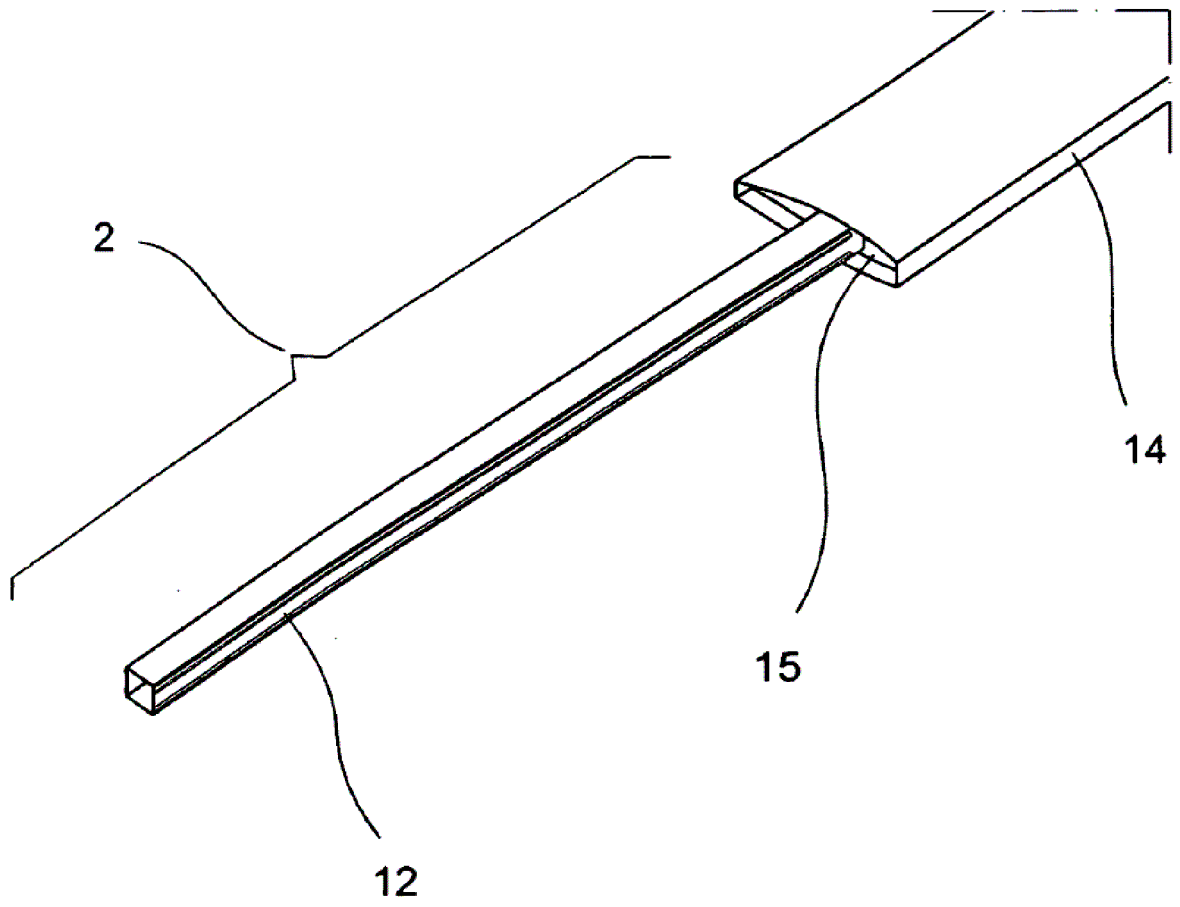


Fig. 3

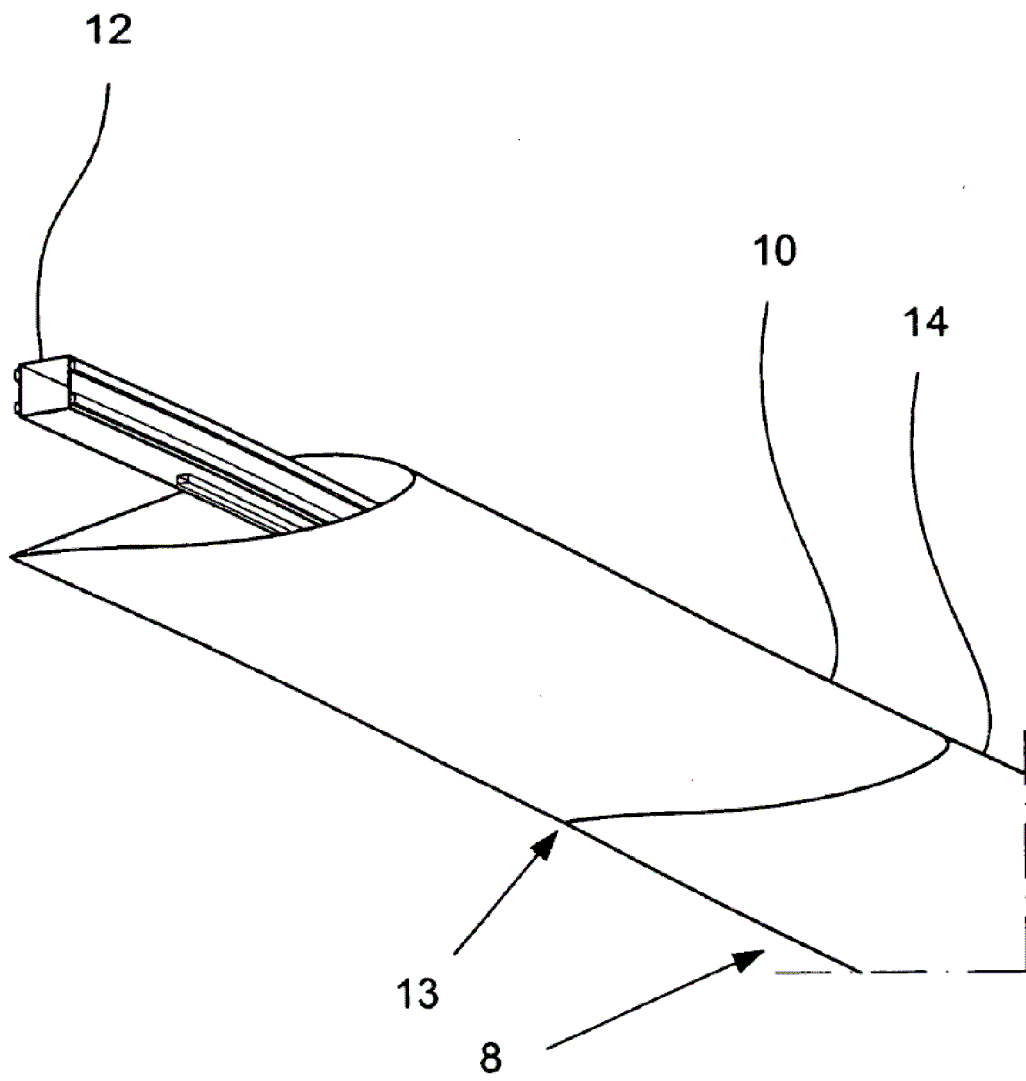


Fig. 4

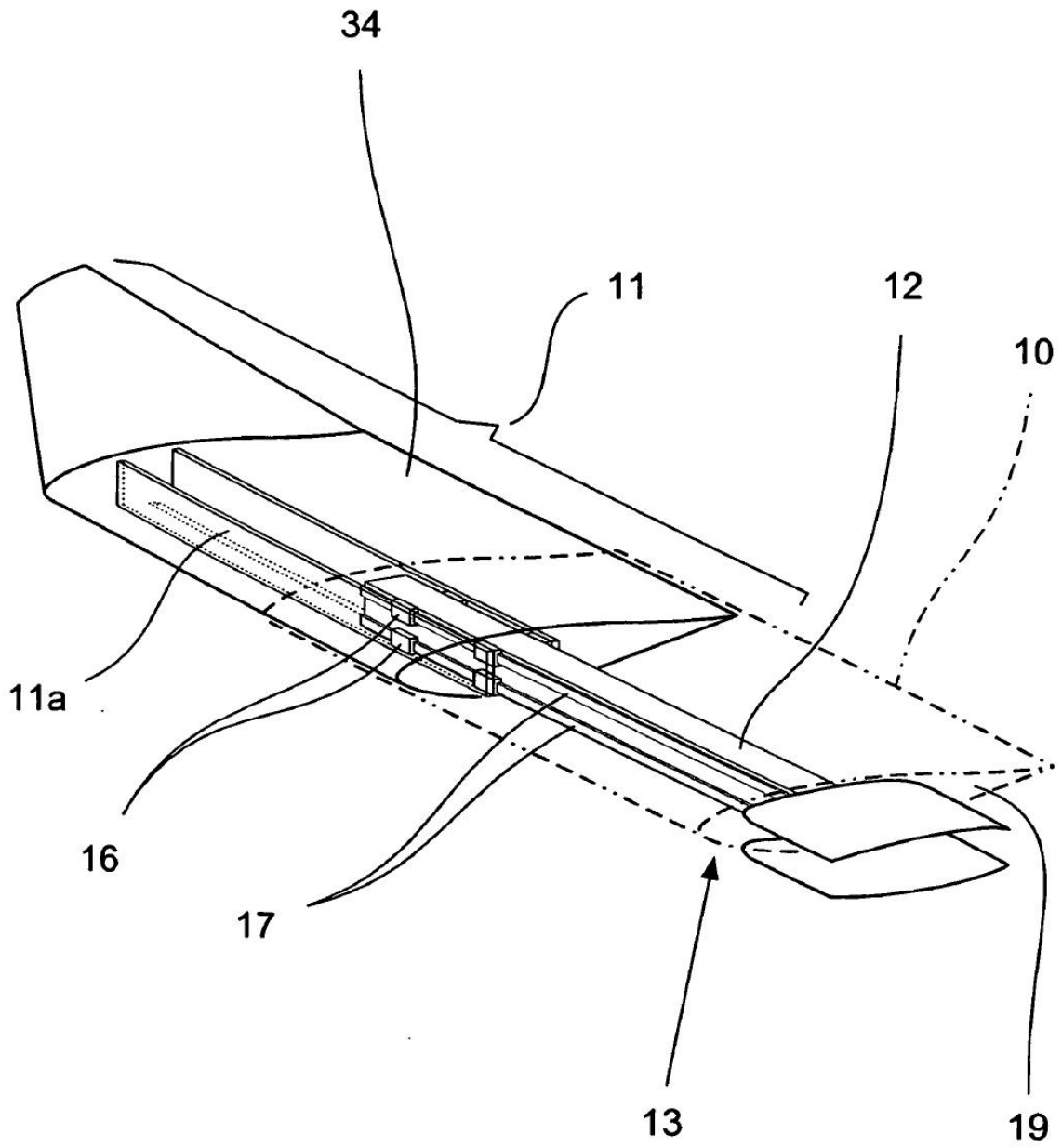


Fig. 5

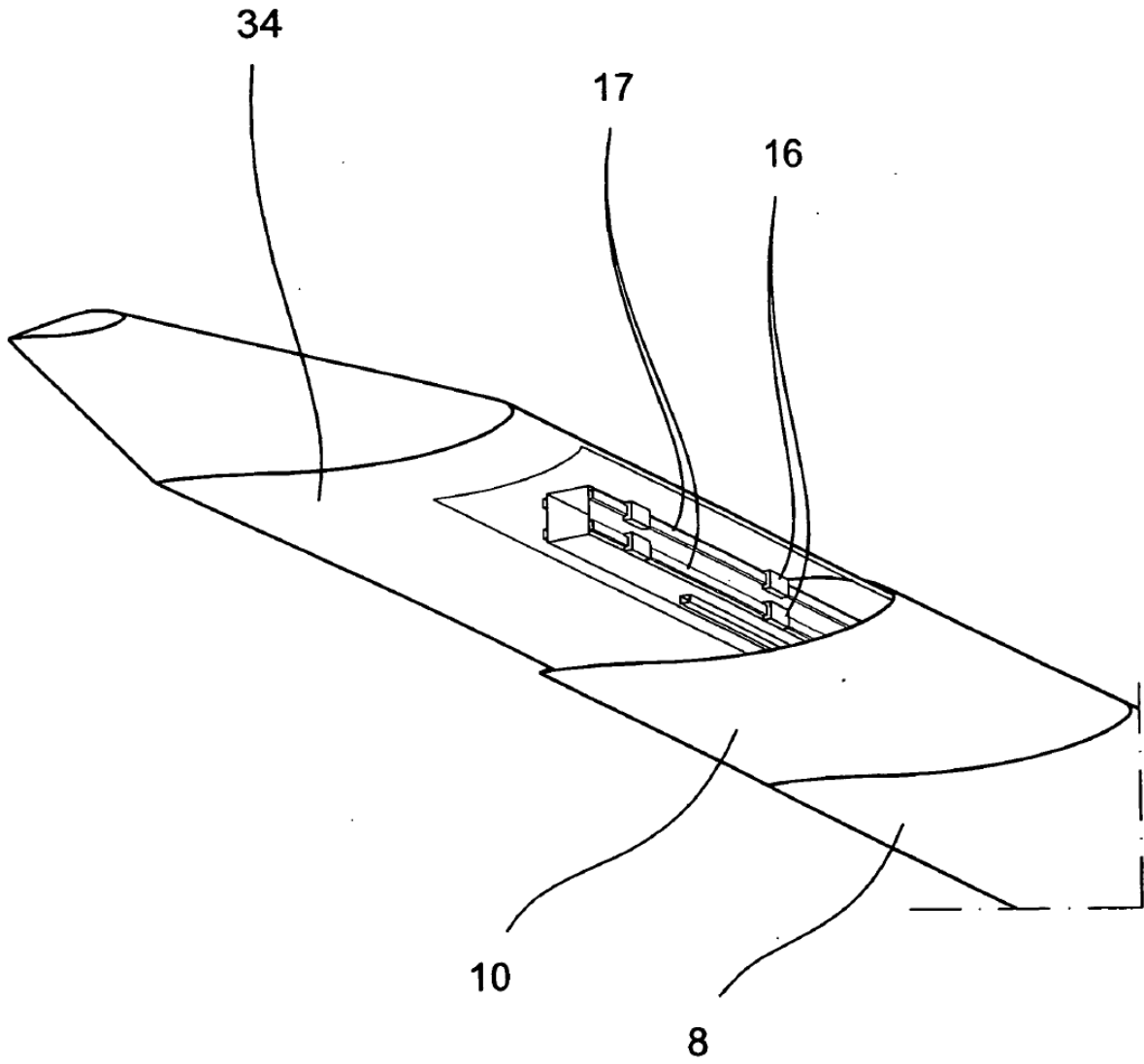


Fig. 6

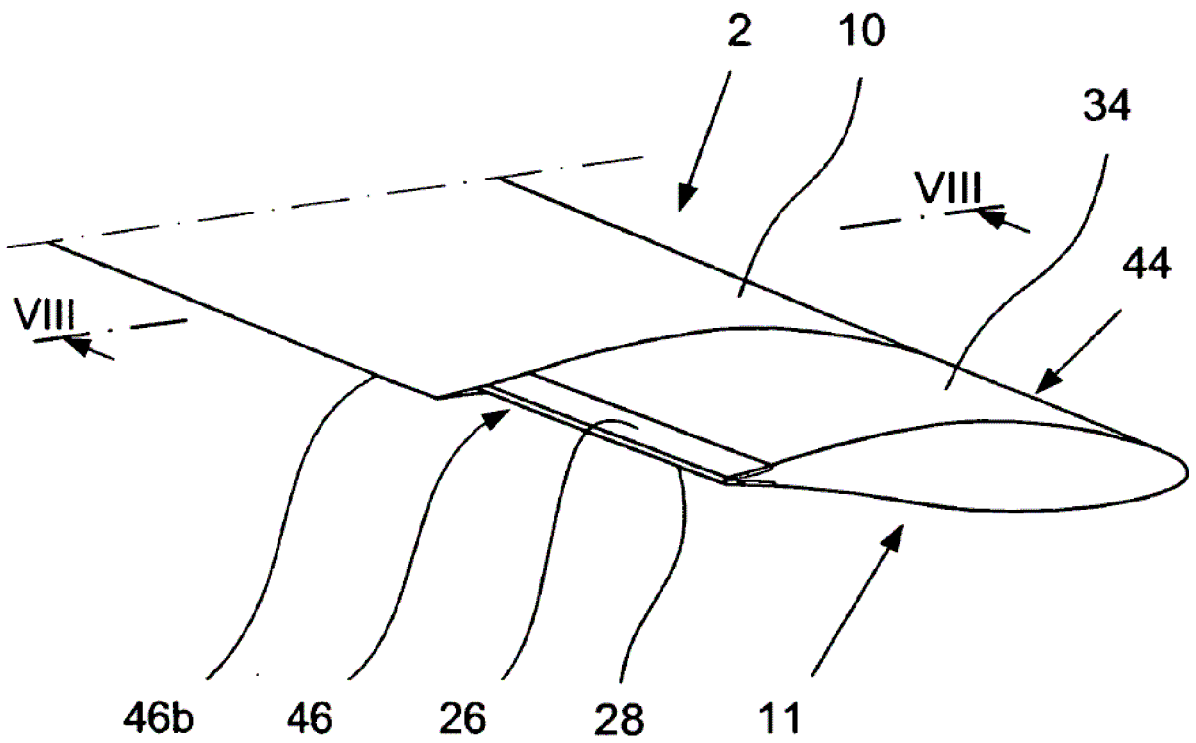


Fig. 7

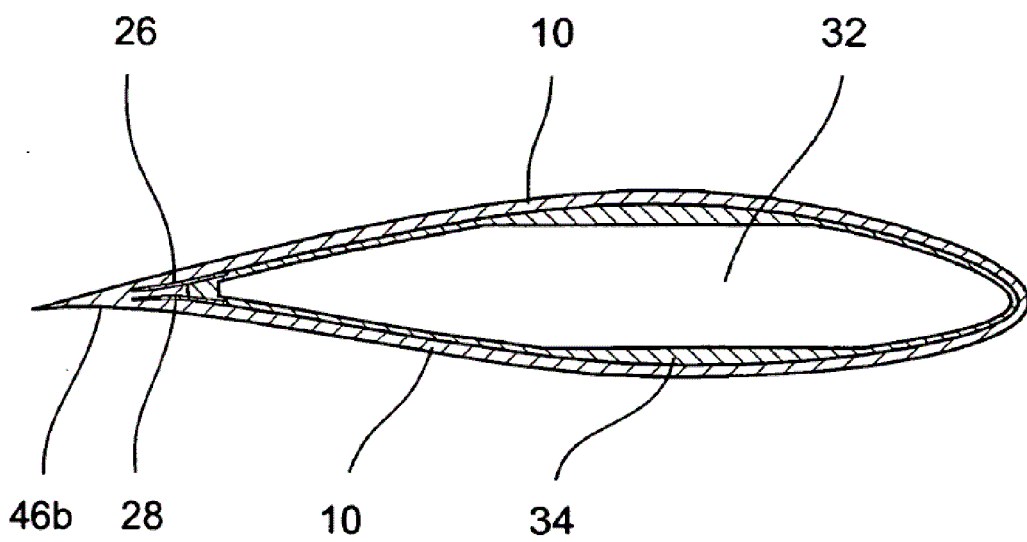


Fig. 8

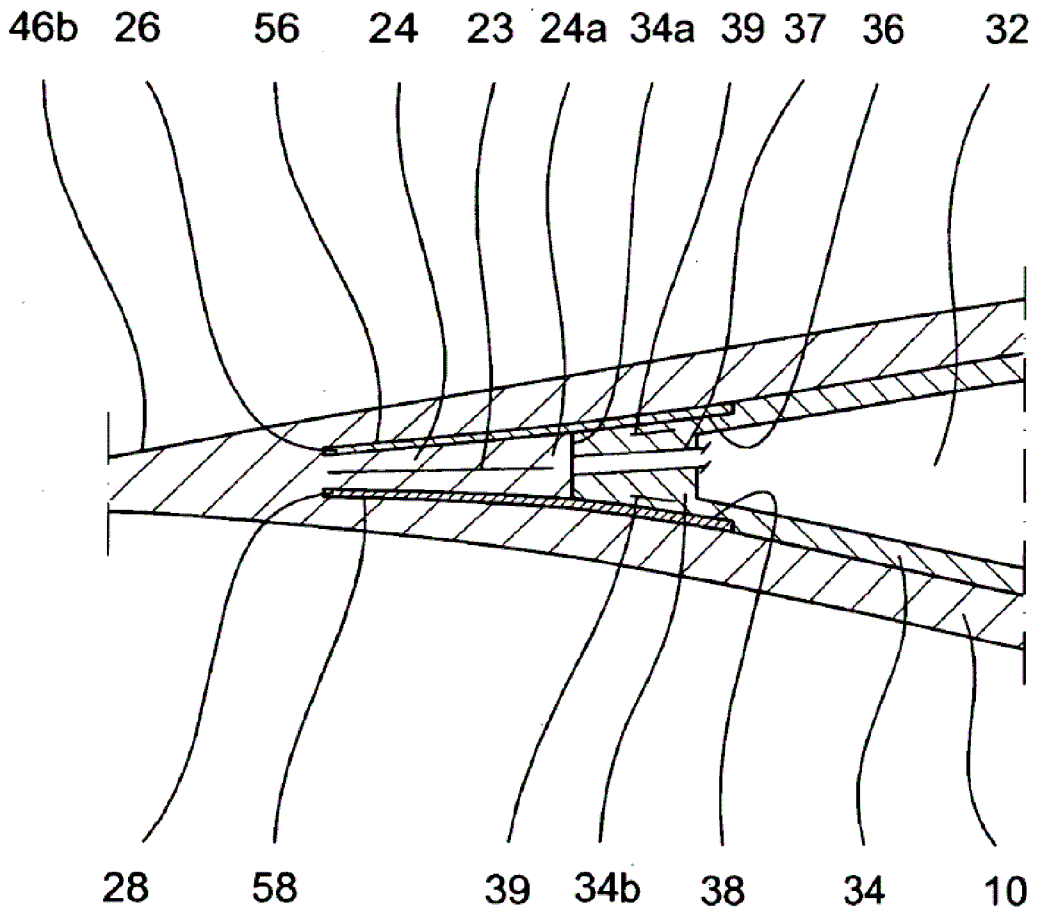


Fig. 9

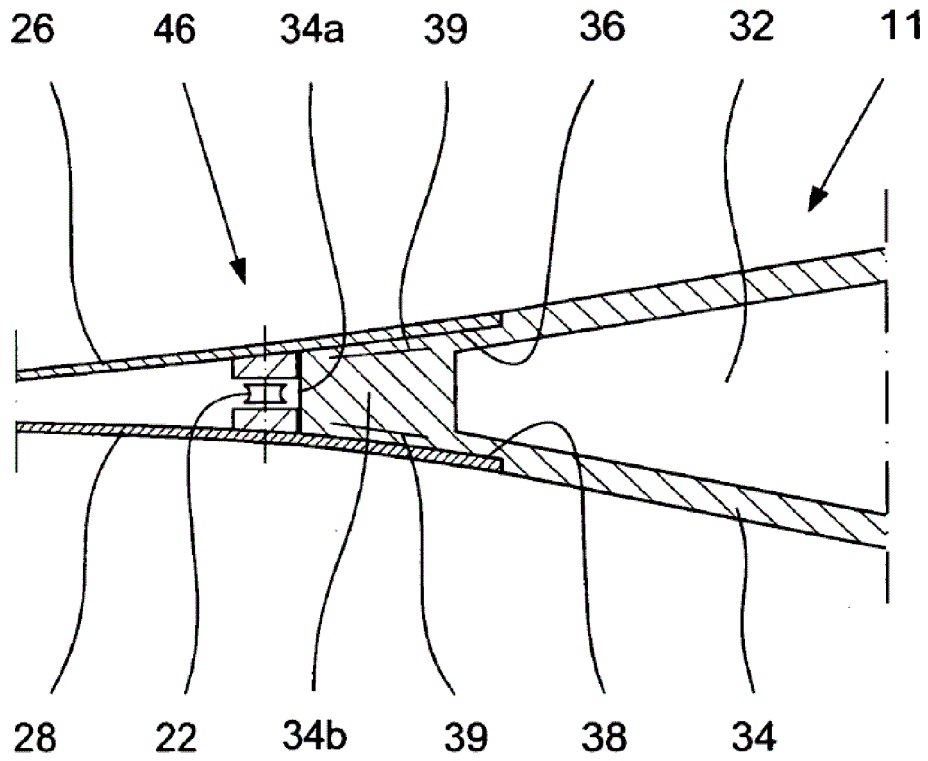


Fig. 10

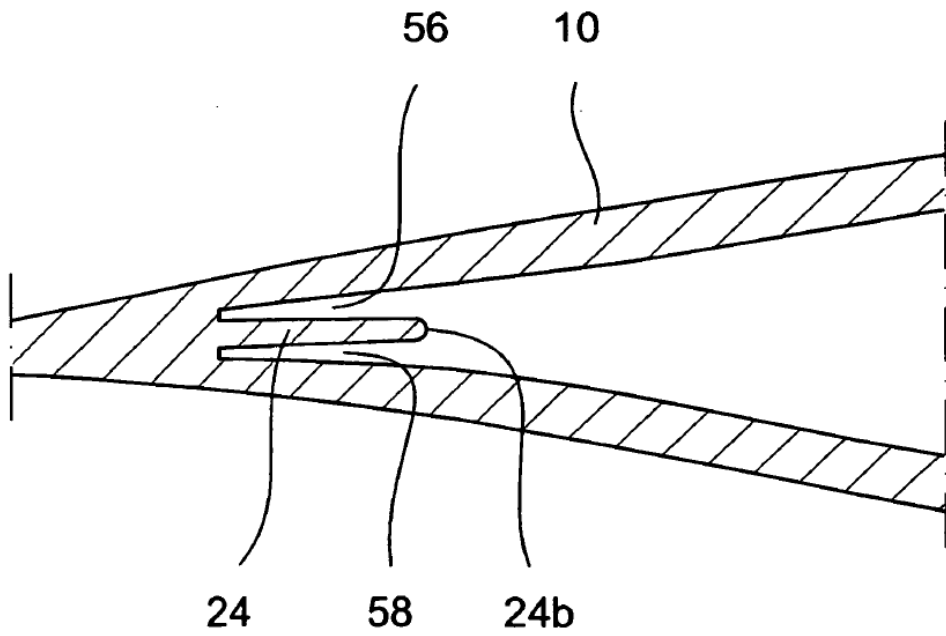


Fig. 11

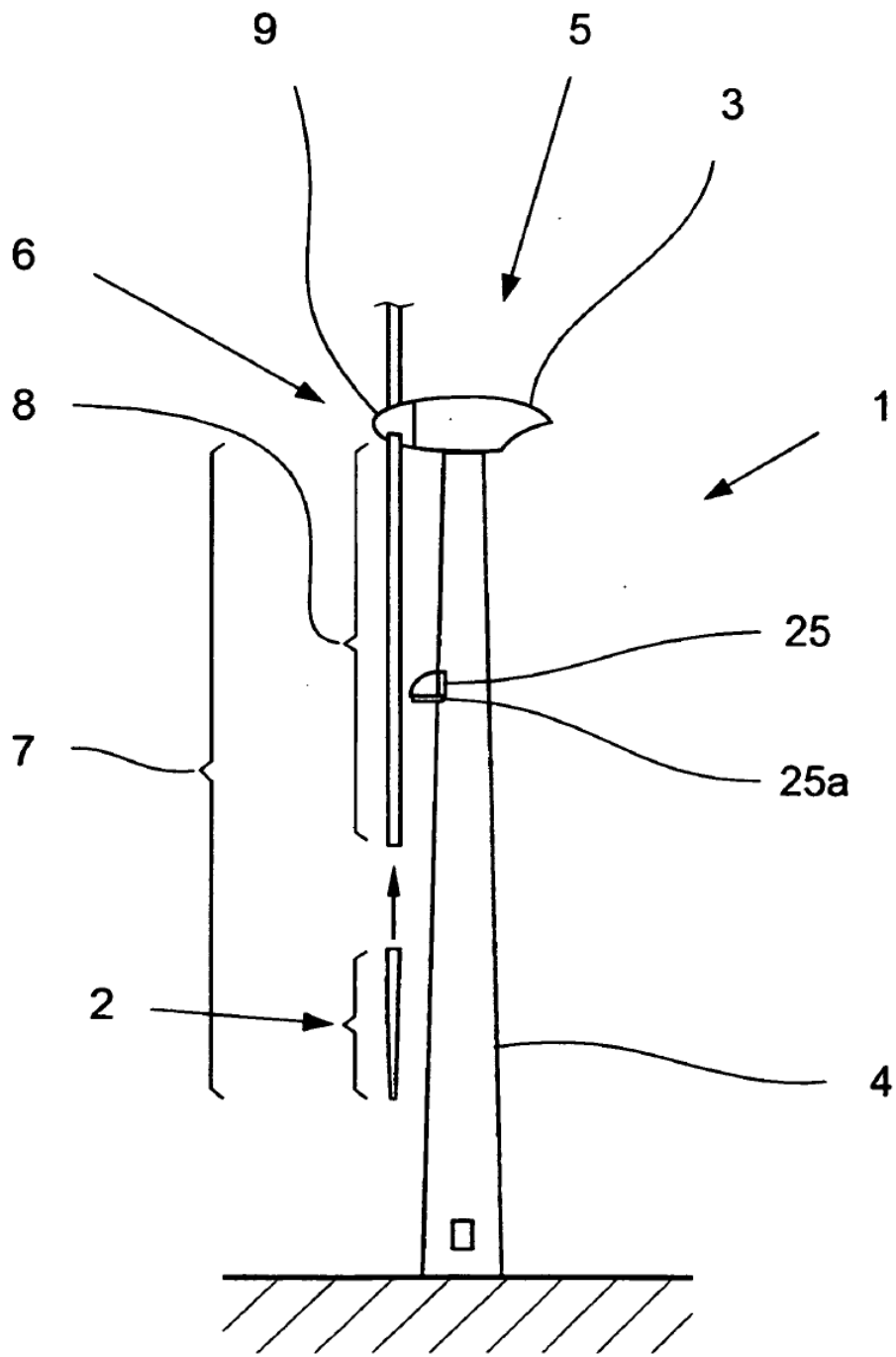


Fig. 12