(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 770 757**

(51) Int. Cl.:

B64C 1/06 (2006.01)
B29C 70/20 (2006.01)
B64C 1/26 (2006.01)
B64C 3/18 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.05.2017** **E 17169235 (3)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.12.2019** **EP 3254950**

(54) Título: **Cuerpo de perfil aerodinámico con cubierta del larguero curvada integral**

(30) Prioridad:

19.05.2016 GB 201608837

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.07.2020

(73) Titular/es:

AIRBUS OPERATIONS LIMITED (100.0%)
Pegasus House, Aerospace Avenue, Filton
Bristol BS34 7PA, GB

(72) Inventor/es:

WILLIAMS, GEOFFREY

(74) Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 770 757 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

Cuerpo de perfil aerodinámico con cubierta del larguero curvada integral

Campo de la invención

La presente invención se refiere a un cuerpo en forma de perfil aerodinámico; particularmente, aunque no exclusivamente, un ala o dispositivo de punta alar de aeronave.

Antecedentes de la invención

Un cuerpo en forma de perfil aerodinámico es un cuerpo tridimensional que tiene una sección transversal de perfil aerodinámico (2-D), y también se conoce como un perfil aerodinámico en 3-D. Los cuerpos de perfil aerodinámico incluyen normalmente una caja de torsión que comprende cubiertas (o superficies externas) superiores e inferiores a cada lado de un armazón que comprende largueros a lo largo de la envergadura y nervaduras en el sentido de la cuerda. Se proporciona al menos un larguero para cada ala, aunque dos o más son más comunes. En un ala de aeronave, la caja de torsión se conoce también como caja de ala. Las cubiertas pueden reforzarse también con larguerillos, que se extienden generalmente a lo largo de la envergadura.

Tradicionalmente se ha hecho un uso extenso de materiales metálicos livianos como el aluminio en el diseño de alas de aeronaves. Principalmente para facilitar la fabricación, los largueros son convencionalmente sustancialmente rectos. En los últimos años ha habido un movimiento hacia el uso cada vez mayor de materiales compuestos, particularmente compuestos de matriz polimérica reforzada con fibra como el plástico reforzado con fibra de carbono (CFRP), en las alas de aeronaves para reemplazar los materiales metálicos más convencionales como el aluminio. Los materiales compuestos abren muchas posibilidades de fabricación que anteriormente han limitado el diseño tradicional de aeronaves metálicas.

Las regiones del borde de ataque y de salida del ala de una aeronave se usan normalmente para alojar varios sistemas y componentes de la aeronave, incluyendo dispositivos de alta elevación de borde de ataque y de salida, cableado, etc. Con largueros rectos, pueden surgir uno o más puntos de pellizco con grandes limitaciones de espacio. En algunos diseños de alas de aeronaves, se puede imponer un ángulo en el larguero para crear y superar un problema de limitación de espacio. Sin embargo, un larguero con ángulo comprende todavía dos porciones sustancialmente rectas a cada lado del ángulo. Las juntas entre las secciones de larguero rectas requieren por lo general placas de unión que agregan peso, complejidad y coste. Esto es cierto para los diseños actuales de largueros metálicos y de material compuesto.

El diseño actual del ala de aeronave de material compuesto comprende cubiertas separadas y fabricación de largueros que después se ensamblan juntos. El documento EP2786932 muestra un perfil aerodinámico con largueros continuamente curvados que se unen por separado a los paneles de cubierta de ala superior e inferior. El documento EP2492087 muestra una caja de ala en forma de omega formada por una cubierta inferior que está unida integralmente a los largueros delantero y trasero.

Reducir el recuento de piezas y el tiempo de montaje es de gran interés para las altas tasas de producción.

Sumario de la invención

Un primer aspecto de la invención proporciona un cuerpo en forma de perfil aerodinámico que comprende una pluralidad de largueros longitudinales, cada uno de los que define una dirección longitudinal, una cubierta superior de perfil aerodinámico y una cubierta inferior de perfil aerodinámico, comprendiendo los largueros y las cubiertas material laminado compuesto, en el que al menos uno de los largueros se forma integralmente con una de las cubiertas para formar una cubierta del larguero de manera que el material laminado compuesto del larguero se extienda continuamente dentro de la cubierta a través de una región de plegado creada entre el larguero y la cubierta, y en el que la región de plegado tiene un eje de plegado curvo se extiende sustancialmente en la dirección longitudinal de dicho al menos un larguero, y el eje de plegado curvo cuando se proyecta sobre dos planos ortogonales es una línea que tiene curvatura en ambos planos de acuerdo con la reivindicación 1.

Un aspecto adicional de la invención proporciona un método de fabricación de un cuerpo en forma de perfil aerodinámico de acuerdo con el primer aspecto de la invención, que comprende colocar una pluralidad de capas de laminado compuesto para formar una primera cubierta del larguero, colocar una pluralidad de capas de laminado compuesto para formar una segunda cubierta del larguero y unir la primera cubierta del larguero y la segunda cubierta del larguero para formar una caja de torsión del cuerpo en forma de perfil aerodinámico de acuerdo con la reivindicación 14.

Un cuerpo en forma de perfil aerodinámico es en el presente contexto un perfil aerodinámico tridimensional. Un material laminado compuesto es en el presente contexto un material que comprende una pluralidad de capas, teniendo cada capa una combinación de un material matriz y un material de refuerzo. La formación integral del

larguero y la cubierta para formar una cubierta del larguero significa que el larguero y la cubierta no se fabrican como componentes separados que se unen después, sino que se fabrican como un componente con el material laminado compuesto del larguero extendiéndose continuamente en la cubierta sin interrupciones. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que puesto que el material laminado compuesto incluirá varias capas, no se requiere que todas las capas se extiendan desde el larguero hacia la cubierta y viceversa. Es suficiente que al menos algunas capas se extiendan desde el larguero hacia la cubierta a través de la región de plegado.

El eje de plegado curvo es una línea curva. El eje de plegado curvo tiene curvatura cuando se proyecta sobre dos planos ortogonales. La proyección ortogonal del eje de plegado curvo en un plano genera una línea curva en ese plano. La proyección ortogonal del eje de plegado curvo en dos planos ortogonales genera una línea curva en ambos planos.

La invención es ventajosa porque el larguero y la cubierta pueden formarse integralmente, reduciendo el recuento de piezas en comparación con un cuerpo de perfil aerodinámico convencional que tiene largueros y cubiertas fabricados por separado que se ensamblan juntos. Para la conformidad del material laminado compuesto a través de la región de plegado sin 'propagación de capas' o 'agrupamiento de capas', el larguero y la cubierta resultantes tienen necesariamente una curvatura. En forma de plano (es decir, verticalmente desde arriba a lo largo del eje z de un sistema de coordenadas cartesianas) el larguero del cuerpo en forma de perfil aerodinámico es curvo. Mirando hacia la popa (es decir, horizontalmente desde el frente a lo largo del eje x) la cubierta del cuerpo en forma de perfil aerodinámico tiene una curvatura diédrica (o anédrica). El larguero no tiene ángulos. La invención mejora la capacidad de fabricación.

La invención se puede aplicar a varios cuerpos de perfil aerodinámico, particularmente para aeronaves, que incluyen: alas, puntas de alas (incluidos dispositivos de punta alar, de punta alar haca abajo, puntas inclinadas, etc.), superficies de control y dispositivos de gran elevación (incluidos flaps, listones, alerones, planos de cola horizontales y verticales, etc.).

Los dos planos ortogonales pueden comprender un plano horizontal x-y y un plano vertical y-z, donde el eje x está en la dirección de proa a popa, el eje y está en la dirección transversal perpendicular al eje x, y el eje z es vertical.

La curvatura del eje de plegado curvo en el plano horizontal puede ir acompañada de una curvatura en forma de plano del larguero en el plano x-y. La curvatura del eje de plegado curvo en el plano vertical y-z puede ir acompañada de una curvatura de elevación de la cubierta en el plano y-z. La curvatura en forma de plano del larguero puede coincidir sustancialmente con la curvatura de elevación de la cubierta.

La pluralidad de largueros puede incluir un larguero delantero y un larguero trasero. La pluralidad de largueros puede incluir además uno o más largueros intermedios entre los largueros delantero y trasero.

El larguero delantero puede estar formado integralmente con una de la cubierta superior y la cubierta inferior para formar una primera cubierta del larguero. El larguero trasero puede formarse integralmente con el otro de la cubierta superior y la cubierta inferior para formar una segunda cubierta del larguero.

Cada una de la primera cubierta del larguero y la segunda cubierta del larguero se pueden disponer de forma que el material laminado compuesto del larguero se extienda continuamente dentro de la cubierta a través de una región de plegado creada entre el larguero y la cubierta. La región de plegado puede tener un eje de plegado curvo que se extiende sustancialmente en la dirección longitudinal del larguero respectivo, y el eje de plegado curvo cuando se proyecta sobre dos planos ortogonales puede ser una línea que tenga curvatura en ambos planos.

Cada una de la primera cubierta del larguero y la segunda cubierta del larguero pueden tener sustancialmente forma de L, en sección transversal. La primera y segunda cubiertas del larguero pueden estar unidas de forma opuesta con la barra de la primera cubierta del larguero unida a la cubierta de la segunda cubierta del larguero; y con el larguero de la segunda cubierta del larguero unida a la cubierta de la primera cubierta del larguero, para formar una caja de torsión que se extiende en la dirección longitudinal de los largueros. La fijación de la cubierta al larguero puede incluir un soporte de fijación.

Cada una de la primera cubierta del larguero y la segunda cubierta del larguero pueden tener alternativamente sustancialmente forma de Z, en sección transversal. Los componentes en forma de Z pueden tener una primera extremidad correspondiente a la cubierta, una segunda extremidad correspondiente al larguero y una tercera extremidad correspondiente a una brida de fijación para la fijación a la otra cubierta del larguero. La primera y segunda cubiertas del larguero pueden estar unidas de manera consecutiva con la brida de fijación de la primera cubierta del larguero unida a la cubierta de la segunda cubierta del larguero; y con la brida de fijación de la segunda cubierta del larguero unida a la cubierta de la primera cubierta del larguero, para formar una caja de torsión que se extiende en la dirección longitudinal de los largueros.

El cuerpo en forma de perfil aerodinámico puede comprender además uno o más soportes de fijación para la fijación de las estructuras de borde de ataque o borde de salida.

La región de plegado puede formar sustancialmente un ángulo recto entre la cubierta y el larguero.

Como alternativa, la región de plegado puede formar un ángulo entre la cubierta y el larguero que está entre aproximadamente 60 grados y aproximadamente 120 grados.

La región de plegado entre la cubierta y el larguero puede formar una esquina redondeada.

La esquina redondeada puede tener un radio que varía a lo largo del eje de plegado curvo.

Teóricamente, donde el ángulo entre la cubierta y el larguero de la cubierta del larguero es exactamente 90 grados y la esquina tiene un radio cero, la curvatura del ángulo de barrido del larguero será igual a la curvatura di/anédrica de la cubierta. Sin embargo, en la práctica, la esquina debe tener un radio distinto de cero para la continuidad de la capa a través de la esquina. Al variar el ángulo entre la cubierta y el larguero, y al variar el radio de la esquina, la correlación entre la curvatura del ángulo de barrido del larguero será igual a la curvatura di/anédrica de la cubierta. El ángulo entre la cubierta y el larguero, y el radio de la esquina, puede ser constante a lo largo de la región de plegado en la dirección longitudinal, o uno o ambos de estos parámetros pueden variar en la dirección longitudinal para proporcionar la máxima flexibilidad en el diseño de la forma del cuerpo en forma de perfil aerodinámico.

El espesor de la cubierta y/o el larguero puede variar en la dirección longitudinal. El espesor se puede variar formando rampas en la pila de capas de laminado compuesto de la cubierta del larguero. Dejar caer (terminar) una o más capas en la pila crea una rampa en la dirección del espesor de la pila.

Un aspecto adicional de la invención proporciona una aeronave que tiene un ala que comprende el cuerpo en forma de perfil aerodinámico de acuerdo con el primer aspecto.

La aeronave puede tener un fuselaje y el ala que pasa sustancialmente sobre el fuselaje (una configuración denominada 'ala alta') y con dispositivos de punta alar hacia abajo. Cada una de la cubierta superior y la cubierta inferior del ala, incluidos dispositivos de punta alar hacia abajo, pueden ser de una sola pieza.

Un aspecto adicional de la invención proporciona un dispositivo de punta de ala, por ejemplo, un dispositivo de punta alar, para la fijación al extremo exterior de un ala de aeronave, donde el dispositivo de punta de ala comprende el cuerpo en forma de perfil aerodinámico de acuerdo con el primer aspecto. El ala de la aeronave a la que está conectado el dispositivo de punta del ala puede o no ser un cuerpo en forma de perfil aerodinámico de acuerdo con el primer aspecto.

Un dispositivo de punta de ala está conectado al extremo exterior de un ala para reducir la resistencia inducida en el ala. En el caso de, por ejemplo, un ala de aeronave, esto puede conducir a una mayor eficiencia de combustible y a reducir las emisiones de carbono. Los dispositivos de punta de ala pueden tomar varias formas. un dispositivo de punta alar es un elemento similar a un ala que se extiende desde la punta del ala y puede extenderse hacia arriba o hacia abajo desde la punta del ala. un dispositivo de punta alar que se extiende hacia abajo se conoce más generalmente como una 'descarga'. Otro ejemplo de un dispositivo de punta de ala es una extensión de punta de ala no plana, es decir, se extiende fuera del plano del ala al que está unida. Se puede considerar que un dispositivo de punta alar es un ejemplo particular de una extensión de punta de ala no plana.

un dispositivo de punta alar puede incluir una porción sustancialmente plana unida a la punta del ala por una porción de transición curva para formar un dispositivo de punta alar mezclada. Como alternativa, un dispositivo de punta alar puede incluir una porción sustancialmente plana unida a la punta del ala por una porción de extensión de la punta del ala no plana. Otro ejemplo de un dispositivo de punta de ala es una extensión de punta de ala sustancialmente plana, tal como una punta de ala rastrillada.

Breve descripción de los dibujos

A continuación se describirán realizaciones de la invención con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la Figura 1 ilustra una vista en planta de una aeronave de ala fija;

la Figura 2 ilustra una vista de montaje esquemática en despiece de un ala de la aeronave;

las Figuras 3 y 4 ilustran vistas en perspectiva en despiece de dos componentes de cubierta del larguero del ala de la aeronave;

la figura 5 ilustra el ala de la aeronave mirando hacia atrás mostrando la curvatura diédrica a lo ancho de las cubiertas del ala superior e inferior;

la Figura 6 ilustra una vista en planta del ala de la aeronave que muestra la curvatura de barrido en sentido

transversal de los largueros delantero y trasero;

la figura 7 ilustra una vista en sección esquemática de las dos cubiertas del larguero en forma de Z;

la figura 8 ilustra una vista esquemática de una variante en la que las cubiertas del larguero tienen forma de L;

la figura 9 ilustra una vista en sección detallada de la región de plegado de la cubierta del larguero que muestra la continuidad de las capas a través de la esquina;

la figura 10 ilustra una vista en sección detallada de la región de plegado de acuerdo con una variante en la que algunas capas están terminadas o sustituidas;

la figura 11 ilustra una vista esquemática mirando hacia atrás del ala de una aeronave y la sección del fuselaje que tiene un ala alta con dispositivos de punta alar hacia abajo formados integralmente;

la Figura 12 ilustra una vista esquemática en forma de plano de la sección de la aeronave de la Figura 11;

la Figura 13 ilustra una vista en perspectiva esquemática en despiece de la sección de la aeronave de la Figura 11;

la Figura 14 ilustra una vista tridimensional de un dispositivo de punta alar ajustada al extremo de la punta de un ala de aeronave; y

la Figura 15 ilustra una vista en perspectiva en despiece de dos componentes de cubierta del larguero del dispositivo de punta alar de la Figura 14.

Descripción detallada de la una o más realizaciones

La Figura 1 ilustra una configuración típica para una aeronave a reacción transónica de transporte de pasajeros de ala fija 1. La aeronave 1 comprende un fuselaje 2, alas 3, motores principales 4 y planos de cola horizontal y vertical 5, 6. Se apreciará que la presente invención es aplicable a una amplia variedad de tipos de aeronaves, no solo la ilustrada en la Figura 1. Por ejemplo, la aeronave puede ser para fines comerciales o militares, puede ser para transportar pasajeros o carga, puede tener sistema de reacción, hélice u otros de propulsión del motor, puede tener varias configuraciones de fuselaje/ala, por ejemplo, un ala alta, ala baja o cuerpo de ala combinado, y puede estar diseñado para volar a velocidades subsónicas, transónicas o supersónicas.

La Figura 2 ilustra una vista de montaje esquemático en despiece del ala 3 de la aeronave 1. El ala comprende un primer componente 10 de cubierta del larguero, un segundo componente 20 de cubierta del larguero, una estructura de borde de ataque 30, una estructura de borde de salida 40 y un conjunto de punta de ala 50. El ala incluirá también normalmente una pluralidad de nervaduras en forma de cuerda (no mostradas) que se extienden entre los largueros y entre las cubiertas. Además, las cubiertas pueden estar reforzadas con larguerillos, miembros de refuerzo que se extienden por el ancho, unidos al interior de las cubiertas. Las nervaduras y los larguerillos son de tipo convencional y, por lo tanto, no se describirán con más detalle.

Las Figuras 3 y 4 ilustran vistas en perspectiva y en despiece del primer y segundo componentes 10, 20 de la cubierta del larguero. El primer componente 10 de la cubierta del larguero comprende un larguero delantero 11, una cubierta de ala inferior 12 y una brida de larguero superior 13. El segundo componente 20 de la cubierta del larguero comprende un larguero trasero 21, una cubierta de ala superior 22 y una brida de fijación inferior 23 del larguero. El primer componente 10 de la cubierta del larguero es un componente monolítico formado integralmente que comprende la cubierta de ala inferior 12, el larguero delantero 11 y la brida de fijación superior 13 del larguero. El primer componente 10 de la cubierta del larguero comprende material laminado compuesto de matriz reforzado con fibra, tal como polímero reforzado con fibra de carbono.

El material laminado compuesto del primer componente 10 de la cubierta del larguero se extiende continuamente desde la cubierta de ala inferior 12 hacia el larguero delantero 11 y dentro de la brida de fijación superior 13 del larguero. Se crea una región de plegado 14 entre la cubierta de ala inferior 12 y el larguero delantero II. Cada uno de los largueros delantero y trasero 11, 21 se extiende longitudinalmente. La región de plegado 14 entre el larguero delantero 11 y la cubierta de ala inferior 12 tiene un eje de plegado 15 que se extiende sustancialmente en la dirección longitudinal del larguero delantero 11.

Como se muestra mejor en las Figuras 5 y 6, el eje de plegado 15 es una línea curva. El eje de plegado tiene curvatura cuando se proyecta sobre dos planos ortogonales. La Figura 5 es una vista del ala 3 de la aeronave mirando a popa normal al plano y-z. La Figura 6 es una vista en planta del ala 3 de la aeronave normal al plano x-y. La proyección ortogonal del eje de plegado 15 sobre el plano y-z genera una línea curva. Además, la proyección ortogonal del eje de plegado 15 sobre el plano x-y genera una línea curva.

De manera similar, el segundo componente 20 de la cubierta del larguero es un componente monolítico formado integralmente que comprende material laminado compuesto de matriz reforzado con fibra tal como polímero reforzado con fibra de carbono. La cubierta de ala superior 22 está formada integralmente con el larguero trasero 21 que está formado integralmente con la pestaña inferior 23 del larguero trasero. El material laminado compuesto de la cubierta de ala superior 22 se extiende continuamente dentro del larguero trasero 21 y dentro de la brida inferior 23 del larguero trasero. Se forma una región de plegado 24 entre la cubierta de ala superior 20 y el larguero trasero 21. La región de plegado 24 tiene un eje de plegado 25 que se extiende sustancialmente en la dirección longitudinal del larguero trasero 21. Como se muestra mejor en las Figuras 5 y 6, el eje de plegado 25 es una línea curva. La proyección ortogonal del eje de plegado 25 sobre el plano z-y es una línea curva. Además, la proyección ortogonal del eje de plegado 25 sobre el plano x-y genera una línea curva.

En consecuencia, la curvatura de los ejes de plegado 15, 25 en el plano horizontal x-y asegura la curvatura en forma de plano de los largueros delantero y trasero 11, 21 en el plano horizontal x-y. Además, la curvatura de los ejes de plegado 15, 25 en el plano vertical y-z asegura la curvatura de elevación de las cubiertas de ala superior e inferior 12, 22 en el plano vertical y-z.

La aeronave 1 que se muestra en la Figura 1 tiene una configuración denominada "ala baja" en la que las alas 3 están unidas a la porción inferior del fuselaje de la aeronave 2. Para la estabilidad de la aeronave, es bien sabido que inclinar las alas hacia arriba desde la raíz hasta la punta para crear un ángulo diédrico entre el ala y el plano horizontal x-y es beneficioso.

Al definir cuidadosamente la curvatura de los ejes de plegado 15, 25, es posible fabricar la primera y la segunda cubiertas de larguero 10, 20 a partir de polímero reforzado con fibra de carbono en una sola pieza sin problemas de "propagación" de capas o "agrupamiento" de capas en la región de plegado a medida que las capas se colocan a través de la cubierta y dentro del larguero. Si bien esto requiere que los largueros tengan una curvatura de forma plana, se ha descubierto que esto también trae varias ventajas.

Por ejemplo, como se puede ver en la Figura 6, la curvatura en forma de plano del eje de plegado 15, 25 es sustancialmente perpendicular al fuselaje 2 en la raíz del ala 3a. Para un ala de aeronave transónica de barrido convencional con largueros rectos, los largueros se encontrarán con el fuselaje en un ángulo oblicuo. Como los largueros curvos 11, 21 se encuentran con el fuselaje 2 sustancialmente perpendicularmente, los largueros curvos 11, 21 transportan las cargas de las alas 3 al fuselaje 2 de forma más eficaz. Esto también logra una distribución más uniforme de la carga entre los largueros delantero y trasero 11, 21, además de tener una unión geométricamente más eficaz donde el larguero trasero 21 se encuentra con el fuselaje 2.

Al variar el ángulo diédrico del ala local, es decir, la curvatura de elevación de las cubiertas de ala superior e inferior 12, 22 en el plano vertical y-z, es posible afectar la forma de los largueros delantero y trasero 11, 21 para permitir la optimización de la estructura de ala. Los componentes de cubierta del larguero integrales 10, 20 resultan en una fabricación de partes más simple que para un larguero con ángulos, y elimina la necesidad de placas de unión de larguero. Por lo tanto, la invención reduce el recuento de piezas, reduce el peso de diseño, mejora la capacidad de fabricación y mejora la capacidad de transporte de carga del componente de cubierta del larguero integral de una sola pieza.

Si bien la producción de una cubierta del larguero integral introduce una limitación de diseño en el sentido de que la curvatura de la forma plana del larguero debe coincidir sustancialmente con la curvatura de elevación de la cubierta, todavía se proporciona cierta flexibilidad para desacoplar estos efectos en un grado limitado. La región de plegado entre la cubierta y el larguero comprende una esquina redondeada. Al variar el radio de la esquina, se puede variar la correlación entre la curvatura del ángulo de barrido del larguero y el ángulo di/anédrico local (curvatura de elevación) de la cubierta. Además, si bien en la realización ilustrada la región de plegado forma sustancialmente un ángulo recto entre la cubierta y el larguero, este ángulo entre la cubierta y el larguero puede variar entre aproximadamente 60 grados y aproximadamente 120 grados. Al variar el ángulo entre la cubierta y el larguero, se puede variar la correlación entre la curvatura del ángulo de barrido del larguero y la curvatura di/anédrica de la cubierta.

Los componentes de la cubierta del larguero se forman colocando una pluralidad de capas de laminado compuesto, que se curan después antes de unir los componentes de la cubierta del larguero de forma consecutiva y unirlos para formar una caja de torsión para el ala de la aeronave. Las capas se pueden colocar sobre una herramienta de molde o sobre un armazón, por ejemplo. Las capas se pueden colocar en forma húmeda o seca, a mano o automáticamente, por ejemplo, utilizando una máquina de colocación de fibras. Las capas se colocan para formar una pila de capas. Una vez que se completa la pila, la pila de capas se cura para formar los dos componentes de la cubierta del larguero. Se pueden unir o curar conjuntamente, nervaduras, larguerillos u otros componentes a los componentes de cubierta del larguero.

La Figura 7 ilustra esquemáticamente una sección transversal a través de las dos cubiertas del larguero 10, 20 opuestas. Como se puede ver, cada uno de los componentes 10, 20 de la cubierta del larguero tiene sustancialmente forma de Z. Los componentes en forma de Z tienen una primera extremidad correspondiente a la

cubierta, una segunda extremidad correspondiente al larguero y una tercera extremidad correspondiente a la brida de fijación para su fijación al otro componente de la cubierta del larguero. Los dos componentes 10, 20 de la cubierta del larguero se ensamblan llevando los componentes 10, 20 de forma opuesta de tal manera que la brida de fijación superior 13 del larguero delantero se coloca adyacente a una superficie interior 26 de la cubierta de ala superior 20. De manera similar, la brida de fijación inferior 23 del larguero trasero se coloca adyacente a una superficie interior 16 de la cubierta de ala inferior 12.

Las cubiertas de ala superior e inferior 22, 12 tienen superficies aerodinámicas exteriores 27, 17, respectivamente. Una vez que el primer y el segundo componentes 10, 20 de la cubierta del larguero se juntan y alinean, la cubierta superior 22 y la brida de fijación superior 17 del larguero delantero se unen como se indica por la línea discontinua 31. De manera similar, la cubierta de ala inferior 12 y la brida de fijación inferior 33 del larguero trasero están unidas como lo indica la línea discontinua 32. La fijación en las ubicaciones 31, 32 puede ser mediante fijación, unión o una combinación de ambos. También puede ser posible curar conjuntamente el primer y segundo 10, 20 componentes de la cubierta del larguero juntos en estas ubicaciones 31, 32. Las bridas de fijación 13, 23 no solo proporcionan una interfaz conveniente para la fijación a las cubiertas de ala superior e inferior, sino que proporcionan también una ubicación de fijación adecuada para las estructuras de borde de ataque y de salida 30, 40.

La Figura 7 ilustra además un soporte de fijación posterior superior 28 y un soporte de fijación inferior delantero 18. Estos soportes de fijación 18, 28 se proporcionan para unir las estructuras de borde de ataque y de salida 30, 40 a los largueros delantero y trasero 11, 21. El soporte de fijación delantero inferior 18 está unido al borde inferior del larguero frontal 11 como una ubicación de fijación generalmente indicada por la línea discontinua 33. El soporte de fijación trasero superior 28 está unido al borde superior del larguero trasero 21 en una ubicación generalmente indicada por el número 34. Las estructuras de borde de ataque y de salida 30, 40 junto con las superficies aerodinámicas exteriores 27, 17 de las cubiertas de ala superior e inferior 20, 10 proporcionan el perfil de perfil aerodinámico del ala 3.

La Figura 8 ilustra una variante en la que los componentes de la cubierta del larguero tienen sustancialmente forma de L, diferente de los componentes 10, 20 de la cubierta del larguero sustancialmente en forma de Z descritos anteriormente. En esta variante, se han usado números de referencia similares para denotar partes similares con la realización descrita anteriormente, y los componentes similares se han numerado de forma similar pero en la 'serie de 100'.

Como se muestra en la Figura 8, el primer componente 110 de la cubierta del larguero incluye un larguero frontal 111 formado integralmente con la cubierta de ala inferior 112 para formar la primera cubierta del larguero 110 de forma que el material laminado compuesto del larguero 111 se extienda continuamente dentro del cubierta de ala inferior 112 a través de una región de plegado 114 creada entre el larguero delantero 111 y la cubierta de ala inferior 112. Del mismo modo, el segundo componente 120 de la cubierta del larguero comprende un larguero trasero 121 formado integralmente con la cubierta de ala superior 122 de tal manera que el material laminado compuesto del larguero se extiende continuamente dentro de la cubierta de ala superior 122 a través de una región de plegado 124 creada entre el larguero trasero 121 y la cubierta de ala superior 122.

La principal diferencia entre la realización de la Figura 8 y la realización de la Figura 7 es que los componentes 110, 120 de la cubierta del larguero no tienen bridas de unión y, por lo tanto, tienen una sección transversal sustancialmente en forma de L en lugar de los componentes sustancialmente en forma de Z de la realización mostrada en la Figura 7. Además de los soportes de fijación 18, 28 que permanecen sin cambios con respecto a la realización de la Figura 7, la realización de la Figura 8 incluye dos soportes de fijación adicionales 119, 129. El soporte de fijación inferior posterior 119 se fija a la cubierta de ala inferior 112 en la ubicación de fijación 32; y al borde inferior del larguero trasero 121 en la ubicación de fijación 135. El soporte de fijación superior delantero 129 se fija a la cubierta de ala superior 122 en la ubicación de fijación 31; y al borde superior del larguero delantero 111 en la ubicación de fijación 136.

Similar a la realización de la Figura 7, las estructuras de bordes de ataque y de salida 30, 40 están unidas a los soportes de fijación 18, 28, 119, 129. Además de la ausencia de las bridas de fijación integrales con la primera y segunda cubiertas del larguero 110, 120 y la adición de otros soportes de fijación 119, 129, la construcción y el montaje del ala de la aeronave son idénticos a los descritos anteriormente con referencia a las Figuras 1-7. En particular, las cubiertas de larguero integrales 110, 120 tienen ejes de plegado 114, 124 que se extienden sustancialmente en la dirección longitudinal y cada eje de plegado proyectado en dos planos ortogonales tiene curvaturas en ambos planos.

La Figura 9 ilustra en detalle una sección a través del primer componente 10 de la cubierta del larguero adyacente a la región de plegado 14 entre el larguero delantero 11 y la cubierta de ala inferior 12. En esta vista detallada de la Figura 9, las capas de material compuesto laminado 60 individuales se muestran con cada capa 60 extendiéndose continuamente desde el larguero 11 hacia la cubierta 12 a través de la región de plegado 14. La región de plegado 14 entre la cubierta y el larguero forma una esquina con radio 61 de radio, r. Como se ha descrito anteriormente, en algunas realizaciones, el radio, r, puede ser constante a lo largo del eje de plegado 15 (que se extiende hacia la página como se muestra en la Figura 9) a lo largo de toda la región de plegado 14 del componente 10 de la cubierta

del larguero. Como alternativa, el radio, r, puede variar a lo largo del eje 15.

La Figura 10 ilustra una realización alternativa en la que algunas de las capas 60 son continuas desde el larguero 11 hacia la cubierta 12, mientras que al menos una de las capas 62 se termina formando una rampa 63 en el espesor de la cubierta 12 y otra de las capas 64 se sustituye. La sustitución de capas implica la terminación de una capa y la sustitución por otra capa (normalmente de características diferentes, por ejemplo, módulo, material, etc., de la capa sustituida) sin ninguna variación en el espesor total de la pila de capas. Sin embargo, lo importante es que algunas de las capas 60 se extienden continuamente desde el larguero hacia la cubierta a través de la región de plegado 14. La disposición de las capas en las Figuras 9 y 10 es aplicable a cualquiera de las realizaciones descritas anteriormente.

La Figura 11 ilustra una vista esquemática mirando a popa de un ala de aeronave 203 y la sección de fuselaje 202 de una aeronave 201 que tiene una configuración de "ala alta" en la que el ala 203 pasa sobre o cerca de la parte superior del fuselaje 202. Las porciones de ala izquierda y derecha (a cada lado del fuselaje 202) se forman integralmente y en cada punta del ala, el ala 203 tiene salidas 207.

La Figura 12 ilustra una vista esquemática en forma de plano de la aeronave 201. La Figura 13 ilustra una vista en perspectiva esquemática y en despiece de la aeronave 201 que ilustra que el ala 203 comprende un primer componente 210 de la cubierta del larguero y un segundo componente 220 de la cubierta del larguero. Cada uno de los componentes 210, 220 de la cubierta del larguero es similar en construcción a los componentes 10 de la cubierta del larguero, 20 descritos anteriormente y tiene una sección sustancialmente en forma de Z. El primer y segundo componentes 210, 220 de la cubierta del larguero se unen de forma prácticamente idéntica a la ilustrada en la Figura 7. Sin embargo, se apreciará que los componentes 210, 220 de la cubierta del larguero podrían formarse como alternativa con una sección sustancialmente en forma de L y que se pueden ensamblar de forma similar a la ilustrada en la Figura 8.

Debido al ángulo diédrico de una configuración de aeronave de "ala baja", la aeronave 1 ilustrada en las Figuras 1-7 tiene las alas laterales 3 formadas como conjuntos separados que se unen al fuselaje 2, normalmente mediante la unión a un conjunto de caja de ala central del fuselaje de la aeronave. El ángulo diédrico de las alas 3 crea una discontinuidad angular en el fuselaje de la aeronave 2. Sin embargo, con una configuración de aeronave de "ala alta" como la ilustrada en las Figuras 11-13, no existe tal discontinuidad y, por lo tanto, es posible formar el primer y segundo componentes 210, 220 de la cubierta del larguero extendiéndose de punta a punta continuamente.

El ala 203 de la aeronave crea un ángulo anédrico con el plano horizontal a cada lado del fuselaje 202 de la aeronave. El ala 203 se barre ligeramente hacia la popa pero este barrido hacia la popa no es tan pronunciado en comparación con el de las alas 3 de la aeronave 1. Los dispositivos de punta alar hacia abajo 207 en cada punta del ala se forman integralmente con los componentes 210, 220 de la cubierta del larguero. Los dispositivos de punta alar hacia abajo 207 se curvan hacia abajo y se barren hacia la popa hacia cada punta de ala. Esto es posible puesto que la curvatura de la región de plegado entre el larguero y la cubierta de cada componente 210, 220 de la cubierta del larguero coincide sustancialmente de forma beneficiosa en esta configuración. A la inversa, para el ala diédrica baja 3 para la aeronave 1, es poco probable que se favorezcan los dispositivos de punta alar integrales que se extienden hacia arriba, puesto que la coincidencia de curvatura en la región de plegado entre el larguero y la cubierta provocaría que dichos dispositivos de punta alar que se extienden hacia arriba se barran hacia delante. Sin embargo, si se desean dispositivos de punta alar barridos hacia delante en un ala barrida hacia la popa entonces los dispositivos de punta alar integrales se convertirían también en una posibilidad para la aeronave 1 descrita anteriormente.

La Figura 14 ilustra una aleta 301 que se extiende hacia arriba unido a un extremo de la punta de un ala de aeronave 302. El ala 302 es un ala diédrica barrida hacia la popa y se puede disponer de forma similar al ala 3 descrita anteriormente. La aleta 301 puede usarse como una alternativa al conjunto de punta de ala 50 que se muestra en la Figura 2. Como alternativa, la aleta 301 puede ser para fijarse a la punta de un ala de aeronave fabricada de acuerdo con la presente invención, es decir, con cubiertas y largueros separados. La aleta 301 se hace hacia la popa.

La Figura 15 ilustra una vista esquemática de un primer componente 310 de la cubierta del larguero y un segundo componente 320 de la cubierta del larguero de la aleta 301. Los componentes 310, 320 de la cubierta del larguero están construidos de forma casi idéntica a los componentes 10, 20 de la cubierta del larguero del ala 3 descritos anteriormente y, por lo tanto, su construcción no se repetirá aquí. Sin embargo, los componentes 310, 320 de la cubierta del larguero tienen una curvatura de elevación mayor que coincide sustancialmente con una curvatura de forma plana mayor que para el ala 3. Las estructuras de borde de ataque, borde de salida y punta (no mostradas) se agregan a los componentes 310, 320 de la cubierta del larguero para completar la aleta 301. Nervaduras y larguerillos de tipo convencional pueden incluirse también en la aleta 301.

Si bien la invención se ha descrito anteriormente con referencia a una o más realizaciones preferidas, se apreciará que pueden realizarse diversos cambios o modificaciones sin apartarse del ámbito de la invención como se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un cuerpo en forma de perfil aerodinámico que comprende una pluralidad de largueros longitudinales (11, 21) que definen cada uno una dirección longitudinal, una cubierta superior de perfil aerodinámico (22) y una cubierta inferior de perfil aerodinámico (12), comprendiendo los largueros (11, 21) y las cubiertas (12, 22) material laminado compuesto, en donde al menos uno de los largueros (11, 21) forma parte integral de una de las cubiertas (12, 22) para formar una cubierta del larguero (10, 20) de modo que el material laminado compuesto del larguero (11, 21) se extienda continuamente dentro de la cubierta (12, 22) a través de una región de plegado (14, 24) creada entre el larguero (11, 21) y la cubierta (12, 22), y **caracterizado por que** la región de plegado (14, 24) tiene un eje de plegado curvo (15, 25) que se extiende sustancialmente en la dirección longitudinal de dicho al menos un larguero (11, 21), y el eje de plegado curvo (15, 25), cuando se proyecta sobre dos planos ortogonales, es una línea que tiene curvatura en ambos planos.

2. Un cuerpo con forma de perfil aerodinámico de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los dos planos ortogonales comprenden un plano horizontal x-y y un plano vertical y-z, preferentemente en donde la curvatura del eje de plegado curvo (15, 25) en el plano horizontal está acompañada por la curvatura en forma de plano del larguero (11, 21) en el plano x-y, y en donde la curvatura del eje de plegado curvo (15, 25) en el plano vertical está acompañada por la curvatura de elevación de la cubierta (12, 22) en el plano y-z, y la curvatura en forma de plano del larguero (11, 21) coincide sustancialmente con la curvatura de elevación de la cubierta (12, 22).

3. Un cuerpo en forma de perfil aerodinámico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la pluralidad de largueros incluye un larguero delantero (11) y un larguero trasero (21).

4. Un cuerpo en forma de perfil aerodinámico de acuerdo con la reivindicación 3, en el que el larguero delantero (11) forma parte integral de una de la cubierta superior (22) y la cubierta inferior (11) para formar una primera cubierta del larguero (10); y en donde el larguero trasero (21) forma parte integral de la otra de la cubierta superior (22) y la cubierta inferior (12) para formar una segunda cubierta del larguero (20), y preferentemente en donde cada una de la primera cubierta del larguero (10) y la segunda cubierta del larguero (20) se disponen de manera que el material laminado compuesto del larguero (11, 21) se extiende continuamente dentro de la cubierta (12, 22) a través de una región de plegado (14, 24) creada entre el larguero (11, 21) y la cubierta (12, 22), y en donde la región de plegado (14, 24) tiene un eje de plegado curvo (15, 25) que se extiende sustancialmente en la dirección longitudinal del larguero respectivo, y el eje de plegado curvo (15, 25), cuando se proyecta sobre dos planos ortogonales, es una línea que tiene curvatura en ambos planos.

5. Un cuerpo con forma de perfil aerodinámico de acuerdo con la reivindicación 4, en el que cada una de la primera cubierta del larguero (10) y la segunda cubierta del larguero (20) tienen sustancialmente forma de L.

6. Un cuerpo en forma de perfil aerodinámico de acuerdo con la reivindicación 4, en el que cada una de la primera cubierta del larguero (10) y la segunda cubierta del larguero (20) tienen sustancialmente forma de Z, teniendo los componentes en forma de Z una primera extremidad correspondiente a la cubierta (12, 22), una segunda extremidad correspondiente al larguero (11, 21), y una tercera extremidad correspondiente a una brida de fijación (13, 23) para su fijación a la otra cubierta del larguero (10, 20).

7. Un cuerpo en forma de perfil aerodinámico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además uno o más soportes de fijación (18, 28) para la fijación de estructuras de borde de ataque o de borde de salida (30, 40).

8. Un cuerpo en forma de perfil aerodinámico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la región de plegado (14, 24) forma sustancialmente un ángulo recto entre la cubierta (12, 22) y el larguero (11, 21), o en donde la región de plegado (14, 24) forma un ángulo entre la cubierta (12, 22) y el larguero (11, 21) que oscila entre 60 y 120 grados.

9. Un cuerpo con forma de perfil aerodinámico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la región de plegado (14, 24) entre la cubierta (12, 22) y el larguero (11, 21) forma una esquina redondeada (61), preferentemente en el que la esquina redondeada (61) tiene un radio que varía a lo largo del eje de plegado curvo (15, 25).

10. Un cuerpo en forma de perfil aerodinámico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el espesor de la cubierta (12, 22) y/o del larguero (11, 21) varían en la dirección longitudinal del larguero.

11. Una aeronave (1) que tiene un ala (3) que comprende el cuerpo en forma de perfil aerodinámico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

12. Una aeronave (1) de acuerdo con la reivindicación 11, en donde la aeronave tiene un fuselaje (2) y el ala (3) pasa sustancialmente sobre el fuselaje y tiene dispositivos de punta alar hacia abajo (207), en donde cada una de la cubierta superior (22) y la cubierta inferior (12) del ala (3), incluyendo los dispositivos de punta alar hacia abajo

(207), son una construcción de una sola pieza.

13. Una aleta (301) para su fijación al extremo exterior de un ala de aeronave (3), comprendiendo la aleta (301) el cuerpo en forma de perfil aerodinámico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10.

14. Un método para fabricar un cuerpo en forma de perfil aerodinámico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, que comprende colocar una pluralidad de capas de laminado compuesto para formar una primera cubierta del larguero (10), colocar una pluralidad de capas de laminado compuesto para formar una segunda cubierta del larguero (20), juntar la primera cubierta del larguero (10) y la segunda cubierta del larguero (20) para formar una caja de torsión del cuerpo en forma de perfil aerodinámico.

15. Un método de acuerdo con la reivindicación 14, en el que el cuerpo en forma de perfil aerodinámico es un ala de aeronave (3) o una aleta (301).

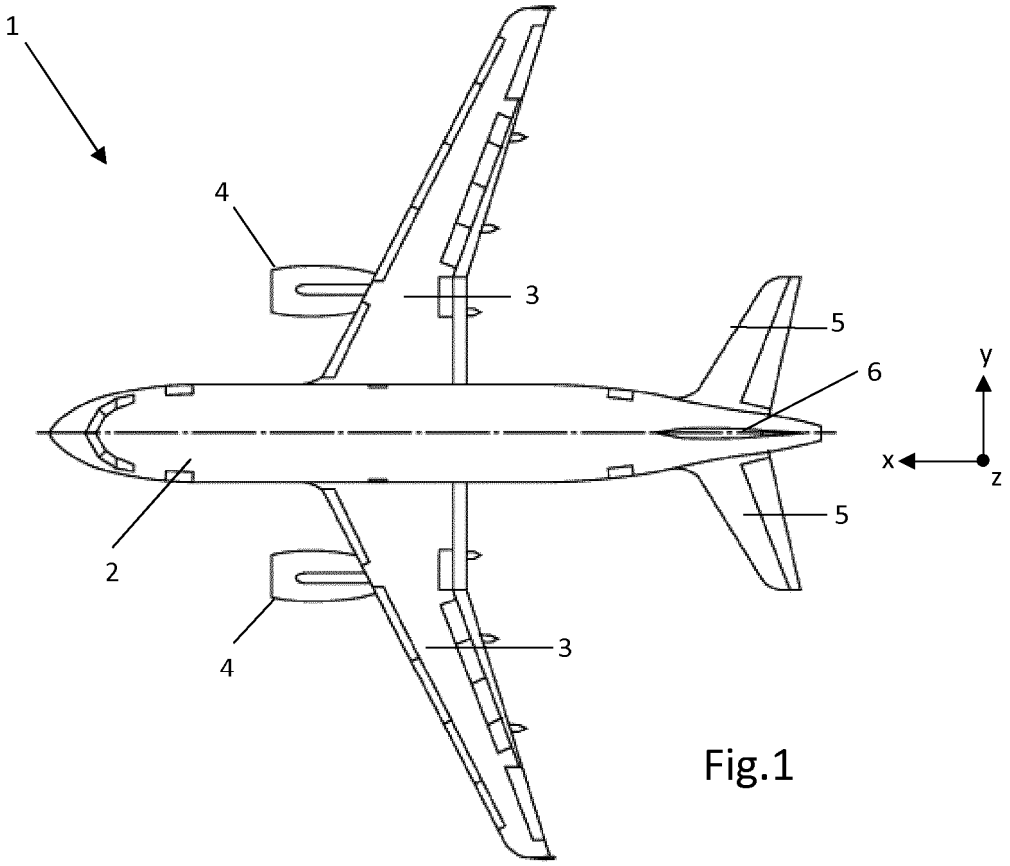

Fig.1

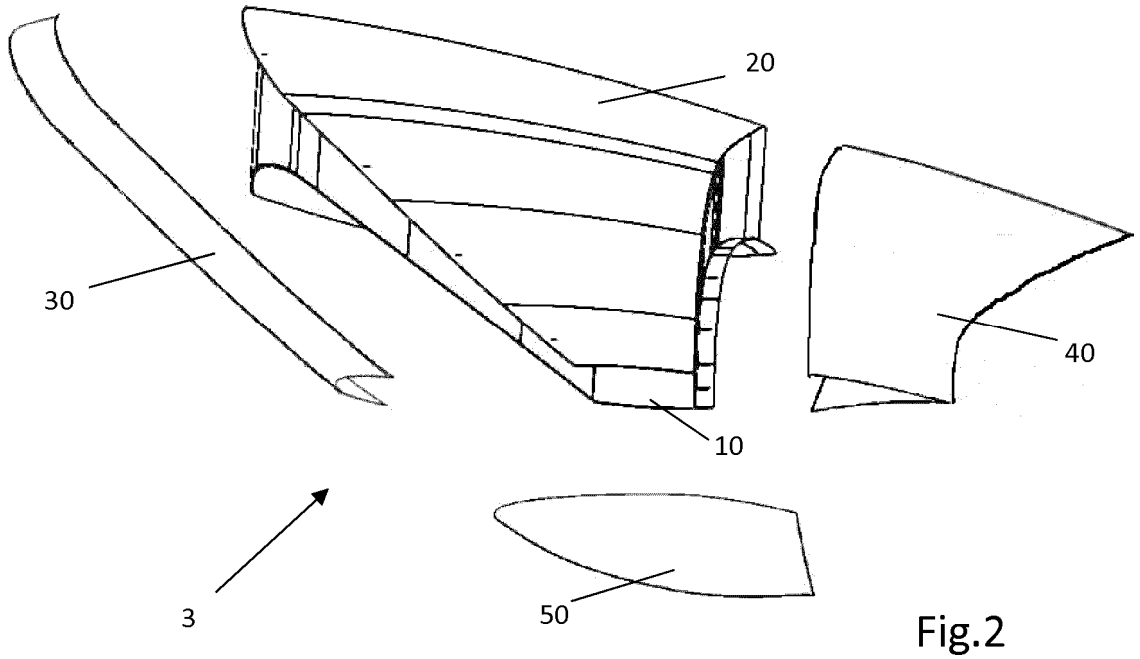

Fig.2

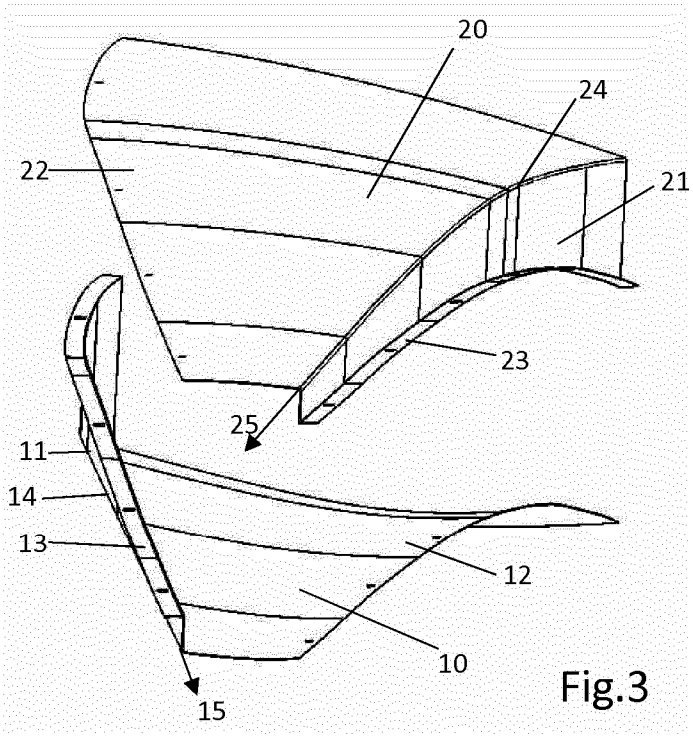

Fig.3

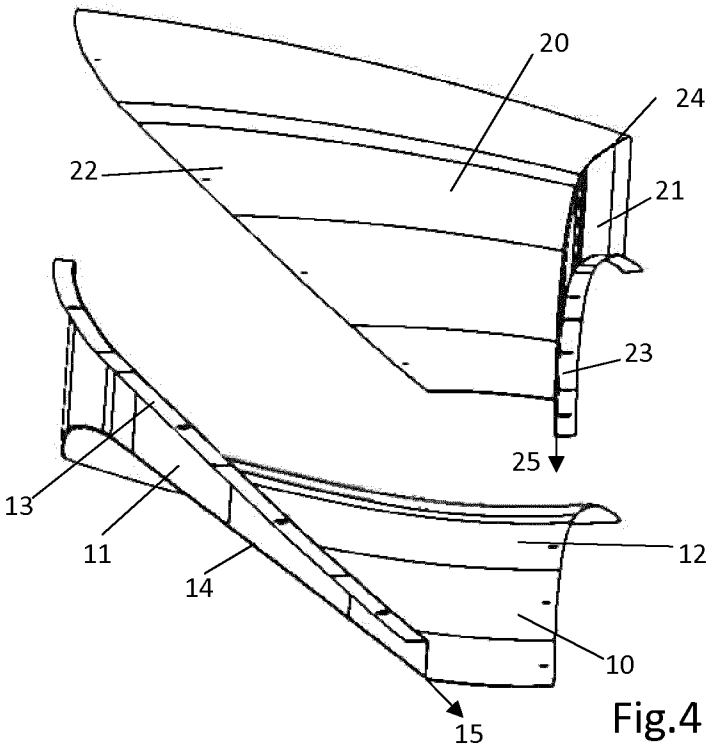

Fig.4

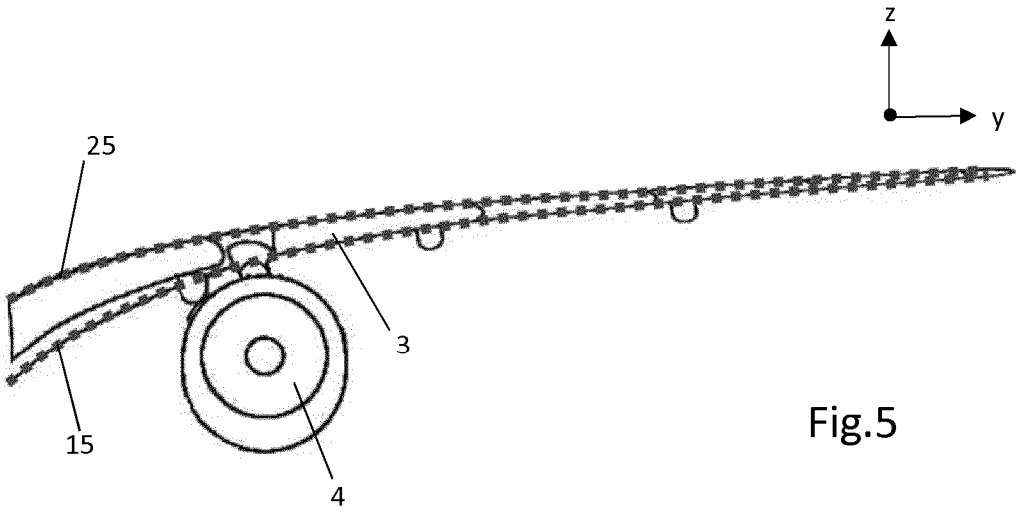

Fig.5

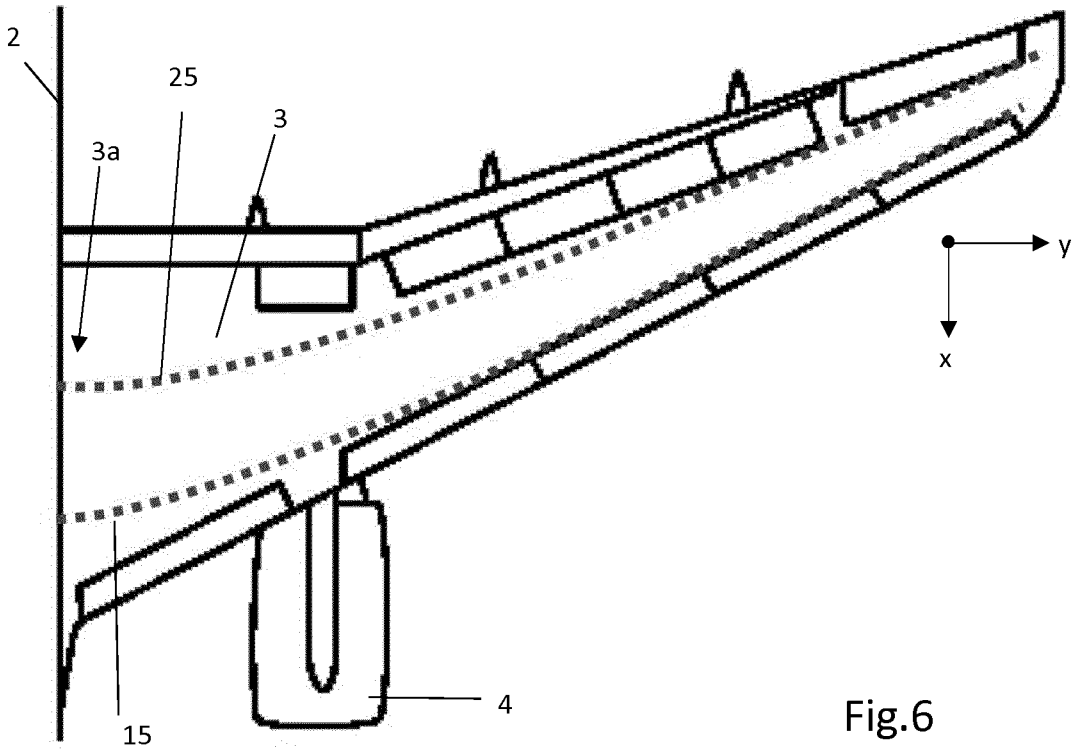

Fig.6

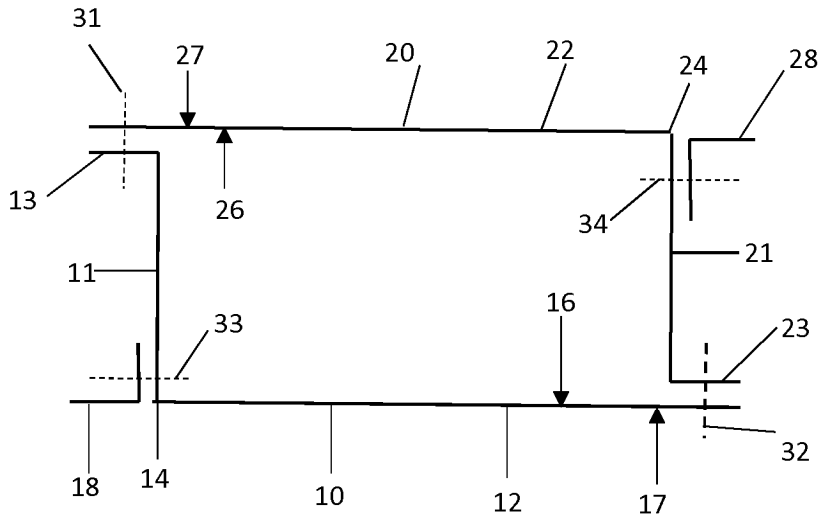
31
27
20
22
24
28
13
26
34
21
11
16
33
23
32
18
14
10
12
17

Fig.7

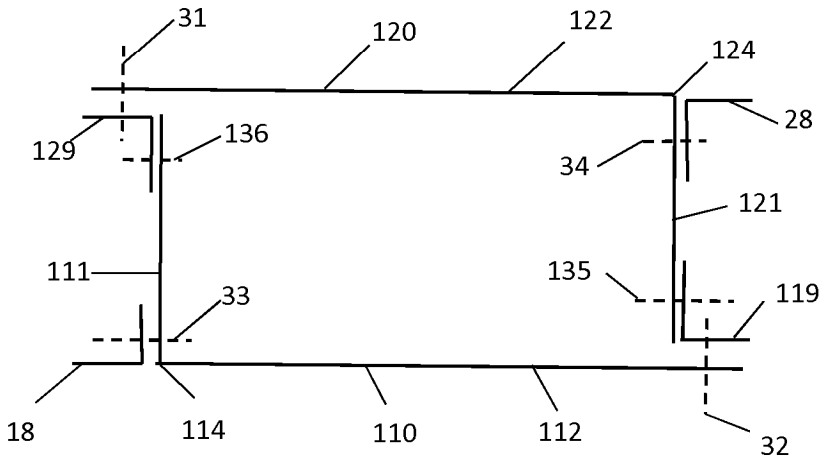
31
120
122
124
28
129
136
34
121
111
135
119
33
18
114
110
112
32

Fig.8

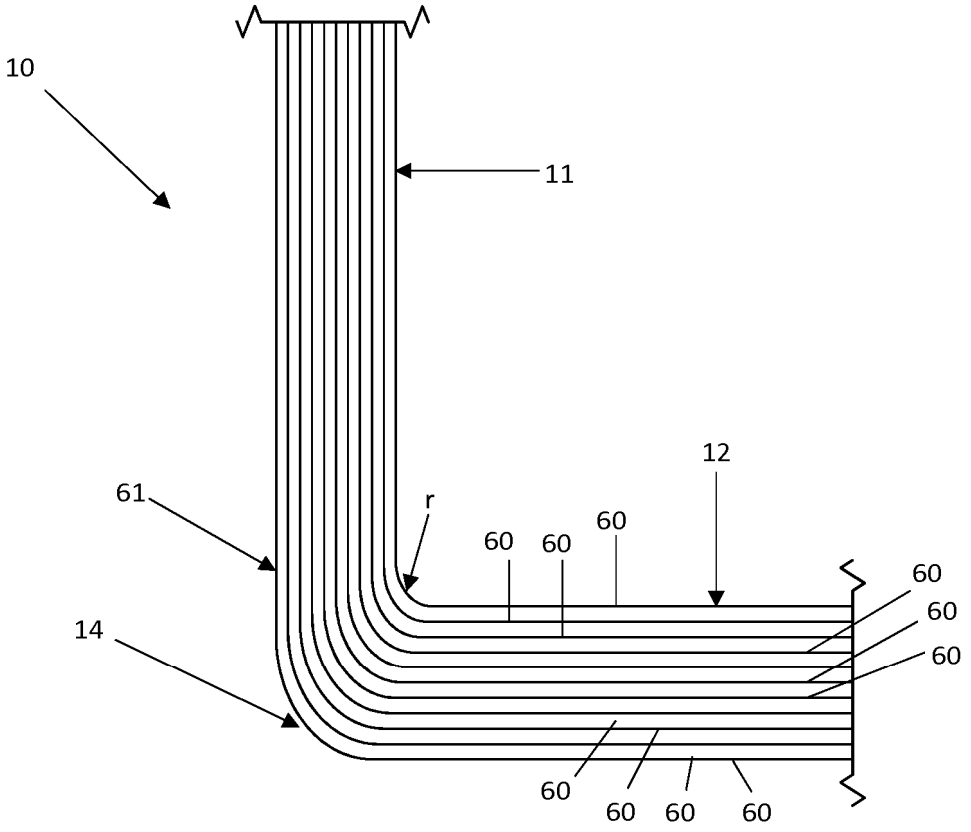
10
11
12
61
r
60
60
60
60
60
60
14
60
60
60
60

Fig.9

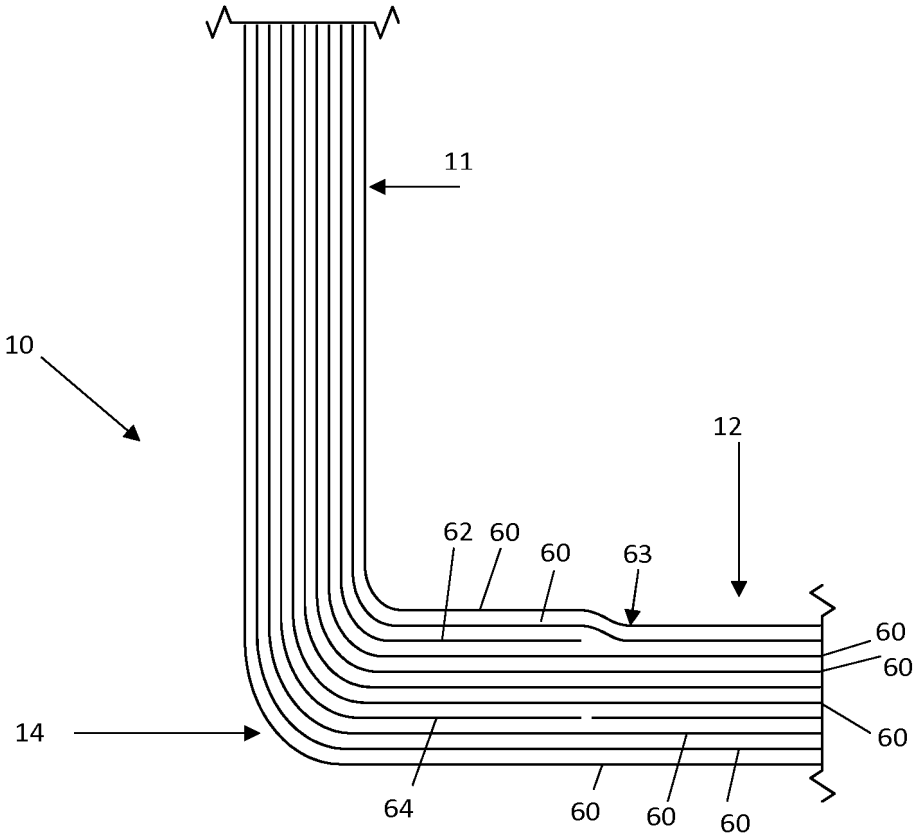
11
10
12
62
60
60
63
60
60
14
60
64
60
60
60

Fig.10

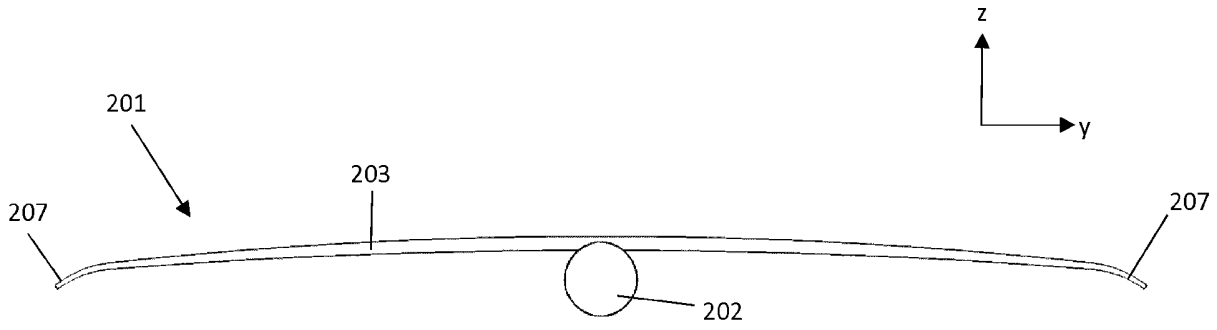

Fig.11

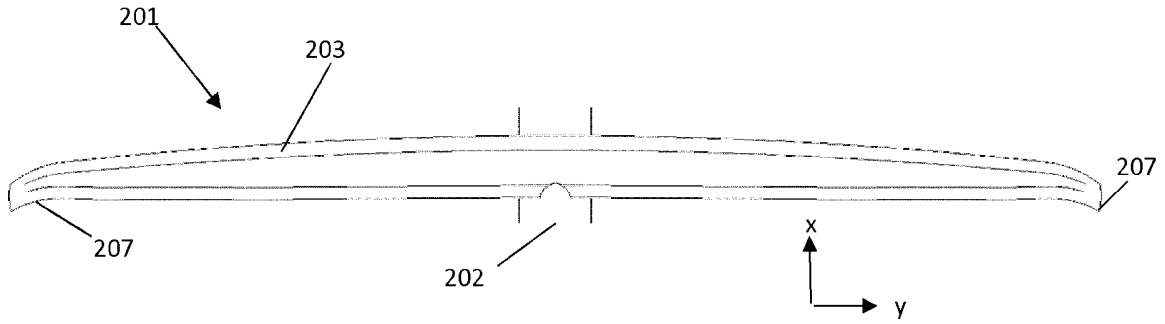

Fig.12

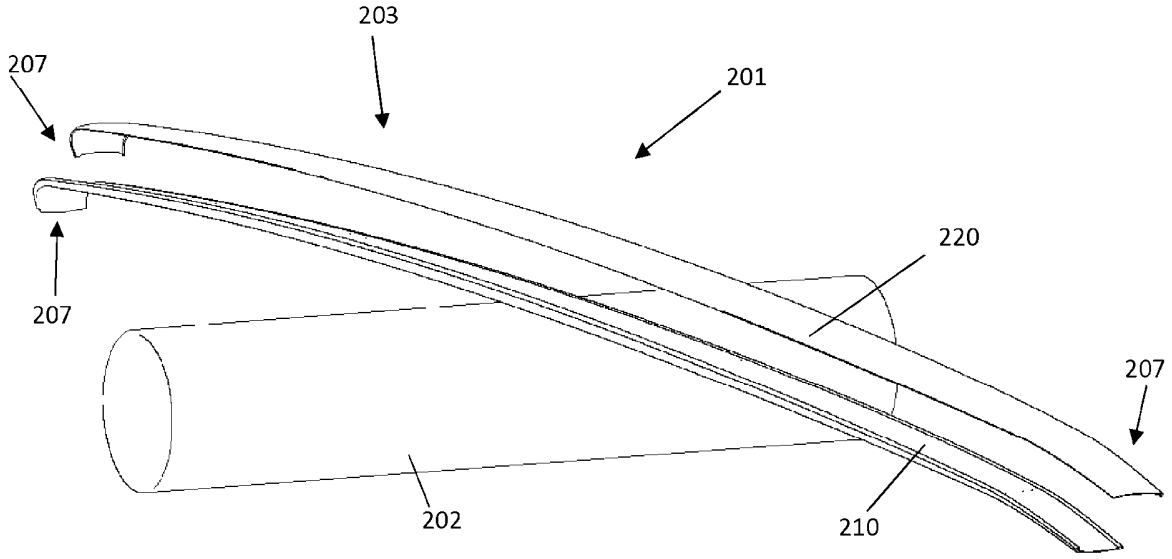

Fig.13

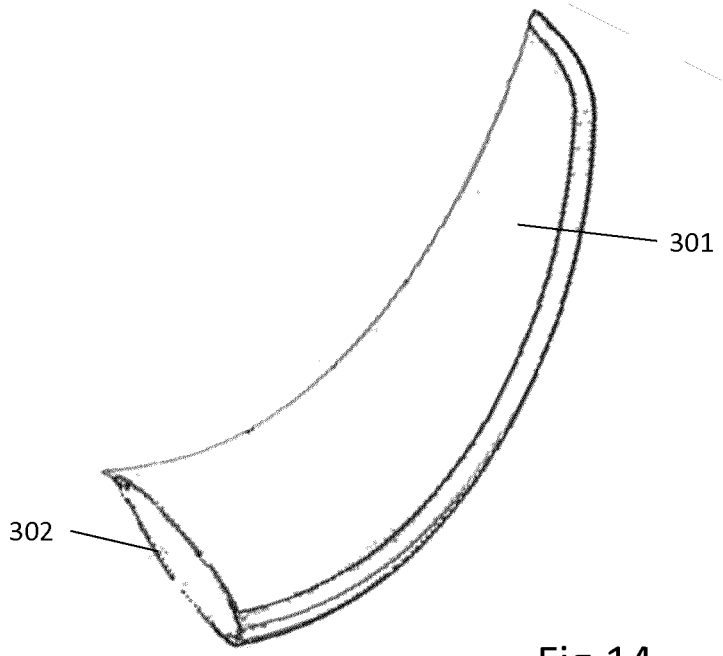

Fig.14

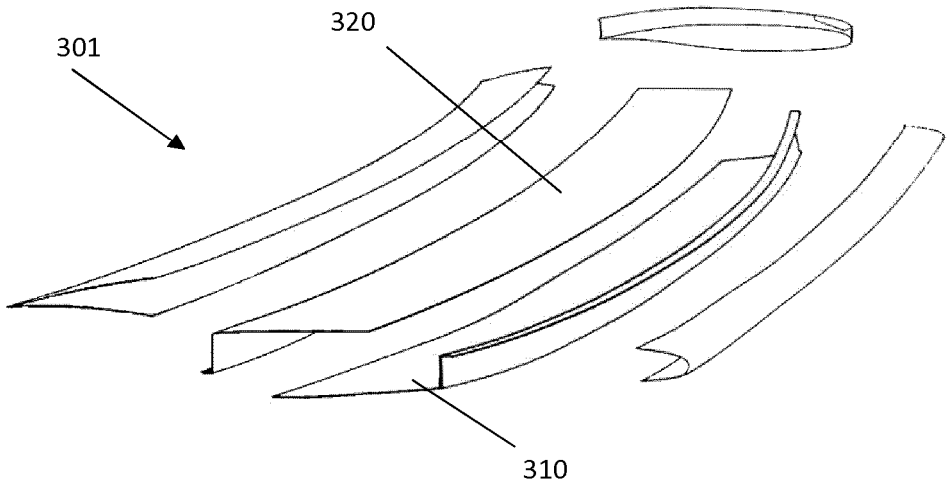

Fig.15