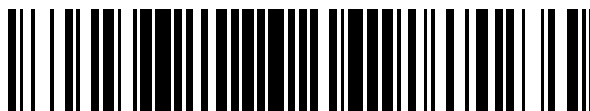


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 390 318**

21 Número de solicitud: 200900667

51 Int. Cl.:

**B29C 33/44** (2006.01)

**B64C 1/00** (2006.01)

**B29C 70/44** (2006.01)

**B29L 31/30** (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación: **10.03.2009**

43 Fecha de publicación de la solicitud: **08.11.2012**

43 Fecha de publicación del folleto de la solicitud:  
**08.11.2012**

71 Solicitante/s:  
**AIRBUS OPERATIONS, S.L. (100.0%)**  
**AVDA. JOHN LENNON, S/N**  
**28906 GETAFE, Madrid, ES**

72 Inventor/es:  
**DÍAZ-CANEJA FERNÁNDEZ, Carlos**

74 Agente/Representante:  
**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

54 Título: **ESTRUCTURA CERRADA EN MATERIAL COMPUESTO.**

57 Resumen:

Estructura cerrada en material compuesto.

Estructura cerrada (11) en material compuesto de forma tubular que comprende una pie (21) y una pluralidad de larguerillos longitudinales de refuerzo (23) con forma de omega, tal como una estructura de un fuselaje de una aeronave, que se fabrica como una pieza unitaria sobre un útil macho (13) de un material de un coeficiente de contracción mayor que el del material compuesto y se desmoldea según una dirección predeterminada, en la que: a) la superficie exterior (31) de la piel (21) forma un ángulo mayor  $\geq 0^\circ$  con la dirección de desmoldeo (35); b) cada uno de dichos larguerillos longitudinales (23) están conformados con una traza (41) que sigue una dirección desmoldeable y con una sección transversal que mantiene constantes a lo largo de la traza (41) su altura ( $H_o$ ), la longitud de su cabeza ( $L_ho$ ) y la longitud entre sus pies ( $L_fo$ ).

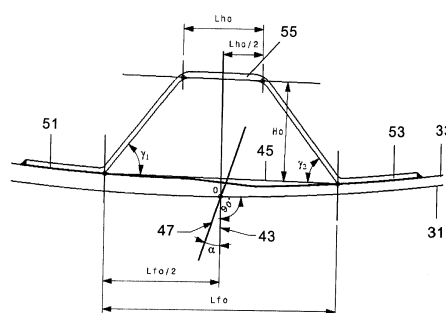


FIG. 4

DESCRIPCIÓN

**ESTRUCTURA CERRADA EN MATERIAL COMPUESTO**

**CAMPO DE LA INVENCION**

5           La presente invención se refiere a una estructura cerrada fabricada en material compuesto como una pieza unitaria, tal como una sección del fuselaje de una aeronave, cuyos larguerillos de refuerzo tienen una sección transversal en forma de omega.

10           **ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

          La solicitud WO 2008/092971 describe una estructura cerrada en material compuesto para un fuselaje de aeronave conformada sobre un útil macho del que puede separarse en una determinada dirección. La estructura  
15           está formada por una piel de una pieza y una pluralidad de rigidizadores longitudinales interiores con forma de omega integrados en dicho panel y se consolida en un autoclave. El útil macho incluye unos alojamientos para posicionar los larguerillos longitudinales en fresco sobre los que se encinta la piel y es de aluminio, material que tiene un coeficiente de contracción superior al  
20           del material compuesto, por lo que al enfriarse la estructura al salir del autoclave, se genera una holgura entre la estructura y el útil que permite el desmoldeo de la estructura según una dirección de desmoldeo predeterminada (próxima al eje X de la aeronave).

          El diseño de los larguerillos longitudinales debe llevarse a cabo  
25           compatibilizando distintas exigencias y, en particular, exigencias de desmoldeabilidad, resistencia estructural y fabricabilidad.

          En el caso de componentes de fuselaje de gran tamaño, aunque su forma externa suele aproximarse en términos generales a la de una superficie de revolución cilíndrica o cónica, existen zonas locales donde eso no es así por  
30           distintos motivos. Por su parte, el espesor de la piel no es constante ya que los esfuerzos a los que está sometido el fuselaje son muy distintos de una zona a otra y ello implica, entre otras consecuencias, que los pies de los larguerillos

longitudinales se apoyan en la piel a alturas distintas. Esas circunstancias dificultan que el diseño de la sección de los larguerillos longitudinales en forma de omega se lleve a cabo satisfaciendo simultáneamente las exigencias mencionadas.

5 La presente invención está orientada a la solución de ese inconveniente.

### **SUMARIO DE LA INVENCION**

10 Es un objeto de la presente invención proporcionar una estructura cerrada realizada en material compuesto y dotada interiormente de larguerillos de refuerzos con sección transversal con forma de omega, tal como una sección del fuselaje de una aeronave fabricado como una pieza unitaria, en la que dichos larguerillos estén conformados de manera que se logre un equilibrio apropiado entre las exigencias de desmoldeabilidad, resistencia estructural y  
15 fabricabilidad.

Es otro objeto de la presente invención proporcionar una estructura cerrada realizada en material compuesto y dotada interiormente de larguerillos de refuerzos con sección transversal con forma de omega, tal como una sección del fuselaje de una aeronave fabricado como una pieza unitaria, en la que el  
20 diseño de los larguerillos facilite su modelización para facilitar su análisis detallado.

Esos y otros objetos se consiguen proporcionando una estructura cerrada de las características mencionadas que se fabrica como una pieza unitaria sobre un útil macho de un material de un coeficiente de contracción mayor que  
25 el del material compuesto, cuya superficie exterior forma un ángulo mayor o igual que  $0^\circ$  con la dirección de desmoldeo y en la que cada uno de dichos larguerillos longitudinales está conformado con una traza que sigue una dirección desmoldeable en relación con la dirección de desmoldeo y con una sección transversal que mantiene constantes a lo largo de la traza su altura  
30 ( $H_o$ ), la longitud de su cabeza ( $L_{ho}$ ) y la longitud entre sus pies ( $L_{fo}$ ).

En una realización preferente dicha sección transversal cumple dos condiciones en relación con una superficie de referencia perpendicular a la

superficie exterior de la piel a lo largo de la traza: los vértices de los pies están ubicados en la intersección de la superficie interior de la piel con superficies paralelas a dicha superficie de referencia a una distancia predeterminada ( $Lfo/2$ ) de ella; la cabeza está delimitada por unas superficies paralelas a dicha superficie de referencia a una distancia predeterminada ( $Lho/2$ ) de ella, es paralela a una hipotética superficie entre los vértices de los pies y está situada a una distancia predeterminada ( $Ho$ ) de ella. Se consigue con ello una conformación de larguerillos fácilmente modelizable.

En otra realización preferente, la estructura cerrada forma parte del fuselaje de una aeronave. Se consigue con ello fabricar secciones de fuselaje de aeronaves de una sola pieza con las consiguientes ventajas en términos de costes, plazos de ejecución y un menor peso del componente.

Otras características y ventajas de la presente invención se harán evidentes de la siguiente descripción detallada de las realizaciones, ilustrativas de su objeto, junto con las figuras adjuntas.

## DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La Figura 1 muestra un componente de un fuselaje de aeronave con una piel de una sola pieza reforzada por larguerillos longitudinales en forma de omega realizados en material compuesto que está siendo separado del útil utilizado para su conformado.

La Figura 2 muestra en sección transversal un detalle de una zona de la piel del componente de un fuselaje de aeronave donde se produce un cambio de espesor.

La Figura 3 ilustra la geometría de un larguerillo longitudinal de refuerzo de la piel del componente de un fuselaje de aeronave según la presente invención.

La Figura 4 ilustra la sección transversal de un larguerillo longitudinal de refuerzo de la piel del componente de un fuselaje de aeronave según la presente invención.

## DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

5 Describiremos detalladamente la invención en relación con un componente 11 de un fuselaje de una aeronave fabricado en material compuesto como una pieza unitaria. La Figura 1 muestra ese componente 11 en un momento del proceso de desmoldeo del útil 13 según la dirección de desmoldeo 35.

10 El componente 11, que generalmente tiene forma tronco-cónica o cilíndrica, está formado por una piel 21 y una pluralidad de larguerillos longitudinales 23 con forma de omega en su interior y el útil 13 incluye unos cajeados 15 de forma similar a la de dichos larguerillos longitudinales 23.

15 El proceso de fabricación del componente 11 con un material compuesto tal como un CFC ("Carbon Fibre Composite") comprende, básicamente, una primera etapa en la que se disponen los rigidizadores longitudinales 23 en forma de omega en estado "fresco" en dichos cajeados 15, una segunda etapa en la que se lamina el material compuesto sobre dicho útil para conformar la piel 21, una tercera etapa en la que se consolida el componente 11 en un autoclave y una cuarta etapa en la que se desmoldea el componente 11 separándolo del útil 13.

20 Para conseguir el desmoldeo del componente 11 hay que asegurar, en primer lugar, que lo haga la superficie exterior de su piel 21 y ello implica que esa superficie debe formar un ángulo  $\geq 0^\circ$ , con respecto a la dirección de desmoldeo en cada punto. Pero si consideramos el desmoldeo de la superficie interior de la piel 21 tenemos que tener en cuenta que esta superficie interior está generada enteramente a partir de superficies paralelas a la superficie exterior que serán desmoldeables siempre que la superficie exterior lo sea. Pero la superficie interior también está generada por superficies de transición entre los diferentes cambios de espesor de la piel 21 que generan mesetas o valles que dan lugar a que, a priori, las superficies de transición no sean desmoldeables.

30 Como se ilustra en la Figura 2 si en una sección de piel 21, dispuesta con una cierta holgura sobre el útil 13, hay distintos espesores entre la superficie

exterior 31 y la superficie interior 33, y se supone que las superficies de transición se generan con una relación de caída de telas de 1/20, que se corresponde con un ángulo de caída de  $2,86^\circ$ , hay que asegurar que el ángulo que forma la dirección de desmoldeo 35 con la superficie exterior 31 donde  
5 haya sobre-espesores, sea mayor que  $2,86^\circ$  si se quiere que se desmoldeen esas pendientes sin considerar la contracción relativa del útil de aluminio 13 frente a la piel 21.

Para conseguir el desmoldeo del componente 11 hay que asegurar, en segundo lugar que lo hagan los larguerillos longitudinales 23 lo que implica  
10 considerar tanto la traza 41 que marca su posición sobre la piel 21 como su sección transversal.

Siguiendo la Figura 3 puede observarse que la traza 41 que marca la posición del larguerillo longitudinal 23 sobre la superficie exterior de la piel 21 se genera mediante un plano 43 que debe ser desmoldeable para lo cual debe  
15 contener a la dirección de desmoldeo 35, o lo que es lo mismo ha de estar generado mediante una recta 35 cuya dirección sea la de desmoldeo. De manera que si se genera la intersección entre estos planos y la superficie exterior de la piel se obtienen trazas sobre la superficie que siguen direcciones desmoldeables. Habrá tantos planos 43 como larguerillos 23 y a cada uno de  
20 estos planos se les hace pasar por dos puntos, uno al principio de la sección y otro al final, con el objetivo de conseguir una optimización de la posición de los mismos, atendiendo a criterios estructurales.

En cuanto a la sección transversal de los larguerillos 23 con forma de omega hay tener en cuenta varios criterios: desmoldeabilidad, resistencia  
25 estructural y otros factores de fabricabilidad e industrialización.

Si el componente 11 tuviera una forma perfectamente cilíndrica ó cónica, la fabricabilidad e industrialización de dichos larguerillos se simplificaría en gran medida. Ahora bien, como eso no sucede en los fuselajes de aeronaves es preciso tener en cuenta todos los criterios mencionados y aceptar ciertas  
30 restricciones en su aplicación.

Un factor importante que se tiene en cuenta en la presente invención es la contracción relativa del útil 13 de aluminio frente a la piel 21 de CFC ("Carbon

Fiber Composite"). Como es sabido, la contracción relativa del útil 11 frente al conjunto piel 21 + larguerillos longitudinales 23 a la salida del autoclave es debido a que la fibra de carbono cura a una temperatura de 180° C y durante el enfriamiento del conjunto útil 13 – piel 21 nos encontramos que, dado que la diferencia entre el coeficiente de contracción del aluminio y el CFC es del orden de un 3/1000, en el momento del desmoldeo se produce una holgura radial a lo largo de toda la superficie entre el útil 13 y la piel 21 que es fundamental para conseguir el desmoldeo del componente 11. En particular la diferente contracción del útil 13 frente al componente 11 resulta fundamental para que se puedan desmoldear los pies de los larguerillos 23 que, debido al festoneado, no son desmoldeables per se y también para ayudar al desmoldeo de los larguerillos 23 con la sección transversal que pasamos a describir (que no sería desmoldeable si no existiese la holgura mencionada).

La definición de la sección transversal de los larguerillos 23 con forma de omega según la presente definición se lleva a cabo en primer término en relación a su superficie interior y partiendo de los parámetros básicos de su geometría que aseguran su comportamiento resistente. Tras ello se define la superficie exterior mediante paralelas a la superficie interior inicialmente obtenida, definiendo así los espesores necesarios y se unen esas superficies exteriores mediante las áreas curvadas de transición correspondientes.

El proceso de obtención de la superficie interior de la sección transversal de los larguerillos 23 con forma de omega representada en la Figura 4 consta de los siguientes pasos:

a) Se genera la traza 41 sobre la superficie exterior de la piel 21 como hemos mencionado anteriormente.

b) A partir de la traza 41 se genera una superficie de referencia 43 que contenga dicha traza 41 y que sea perpendicular en todo momento a la superficie exterior 31 de la piel 21.

c) Los pies 51, 53 y la cabeza 55 de la omega se relimitan mediante paralelas a la superficie de referencia 43. Las paralelas que limitan la dimensión de la cabeza 55 se generan a una distancia  $Lho/2$  mitad de la longitud predeterminada  $Lho$  de la cabeza 55 mientras que la distancia a la que han de

encontrarse las superficies generadoras de los pies 51, 53 es la distancia  $L_{fo}/2$  mitad de la longitud predeterminada  $L_{fo}$  entre pies. La cabeza 55 de la omega se genera como una paralela a una distancia predeterminada  $H_o$  de una superficie 45 generada a partir de la superficie interior 33 de la piel 21 entre los  
 5 vértices de los pies 51, 53. De esa manera los ángulos de apertura de la omega  $\gamma_1, \gamma_2$  (que en la Figura 4 tienen una magnitud en torno a  $50^\circ$ ) pueden variar a lo largo de la traza y tener una magnitud distinta en cada sección. Así por ejemplo en la sección representada en la Figura 4  $\gamma_1$  es algo mayor que  $\gamma_2$ .

Obviamente los parámetros geométricos  $L_{ho}$ ,  $L_{fo}$  y  $H_o$  utilizados en la  
 10 definición de la sección transversal así como el espesor de la omega vienen definidos por consideraciones resistentes.

Debido a que la superficie de referencia 43 no es desmoldeable por definición, la sección de la omega no lo será; pero debido al hecho de que localmente las desviaciones de esta superficie 43 con respecto al plano 47 del  
 15 larguerillo 23 que está definido como desmoldeable, y que están representadas por el ángulo  $\alpha$  en la Figura 4, son pequeñas, nos encontramos con que la superficie de la omega puede desmoldear gracias a la holgura mencionada anteriormente y a la conicidad de las geometrías de la propia omega y del componente 11: a la vez que la omega sale del útil 13 según una dirección  
 20 longitudinal, también se va despegando del útil 13 debido a la conicidad del componente 11.

Entre las características relevantes de la sección transversal de los larguerillos 23 que venimos de describir cabe citar las siguientes:

- Se encuentra definida en todo momento.
- 25 - Es fácilmente modelizable mediante las herramientas proporcionadas por los sistemas CAD.
- Se puede modelizar sin tener definida la superficie interior 33 de la piel 21 y cuando se tenga obtener fácilmente las secciones definitivas de las omegas mediante las herramientas proporcionadas por los sistemas CAD.
- 30 - Su sección y área interior varían muy poco a lo largo de la traza 41 del larguerillo, características esenciales para facilitar su fabricación.

Finalmente hay que señalar que dado que un larguerillo 23 con una sección transversal en forma de omega definida de la manera descrita no es desmoldeable por definición es preciso realizar una serie de análisis cinemáticos entre la piel 21 y el útil 13 en unas condiciones lo más parecidas posibles a las condiciones finales utilizando sistemas CAD. En este sentido, es importante tener en cuenta que pequeñas variaciones en la superficie exterior del avión o en la posición de los larguerillos 23 pueden hacer que una región que era desmoldeable deje de serlo. De manera que cada vez que se introduzca algún cambio de este tipo en la sección, por pequeño que sea, es recomendable rehacer los estudios de desmoldeo para seguir asegurando la desmoldeabilidad.

Mediante estos estudios se pueden detectar eventuales problemas locales de desmoldeabilidad que pueden resolverse mediante modificaciones puntuales del diseño del larguerillo.

Se pueden introducir en la realización preferente que hemos descrito todas aquellas modificaciones que estén comprendidas en el ámbito de las reivindicaciones siguientes.

## REIVINDICACIONES

1.- Estructura cerrada (11) de forma tubular realizada con un material compuesto que comprende una piel (21) y una pluralidad de larguerillos longitudinales de refuerzo (23) con forma de omega, que se fabrica como una pieza unitaria sobre un útil macho (13) de un material de un coeficiente de contracción mayor que el del material compuesto y se desmoldea según una dirección predeterminada, caracterizado porque:

a) la superficie exterior (31) de la piel (21) forma un ángulo mayor ó igual de 0° con la dirección de desmoldeo (35);

b) cada uno de dichos larguerillos longitudinales (23) están conformados con una traza (41) que sigue una dirección desmoldeable en relación con la dirección de desmoldeo (35) y con una sección transversal que mantiene constantes a lo largo de la traza (41) su altura ( $H_o$ ), la longitud de su cabeza ( $L_{ho}$ ) y la longitud entre sus pies ( $L_{fo}$ ).

2.- Estructura cerrada (11) de forma tubular según la reivindicación 1, caracterizada porque dicha sección transversal cumple las siguientes condiciones en relación con una superficie de referencia (43) perpendicular a la superficie exterior (31) de la piel (21) a lo largo de la traza (41):

- b1) los vértices de los pies (51, 53) están ubicados en la intersección de la superficie interior (33) de la piel (11) con superficies paralelas a dicha superficie de referencia (43) a una distancia predeterminada ( $L_{fo}/2$ ) de ella;

- b2) la cabeza (55) está delimitada por unas superficies paralelas a dicha superficie de referencia (43) a una distancia predeterminada ( $L_{ho}/2$ ) de ella, es paralela a una hipotética superficie (45) entre los vértices de los pies (51, 53) y está situada a una distancia predeterminada ( $H_o$ ) de ella.

3.- Estructura cerrada (11) de forma tubular según cualquiera de las reivindicaciones 1-2 caracterizada porque tiene forma cilíndrica o troncocónica.

4.- Estructura cerrada de forma tubular (11) según cualquiera de las reivindicaciones 1-3 caracterizada porque es una estructura que forma parte del fuselaje de una aeronave.

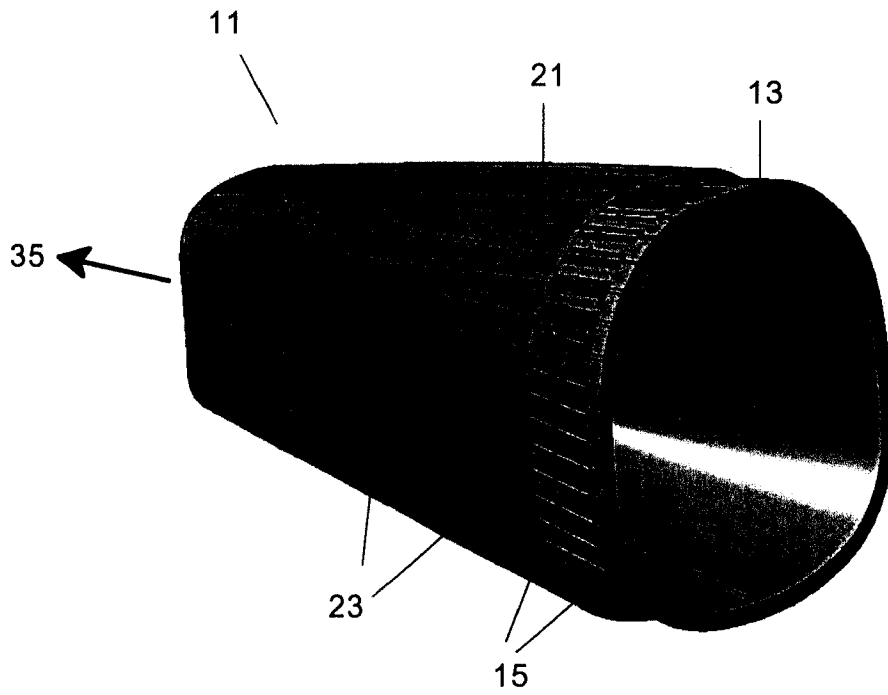


FIG. 1

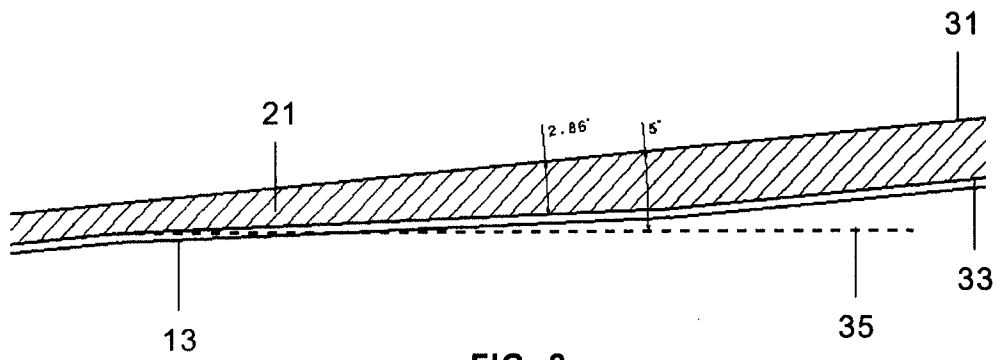


FIG. 2

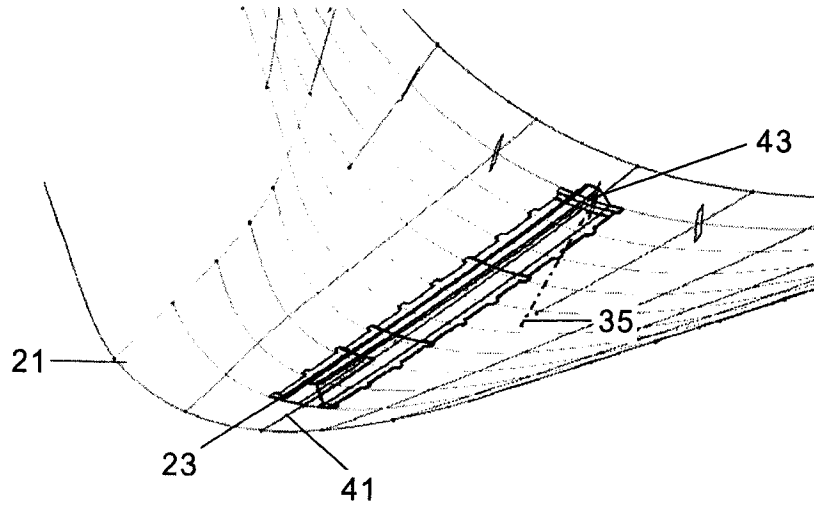


FIG. 3

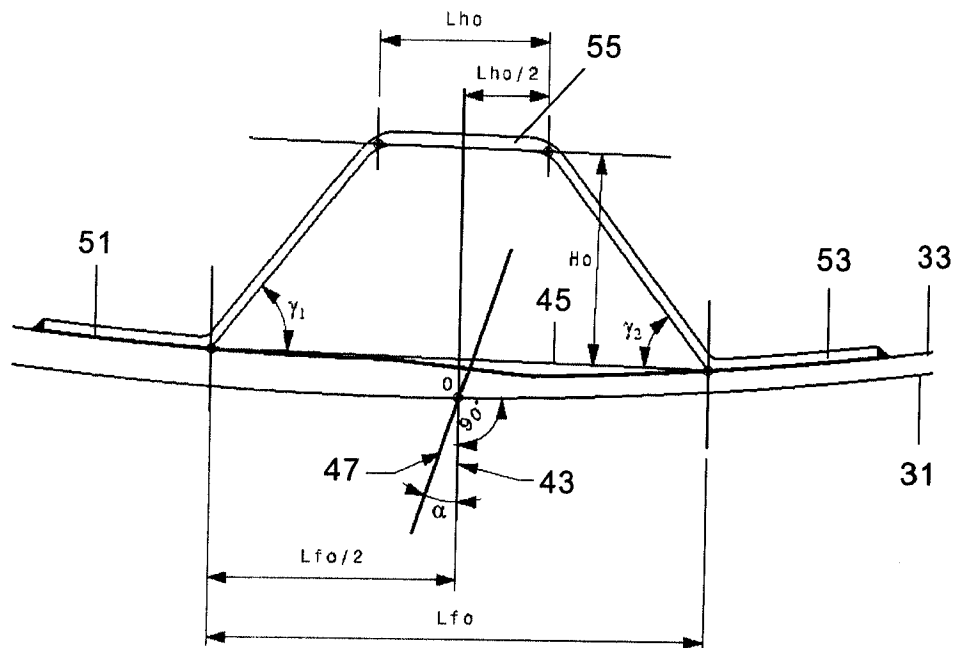


FIG. 4



OFICINA ESPAÑOLA  
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②<sup>1</sup> N.º solicitud: 200900667

②<sup>2</sup> Fecha de presentación de la solicitud: 10.03.2009

③<sup>2</sup> Fecha de prioridad:

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤<sup>1</sup> Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

### DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤ <sup>6</sup> Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	WO 2008092971 A1 (AIRBUS ESPANA SL et al.) 07.08.2008, página 4, líneas 4-21; página 6, líneas 1-10; reivindicación 1; figuras 1,2,8.	1-4
X	US 2007175031 A1 ( PHAM DOAN D et al.) 02.08.2007, párrafos [0019-0021]; figuras 1-4b.	1-4
A	FR 2766407 A1 (AEROSPATIALE) 29.01.1999, reivindicación 1; figuras 1-3.	1-4
A	US 2006108058 A1 (CHAPMAN MICHAEL R et al.) 25.05.2006, figuras 6,8b.	1-4

#### Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

#### El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe  
08.10.2012

Examinador  
R. E. Reyes Lizcano

Página  
1/4

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

**B29C33/44** (2006.01)

**B64C1/00** (2006.01)

**B29C70/44** (2006.01)

**B29L31/30** (2006.01)

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

B29C, B64C, B29L

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 08.10.2012

**Declaración**

<b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>	Reivindicaciones	<b>SI</b>
	Reivindicaciones 1 - 4	<b>NO</b>
<b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)</b>	Reivindicaciones	<b>SI</b>
	Reivindicaciones 1 - 4	<b>NO</b>

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

**Base de la Opinión.-**

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

**1. Documentos considerados.-**

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	WO 2008092971 A1 (AIRBUS ESPANA SL et al.)	07.08.2008

**2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración**

En relación a la reivindicación independiente 1, se considera que el documento D01 representa el estado de la técnica anterior más cercano al objeto de la invención. Este documento divulga (pág. 4, lín. 4 a 21, pág. 6, lín. 1 a 10; reivindicación 1; figuras 1, 2 y 8) una estructura cerrada (1) de forma tubular realizada con un material compuesto que comprende una piel (3) y una pluralidad de larguerillos longitudinales de refuerzo (4) con forma de omega, que se fabrica como una pieza unitaria sobre un útil macho (2) de un material de un coeficiente de contracción mayor que el del material compuesto y se desmoldea según una dirección predeterminada, donde:

- la superficie exterior de la piel (3) forma un ángulo mayor o igual de 0° con la dirección de desmoldeo (12);
- cada uno de dichos larguerillos longitudinales (4) están conformados con una traza que sigue una dirección desmoldeable en relación con la dirección de desmoldeo (12) y con una sección transversal que mantiene constantes a lo largo de la traza su altura, la longitud de su cabeza y la longitud de sus pies.

Las características de la reivindicación 1 ya están divulgadas en el documento D01. Por tanto, la reivindicación 1 no es nueva según el art. 6.1 LP.

En relación a las reivindicaciones 2 a 4, dependientes de la reivindicación 1, tampoco son nuevas según el art. 6.1 LP ya que el documento D01 (pág. 4, lín. 4 a 21, pág. 6, lín. 1 a 10; reivindicación 1; figuras 1, 2 y 8) divulga que:

- la sección transversal cumple las siguientes condiciones en relación con una superficie de referencia perpendicular a la superficie exterior de la piel (3) a lo largo de la traza:
  - los vértices de los pies están ubicados en la intersección de la superficie interior de la piel (3) con superficies paralelas a dicha superficie de referencia a una distancia predeterminada de ella;
  - la cabeza está delimitada por unas superficies paralelas a dicha superficie de referencia a una distancia predeterminada de ella, es paralela a una hipotética superficie entre los vértices de los pies y está situada a una distancia predeterminada de ella.
- la estructura cerrada (1) tiene forma cilíndrica o troncocónica.
- la estructura cerrada (1) forma parte del fuselaje de una aeronave.