

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 631 182**

51 Int. Cl.:

F16C 7/02 (2006.01)

B29C 65/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.06.2014 PCT/IB2014/061917**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.12.2014 WO14195866**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.06.2014 E 14731812 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.03.2017 EP 3004669**

54 Título: **Tirante compuesto, su procedimiento de fabricación, y estructura de techo o de suelo aeronáutico que lo incorpora**

30 Prioridad:

05.06.2013 FR 1355173

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

29.08.2017

73 Titular/es:

**HUTCHINSON (100.0%)
2, rue Balzac
75008 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**GODON, MICHAËL;
GONZALEZ-BAYON, CRISTINA;
FLORENTZ, BERTRAND y
CIOLCZYK, JEAN-PIERRE**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 631 182 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

Tirante compuesto, su procedimiento de fabricación, y estructura de techo o de suelo aeronáutico que lo incorpora

La presente invención se refiere a un tirante estructural compuesto, a una estructura de techo o de suelo aeronáutico que lo incorpora, y a un procedimiento de fabricación de este tirante. La invención se aplica, de una manera general, a un tal tirante configurado para la absorción de esfuerzos mayoritariamente axiales, en particular, pero no exclusivamente, en el campo aeronáutico.

Los tirantes estructurales compuestos actuales de absorción de esfuerzos axiales presentan habitualmente una forma alargada, con un cuerpo principal central que se termina en dos extremos aplanados de conexión a estructuras que generan, sobre todo, esfuerzos axiales de tracción y compresión, de tal manera que la conexión se realiza, por lo común, mediante ejes de unión respectivamente montados a través de estos extremos.

El documento WO-A1-2009/000925 presenta un tal tirante, que se obtiene por medio de un procedimiento que comprende una conformación térmica discontinua de formas previas compuestas planas con material de base de fibras previamente impregnadas de una resina susceptible de endurecerse térmicamente o termoplástica, a fin de obtener dos coquillas semicilíndricas, a lo que sigue un ensamblaje de estas coquillas conformadas térmicamente por solidarización lateral de sus pares respectivos de bordes longitudinales, preferiblemente por medio de un endurecimiento o una soldadura térmica de la resina. Este ensamblaje de las coquillas es tal, que cada borde de una coquilla recubre o es recubierto lateralmente por un borde de la otra coquilla, formando, así, superficies de apoyo mutuo para estas coquillas, de áreas superficiales relativamente grandes.

Los tirantes descritos en este documento presentan el inconveniente de presentar una masa y un coste de fabricación relativamente elevados, por razón de su procedimiento de fabricación discontinuo y del modo de ensamblaje de las coquillas por recubrimiento lateral de sus bordes, lo que requiere doblar el espesor del tirante.

Podrá, igualmente, hacerse referencia al documento DE 10 2007 015909, que divulga un tirante estructural de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

De manera más general, un inconveniente principal de los tirantes estructurales compuestos conocidos a día de hoy reside en su masa y su coste elevados, que están ligados, por una parte, al procedimiento de transformación utilizado, por lo común, un moldeo de fibras secas por transferencia de resina («RTM», por «Resine Transfer Moulding») susceptible de endurecerse térmicamente, o un moldeo de fibras previamente impregnadas de una resina igualmente susceptible de endurecerse térmicamente por compresión dentro de un molde, por medio de una vejiga o de mandriles, y, por otra parte, al refuerzo de estos tirantes a fin de conferirles una resistencia suficiente a los impactos. La cantidad de refuerzos necesaria para garantizar la resistencia a los impactos puede ser relativamente elevada. En efecto, las resinas susceptibles de endurecerse térmicamente, por ejemplo, de tipo epoxídico, presentan una gran fragilidad como consecuencia de su muy pequeño alargamiento de rotura (por lo común, de un pequeño %). Es, por tanto, necesario añadir un número de láminas inversamente proporcional a este alargamiento de rotura para hacer que estas resinas sean más resistentes a la deformación por un impacto, lo que contribuye a hacer más pesados estos tirantes realizados de materiales susceptibles de endurecerse térmicamente.

Es un propósito de la presente invención proponer un tirante estructural compuesto que remedie los inconvenientes anteriormente mencionados, el cual comprende un cuerpo alargado y esencialmente convexo alrededor de un eje longitudinal de simetría, y dos extremos de conexión a estructuras adyacentes, y que se ha configurado para la absorción de esfuerzos mayoritariamente axiales (esto es, esfuerzos de tracción y compresión) generados por estas estructuras, de tal modo que el tirante comprende dos coquillas con dos bordes longitudinales, que están ensambladas la una a la otra por estos bordes, a la altura de dicho cuerpo y que tienen, cada una de ellas, como material de base al menos una capa de coquilla que comprende fibras de coquilla continuas y mayoritariamente paralelas a este eje de simetría, e impregnadas de una matriz termoplástica de coquilla.

A este efecto, un tirante de acuerdo con la invención es tal, que incorpora medios de ensamblaje de coquillas que comprenden al menos una capa de ensamblaje arrollada en torno a, y a lo largo de, las coquillas, a la altura de dicho cuerpo, de tal manera que la (o las) capa(s) de ensamblaje comprende(n) fibras de ensamblaje mayoritariamente inclinadas en un ángulo $\pm\alpha$ con respecto a dicho eje de simetría (esto es, con respecto a dichas fibras de coquilla mayoritariamente axiales) e impregnadas de una matriz termoplástica de ensamblaje, refundida al contacto con la matriz de coquilla.

Se apreciará que estos medios de ensamblaje son extrínsecos a las coquillas, ya que se unen en torno a estas al encerrarlos por medio de la (o las) capa(s) de ensamblaje cuya matriz es refundida al contacto con la matriz de cada coquilla, a la manera de una soldadura térmica entre la (o las) capa(s) de ensamblaje y las capas de las coquillas. La ventaja de esta soldadura por «refusión» es que se ahorra tiempo, energía y, por tanto, un coste significativo en relación con las resinas susceptibles de endurecerse térmicamente, que precisan de muchos minutos, u horas, de cocción.

Se apreciará, igualmente, que las dos coquillas son, así, ensambladas por esta soldadura térmica de la o las capas de ensamblaje sobre estas coquillas y en torno a ellas, contrariamente al ensamblaje del documento antes citado,

que utilizaba una soldadura lateral mutua de los pares de bordes respectivos de las coquillas.

Se apreciará, además, que estos ángulos no nulos $\pm\alpha$ entre las fibras inclinadas de ensamblaje y las fibras axiales de coquilla, puede estar comprendido entre $\pm 30^\circ$ y $\pm 90^\circ$, por ejemplo.

5 De acuerdo con otra característica preferente de la invención, cada coquilla tiene una cara externa convexa sensiblemente semicilíndrica o semitroncocónica a la altura del cuerpo, y tiene sus dos bordes longitudinales mencionados ensamblados contra los de la otra coquilla, dentro de la prolongación de estos últimos, sin recubrimiento lateral mutuo de un borde de una coquilla por un borde de la otra coquilla.

10 Por «semicilíndrica» se entiende, de manera conocida, una geometría de medio cilindro, la cual se define por una directriz o sección constante en forma de línea curva en un sentido amplio (por ejemplo, oval o elíptica, por ejemplo, circular).

Por «semitroncocónica» se entiende una geometría de mitad de tronco de cono, definida por una sección igualmente en forma de línea curva (por ejemplo, oval o elíptica, por ejemplo, circular) pero que varía de forma continuamente creciente o decreciente a lo largo de la longitud axial de cada coquilla, con un estrechamiento hacia dichos dos extremos de conexión.

15 Ventajosamente, dichos medios de ensamblaje de las coquillas pueden comprender al menos un par de dichas capas de ensamblaje que son mayoritariamente unidireccionales y están arrolladas sensiblemente en hélice según ángulos opuestos α y $-\alpha$ (por ejemplo, comprendidos, en valor absoluto, entre 30° y 90°), de tal manera que estas capas de ensamblaje se recubren mutuamente al ceñir dichas capas de coquilla, que son, de la misma manera, mayoritariamente unidireccionales.

20 De acuerdo con otra característica preferida de la invención, cada uno de dichos extremos de conexión del tirante presenta dos paredes paralelas y aplanadas de conexión, las cuales están, respectivamente, hechas de una sola pieza, con las dos coquillas a uno y otro lados de un plano longitudinal medio del tirante, que contiene dichos bordes longitudinales, y están, respectivamente, provistas de orificios enfrentados, destinados a ser atravesados por un eje de unión con una estructura correspondiente mencionada, láminas de refuerzo que comprenden fibras de extremos orientados, al menos en parte, de forma sensiblemente perpendicular a dicho eje de simetría, que recubren directamente dichas fibras de coquilla de estas dos paredes en cada extremo de conexión.

A título aún más preferido, dichas láminas de refuerzo, que son de tipo de tejido, bordados o unidireccionales, recubren, en cada extremo de conexión, las caras externas respectivas y/o las caras internas respectivas de dichas dos paredes de conexión.

30 De acuerdo con otra característica de la invención, dichas capas de coquilla y dicha al menos una capa de ensamblaje pueden estar constituidas por materiales idénticos o químicamente compatibles, de tal manera que dicha matriz termoplástica de ensamblaje se funde al contacto con dicha matriz termoplástica de coquilla.

35 De preferencia, dicha matriz termoplástica de coquilla y dicha matriz termoplástica de ensamblaje tienen como material de base al menos un polímero escogido de entre el grupo constituido por las poliamidas, las polieterimidias (PEI), los polisulfuros de fenileno (PPS), las poliariletercetonas (PAEK), las polieteretercetonas (PEEK), las polietercetonacetonas (PEKK) y sus aleaciones, de tal manera que dichas fibras de coquilla y/o dichas fibras de ensamblaje tienen, de preferencia, como material de base fibras de carbono. Se apreciará que son utilizables otros polímeros y fibras, siempre y cuando confieran al tirante resistencia a los impactos y una capacidad suficiente para la absorción de los esfuerzos axiales.

40 Se apreciará que un tirante así constituido presenta, sobre todo gracias a estos materiales termoplásticos que tienen propiedades intrínsecas de capacidad de autoextinción, baja densidad, baja toxicidad de los humos y una resistencia a los impactos mejorada, un aligeramiento acrecentado de manera significativa para un mismo valor dado de estas propiedades (por ejemplo, la resistencia a los impactos), en relación con los tirantes estructurales compuestos conocidos.

45 Este tirante de acuerdo con la invención presenta, así, particularmente propiedades mecánicas mejoradas referentes a la absorción de los esfuerzos axiales y a la resistencia a los choques, lo que se traduce en una ganancia de masa en el tirante para la obtención de propiedades determinadas.

50 Se apreciará que, de manera conocida, los tirantes estructurales, en particular para estructuras de techos, de suelos o de molduras centrales de fuselajes aeronáuticos, deben poder resistir cargas límite predefinidas, incluso aunque hayan soportado previamente impactos que los dañan y que son representativos de choques probables, pero no fácilmente apreciables, en funcionamiento. Estas cargas límite son una combinación de cargas axiales que hacen trabajar el tirante a tracción / compresión, y cargas radiales que le hacen trabajar a flexión o pandeo cuando se compacta en la compresión. Es así que un daño por impacto previo en un tirante disminuye su capacidad para resistir estas cargas. Según la fragilidad de la resina susceptible de endurecerse térmicamente que se utiliza para un tirante de la técnica anterior, es, por tanto, necesario añadirle un cierto número de láminas suplementarias con el fin de satisfacer la resistencia a los impactos.

- La presente invención, tal y como se ha explicado en lo anterior, permite utilizar para las coquillas, por una parte, capas de fibras mayoritaria o exclusivamente unidireccionales que son óptimas para resistir estas cargas límite de compresión y de pandeo, y, por otra parte, una o varias matrices termoplásticas que tienen un alargamiento de rotura que es claramente más elevado que el de las matrices susceptibles de endurecerse térmicamente, lo que permite disminuir el número de láminas para la obtención de la resistencia al impacto requerida.
- Según otro aspecto de la invención, dicho cuerpo de tirante puede comprender, además, radialmente entre dicha al menos una capa de coquilla para cada coquilla y dicha al menos una capa de ensamblaje, o bien radialmente entre dichas capas de ensamblaje, al menos un estrato intermedio de amortiguación y de reparto de impactos, en particular radiales, que se efectúa en un material apto para absorber y repartir la energía transmitida al tirante por estos impactos.
- Se apreciará que esta interposición de un tal estrato intermedio «de sacrificio», de preferencia hecho de un material amortiguador muy ligero (por ejemplo, un estrato amortiguador de nido de abeja, o hecho de otros materiales amortiguadores), permite, ventajosamente, absorber y repartir –para disminuir el impacto– los choques, en particular radiales, con vistas a minimizar la vulnerabilidad de las capas de coquilla mayoritariamente unidireccionales dispuestas con esa intención en el núcleo del tirante, a fin de conferirle la resistencia requerida a las cargas límite antes citadas. El espesor de este estrato «de sacrificio» de la invención puede escogerse fácilmente en función de la magnitud de la energía que se ha de absorber. Este estrato intermedio permite, de este modo, preservar, al menos parcialmente, en caso de choque, la integridad de las fibras de coquilla mayoritariamente unidireccionales que garantizan la resistencia del tirante.
- Ventajosamente, dicho al menos un estrato intermedio de la invención puede, además, ser un estrato de revelación de impactos apto para testimoniar el grado de los daños del tirante seguidamente a estos impactos, con vistas a su reemplazo, a la manera de un indicador de choques, por medición de la profundidad y/o de la extensión de esta(s) capa(s) afectada(s) por estos impactos (esto es, calibrando de antemano la profundidad y/o la extensión de impacto según los choques encajados, a fin de determinar si es necesario cambiar el tirante.
- En efecto, se sabe que las piezas compuestas presentan el inconveniente de poder resultar seriamente dañadas interiormente (por ejemplo, por descamaciones, roturas de fibras o fisuras) sin que ello sea visible desde el exterior, lo que obliga a sus diseñadores a sobredimensionarlas para que puedan soportar todas las cargas de fatiga y las cargas extremas teniendo en cuenta un posible daño previo (estas piezas sobredimensionadas se denominan «tolerantes a los daños»).
- De esta forma, la integración, de acuerdo con la invención, de un indicador de daños en el tirante permite no solo hacer que el impacto sea visible, sino, además, apreciar visualmente la gravedad. En efecto, la profundidad de hundimiento en caso de impacto de dicho estrato intermedio de acuerdo con la invención permite evaluar la gravedad de este impacto y, por tanto, la necesidad de un reemplazo, pero para magnitudes de impactos más pequeñas que las que serían necesarias para crear un daño visible en un tirante no equipado con semejante indicador. Este estrato intermedio «testigo» de la invención autoriza, ventajosamente, un aligeramiento suplementario del tirante, evitando sobredimensionarlo como en la técnica anterior para hacerlo «tolerante a los daños no visibles».
- Una estructura de techo o de suelo aeronáutico de acuerdo con la invención comprende al menos un tirante tal como se ha definido en lo anterior de esta memoria.
- Un procedimiento de fabricación de acuerdo con la invención de un tirante tal como se ha definido en lo anterior, comprende:
- a) una conformación en continuo de n capas planas de coquilla (n es un entero ≥ 2) mayoritariamente unidireccionales, con material de base de fibras continuas impregnadas de dicha matriz termoplástica de coquilla, a partir de n bobinas que desenrollan estas capas hacia un dispositivo conformador,
 - b) una formación en caliente y en continuo de estas capas de coquilla por extracción, incluyendo su consolidación, a fin de obtener piezas en tocos perfiladas de las coquillas, con caras externas convexas,
 - c) un calentamiento seguido de una conformación de los dos extremos de cada pieza en toco perfilada de coquilla, para la obtención de cada coquilla que presenta, en sus dos extremos, dos paredes aplanadas respectivas de conexión a dichas estructuras,
 - d) para cada tirante que se ha de ensamblar, un ensamblaje de las dos coquillas de tal manera que los bordes longitudinales de una de las coquillas se colocan contra los de la otra coquilla de modo que se forma dicho cuerpo de tirante, y de manera que, en cada extremo del tirante, las dos paredes aplanadas de conexión son paralelas y están separadas la una de la otra, llevándose a cabo este ensamblaje:
 - mediante el arrollamiento de dicha al menos una capa de ensamblaje en torno a, y a lo largo de, las coquillas, a la altura de dicho cuerpo, inclinando dichas fibras de ensamblaje en un ángulo $\pm\alpha$ con respecto a dicho eje de simetría, y

- mediante un calentamiento local concomitante de la o las capas de ensamblaje arrolladas sobre las capas de coquilla, o bien solamente de las capas de coquilla, o, incluso, de dichas capas de coquilla y, al mismo tiempo, de dicha al menos una capa de ensamblaje (cualesquiera que sean los medios de calentamiento), y

5 e) opcionalmente, con una interposición, radialmente entre las capas de coquilla y dicha al menos una capa de ensamblaje, o bien radialmente entre dichas capas de ensamblaje, de al menos una capa intermedia de amortiguación y de reparto de impactos, en particular radiales, que está hecha de un material apto para absorber y repartir la energía transmitida al tirante por estos impactos y que es, de preferencia, apto para testimoniar el grado de daños del tirante seguidamente a estos impactos, con vistas a su reemplazo, mediante una medición de la profundidad y/o de la extensión de este estrato.

10 Ventajosamente, en la etapa c), la conformación de los dos extremos de cada pieza en tocos perfilada de coquilla puede llevarse a cabo por moldeo por compresión, estampación o conformación térmica.

Igualmente de manera ventajosa, la etapa c) puede comprender, además, la aplicación, sobre dichas paredes aplanadas de los extremos respectivos de cada pieza en tocos de coquilla, láminas de refuerzo, de preferencia, del tipo de tejido, bordados o unidireccionales, que comprenden fibras de extremos orientados, al menos en parte, 15 sensiblemente de forma perpendicular a dicho eje de simetría, de tal manera que estas fibras así orientadas pueden recibir directamente dichas fibras de coquilla sobre y/o bajo dichas dos paredes de conexión separadas entre sí, en cada extremo de conexión del tirante obtenido en la etapa d).

De forma igualmente ventajosa, la etapa c) puede comprender, además, en cada extremo de cada pieza en tocos perfilada, una perforación de orificios a través de dichas dos paredes de conexión para el montaje de un eje de unión 20 respectivamente destinado a la fijación de una estructura mencionada.

De acuerdo con otra característica de la invención, en la etapa d), el arrollamiento de dicha al menos una capa de ensamblaje en torno a, y a lo largo de, las coquillas de cada tirante puede ser llevado a cabo por arrastre y rotación de las dos coquillas, colocadas enfrentadas en torno a un mandril.

Se apreciará, como variante, que las dos coquillas colocadas borde contra borde pueden ser fijas, y que se las puede envolver, en este caso, a través de medios móviles, mediante la rotación de dicha al menos una capa de 25 ensamblaje en torno a las coquillas.

Preferiblemente, se utilizan materiales idénticos o químicamente compatibles para las matrices termoplásticas respectivas de las capas de coquilla en la etapa a), o de la, o de cada, capa de ensamblaje en la etapa d), de tal manera que el ensamblaje se realiza en esta etapa d) por refusión de la matriz de ensamblaje sobre la matriz de 30 coquilla a la manera de una soldadura térmica.

A título aún más preferible, se utilizan para la matriz de coquilla en la etapa a), y para la de ensamblaje en la etapa d), materiales a base de al menos un polímero escogido de entre el grupo antes citado, así como fibras de carbono para las fibras de coquilla y/o para las fibras de ensamblaje.

Otras características, ventajas y detalles de la presente invención se pondrán de manifiesto de la lectura de la siguiente descripción de un ejemplo de realización de la invención, proporcionado a título ilustrativo y no limitativo, 35 de tal manera que dicha descripción se ha realizado con referencia a los dibujos que se acompañan, en los cuales:

la Figura 1 es una vista lateral, en perspectiva, de un tirante de acuerdo con la invención, en el estado ensamblado,

40 la Figura 2 es una vista lateral, en perspectiva, de otro tirante de acuerdo con la invención, igualmente en el estado ensamblado, que muestra la superficie intermedia, o interfaz, de contacto entre las dos coquillas de este tirante,

la Figura 3 es una vista esquemática, en corte axial, de este tirante, perpendicularmente a sus paredes de extremo,

45 la Figura 4 es una vista esquemática de las dos coquillas perfiladas que se utilizan para fabricar el tirante de la Figura 1 o de la Figura 2,

la Figura 5 es una vista esquemática de una instalación de acuerdo con la invención para la fabricación en continuo de estas coquillas perfiladas,

50 la Figura 6 es un diagrama esquemático que muestra, de acuerdo con un ejemplo de la invención, las etapas seguidas para la conformación con la forma de paredes aplanadas de los extremos de conexión de cada coquilla, antes de la colocación y del ensamblaje de dos coquillas,

la Figura 7 es una vista esquemática, parcial y despiezada que muestra la aplicación de láminas orientadas según las dos caras de la pared aplanada de un extremo de conexión así formado para cada una de las dos coquillas constituidas por capas unidireccionales de fibras axiales, después de la colocación y antes del

ensamblaje de estas dos coquillas,

la Figura 8 es una vista esquemática de una instalación de acuerdo con un ejemplo de la invención, para el ensamblaje de coquillas colocadas borde con borde, para el arrollamiento de capas cruzadas en torno a las coquillas y a lo largo de estas,

5 la Figura 9 es una vista esquemática, en corte axial similar a la Figura 3, que ilustra el modo de arrollamiento según ángulos opuestos de dos capas cruzadas en torno a las coquillas así colocadas y a lo largo de estas, y que muestra las matrices termoplásticas respectivas de estas capas, así como de las capas de coquilla,

10 la Figura 10 es una vista igualmente esquemática, pero en perspectiva lateral, que muestra el comienzo de este arrollamiento de las capas cruzadas sobre las coquillas de la Figura 9, y que ilustra la orientación de las fibras respectivas de las capas de coquilla y de las capas de ensamblaje,

la Figura 11 es una vista esquemática, parcial y despiezada que muestra, a instancias de la Figura 7, estas capas cruzadas cuyas fibras de ensamblaje recubren las fibras axiales de las coquillas, con dichas láminas orientadas aplicadas sobre las dos paredes aplanadas de un extremo de conexión del tirante,

15 la Figura 12 es una vista esquemática, en corte axial similar a la Figura 9, que muestra un tirante de acuerdo con la invención en curso de ensamblaje, el cual incorpora un estrato de amortiguación dispuesto entre las capas de coquilla y las dos capas cruzadas de ensamblaje,

la Figura 13 es una vista esquemática, en corte transversal, de este tirante en curso de ensamblaje, según el plano XIII-XIII de la Figura 12, y

20 la Figura 14 es una vista esquemática, en corte transversal, de otro tirante de acuerdo con la invención, como variante de la Figura 13, que incorpora un estrato de amortiguación entre las dos únicas capas cruzadas de ensamblaje.

Como se ha ilustrado en las Figuras 1 a 3, un tirante 1 de acuerdo con la invención comprende un cuerpo convexo 2 con dos coquillas 3 y 4, ensambladas la una contra la otra, y dos extremos de conexión 5 y 6, destinados a unir el tirante 1 a estructuras adyacentes a través de dos ejes de unión (no visibles) destinados a montarse, respectivamente, dentro de estos extremos 5 y 6. Cada extremo de conexión 5, 6 forma una chapa con dos paredes planas 5a y 5b, 6a y 6b paralelas, que están separadas entre sí a uno y otro lados del eje de simetría X'X del tirante 1, y que están perforadas por dos orificios 5c, 6c situados uno enfrente del otro y destinados a recibir uno de los ejes de unión.

30 La Figura 4 muestra las dos piezas en toско perfiladas 3' y 4' de las coquillas 3 y 4, que se utilizan para fabricar este tirante 1 de acuerdo con la invención, antes de la conformación de los dos extremos 3a y 3b, 4a y 4b de cada coquilla 3, 4, a fin de obtener las dos paredes aplanadas de extremo 5a y 5b, 6a y 6b que pueden observarse en las Figuras 1 a 3. Estas dos piezas en toско 3' y 4' presentan, cada una de ellas, una misma geometría semicilíndrica, la cual se obtiene por un procedimiento en continuo de formado / conformación de capas mayoritariamente unidireccionales 7 como se ha ilustrado en la Figura 5.

40 Esta Figura 5 muestra el paso, a este efecto, dentro de una máquina formadora 8 de n = 3 capas planas 7 de coquilla unidireccionales con un material de base de fibras 7a contenidas en la dirección longitudinal (por ejemplo, de fibras de carbono) e impregnadas de una matriz termoplástica de coquilla 7b (por ejemplo, de PEEK o de PPS), que parten de tres bobinas 9 que reciben y desenrollan estas capas 7, a lo que sigue la conformación en continuo, en caliente, de estas capas 7 por medio de un dispositivo 10 de extracción, para la obtención de las piezas en toско de coquilla 3' y 4' semicilíndricas, en las cuales se han consolidado estas capas 7 de manera concomitante (la estructura de las capas 7 es visible en la Figura 7). Esta conformación se realiza, por ejemplo, a una temperatura de aproximadamente 300°C para la fusión de esta matriz 7b y para mantener las fibras 7a en la posición correcta.

45 La Figura 6 muestra un ejemplo de acuerdo con la invención para conformar, por medio de un moldeo por compresión, los dos extremos 3a y 3b, 4a y 4b de cada pieza en toско 3' y 4' obtenida aguas arriba del dispositivo 10 (se precisa que puede ser igualmente utilizable una estampación o una conformación térmica para esta conformación de los extremos 3a y 3b, 4a y 4b). Se realiza con anterioridad, a fin de permitir esta conformación, un calentamiento previo de estos dos extremos 3a y 3b, 4a y 4b de la pieza en toско 3'. 4', tras lo cual, como se muestra en A (en corte axial plano según el plano sagital VI-VI de la Figura 4), se inserta la pieza en toско perfilada 3', 4' dentro de un molde 11. Se cierra entonces la pared superior 11a del molde 11 (etapa B), provista, en su cara interna, de una contraforma 11b apta para conformar estos extremos 3a y 3b, 4a y 4b aplicando una presión determinada sobre estas, lo que, tras la apertura de la pared superior 11a y la extracción de la pieza en toско 3', 4' (etapa C), permite obtener una pared aplanada 5a y 6a, 5b y 6b en cada uno de sus dos extremos 3a y 3b, 4a y 4b.

55 Cada pieza de partida 3', 4' de coquilla 3, 4 así obtenida, con paredes de extremo aplanadas 5a y 5b, 6a y 6b, está formada de capas unidireccionales axiales 7 de coquilla que se extienden de forma continua sobre el cuerpo 2 y sobre estas paredes de extremo 5a y 5b, 6a y 6b.

Como se ha ilustrado en la Figura 7, esta operación de conformación de los extremos 3a y 3b, 4a y 4b de cada pieza en tocos 3', 4' incluye, además, una aplicación de láminas de refuerzo orientadas 12 sobre las dos caras, externa e interna, de cada pared aplanada de extremo 5a y 5b, 6a y 6b, y además, opcionalmente, piezas de inserción (no visibles) para la perforación, en 5c, 6c, de cada pared 5a y 5b, 6a y 6b, con vistas a montar en ella un eje de unión que garantice la unión del tirante 1 a las dos estructuras adyacentes. Estas láminas 12 pueden estar constituidas, cada una de ellas, por una tela o por fibras unidireccionales que comprenden, en estos dos casos, una vez aplicadas sobre y bajo cada pared de extremo 5a y 5b, 6a y 6b, fibras orientadas 12a que forman un ángulo de aproximadamente 90° con las fibras unidireccionales axiales 7a de cada pared 5a y 5b, 6a y 6b, que estas fibras orientadas 12a recubren (se precisa que, en el ejemplo de la Figura 7, las láminas 12 comprenden fibras axiales 12b, además de las fibras 12a orientadas a 90°).

Se apreciará que esta adición de láminas 12 y, eventualmente, de piezas de inserción sobre las paredes de extremo 5a y 5b, 6a y 6b de las coquillas 3 y 4, debe ser realizada, ventajosamente, conservando, en todo caso, la integridad de las fibras axiales 7a que constituyen el cuerpo 2 de cada coquilla 3, 4.

Por último, y como se ilustra en las Figuras 8 a 10, se colocan primeramente las dos coquillas 3 y 4 de manera que los dos bordes longitudinales 3A de una de ellas sean aplicados con precisión contra los de la otra, 4A, en la prolongación directa de estos bordes 3A y 4A. A continuación, se ciñen las coquillas 3 y 4 así colocadas sobre un mandril 13 por medio de un «encinchado» por parte de las capas de ensamblaje cruzadas 14 y 15, por ejemplo, en número de dos, las cuales están constituidas, cada una de ellas, por fibras unidireccionales 14a y 15a (por ejemplo, de carbono, como las fibras de coquilla 7a) impregnadas de una matriz termoplástica 14b y 15b idéntica, derivada de, o compatible con, la de las coquillas, 7b (por ejemplo, con material de base de PEEK o de PPS, como las matrices de coquilla 7b).

A este efecto, se arrollan en hélice, en torno a los cuerpos respectivos 2 de las coquillas 3 y 4, y a lo largo de estos (esto es, un paso a nivel de las paredes de extremo 5a y 5b, 6a y 6b de las coquillas 3 y 4; véanse las Figuras 9 y 10), las capas de ensamblaje 14 y 15 provistas de fibras 14a y 15a mayoritariamente inclinadas según ángulos α y $-\alpha$ con respecto al eje X'X, siempre calentando localmente, al mismo tiempo, las capas de ensamblaje 14 y 15 en el curso del arrollamiento sobre las capas 7 de coquilla por medios de calentamiento 16a y 16b apropiados para asegurar la fusión de las matrices termoplásticas 7b, 14b, 15b y la cohesión del conjunto (véase la Figura 8). Y a la inversa, puede escogerse, igualmente, calentar, antes bien, las capas 7 de coquilla durante el arrollamiento de las capas de ensamblaje 14 y 15, siendo lo importante reactivar térmicamente hasta el límite de fusión al menos uno de los lados situados en la zona de entrada en contacto con las capas.

Como es visible en las Figuras 12 y 13, puede interponerse un estrato intermedio 20 de amortiguación de impactos radiales (véase la flecha I) y, ventajosamente, apto para testimoniar el grado de daños del tirante 1' seguidamente a estos impactos, radialmente en el exterior de las capas 7 de coquilla y radialmente en el interior de las dos capas de ensamblaje 14 y 15.

O bien, como es visible en la Figura 14, puede, como variante, escogerse interponer un tal estrato intermedio 20' de amortiguación de impactos radiales (véase, igualmente, la flecha I) y, ventajosamente, apto para testimoniar el grado de daños del tirante 1" seguidamente a estos impactos, radialmente entre las dos capas de ensamblaje 14 y 15.

Se realiza, ventajosamente, este arrollamiento de las capas de ensamblaje 14 y 15 haciendo girar el mandril 13, recubierto con las dos coquillas 3 y 4, en torno a su eje de revolución (que se confunde con el eje de simetría X'X de las coquillas 3 y 4) por medios de arrastre a rotación (no representados) solidarios con dos extremos de este mandril 13, al mismo tiempo que se aplican bajo tensión, según estos ángulos α y $-\alpha$ (por ejemplo, comprendidos, en valor absoluto, entre 30° y 90°), las capas 14 y 15 sobre las capas 7 de las coquillas 3 y 4 por medios de aplicación de bandas bajo tensión o de presión 17, por ejemplo, del tipo de rodillo.

Estos medios de calentamiento local 16a y 16b pueden, por ejemplo, consistir en medios de soplado de aire caliente y en una pistola de aire caliente, en medios que emiten en el dominio infrarrojo o en el de los rayos láser, y pueden disponerse aguas abajo con respecto a medios de calentamiento previo 18 de las capas de ensamblaje 14 y 15. Se apreciará que estos medios 16a, 16b, 18 se han ilustrado únicamente a título de ejemplo en la Figura 8, la cual muestra, además, desprendimientos de calor por convección (flechas D) y por radiación (flechas E).

Se obtiene, finalmente, al término de este ensamblaje, el tirante 1 ilustrado en una vista en despiece en la Figura 11, con su cuerpo 2 de fibras de coquilla axiales 7a que están revestidas de fibras cruzadas de ensamblaje 14a y 15a, y con sus extremos de conexión 5 y 6 de fibras 7a de coquilla igualmente axiales que están revestidas de láminas de refuerzo orientadas 12.

Como se ha indicado anteriormente, se apreciará que los tirantes 1 de acuerdo con la invención están optimizados en el sentido de la sollicitación de los esfuerzos, lo que se traduce en una ganancia de masa.

REIVINDICACIONES

- 1.- Un tirante (1, 1', 1'') que comprende un cuerpo alargado (2) esencialmente convexo en torno a un eje longitudinal de simetría (X'X), y dos extremos de conexión (5 y 6) a estructuras adyacentes, y que se ha configurado para la absorción de esfuerzos mayoritariamente axiales generados por estas estructuras, de tal manera que el tirante comprende dos coquillas (3 y 4) que tienen dos bordes longitudinales (3A y 4A) que están ensambladas la una a la otra por estos bordes, a la altura de dicho cuerpo, y que tienen, cada una de ellas, como material de base al menos una capa (7) de coquilla que comprende fibras de coquilla continuas (7a) mayoritariamente paralelas a este eje de simetría y que están impregnadas de una matriz termoplástica (7b) de coquilla, estando el tirante caracterizado por que incorpora medios de ensamblaje (14 y 15) de las coquillas, que comprenden al menos una capa de ensamblaje (14, 15) arrollada en torno a, y a lo largo de, las coquillas, a la altura de dicho cuerpo, de tal manera que la (o las) capa(s) de ensamblaje comprenden fibras de ensamblaje (14a, 15a) mayoritariamente inclinadas en un ángulo $\pm\alpha$ con respecto a dicho eje de simetría e impregnadas de una matriz termoplástica de ensamblaje (14b, 15b), fundida al contacto con la matriz de coquilla.
- 2.- Un tirante (1, 1', 1'') de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que cada coquilla (3, 4) tiene una cara externa convexa sensiblemente semicilíndrica o semitroncocónica a la altura de dicho cuerpo (2) y en sus mencionados dos bordes longitudinales (3A, 4A), ensamblados contra los de la otra coquilla (4, 3) en la prolongación de estos últimos, sin recubrimiento lateral mutuo de un borde (3A) de una coquilla (3) por un borde (4A) de la otra coquilla (4).
- 3.- Un tirante (1, 1', 1'') de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, caracterizado por que dichos medios de ensamblaje (14, 15) de las coquillas (3 y 4) comprenden al menos un par de dichas capas de ensamblaje (14 y 15), que son mayoritariamente unidireccionales y están arrolladas sensiblemente en hélice siguiendo ángulos opuestos α y $-\alpha$, de tal modo que estas capas de ensamblaje se recubren mutuamente al ceñir dichas capas (7) de coquilla, asimismo mayoritariamente unidireccionales.
- 4.- Un tirante (1, 1', 1'') de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que cada uno de dichos extremos de conexión (5, 6) del tirante presenta dos paredes de conexión paralelas y aplanadas (5a y 5b, 6a y 6b) que están hechas, respectivamente, de una sola pieza con las dos coquillas (3 y 4) a uno y otro lados de un plano longitudinal medio del tirante, que contiene dichos bordes longitudinales (3A y 4A), y que están provistas, respectivamente, de orificios (5c, 6c) situados uno enfrente de otro y destinados a ser atravesados por un eje de unión a una mencionada estructura correspondiente, de tal manera que unas láminas de refuerzo (12), que comprenden fibras de extremo (12a) orientadas, al menos en parte, de forma sensiblemente perpendicular a dicho eje de simetría (X'X), recubren directamente dichas fibras (7a) de coquilla de estas dos paredes, en cada extremo de conexión.
- 5.- Un tirante (1, 1', 1'') de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado por que dichas láminas de refuerzo (12), que son de tipo de tela, bordados o unidireccionales, recubren, en cada extremo de conexión (5, 6), las caras externas respectivas y/o las caras internas respectivas de dichas dos paredes de conexión (5a y 5b, 6a y 6b).
- 6.- Un tirante (1, 1', 1'') de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que dichas capas (7) de coquilla y dicha al menos una capa de ensamblaje (14, 15) están constituidas de materiales idénticos o químicamente compatibles, de tal manera que dicha matriz termoplástica de ensamblaje (14b, 15b) se funde al contacto con dicha matriz termoplástica (7b) de coquilla.
- 7.- Un tirante (1, 1', 1'') de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que dicha matriz termoplástica (7b) de coquilla y dicha matriz termoplástica de ensamblaje (14b, 15b) tienen como material de base al menos un polímero escogido de entre el grupo constituido por las poliamidas, las polieterimidias (PEI), los polisulfuros de fenileno (PPS), las poliariletercetonas (PAEK), las polieteretercetonas (PEEK), las polietercetonacetonas (PEKK) y sus aleaciones, de tal manera que dichas fibras de coquilla (7a) y/o dichas fibras de ensamblaje (14a, 15a) tienen, de preferencia, como material de base fibras de carbono.
- 8.- Un tirante (1', 1'') de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que dicho cuerpo comprende, además, radialmente entre dicha al menos una capa (7) de coquilla para cada coquilla (3, 4) y dicha al menos una capa de ensamblaje (14, 15), o bien radialmente entre dichas capas de ensamblaje (14 y 15), al menos un estrato intermedio (20, 20') de amortiguación de impactos (I), en particular radiales, que está hecho de un material apto para absorber y repartir la energía de estos impactos, de tal modo que dicho al menos un estrato intermedio es además, preferiblemente, apto para testimoniar el grado de daño del tirante seguidamente a los impactos, con vistas a su reemplazo, por medio de una medición de la profundidad y/o de la extensión de dicha al menos una capa.
- 9.- Una estructura de techo o de suelo aeronáutico, caracterizada por que comprende al menos un tirante (1, 1', 1'') de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes.
- 10.- Un procedimiento de fabricación de un tirante (1, 1', 1'') de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado por que comprende:

- a) conformar en continuo n capas planas (7) de coquilla (n es un entero ≥ 2) mayoritariamente unidireccionales, con material de base de fibras continuas (7a) impregnadas de dicha matriz termoplástica (7b) de coquilla, a partir de n bobinas (9) que desenrollan estas capas hacia una máquina formadora (8),
- 5 b) conformar en caliente y en continuo estas capas de coquilla por extracción que incluye su consolidación, a fin de obtener piezas en toско perfiladas (3' y 4') de las coquillas (3 y 4) de caras externas convexas,
- c) calentar y, a continuación, conformar los dos extremos (3a y 3b, 4a y 4b) de cada pieza en toско perfilada de coquilla, a fin de obtener cada coquilla (3, 4), la cual presenta, en sus dos extremos, dos paredes aplanadas respectivas (5a y 6a, 5b y 6b) de conexión a dichas estructuras,
- 10 d) para cada tirante que se ha de ensamblar, ensamblar las dos coquillas (3 y 4) de manera que los bordes longitudinales (3A) de una coquilla (3) se colocan contra los bordes (4A) de la otra coquilla (4), de tal modo que se forma dicho cuerpo (2) de tirante, y de manera que, en cada extremo (5, 6) del tirante, las dos paredes aplanadas de conexión (5a y 5b, 6a y 6b) son paralelas y están separadas la una de la otra, llevándose a cabo este ensamblaje mediante los pasos de:
- 15 - arrollar dicha al menos una capa de ensamblaje (14, 15) en torno a, y a lo largo de, las coquillas, a la altura de dicho cuerpo, inclinando dichas fibras de ensamblaje (14a, 15a) en un ángulo $\pm\alpha$ con respecto a dicho eje de simetría (X'X),
- calentar localmente, de forma concomitante, la o las capas de ensamblaje enrolladas sobre las capas (7) de coquilla, o solo las capas de coquilla, o incluso dichas capas de coquilla y, al mismo tiempo, dicha al menos una capa de ensamblaje, y
- 20 e) opcionalmente, interponer radialmente entre dichas capas (7) de coquilla y dicha al menos una capa de ensamblaje (14, 15), o bien radialmente entre dichas capas de ensamblaje (14 y 15), al menos un estrato intermedio (20, 20') de amortiguación y de reparto de impactos, en particular radiales (I), que está hecho de un material apto para absorber y repartir la energía transmitida al tirante (1', 1'') por estos impactos, y que es, preferiblemente, apto para testimoniar el grado de daño del tirante seguidamente a estos impactos con vistas a su reemplazo, mediante una medición de la profundidad y/o la extensión de este estrato.
- 25 11.- Un procedimiento de fabricación de un tirante (1, 1', 1'') de acuerdo con la reivindicación 10, caracterizado por que, en la etapa c), la conformación de los dos extremos (3a y 3b, 4a y 4b) de cada pieza en toско perfilada (3', 4') de coquilla se realiza por moldeo por compresión, estampación o conformación térmica.
- 30 12.- Un procedimiento de fabricación de un tirante (1, 1', 1'') de acuerdo con la reivindicación 10 o la reivindicación 11, caracterizado por que la etapa c) comprende, además, aplicar sobre dichas paredes aplanadas (5a y 6a, 5b y 6b) de los extremos respectivos (3a y 3b, 4a y 4b) de cada pieza en toско (3', 4') de coquilla, unas láminas de refuerzo (12), preferiblemente del tipo de tela, bordados o unidireccionales, que comprenden fibras de extremo (12a) orientadas, al menos en parte, de forma sensiblemente perpendicular a dicho eje de simetría (X'X), de tal manera que estas fibras así orientadas recubren directamente dichas fibras (7a) de coquilla sobre y/o bajo dichas dos paredes de conexión (5a y 5b, 6a y 6b), separadas una de otra en cada extremo de conexión (5, 6) del tirante obtenido en la etapa d).
- 35 13.- Un procedimiento de fabricación de un tirante (1, 1', 1'') de acuerdo con una de las reivindicaciones 10 a 12, caracterizado por que la etapa c) comprende, además, perforar, en cada extremo (3a, 3b, 4a, 4b) de cada pieza en toско perfilada (3', 4'), unos orificios (5c, 6c) a través de dichas dos paredes de conexión (5a y 5b, 6a y 6b) para el montaje de un eje de unión respectivamente destinado a la fijación de una de las mencionadas estructuras.
- 40 14.- Un procedimiento de fabricación de un tirante (1, 1', 1'') de acuerdo con una de las reivindicaciones 10 a 13, caracterizado por que, en la etapa d), el arrollamiento de dicha al menos una capa de ensamblaje (14, 15) en torno a, y a lo largo de, las coquillas (3, 4) de cada tirante se lleva a cabo por arrastre a rotación de las dos coquillas colocadas una frente a otra, en torno a un mandril (13).
- 45 15.- Un procedimiento de fabricación de un tirante (1, 1', 1'') de acuerdo con una de las reivindicaciones 10 a 14, caracterizado por que se utilizan materiales idénticos o químicamente compatibles para las matrices termoplásticas respectivas de dichas capas (7) de coquilla, en la etapa a), y de dicha al menos una capa de ensamblaje (14, 15), en la etapa d), de tal manera que el ensamblaje se realiza, en esta etapa d), por refusión de la matriz de ensamblaje (14b, 15b) sobre la matriz (7b) de coquilla, a la manera de una soldadura térmica.
- 50 16.- Un procedimiento de fabricación de un tirante (1, 1', 1'') de acuerdo con una de las reivindicaciones 10 a 15, caracterizado por que se utilizan:

- 5
- para dicha matriz termoplástica (7b) de coquilla, en la etapa a), y para dicha matriz termoplástica de ensamblaje (14b, 15b), en la etapa d), materiales que tienen como material de base al menos un polímero escogido de entre el grupo constituido por las poliamidas, las polieterimidias (PEI), los polisulfuros de fenileno (PPS), las poliariletercetonas (PAEK), las polieteretercetonas (PEEK), las polietercetonacetonas (PEKK) y sus aleaciones, y, preferiblemente,
 - fibras de carbono para dichas fibras (7a) de coquilla y/o dichas fibras de ensamblaje (14a, 15a).

10





