

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 656 774**

51 Int. Cl.:

B32B 5/10 (2006.01)
B32B 5/26 (2006.01)
B32B 7/12 (2006.01)
B32B 7/14 (2006.01)
B32B 3/08 (2006.01)
B32B 3/28 (2006.01)
B32B 1/00 (2006.01)
B64C 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.06.2016 E 16172728 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.11.2017 EP 3100852**

54 Título: **Estructura estratificada curvada**

30 Prioridad:

03.06.2015 TR 201506773

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

28.02.2018

73 Titular/es:

TUSAS-TÜRK HAVACILIK VE UZAY SANAYII A.S.
(100.0%)
Fethiye Mahallesi Havacılık Bulvarı No:17, Akinci,
Kazan
06980 Ankara, TR

72 Inventor/es:

GOZLUKLU, BURAK y
COKER, DEMIRKAN

74 Agente/Representante:

ARPE FERNÁNDEZ, Manuel

ES 2 656 774 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

Estructura estratificada curvada

5 Ámbito técnico

[0001] La presente invención se refiere a una estructura diseñada para evitar la formación de delaminación en estructuras estratificadas curvadas y la propagación de la fisura de delaminación formada, especialmente las utilizadas en el campo de la aviación.

10

Antecedentes de la técnica

[0002] En particular, en el sector de la aviación, en un curvado de un componente con geometría en L que soporta cargas pesadas tales como vigas, listones, etc., que se utilizan por ejemplo en la fabricación de aeronaves, y en una curvatura de una estructura curvada tal como bridas, abrazaderas, etc., que se utilizan para ensamblar los componentes que forman la estructura del avión, el esfuerzo de tracción creado perpendicularmente a las capas que forman dichos componentes puede provocar la formación de delaminación (fisuras entre laminas). Dichas fisuras de delaminación se propagan a través de las capas y pueden dar como resultado una separación completa de las capas y una rotura repentina del componente. Para reforzar contra delaminación las estructuras compuestas curvadas, se usa un mayor número de capas, lo que da como resultado en un aumento de peso innecesario de las estructuras de los aviones. Además, se han desarrollado varias estructuras con el fin de evitar la formación de delaminación y retardar/inhibir la propagación de la fisura de delaminación formada.

[0003] Un componente, que es un ejemplo de estas estructuras, se describe en el documento US2010284810A1. En sus capas, dicho componente incluye elementos fibrosos que se extienden en la dirección de un eje. Una preforma del componente está formada por capas de previamente impregnadas acumuladas sobre dichas capas. Los elementos fibrosos están dispuestos de modo que se encuentran en planos que no son perpendiculares al eje de curvatura del curvado del componente y dichas capas atraviesan los elementos fibrosos. Sin embargo, aunque la formación de delaminación entre el componente y sus capas se retarda, en caso de formarse una fisura de delaminación, no se puede evitar la propagación de dicha fisura a través de la capa. Además, los elementos fibrosos del componente descrito en dicho documento que están distribuidos de forma homogénea y trabajan a nivel micro sin alterar la distribución de la carga. Por lo tanto, el componente en US2010284810A1 no puede proporcionarse con la resistencia suficiente para resistir cargas pesadas. Además, la estructura descrita en dicho documento no proporciona contramedidas respecto de la formación de una región propensa a la formación de delaminación inducida por la concentración de carga en la región de una curvatura que está próxima a elementos de sujeción cuando la estructura esté montada en una estructura adicional por medio de elementos de sujeción tales como remaches/pernos. Otro documento de la técnica anterior JP2011074207A, revela un material compuesto reforzado con fibra. En dicho documento, se obtiene una capa de haz de fibras uniendo fibras estratificadas entre sí por medio de fibras helicoidales. Dichas fibras helicoidales mantienen unida la capa del haz de fibras y soportan el material, reforzando de ese modo la estructura del material contra la delaminación. Sin embargo, dichas fibras helicoidales cambian continuamente de dirección y se usan para soportar la capa del haz de fibras que transporta cargas, en lugar de ser el principal soporte de carga. En otras palabras, las fibras helicoidales refuerzan la capa del haz de fibras, es decir, la estructura interna del material, cuyo refuerzo es especialmente en la dirección del espesor (entre laminas) y las fibras helicoidales de la invención no pueden alterar la distribución de la carga en el componente completo. Por lo tanto, la invención en JP2011074207A no puede prevenir eficazmente la formación de delaminación y propagación de la fisura de delaminación formada. Además, el documento JP2011074207A no menciona la prevención de la formación de una región propensa a la delaminación en las regiones de unión donde se usan elementos de sujeción, especialmente en una curvatura del material, en el caso de que el material se monte en una estructura adicional por medio de elementos de sujeción. El documento EP2233625, revela una estructura estratificada curvada adecuada para su uso en la industria aeronáutica que comprende al menos tres capas, caracterizada porque comprende hilos de trama auxiliares que consisten en fibras unidireccionales, que están posicionados en el lado superior de una capa intermedia enfrentada a una capa externa y sobre la estructura estratificada curvada en la dirección longitudinal. Debido a las razones identificadas anteriormente, con la presente invención, se proporciona una estructura estratificada curvada en la que se garantiza el refuerzo estructural, siendo prevenida, en todo caso, la formación de delaminación, reduciendo la tensión a tracción aplicada sobre la curvatura a través de una alteración en el distribución de cargas en dicha curvatura, y en caso de formarse la delaminación, enlentecer la propagación de dicha fisura de delaminación.

60 Breve descripción de la invención

[0004] Con la presente invención, se proporciona una estructura estratificada curvada adecuada para su utilización en la industria aeronáutica que comprende, al menos, una capa superior situada sobre la superficie del radio interior, al menos una capa inferior colocada sobre la superficie del radio exterior de la estructura estratificada curvada, y al menos una capa intermedia situada entre dichas capa superior y capa inferior. La estructura estratificada curvada de la invención comprende, al menos, un haz de fibras que consta de fibras unidireccionales, que está colocado en un lado superior de la capa intermedia orientada hacia la capa externa y sobre la estructura estratificada curvada en dirección longitudinal, para asegurar la resistencia, por medio de rigidez a alargamiento, contra la deformación

65

inducida por el aumento de un ángulo interno en la región de una curvatura de dicha estructura estratificada curvada y que da como resultado una fuerza de tracción aplicada sobre la estructura estratificada curvada; y al menos una cinta adhesiva que extiende sobre curvatura de la estructura estratificada curvada y sobre la capa intermedia, a lo largo de la anchura de la estructura estratificada curvada, para evitar la propagación entre capas de una posible fisura de delaminación dentro de dicha estructura estratificada curvada.

[0005] Con la estructura estratificada curvada según la presente invención, se evita la formación de delaminación en la región de curvatura, y también en caso de formación de una posible fisura de delaminación, se evita la propagación de la misma. Además, dado que la estructura de la invención es liviana y resistente, la estructura estratificada curvada es adecuada para utilizarse en la industria de la aviación. La presente invención parece ser una solución que es fácilmente aplicable a "composites" de aeronaves civiles actuales en que la invención incluye tecnologías que pueden ser producidas por métodos convencionales y susceptibles de certificación por las autoridades civiles.

Objeto de la invención

[0006] Un objeto de la presente invención es proporcionar una estructura estratificada curvada adecuada para utilización en el campo de la aviación, en la que se previene la formación de delaminación en una curvatura de la misma.

[0007] Otro objeto de la presente invención es proporcionar una estructura estratificada curvada en la que en caso de una fisura por delaminación en una curvatura, se evita que dicha fisura de delaminación se propague entre las capas y a través de la estructura estratificada curvada.

[0008] Otro objeto de la presente invención es proporcionar una estructura estratificada curvada que hace homogénea y, de este modo, reduce, a lo largo de la anchura de la curva, la tensión de tracción concentrada especialmente en una curvatura, para evitar la formación de delaminación.

[0009] Otro objeto de la presente invención es proporcionar una estructura estratificada curvada que sea resistente y ligera.

[0010] Un objeto adicional de la presente invención es proporcionar una estructura estratificada curvada que evite la formación de delaminación en zonas próximas a un orificio de conexión situado en la región de una curvatura que se utiliza especialmente en estructuras de aeronaves para el montaje de estructuras de aeronaves.

[0011] Otro objeto de la presente invención es proporcionar una estructura estratificada curvada que sea fácil de realizar ya que consiste en tecnologías primarias y básicas que están aprobadas por las autoridades de aviación civil y que reducen el riesgo de formación de delaminación.

[0012] Otro objeto de la presente invención es proporcionar una estructura estratificada curvada que sea económica y ligera, ya que el material utilizado para el refuerzo no se usa en toda la estructura, sino en una pequeña sección de la misma.

[0013] Otro objeto de la presente invención es proporcionar una estructura estratificada curvada en la que se evita un aumento indeseable en el tamaño de la estructura debido al material utilizado para el refuerzo de la estructura.

[0014] Aún otro objeto de la presente invención es proporcionar una estructura estratificada curvada que sea fácil de fabricar y económica debido al hecho de que los materiales de la misma son materiales de uso común, y que las autoridades aeronáuticas pueden otorgarles la certificación de vuelo ya que consiste en tecnologías relativamente sencillas.

Descripción de los dibujos

[0015] Las realizaciones ilustrativas de la estructura estratificada curvada según la presente invención se ilustran en los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 es una vista en perspectiva de la estructura estratificada curvada según la presente invención.

La figura 2 es una vista en perspectiva del haz de fibras usado en la estructura estratificada curva así como una vista en sección del mismo que muestra la densidad de fibras del haz.

La figura 3 es otra vista en perspectiva de la estructura estratificada curvada que muestra las cintas adhesivas usadas en dicha estructura estratificada curvada.

La figura 4 es una vista en sección lateral de una región de curvatura de la estructura estratificada curvada que muestra las cintas adhesivas.

La figura 5 es una vista frontal de una estructura estratificada curvada de la técnica anterior ensamblada utilizando elementos de sujeción y un gráfico que muestra la distribución, a lo largo de la anchura de la curva (eje Y), de la tensión de apertura radial (σ_r) generada en la curvatura bajo una fuerza de tracción aplicada allí.

La figura 6 es una vista frontal de la estructura estratificada curvada de la invención montada utilizando elementos de sujeción, y un gráfico que muestra la distribución, a lo largo del ancho de la curva (eje Y), de una tensión radial (σ_r) generada en la curvatura sometida a una fuerza de tracción allí aplicada.

[0016]

A todas las partes ilustradas en los dibujos se les asigna individualmente un número de referencia y los términos correspondientes a estos números se relacionan de la siguiente manera:

- Estructura estratificada curvada (D)
- Capa superior (D1)
- Capa inferior (D2)
- Capa intermedia (D3)

Orificio de conexión	(D4)
Haz de fibras	(1)
Cinta adhesiva	(2)
Elemento de sujeción	(3)

5

Descripción de la invención

10 **[0017]** Actualmente, en una curvatura de componentes multicapa expuestos a cargas pesadas tales como listones, vigas, etc., que se usan especialmente en la industria aeronáutica, y/o en una curvatura de estructuras estratificadas curvadas con geometría L, tales como pestañas, ménsulas, etc., utilizadas en el ensamblaje de los componentes de la aeronave utilizando elementos de sujeción, se forman fisuras de delaminación entre láminas resultantes de la tensión de tracción. Estas fisuras se forman cuando las tensiones de apertura radial generadas bajo la carga en la región de curvatura de la estructura curvada exceden el valor de la tensión de apertura de la interfaz crítica (entre laminas) que es uno de los valores de fractura del material. Dichas tensiones de apertura superan el valor crítico especialmente en la región de curvatura debido a la concentración de carga, lo que conduce a la delaminación. Siempre que las fisuras de delaminación estén expuestas a dicha fuerza de tracción, pueden propagarse dentro de la capa y provocar una separación completa de las capas, de modo que la estructura estratificada curvada puede volverse inútil. Esta propagación de delaminación depende del valor de tenacidad entre láminas (interfaz) (la cantidad de energía requerida por elongación de fisura unitaria), que en la técnica anterior es bajo. Con la presente invención, se proporciona una estructura estratificada curvada que es económica y fácil de implementar en la que no solo se evita la formación de delaminación entre láminas resultante de la fuerza de tracción aplicada sobre un eje perpendicular a las capas, sino también en el caso de una fisura de delaminación, dicha fisura se evita/impide que se propague dentro de la capa.

15 **[0018]** La estructura estratificada curvada (D) de acuerdo con la presente invención, cuyas realizaciones a modo de ejemplo se ilustran en las figuras 1 a 4 y la figura 6, es adecuada para utilizarse en la industria de la aviación y comprende al menos una capa superior (D1), situada en la superficie del radio interior de la estructura estratificada curvada (D) (es decir, en el lado convexo del radio que mira al exterior), al menos una capa inferior (D2) situada en la superficie del radio exterior de la estructura estratificada curvada (D) (es decir, en el lado cóncavo del radio enfrente al exterior), y al menos una capa intermedia (D3) situada entre dicha capa superior (D1) y capa inferior (D2). La estructura estratificada curvada (D) según la presente invención también comprende, al menos, un haz de fibras (1) que consta de fibras unidireccionales (que no cambian su dirección a lo largo de la estructura estratificada curvada (D), es decir, colocadas paralelas entre sí) que está posicionado en un lado superior de la capa intermedia (D3) frente a la capa exterior (D1) y sobre la estructura estratificada curvada (D) en la dirección longitudinal, que se encuentra preferiblemente a lo largo de la estructura estratificada curvada (D) y preferiblemente cerca de la superficie interna del radio (es decir, posicionado de manera que esté más cerca de la capa superior (D1) que la capa inferior (D2)), para asegurar la resistencia, por medio de la rigidez a alargamiento, contra deformación inducida por aumento de un ángulo interno en la región de una curvatura de dicha estructura estratificada curvada (D) y que da como resultado una fuerza de tracción aplicada sobre la estructura estratificada curvada (D); y al menos una cinta adhesiva (2) situada en la región curvada de la estructura estratificada curvada (D) y en la capa intermedia (D3), a lo largo de la anchura de la estructura estratificada curvada (D), para evitar la propagación de una posible fisura de delaminación entre capas dentro de dicha estructura estratificada curvada (D). Dicho haz de fibras (1) se extiende contra la fuerza de tracción aplicada a la estructura estratificada curvada (D) a lo largo de un eje Z mostrado en la figura 1 (en la dirección longitudinal de la estructura estratificada curvada (D)) e impide deformación de apertura de la estructura estratificada curvada (D), aumentando así la carga mecánica requerida para la formación de delaminación. Un objetivo es aumentar la resistencia de la estructura estratificada curvada (D) contra la deformación de apertura (el aumento del ángulo de curvatura) haciendo que el haz de fibras (1), altamente resistente a la deformación de apertura, yacza longitudinalmente sobre la estructura estratificada curva (D). En la arquitectura de la presente invención, el haz de fibras (1) que se coloca preferiblemente cerca del radio interno está expuesto a tensión positiva bajo la deformación de apertura, y se obtiene resistencia contra la formación de delaminación debido a la rigidez del haz de fibras (1) contra dicha tensión en la dirección de elongación. Además de la formación de delaminación, dicha cinta adhesiva (2) aumenta el valor de tenacidad entre láminas (interfaz) - a nivel puntual, y cuando una fisura de delaminación se forma y se propaga sobre la capa intermedia (D3) se encuentra con la cinta adhesiva (2) que evita la propagación adicional de dicha fisura de delaminación y/o impide la propagación de la misma con el fin de evitar la rotura súbita de la estructura. Al usar dicho haz de fibras (1) y la cinta adhesiva (2), la estructura estratificada curvada (D) se hace tolerante a daños y, dado que el aumento de peso en la estructura es bajo y se emplean tecnologías relativamente simples, puede obtenerse una estructura estratificada curvada (D) que es adecuada para su utilización en la industria aeronáutica. En consecuencia, se realiza una estructura estratificada curvada (D) que es doblemente resistente a la delaminación ya que se crea tolerancia daños debido a que es resistente a la formación de delaminación y también evita la propagación de la delaminación formada.

20 **[0019]** En una realización alternativa de la invención como se muestra en la figura 1, la estructura estratificada curvada (D) comprende al menos un orificio de conexión (D4) utilizado para el montaje de la estructura estratificada curva (D) en otras estructuras de aeronaves, por ejemplo, y en esta realización, al menos un haz de fibras (1) está posicionado a, al menos, un lado de dicho orificio de conexión (D4), de manera que se sitúa preferiblemente a lo largo de la estructura estratificada curvada (D) y al menos otro haz de fibras (1) está situado al otro lado de dicho orificio de conexión (D4) de manera que, preferiblemente, yace a lo largo de la estructura estratificada curvada (D). Dichos haces de fibras (1) se colocan preferiblemente paralelos entre sí. Debido a la rigidez de elongación creada

65

por los haces de fibras yacentes (1) y la inercia adicional creada, la estructura estratificada curvada (D) se refuerza contra la formación de delaminación. En una realización en la que la estructura estratificada curvada (D) comprende, al menos, dos orificios de conexión (D4), dichos orificios de conexión (D4) alteran la distribución de la carga debido a la rigidez local que crearán los haces de fibras (1) y reducen la concentración de la tensión de apertura crítica, creando así una distribución más homogénea de la tensión de apertura a lo largo de la anchura de la estructura estratificada curvada (D). Por lo tanto, se elimina la formación de una región propensa a delaminación en la periferia del orificio de conexión (D4).

[0020] En otra realización preferida de la invención, la estructura estratificada curvada (D) comprende, al menos, dos haces de fibras (1) colocados paralelos entre sí. En esta realización, con el posicionamiento unidireccional de los haces de fibras (1), extendiéndose longitudinalmente a lo largo de la capa intermedia (D3) y colocados paralelos entre sí, se obtiene una estructura estratificada curvada (D) que es más resistente a la formación de delaminación.

[0021] En otra realización preferida, la estructura estratificada curvada (D) comprende al menos dos capas intermedias (D3) y al menos dos cintas adhesivas (2). En esta realización, una de las cintas adhesivas (2) está dispuesta sobre una de dichas capas intermedias (D3), mientras que la otra de dichas cintas adhesivas (2) está dispuesta sobre la otra de dichas capas intermedias (D3) de tal manera que no están alineadas. De esta manera, las cintas adhesivas (2) se distribuyen homogéneamente a través del espesor de la estructura estratificada curva (D), y también se evita que las cintas adhesivas (2) aumenten el grosor de la estructura estratificada curva (D) en un grado no deseado. Por lo tanto, se logra una estructura que es efectiva en peso y tolerante a daños. En otra realización, las cintas adhesivas (2) se colocan de manera espaciada en la región curvada de la capa intermedia (D3) de la estructura estratificada curvada (D), no en toda la superficie de la misma, para mantener, al finalizar el refuerzo, el aumento de peso en un nivel bajo de modo que se minimiza un aumento en el peso originado por las cintas adhesivas (2) y también en el caso de una delaminación, se evita la propagación de dicha delaminación.

[0022] En una realización preferida de la invención, la estructura estratificada curvada (D) comprende al menos dos cintas adhesivas (2), y dichas cintas están colocadas en la capa intermedia (D3) de modo que existe una separación entre ellas que varía desde el 20% del espesor de la estructura estratificada curvada (D) al 50% del espesor de la estructura estratificada curva (D). De esta forma, fisuras de delaminación inferiores al 20% del espesor de la estructura estratificada curvada (D) que se forman en la estructura estratificada curvada (D) son admitidas por la estructura estratificada curvada (D) y se evita la propagación de dichas pequeñas fisuras. Estos valores son valores recomendados y pueden variar según el material que se utilizará y el procedimiento de fabricación.

[0023] En una realización preferida, el grosor del haz de fibras (1) es, al menos, la mitad del grosor de una capa y, como máximo, la mitad del grosor total de la estructura estratificada curvada (D). En esta realización, dicha capa puede ser la capa superior (D1), la capa inferior (D2) o la capa intermedia (D3). En esta realización, se crea una resistencia adicional debido a convexidad que creará el haz de fibras relativamente grueso (1) y la capa superior (D1). De esta forma, se obtiene otro factor en la estructura estratificada curvada (D) que evita la formación de delaminación.

[0024] En otra realización preferida de la invención, dicha capa superior (D1), la capa inferior (D2) y la capa intermedia (D3) puede contener preferiblemente fibra de carbono, fibra de vidrio, fibra de aramida, fibra de boro, resina termoplástica y/o resina termoendurecible. En otra realización, el haz de fibras (1) puede contener fibra de carbono, fibra de vidrio, fibra de aramida y fibra a base de boro de mayor densidad que la del material del que se obtienen las capas que forman la estructura estratificada curvada (D), y una cantidad inferior de resina termoplástica y/o resina termoestable que la cantidad del material a partir del cual se fabrican las capas que forman la estructura estratificada curvada (D).

[0025] En otra realización de la invención, la estructura estratificada curvada (D) comprende, al menos, un elemento adhesivo (no mostrado) interpuesto entre el haz de fibras (1) y la capa intermedia (D3) para sujetar el haz de fibras (1) a la capa intermedia (D3). De esta manera, el haz de fibras (1) queda unido de forma estable a la capa intermedia (D3).

[0026] En la figura 5, se muestra una prueba de tensión aplicada a una estructura curvada de la técnica anterior montada usando tres elementos de sujeción (3) pasantes a través de los orificios colocados en un aparato de prueba, cuya estructura tiene un espesor de 3 mm, incluyendo 12 capas en total y que tiene un radio interno de 5 mm y una longitud de 10 mm y consta de fibra de carbono y resina. Como se muestra en el gráfico de la figura 5, se observa que en las áreas próximas a elementos de sujeción (3), la intensidad de la tensión de apertura que produce delaminación, excede el valor de la tensión de apertura crítica que es del orden de 45 MPa. También se observa que la distribución de la tensión a través de la estructura se encuentra está aproximadamente en el rango de 38 MPa a 45 MPa. Además, en la figura 6, se muestra una prueba de tensión que se aplica a una estructura estratificada curvada ilustrativa (D) según la invención, montada en un aparato de prueba por medio de elementos de sujeción (3) pasantes a través de los orificios de conexión (D4) de la misma. La estructura estratificada curvada ejemplar (D) a la que se aplica dicha prueba tiene un espesor de 3 mm, incluye un total de 12 capas y tiene un radio interior de 5 mm y una longitud de 10 mm y consta de fibra de carbono y resina. Como se muestra en el gráfico, en la estructura estratificada curvada (D) según la presente invención, la distribución de la tensión de apertura en la estructura estratificada curva (D) que se crea alrededor de los orificios de conexión (D4) varía en el rango de 42 MPa a 44 MPa, y cuando se compara con los resultados de la figura 5, la distribución de la fuerza en la estructura estratificada curvada (D) de acuerdo con la presente invención se realiza de una manera más homogénea, y especialmente la amplitud de la tensión creada alrededor de los orificios de conexión (D4) se reduce por debajo del valor crítico de 45 MPa. De esta forma, se minimiza el problema de delaminación que se experimenta alrededor del orificio de conexión (D4) e inducido por la concentración de tensión.

[0027] Gracias a su haz de fibras (1), la estructura estratificada curvada (D) de acuerdo con la presente invención se vuelve más resistente a las cargas de apertura y se previene la formación de delaminación, y gracias a su cinta adhesiva (2), se evita la propagación rápida de la delaminación y, por lo tanto, se evita un daño súbito del componente. Además, con los materiales que aumentan la resistencia añadidos (el haz de fibras (1) y la cinta adhesiva (2)), se evita un aumento indeseado del peso y volumen de la estructura estratificada curvada (D), de modo que se obtiene una estructura estratificada curva (D) que es adecuada para su utilización en el sector de la aviación. A diferencia de las nuevas aplicaciones tecnológicas que son encontradas como de riesgo por las autoridades aeronáuticas, dicha invención proporciona una solución que es fácilmente aplicable a los sistemas utilizados especialmente en la industria de la aviación civil, debido a sus tecnologías sencillas.

5

10

REIVINDICACIONES

- 5 1. Estructura estratificada curvada (D) adecuada para utilización en industria aeronáutica que comprende, al menos, una capa superior (D1) situada en la superficie del radio interior, al menos, una capa inferior (D2) situada en la superficie del radio exterior de la estructura estratificada curvada (D), y al menos una capa intermedia (D3) situada entre dichas capa superior (D1) y capa inferior (D2), caracterizada porque comprende:
- 10 - al menos un haz de fibras (1) que consta de fibras unidireccionales, que se coloca en el lado superior de la capa intermedia (D3) orientada hacia la capa exterior (D1) y sobre la estructura estratificada curvada (D) en la dirección longitudinal, para asegurar la resistencia, mediante rigidez a elongación, contra la deformación inducida por el aumento de un ángulo interno en la región de una curvatura de dicha estructura estratificada curvada (D) y resultante de una fuerza de tracción aplicada sobre la estructura estratificada curvada (D), y
- 15 - al menos una cinta adhesiva (2) yaciendo sobre la región de curvatura de la estructura estratificada curvada (D) y sobre la capa intermedia (D3), a lo largo de la anchura de la estructura estratificada curvada (D), para evitar la propagación entre capas de una posible fisura de delaminación dentro de dicha estructura estratificada curvada (D).
2. Estructura estratificada curvada (D) según la reivindicación 1, caracterizada porque dicho haz de fibras (1) se extiende a lo largo de la estructura estratificada curvada (D).
- 20 3. Estructura estratificada curvada (D) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque el haz de fibras (1) está colocado de manera tal que está más próxima de la superficie interior del radio de la estructura estratificada curva (D) que de la superficie exterior del radio
- 25 4. Estructura estratificada curvada (D) según la reivindicación 1, caracterizada porque comprende, al menos, un orificio de conexión (D4) utilizado para propósitos de montaje, al menos un haz de fibras (1) colocado a, al menos, un lado de dicho orificio de conexión (D4), y al menos otro haz de fibras (1) colocado a, al menos, otro lado de dicho orificio de conexión (D4).
- 30 5. Estructura estratificada curvada (D) de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizada porque el haz de fibras (1) colocado a un lado de dicho orificio de conexión (D4), se dispone de manera que se extienda a lo largo de la estructura estratificada curva (D).
- 35 6. Estructura estratificada curvada (D) según la reivindicación 4, caracterizada porque dicho otro haz de fibras (1) colocado a otro lado de dicho orificio de conexión (D4) está dispuesto de manera que se extienda a lo largo de la estructura estratificada curva (D).
7. Estructura estratificada curvada (D) según la reivindicación 4, caracterizada porque los haces de fibras (1) están dispuestos paralelos entre sí.
- 40 8. Estructura estratificada curvada (D) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque comprende, al menos, dos haces de fibras (1) dispuestos paralelos entre sí.
9. Estructura estratificada curvada (D) según la reivindicación 1, caracterizada porque comprende, al menos, dos capas intermedias (D3).
- 45 10. Estructura estratificada curvada (D) según la reivindicación 1 o 9, caracterizada porque comprende al menos dos cintas adhesivas (2).
- 50 11. Estructura estratificada curvada (D) según la reivindicación 10, caracterizada porque una de las cintas adhesivas (2) está colocada en una de las capas intermedias (D3) mientras que la otra de las cintas adhesivas (2) está colocada en la otra de las capas intermedias (D3) de manera que no estén alineadas.
- 55 12. Estructura estratificada curvada (D) de acuerdo con la reivindicación 10, caracterizada porque las cintas adhesivas (2) están posicionadas de forma espaciada en la región de curvatura de la estructura estratificada curvada (D).
- 60 13. Estructura estratificada curvada (D) de acuerdo con la reivindicación 10, caracterizada porque dichas cintas adhesivas (2) están colocadas en la capa intermedia (D3) de tal manera que existe una separación entre ellas que varía desde el 20% del espesor de la curvatura de estructura estratificada (D) al 50% del espesor de la estructura estratificada curvada (D).
14. Estructura estratificada curvada (D) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque comprende, al menos, un elemento adhesivo interpuesto entre el haz de fibras (1) y la capa intermedia (D3) a fin de fijar el haz de fibras (1) a la capa intermedia (D3).

15. Estructura estratificada curvada (D) según la reivindicación 1, caracterizada porque el grosor del haz de fibras (1) es, al menos, la mitad del grosor de una capa y como máximo la mitad del grosor total de la estructura estratificada curvada (D).
- 5 16. Estructura estratificada curvada (D) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque la densidad del material contenido en el haz de fibras (1) es mayor que la del material en que están hechas las capas que forman la estructura estratificada curvada (D).

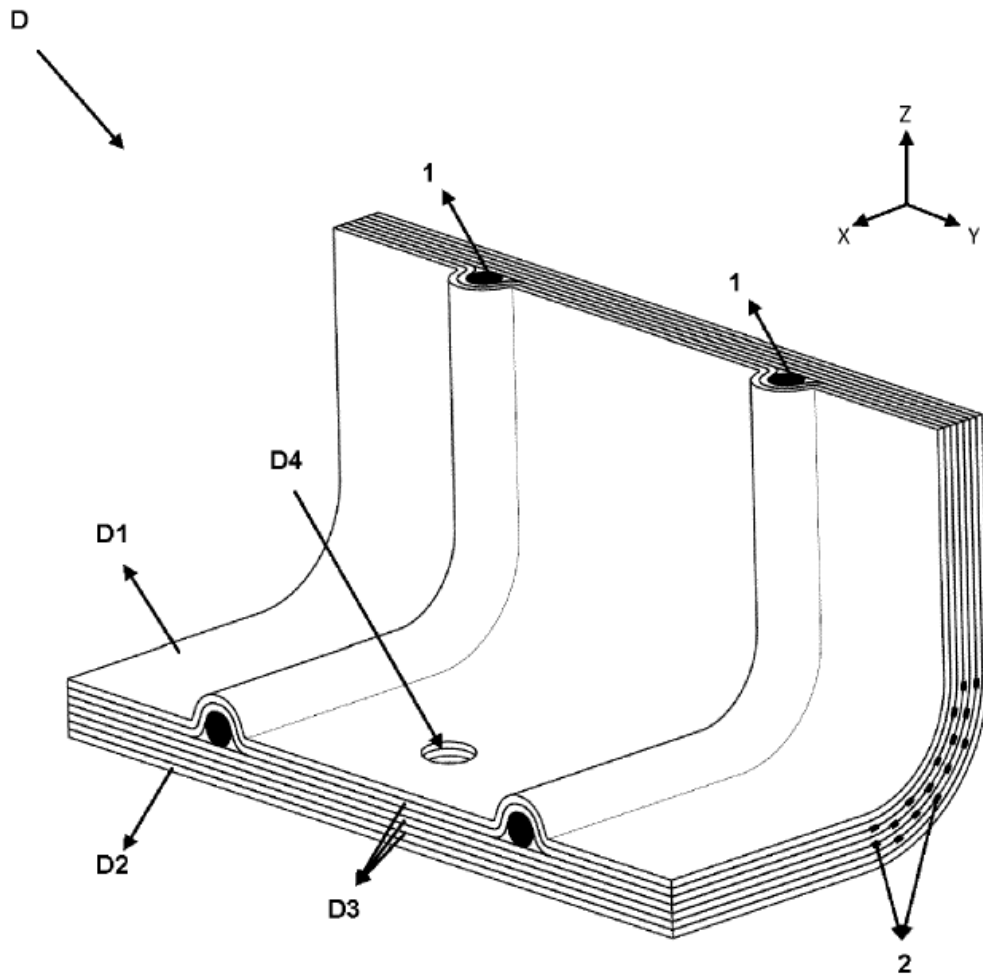


Figura 1

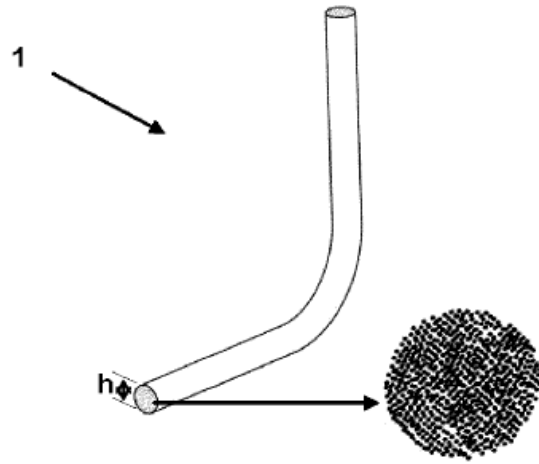


Figura 2

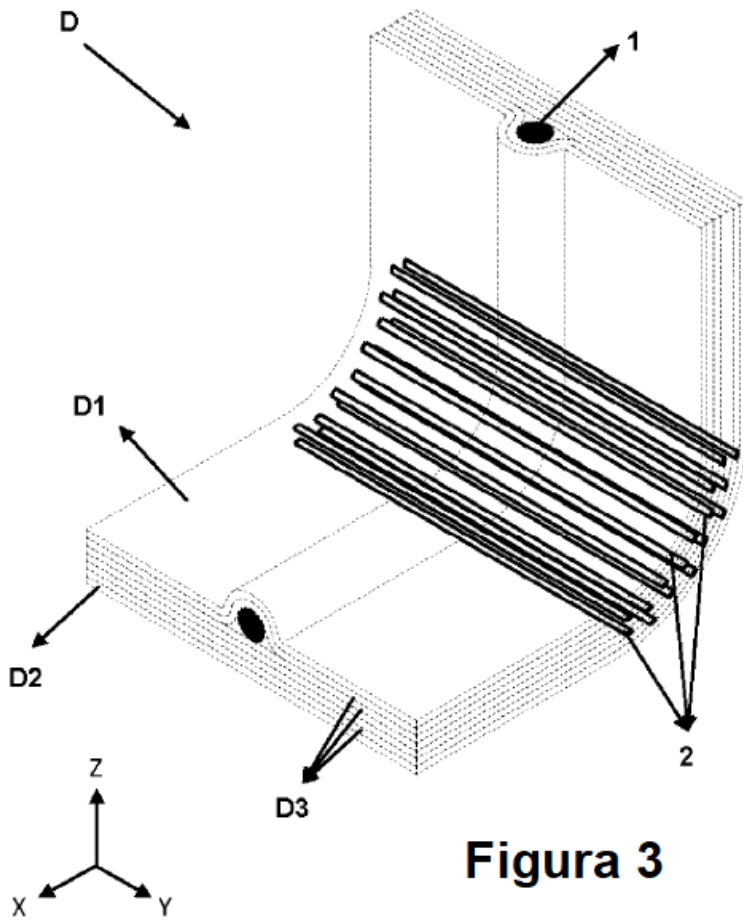


Figura 3

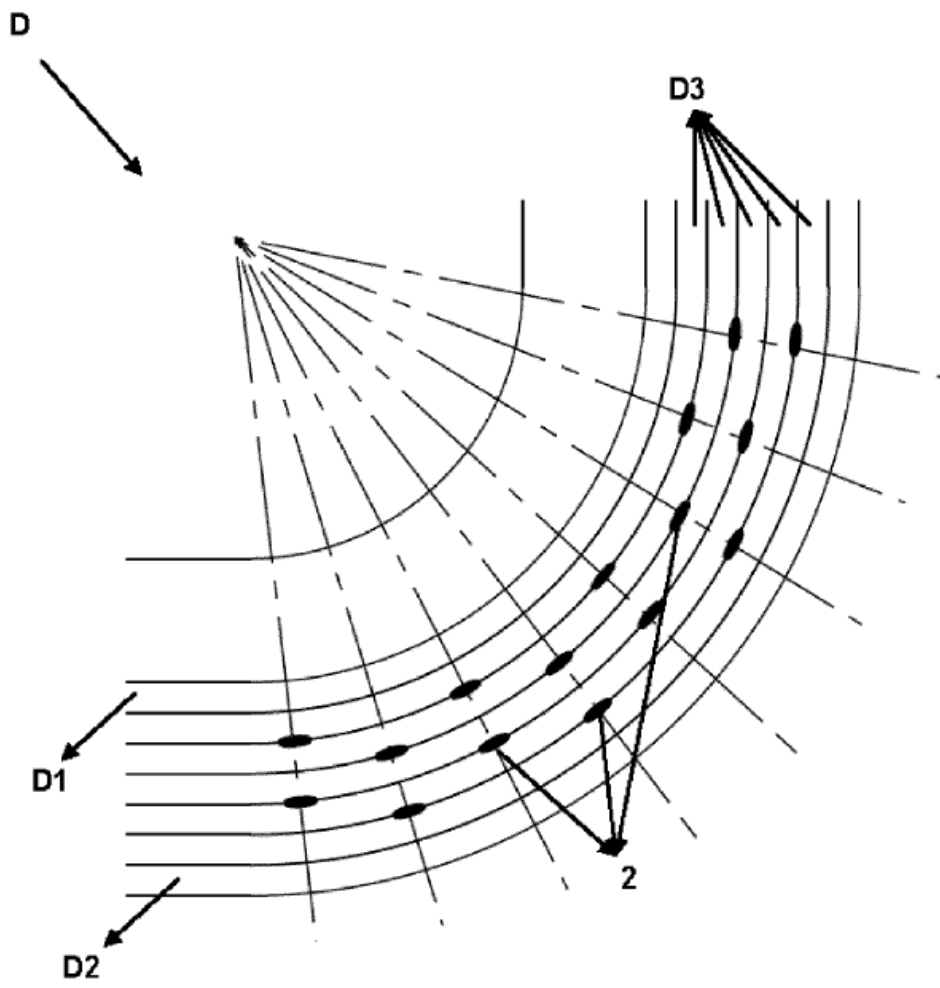


Figura 4

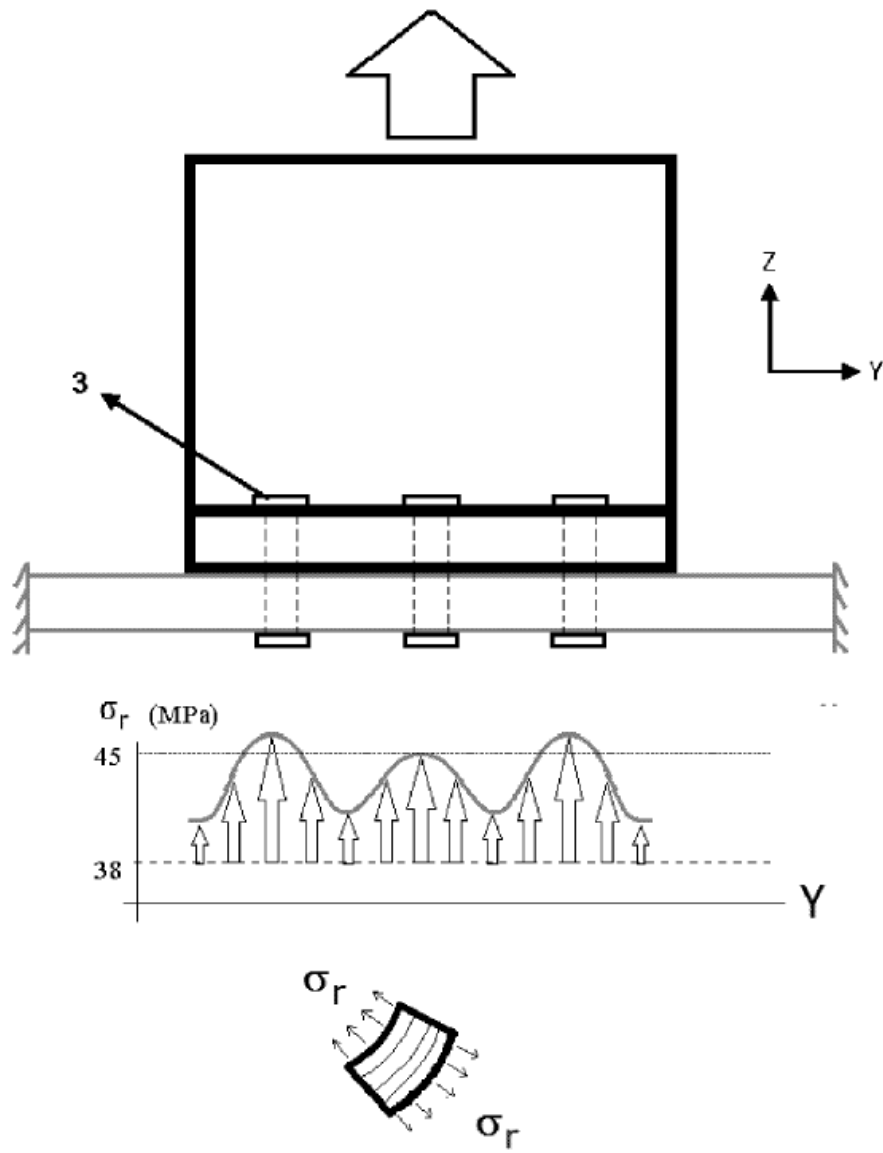


Figura 5

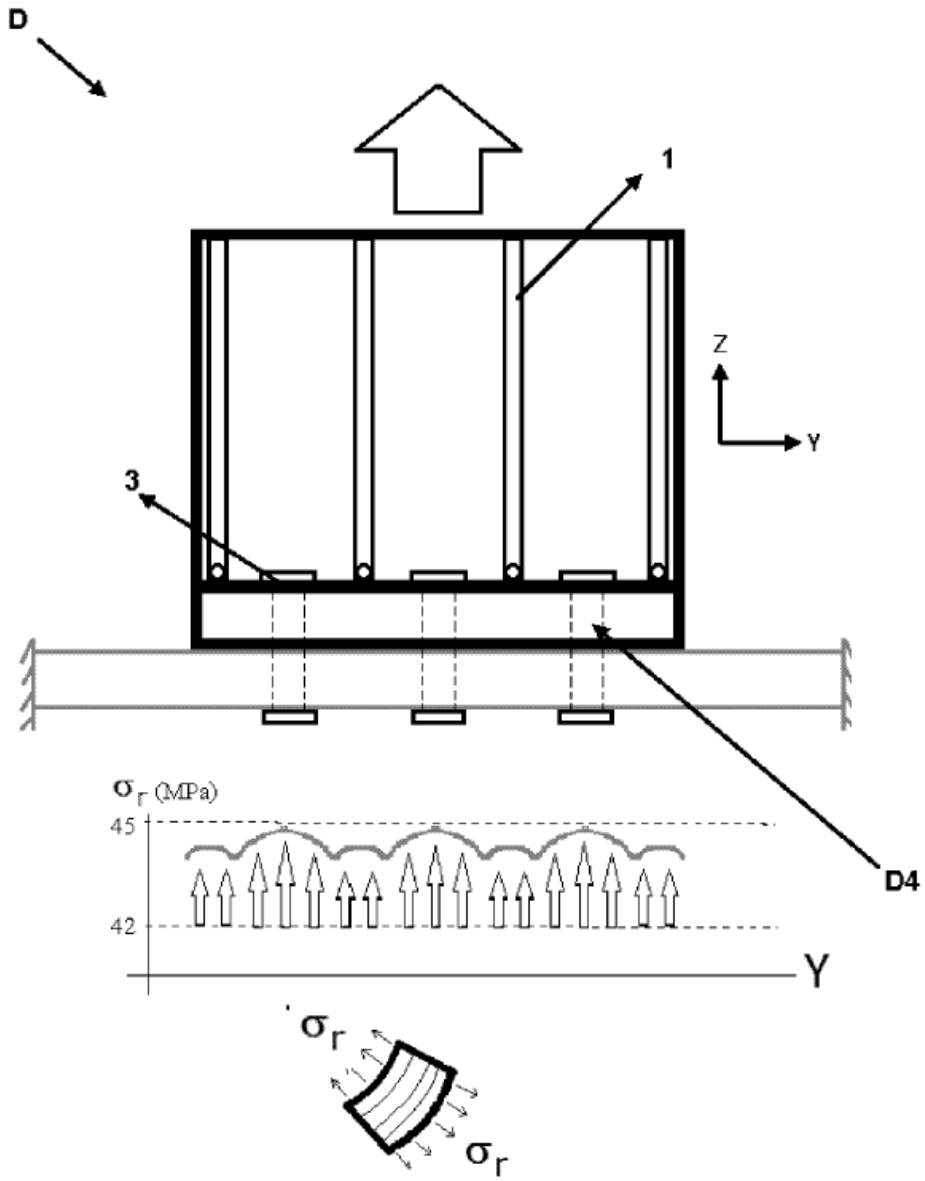


Figura 6

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

5 La lista de referencias citada por el solicitante lo es solamente para utilidad del lector, no formando parte de los documentos de patente europeos. Aún cuando las referencias han sido cuidadosamente recopiladas, no pueden excluirse errores u omisiones y la OEP rechaza toda responsabilidad a este respecto.

Documentos de patente citados en la descripción

- US 2010284810 A1 [0003]
- EP 2233625 A [0003]
- JP 2011074207 A [0003]

10