

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 574 812**

51 Int. Cl.:

B32B 3/00 (2006.01)

D03D 13/00 (2006.01)

D03C 7/04 (2006.01)

D05C 17/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.11.2009 E 09752459 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.05.2016 EP 2358521**

54 Título: **Material compuesto reforzado con fibras**

30 Prioridad:

19.11.2008 GB 0821134
19.11.2008 EP 08275075

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.06.2016

73 Titular/es:

BAE SYSTEMS PLC (100.0%)
6 Carlton Gardens
London SW1Y 5AD, GB

72 Inventor/es:

DUFFY, ROGER PHILIP

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 574 812 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

Material compuesto reforzado con fibras

La invención se refiere a un material compuesto que comprende una pluralidad de capas de material de fibra hueco y/o sólido combinado con un material de la matriz adecuado en un cuerpo compuesto, y a un método de fabricación del mismo.

Los sistemas de materiales compuestos que combinan dos o más materiales componentes distintos tienen una importancia creciente para satisfacer demandas de materiales que poseen una serie de propiedades deseables. Los materiales compuestos típicos comprenden un material de refuerzo dispuesto en un material de la matriz para crear un material nuevo que combina las propiedades de deseables de los componentes y/o tiene propiedades que pueden no estar presentes, o presentes hasta la misma extensión, en los componentes solos.

Una clase significativa de material compuesto comprende un material con una pluralidad de capas bidimensionales e material de refuerzo fibroso dispuesto en material adecuado de la matriz. Las capas de material de refuerzo fibroso efectúan el refuerzo en una o dos dimensiones, por ejemplo por que comprenden fibras largas que normalmente cubren substancialmente la longitud y/o la anchura de la capa y, por lo tanto, el material compuesto. Capas adecuadas para tales finalidades incluyen cintas unidireccionales con fibras paralelas y láminas bidireccionales, en las que las fibras están dispuestas en una pluralidad de direcciones, y pueden ser láminas no tejidas o tener una estructura tejida, trenzada, tricotada o similar. Los materiales compuestos reforzados con fibras relativamente largas e esta manera se refieren normalmente como materiales compuestos reforzados con fibras continuas (CFRCs) para distinguirlas de los materiales reforzados con fibras cortas.

Una debilidad inherente reconocida de los CFRCs reforzados con una pluralidad de capas laminares de material de refuerzo fibroso es la debilidad interlaminar o fuera de plano. El refuerzo de fibras puede soportar la mayor parte de la carga en el plano de las fibras., Puesto que los CFRCs carecen de refuerzo de fibras fuera del plano, poseen una menor capacidad de soporte de la carga en esta dirección. Como resultado, los CFRCs tienden a exhibir resistencia interlaminar y/o tenacidad a la rotura relativamente menor, y el fallo interlaminar, por ejemplo por delaminación, puede ocurrir a niveles indeseablemente bajos de tensión aplicada.

Para mitigar esto, se han ofrecido soluciones que unen las capas juntas de alguna manera mecánica en la tercera dimensión, por ejemplo trenzando o tricotando capas juntas para dar resistencia adicional a través del espesor. Tales soluciones han tenido un éxito limitado. En particular, pueden reducir la resistencia en el plano afectando a la integridad de la estructura de fibras en el plano. Si el trenzado o tricotado en la tercera dimensión ha de ser efectivo, esto tiende a requerir que las propias capas de refuerzo tengan una estructura bidimensional tejida o integrada de forma similar, mientras que para muchas aplicaciones puede ser deseable de otra manera utilizar materiales de lámina no tejidos o cinta unidimensional.

Por lo tanto, es deseable la provisión de una estructura mejorada de material y de un método mejorado de fabricación, que proporciona refuerzo en una tercera dimensión fuera de plano en CFRCs y, en particular, una estructura y método de limita cualquier efecto perjudicial sobre el refuerzo en plano y/o que es aplicable a capas de refuerzo con una variedad de estructuras de fibras, que incluyen, por ejemplo, láminas no tejidas y cinta unidireccional así como estructuras tejidas.

El documento GB 2 066 308 A describe una estructura tejida tridimensional en la que las fibras se encuentran en tres direcciones ortogonales para proporcionar resistencia en cada dirección.

El documento WO 99/19137 A describe una estructura de bucles / lazos que permite conseguir cierta resistencia a través del espesor en un material compuesto generado posteriormente.

JP 8 103960 A describe una estructura compuesta que tiene fibras a través del espesor proporcionadas allí para inhibir la propagación de la grieta del material compuesto formado posteriormente.

De acuerdo con la presente invención, se proporciona una estructura de capas para incorporación en una estructura compuesta reforzada con fibras continuas que comprende un material de la matriz y una pluralidad de estructuras de refuerzo de capas de fibras, comprendiendo la estructura de capas una lámina de soporte de las capas de fibras que comprende una capa bidimensional de fibras primarias y una matriz plana bidimensional de fibras secundarias que se extienden hacia fuera del plano de la lámina en una tercera dimensión de manera generalmente alineada y dispuesta a través de al menos una parte principal de su superficie, en la que las fibras secundarias se proyectan hacia fuera desde ambos lados de la lámina de soporte.

Por lo tanto, de acuerdo con la invención, al menos una y con preferencia una pluralidad de capas secundarias están dispuestas sobre o en la estructura compuesta montada dentro del material de la matriz para actuar como capas de soporte para un refuerzo secundario que está soportado en forma de una pluralidad de fibras de refuerzo secundarias dispuestas a través de una mayor parte de la extensión de la capa de soporte, especialmente con

5 preferencia en una matriz distribuida generalmente de forma uniforme. Las fibras secundarias se extienden generalmente hacia fuera del plano de la capa de soporte y se proyectan desde ambos lados de la misma. De manera particularmente preferida, las fibras se proyectan hacia fuera de tal forma que al menos una proporción sustancial de las mismas se extienden generalmente perpendiculares a la capa de soporte de manera alineada. Éstas proporcionan refuerzo fuera de la dirección del plano principal reforzado del CFRC.

10 La capa de soporte puede ser, en principio, cualquier material de lámina adecuado, que comprende, por ejemplo, una capa de fibras o una lámina polimérica. Una capa de fibras puede servir también como un refuerzo primario en plano. Una lámina polimérica puede comprender una capa de adhesivo endurecible. La lámina de soporte es ella misma una capa de fibras, y con preferencia una capa de fibras adecuada para incorporación en una estructura compuesta reforzada con fibras continuas para proporcionar un refuerzo en una dirección paralela al plano de la capa. En este refuerzo, al menos algunas de dichas capas de fibras comprenden capas de soporte provistas con una matriz plural bidimensional de fibras secundarias que se extienden hacia fuera del plano de la capa y dispuestas a través de al menos una parte principal de su superficie.

15 Las fibras secundarias se extienden fuera del plano de la capa de soporte y, por ejemplo, dentro de la matriz en un laminado de proceso, para efectuar el refuerzo en la tercera dirección fuera y, por ejemplo, generalmente perpendicular a la dirección del plano de las capas de refuerzo. Las fibras secundarias están generalmente alineadas. Pero como se apreciará a partir de los principios de refuerzo de la invención descrita aquí, se tolerará cierta desalineación.

20 De acuerdo con los principios de la invención, las fibras secundarias están distribuidas a través de una parte mayor de una capa de soporte, en particular generalmente uniformes. Por lo tanto, una capa que lleva tal refuerzo de fibras secundarias proporciona una función de refuerzo generalmente uniforme fuera de plano a través de al menos una parte mayor de su extensión del área y confiere un efecto de refuerzo fuera del plano de la extensión del área en combinación con el material de la matriz, de una manera sustancialmente uniforme a través de la extensión mayor de la capa. Esto puede contrastarse con disposiciones en las que se proporcionan áreas discretas de fibras de refuerzo secundarias que están diseñadas para interactuar con áreas discretas correspondientes, pero formadas de forma diferente de una capa adyacente, por ejemplo para efectuar un acoplamiento del tipo de gancho y lazo y que como resultado necesita una alineación específica y cuidadosa de capas adyacentes de interacción para que las áreas o estructuras discretas complementarias interactúen de la manera requerida. En una estructura que hace uso de capas de soporte de acuerdo con la presente invención, no es necesaria tal alineación compleja entre capas.

30 Típicamente, algunas de tales capas de soporte pueden ser entrelazadas en una estructura laminada de proceso con estratos de capas de refuerzo convencionales. Cuando tales capas de soporte son incorporadas en una estructura compuesta como refuerzo adicional de esta manera, el refuerzo secundario proporcionado por las fibras secundarias se consolida en el laminado para mejorar las propiedades fuera de plano y, en particular, para dar resistencia a tensiones interlaminares y reducir la tendencia a fallo por delaminación.

35 Adicional o alternativamente, especialmente por ejemplo en el caso de que una capa de soporte sea una lámina de adhesivo polímero endurecible, se puede aplicar una capa en una junta entre laminados consolidados, y/o en una región de superficie de junta durante un proceso de co-adhesión.

40 En tales casos, la alineación fuera de plano de fibras secundarias proporcionada en la capa de soporte complementa el refuerzo en plano de las capas de fibras principalmente de refuerzo dispuestas en la matriz para dar resistencia adicional fuera de plano, por ejemplo para áreas de alta tensión de laminación.

Las fibras secundarias se proyectan hacia fuera desde ambos lados de una capa secundaria.

45 Con preferencia, una fibra secundaria está infiltrada dentro y, por ejemplo, a través de la capa de soporte secundaria de tal manera que es retenida allí, después de la formación y sin la formación de una parte directamente constituyente de la estructura de capas secundarias bidimensionales. Esto es particularmente ventajoso donde la capa secundaria es una capa de soporte de fibras, y las fibras secundarias se proyectan a través de la estructura bidimensional de fibras primarias que forman la capa de soporte de fibras, sin que sean tejidas, tricotadas, atadas o incorporadas de otra manera dentro, por medio de modificación de la estructura subyacente de las fibras primarias que forman la capa de soporte de fibras. Por ejemplo, las fibras secundarias se proyectan dentro y con preferencia a través de intersticios dentro de la estructura uni o bidimensional de fibras creadas por y entre las fibras primarias de la capa de soporte y, por lo tanto, no requieren modificación específica en la estructura de las fibras primarias de la capa de soporte.

50 Esto confiere dos ventajas, en particular. En primer lugar, los principios de la invención se pueden emplear en principio con un rango de estructuras de fibras primarias, que incluyen, por ejemplo, láminas bidireccionales que tienen una estructura tejida, trenzada, tricotada o no tejida, y cintas unidireccionales. En segundo lugar, puesto que las fibras secundarias son proporcionadas por infiltración, de tal manera que la estructura de las fibras primarias de la capa de soporte se deja esencialmente no modificada, no es necesario reducir el efecto de refuerzo en el plano de las fibras primarias, como puede ser el caso, por ejemplo, en sistemas conocidos, en los que capas de fibras

primarias se conectan juntas mediante tricotado o medios similares para proporcionar propiedades fuera de plano.

5 Con preferencia, en una estructura montada que comprende una pluralidad de capas secundarias dispuestas sustancialmente dentro de un material de la matriz, al menos algunas capas adyacentes tienen fibras secundarias que se proyectan desde superficies opuestas respectivas de cada capa dentro del material de la matriz entre ellas y que se proyectan especialmente dentro del material de la matriz hasta tal extensión que se enredan parcialmente. Este enredo parcial de las fibras secundarias desde capas de soporte adyacentes mejora el efecto de refuerzo. Las estructuras complementarias están dispuestas a través de una parte mayor de las superficies de las capas de soporte opuestas, con preferencia en general uniformemente, para dar un efecto de refuerzo sencillo, uniforme que no requiere alineación particular de las capas.

10 En una estructura de material compuesto típica, capas secundarias que llevan fibras secundarias de la manera descrita anteriormente son entrelazadas de manera laminar con una pluralidad de capas de fibras de refuerzo convencionales. Por ejemplo, se pueden proporcionar capas secundarias que llevan fibras secundarias de la manera descrita anteriormente, o previstas en mayor proporción, en estructuras laminadas en áreas de alta tensión interlaminar, donde es deseable mejorar las propiedades fuera de plano, tales como una junta en T entre una placa de base y un larguero, que se sabe que son áreas particularmente propensas a delaminación y modos de fallo similares. Adicional o alternativamente, se pueden proporcionar capas que llevan fibras secundarias de la manera descrita anteriormente como parte de la interfaz de la juntura entre tales estructuras laminadas.

20 Con preferencia, las fibras secundarias comprenden fibras de longitud corta, cuyo término se comprenderá por el técnico en la materia en contraste con las fibras "continuas" de las capas de refuerzo convencionales que forman la estructura básica de CFRC. Por ejemplo, las fibras secundarias pueden tener una longitud media entre 0,25 mm y 3 mm, y más preferentemente entre 1 mm y 1,5 mm.

25 Las fibras secundarias tienen con preferencia un diámetro medio y más preferentemente un diámetro máximo de 30 μm o menos para reducir al mínimo el efecto sobre la estructura de fibras primarias de la capa de soporte cuando se infiltran allí. Las consideraciones de la manipulación de las fibras durante la fabricación pueden hacer deseable que las fibras secundarias tengan un diámetro medio y más preferentemente un diámetro mínimo no inferior a 6 μm . Diámetros de las fibras en el rango de 10 a 20 μm son particularmente preferidos.

30 En una forma de realización preferida, las capas secundarias son capas de soporte de fibras. Las fibras secundarias están dimensionadas con preferencia para ser introducidas para infiltrar la estructura de fibras primarias de la capa de soporte de fibras, y en particular para pasar a través de esta estructura de fibras primarias y para ser retenidas allí en una disposición que está alineada gen generalmente en la tercera dimensión.

Las fibras secundarias pueden ser fibras huecas o sólidas, fabricadas de cualquier material adecuado, en particular que tiende por sí mismo a la provisión de fibras alineadas de cadena corta. Materiales adecuados pueden incluir fibras de carbono, por ejemplo fibras de vidrio o fibras cerámicas basadas en PAN o en brea, tales como sílice, etc.

35 Las capas de soporte que llevan refuerzo de fibras secundarias de acuerdo con la invención son introducidas convenientemente en una estructura laminar en la etapa de laminación o de montaje y son intercaladas típicamente con capas de refuerzo de CFRC convencional. Las capas de soporte de acuerdo con la invención pueden comprender capas de fibras que meramente sirven como soportes de tela de cañamazo para el refuerzo secundario, o pueden comprender ellas mismas capas de refuerzo de CFRC de manera convencional. Las capas de soporte de acuerdo con la invención que llevan fibras secundarias como se describe son introducidas en particular, o introducidas en mayor proporción, en áreas de alta tensión interlaminar, donde es probable que el fallo de delaminación sea un problema, por ejemplo en interfaces, y en particular en interfaces de una juntura en T y/o su(s) cara(s) coincidente(s) con otro componente y también en superficies,

45 Las capas de fibras de acuerdo con la invención que comprenden o bien capas de refuerzo primarias y/o capas de soporte de fibras secundarias para refuerzo secundario pueden comprender fibras primarias de cualquier composición y estructura adecuadas para dar refuerzo en plano en combinación con material adecuado de la matriz y/o para soportar las fibras secundarias. Se conocen, por ejemplo, materiales compuestos que comprenden fibras tales como fibras de carbono, fibras de vidrio y fibras de aramida en una variedad de matrices de resina.

50 Por ejemplo, como será familiar, las fibras primarias que forman un estrato de capas de fibras pueden ser unidireccionales (fibras en una sola orientación), comprendiendo la capa, por ejemplo, cinta unidireccional con fibras paralelas, o multidireccional, que incluye, por ejemplo, cinta multidireccional, tal como lámina bidireccional, en la que las fibras están dispuestas en una pluralidad de direcciones, por ejemplo en lámina tejida, de género de punto, tricotada, trenzada, sin cañamazo o no tejida. Una capa puede comprender múltiples capas de láminas superpuestas, conectadas o consolidadas. Una capa puede comprender una pluralidad de hileras de fibras (grupos de fibras que se extienden, en cada capa, paralelas entre sí). Una ventaja particular de la invención es que se puede usar cualquier capa adecuada, y que esta capa puede ser, por ejemplo, una capa de refuerzo convencional, tal como se podría utilizar convencionalmente en un CFRC.

En una forma de realización más completa de la presente invención, una estructura compuesta comprende un material de matriz y

una pluralidad de capas de fibras de refuerzo dispuestas sustancialmente dentro del material de la matriz de manera generalmente espaciada paralela y, por ejemplo, en áreas de alta tensión interlaminar dentro de la estructura;

al menos una capa secundaria que comprende una lámina de soporte de capas de fibras, comprendiendo una lámina de soporte de capas de fibras una capa bidimensional de fibras primarias y que tiene una matriz plana bidimensional de fibras secundarias que se extienden fuera del plano de la lámina en una tercera dimensión de manera generalmente alineada y dispuesta a través de al menos un mayor parte de su superficie, en la que las fibras secundarias se proyectan hacia fuera desde ambos lados de la capa secundaria. Tal capa secundaria puede comprender, como se ha descrito anteriormente, adicionalmente una capa de fibras principalmente de refuerzo, o puede ser una lámina de soporte hecha a medida de fibras u otro material constituyente.

En un caso particularmente preferido, la estructura es una unión entre dos formulaciones laminadas reforzadas con fibras, y capas secundarias que comprenden una pluralidad de fibras secundarias están previstas dentro de una o ambas formulaciones de laminados y/o en una superficie de tal formulación al menos en la proximidad de la unión. Por ejemplo, la unión es una unión a tope, tal como una unión en T.

Una lámina de soporte de capas de fibras de acuerdo con la invención puede comprender fibras primarias que son unidireccionales, comprendiendo la capa, por ejemplo, cinta unidireccional con fibras paralelas, o multidireccional, comprendiendo la capa, por ejemplo, cinta multidireccional tal como lámina bidireccional en la que las fibras están dispuestas en una pluralidad de direcciones, que comprenden, por ejemplo, lámina tejida, de género de punto, tricotada, trenzada, sin cañamazo o no tejida. Características preferidas de las fibras primarias y secundarias se comprenderán con referencia a la descripción precedente de la invención.

Una lámina de soporte de capas de fibras de acuerdo con la invención puede comprender, por lo tanto, una capa de refuerzo de diseño generalmente convencional.

Adicional o alternativamente, una lámina de soporte de capas de fibras puede comprender un cañamazo de soporte que tiene como su finalidad principal el soporte de la matriz de fibras secundarias para proporcionar refuerzo fuera de plano cuando se entrelaza con capas de refuerzo de fibras primarias de diseño generalmente convencional en una estructura compuesta montada. Tal cañamazo de soporte podría comprender, por ejemplo, materiales tejidos o de punto de peso muy ligero, en los que las fibras secundarias son soportadas y, por ejemplo, en los que las fibras secundarias están infiltradas.

Adicional o alternativamente, una lámina de soporte de capas de fibras puede comprender un material de lámina de polímero que puede estar incorporado en o sobre la superficie de una matriz que comprende capas de refuerzo de fibras primarias laminares de diseño generalmente convencional para proporcionar refuerzo fuera de plano en una estructura compuesta montada. Por ejemplo, un material de lámina de polímero puede comprender un adhesivo de película que comprende, por ejemplo, una capa de película de resina endurecible fundida o laminada de un peso deseado, que tiene una pluralidad de matrices de fibras secundarias que se extienden hacia fuera del plano de la película, en una tercera dirección de manera generalmente alineada y dispuesta a través de al menos una parte mayor de su superficie. El adhesivo de película puede combinarse con una capa de soporte de fibras de manera familiar, por ejemplo llevada sobre una capa de fibras tejidas o tricotadas de peso ligero para permitir la manipulación de la película y para crear espesor calibrado en una junta montada (es decir, que cuando se unen juntas las dos partes con un soporte en el adhesivo tendrán un espesor de la línea de cola definido por el soporte que puede estar calibrado, por ejemplo, entre 0,125 y 0,250 mm).

Una pluralidad de estructuras de capas secundarias de acuerdo con una cualquiera o con todas estas alternativas se pueden incorporar en el laminado y/o en una interfaz de unión de un CFRC que tiene una pluralidad de capas de refuerzo de capas de fibras primarias para dar refuerzo secundario fuera del plano de las capas primarias de acuerdo con el primer aspecto de la invención.

De acuerdo con otro aspecto de la invención, un método de preparación de una capa de refuerzo para uso en una estructura compuesta, que comprende las etapas de:

proporcionar una capa de soporte de material de lámina que comprende una capa bidimensional de fibras primarias;

introducir en y con preferencia a través de la capa de soporte, por ejemplo en el caso de que la capa de soporte sea una capa de fibras, por infiltración en los intersticios entre las fibras primarias, una matriz plana bidimensional de fibras secundarias que se extienden hacia fuera del plano de la capa de soporte y dispuesta a través de al menos una mayor parte de su superficie, de manera que las fibras secundarias se proyectan hacia fuera desde ambos lados de la capa de soporte.

El método es, por lo tanto, un método de preparación de una capa de soporte de refuerzo de acuerdo con la invención descrita anteriormente, y las características preferidas del método se apreciarán por analogía.

5 Las fibras secundarias están, en particular, generalmente alineadas y en una matriz generalmente espaciada uniformemente. El proceso de producir una estructura generalmente alineada de fibras no pertenece necesariamente a la invención. Sin embargo, se ha encontrado que los procesos de alineación por pulverización son particularmente efectivos en una capa de soporte de una manera que preserva un grado razonable de alineación en la tercera dimensión.

En un aspecto más completo del método, que comprende un método de preparación de un material compuesto que de acuerdo con el primer aspecto de la invención, el método comprende las etapas de:

10 preparar una pluralidad de capas de refuerzo de de la manera descrita anteriormente;
opcionalmente, preparar una pluralidad de capas de fibras primarias que comprenden estructuras de capas de fibras primarias bidimensionales si tales fibras secundarias;

15 extender una pluralidad de capas de refuerzo (es decir, de capas de refuerzo y de capas de fibras primarias en combinación apropiada para propiedades finales deseadas) de una manera generalmente paralela espaciada en combinación con un precursor adecuado de un material de la matriz, y por ejemplo un material de matriz endurecible y

procesarlas, por ejemplo, endureciendo el material de la matriz, para formar una estructura compuesta reforzada con fibras.

20 El material de la matriz y el proceso de formación pueden ser cualquier material y proceso conocidos convencionales. Por ejemplo, el método puede comprender extender una pluralidad de capas prepreg de la manera descrita anteriormente en combinación con adhesivo de película entrelazado. Alternativamente, el método puede comprender utilizar un adhesivo fundido. El adhesivo se endurece de manera conocida adecuada, por ejemplo a través de un proceso de adhesión de resina, para producir un material compuesto de acuerdo con el primer aspecto de la invención.

25 Más completamente, el método puede ser un método de fabricación de una estructura compuesta que tiene áreas de tendencia a alta tensión / alta delaminación y comprende la provisión de capas de soporte que tienen refuerzo secundario de una manera descrita anteriormente en tales áreas de alta tendencia a tensión/delaminación interlaminar. Las capas de soporte se aplican en particular con preferencia como un material secundario, por ejemplo como parte de la etapa de montaje estructural de un laminado, o en la etapa de montaje de la unión.

30 La invención se describirá ahora con referencia a las figuras 1 a 4 de los dibujos que se acompañan, que ilustran los principios y las formas de realización de la invención solamente a modo de ejemplo, en los que:

La figura 1 muestra una representación esquemática de una sección a través de una junta en T entre los superficies laminares de CFRC, modificada para incorporar los principios de la invención.

35 La figura 2 es una sección a través de una capa de soporte con fibras de refuerzo secundarias de acuerdo con una forma de realización de la invención.

La figura 3 ilustra una estructura laminar extendida antes de la consolidación que incorpora capas ilustradas en la figura 2 para proporcionar refuerzo fuera de plazo, mostrada en vista general en la figura 3a, y con un recuadro del refuerzo fuera de plano en la figura 3b.

La figura 4 ilustra en sección una estructura laminada procesada consolidada derivada de la figura 3.

40 La figura 1 es una ilustración esquemática de una junta entre dos formaciones laminares reforzadas con fibras de carbono, que podrían comprender, por ejemplo, una junta de larguero en una estructura aeroespacial. La junta ilustrada comprende la junta entre un larguero 12 y un revestimiento 10. Para permitir la unión del larguero 12 con el componente del revestimiento 10 se requiere un área de distribución 18 relativamente grande para proporcionar una superficie de interfaz adecuada para conseguir una adhesión satisfactoria con el revestimiento. Para formar el área de distribución 18, el larguero está provisto con una formación de base laminar 14 y una formación de transición laminar 13 sobre cada lado de la vertical del larguero que se curva progresivamente hacia fuera hasta que los refuerzos laminares en cada formación 13 se extiende aproximadamente paralelos a los de la base 14.

45 Se crean huecos en la estructura. En la técnica anterior, éstos se rellenan, por ejemplo con resina endurecible y/o refuerzo de fibra adicional que en los sistemas de unión de la técnica anterior puede ser tricotado, grapado o acoplado mecánicamente de otra manera con el larguero 12 y/o el revestimiento 10 para prevenir divisiones a través del espesor. Tal refuerzo mecánico secundario contribuye a la complejidad del proceso de fabricación de la unión y no elimina necesariamente el problema planteado por altas tensiones de delaminación que ocurren en partes

particulares de la unión. Las áreas 16 son áreas particularmente susceptibles a este respecto. El refuerzo relativamente limitado proporcionado fuera de plano en la tercera dimensión en CRFCs convencionales, que conduce a rotura por delaminación y mecanismos asociados, puede ser un problema particular en estas áreas.

5 Por consiguiente, se introducen capas de soporte de acuerdo con la invención que llevan fibras secundarias (ver las figuras 2 a 4) o se introducen en mayor proporción en aquellas áreas de alta tensión, donde es probable que la delaminación sea un problema. Por ejemplo, una lámina de 6 mm o 7 mm podría incluir de 60 a 70 capas laminares de capas de fibras en el material de la matriz. Podría ser apropiado incorporar capas de acuerdo con la invención en las 10 capas superiores de tal estructura.

10 Por lo tanto, en la figura 1 se introducen capas de soporte de acuerdo con la invención que llevan fibras secundarias en las capas 16 dentro de la estructura de unión. También se pueden introducir en la interfaz 17. Adicional o alternativamente, se puede utilizar adhesivo en la interfaz 17. El material de las capas de soporte podría estar también entrelazado, si es necesario, en el revestimiento y/o en partes de detalle de esta configuración o configuraciones de uniones similares.

15 La figura 2 ilustra una sección a través de una capa de fibras de refuerzo que comprende una configuración de capa de soporte de acuerdo con la invención y adecuada para incorporación en una estructura compuesta, tal como la ilustrada en la figura 1, que comprende un material de matriz, por ejemplo de una composición de resina endurecible, y una pluralidad de capas de refuerzo de fibras para formar un material compuesto reforzado con fibras continuas. Una capa de soporte como se ilustra en la figura 2 es adecuada para uso en tal material, de tal manera que al término del procesamiento se incorpora en el laminado procesado o la interfaz de la unión en la que la capa de fibras de la figura 2 contribuye al refuerzo fuera de plano de la capa en una tercera dimensión.

20 La capa de soporte ilustrada en la figura 2 comprende un material de soporte de capas de fibras 22. En la forma de realización ilustrada, el material de soporte es un cañamazo de soporte de material de fibras de peso ligero que tiene como su finalidad principal la provisión de una estructura de soporte que soporta las fibras secundarias de la manera vertical generalmente alineada deseada. Se pueden contemplar materiales de soporte alternativos, tales como materiales que son capas de refuerzo adicionalmente totalmente en plano, o capas que son capas adhesivas de película, opcionalmente con una capa de soporte de fibras asociada.

25 A través de la capa de fibras de la capa de soporte se infiltran fibras secundarias en una pluralidad de matrices de manera generalmente alineada para extenderse generalmente perpendiculares a la lámina 22 a través de una mayor parte de su extensión de una manera espaciada generalmente uniforme. Éstas pueden infiltrarse, por ejemplo, por un proceso de pulverización. La tecnología de pulverización es capaz de producir una disposición de las fibras alineada adecuada. Podrían considerarse otros procesos capaces de producir una disposición de las fibras similar generalmente alineadas.

30 La figura 3 ilustra en sección transversal cómo se podría incorporar un material, como se ilustra en la figura 2, en una estructura aminada de CFRC, por ejemplo en la etapa de fabricación, con el fin de proporcionar un refuerzo fuera de plano, por ejemplo en una interfaz de unión, tal como se ilustra en la figura 1.

35 Se extiende una estructura que comprende múltiples capas de laminación parcial de capas 30 de material de capas / matriz de fibras de CFRC convencional, que comprende, por ejemplo, una pluralidad de capas de prepreg de material compuesto de fibras y material de matriz de película endurecible. Mediante entrelazado con éstas, al menos en una zona a reforzar, se proporciona una pluralidad de capas de refuerzo 32 que llevan fibras de refuerzo secundarias fuera del plano general del laminado de la manera ilustrada en la figura 3a. Detalles específicos de esto se ilustra en el recuadro de la figura 3b.

40 A medida que este material es procesado de una manera convencional adecuada, por ejemplo endureciendo el material de la matriz, se consolida el refuerzo secundario en el laminado procesado para mejorar propiedades fuera de plano mediante proyección dentro del material de la matriz interlaminar.

45 La estructura laminada procesada resultante se ilustra esquemáticamente en la figura 4. La estructura de la figura 4 podría ser adecuada, en particular, por ejemplo para uso en áreas de alta tensión de laminación en una interfaz de unión, tal como se ilustra en la figura 1.

50

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Una estructura de capas (32) para incorporación en una estructura compuesta (12) reforzada con fibras continuas, que comprende un material de matriz y una pluralidad de estructuras de refuerzo de capas de fibras, comprendiendo la estructura de capas (32) una lámina de soporte de capas de fibras (22) que comprende una capa bidimensional de fibras primarias y una matriz plana bidimensional de fibras secundarias (20) que se extienden hacia fuera del plano de la lámina en una tercera dimensión de manera generalmente alineada y dispuesta a través de al menos una mayor parte de su superficie, en la que las fibras secundarias (20) se proyectan hacia fuera desde ambos lados de la lámina de soporte (22).
- 10 2.- Una estructura de acuerdo con la reivindicación 1, en la que las fibras secundarias (20) están dispuestas a través de una mayor parte de la extensión de la lámina de soporte (22) de una manera distribuida generalmente uniforme.
- 3.- Una estructura de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, en la que las fibras secundarias (20) se proyectan hacia fuera, de tal manera que al menos una proporción sustancial de ellas se extienden generalmente perpendiculares a la lámina de soporte (22) de una manera alineada.
- 15 4.- Una estructura de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que las fibras secundarias (20) se extienden a través de la lámina de soporte (22) para proyectarse hacia fuera desde ambos lados de la misma, siendo infiltradas a través de la lámina de soporte (22) para ser retenidas allí de tal manera que no se modifica la estructura de las fibras primarias de la lámina de soporte (22).
- 20 5.- Una estructura de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que las fibras secundarias (20) comprenden fibras que tienen una longitud media entre 0,25 mm y 3 mm.
- 6.- Una estructura de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que las fibras secundarias (20) tienen un diámetro medio entre 6 μm y 30 μm .
- 7.- Una estructura compuesta que comprende al menos una estructura de capas (32) de acuerdo con cualquier reivindicación precedente y dispuesta sustancialmente dentro de un material de la matriz.
- 25 8.- Una estructura compuesta de acuerdo con la reivindicación 7, que comprende una pluralidad de dichas estructuras de capas (32) dispuestas sustancialmente dentro del material de la matriz, en la que al menos algunas estructuras de capas (32) adyacentes tienen sus fibras secundarias (20) mencionadas proyectándose unas hacia las otras en el material de la matriz entre ellas hasta una extensión en la que se enredan parcialmente.
- 30 9.- Una estructura compuesta de acuerdo con la reivindicación 7 u 8, que comprende una pluralidad de estructuras de capas de fibras primarias (30) dispuestas sustancialmente dentro del material de la matriz de manera generalmente espaciada paralela, siendo las estructuras de capas (32) mencionadas anteriormente estructuras de capas secundarias.
- 10.- Un método de preparación de una capa de refuerzo (32) para uso en una estructura compuesta (12), que comprende las etapas de:
- 35 proporcionar una capa de soporte (22) de material de lámina que comprende una capa bidimensional de fibras primarias;
- 40 introducir en la capa de soporte (22) una matriz plana bidimensional de fibras secundarias (20) que se extienden hacia fuera del plano de la capa en una tercera dimensión de una manera generalmente alineada y dispuesta a través de al menos una mayor parte de su superficie, de manera que las fibras secundarias (20) se proyectan hacia fuera desde ambos lados de la capa de soporte (22).
- 11.- Un método de acuerdo con la reivindicación 10, en el que la capa de soporte (22) es una capa de fibras y la matriz de fibras secundarias (20) está introducida a través de la capa por infiltración de las fibras secundarias (20) en los intersticios entre fibras de la capa de fibras.
- 45 12.- Un método de acuerdo con la reivindicación 10 u 11, en el que la matriz de fibras secundarias (20) es introducida por un proceso de alineación por pulverización.
- 13.- Un método de preparación de una estructura compuesta (12) que comprende las etapas de:
- preparar una pluralidad de capas de refuerzo (32) de acuerdo con el método de una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12.
- extender la pluralidad de capas de refuerzo (32) de una manera generalmente paralela espaciada en combinación

con un precursor adecuado de un material de la matriz, y

procesarlas para formar una estructura compuesta (12) reforzada con fibras.

- 5 14.- Un método de acuerdo con la reivindicación 13, que comprende, antes de la etapa de extensión, preparar una pluralidad de otras capas de fibras de refuerzo (30) que comprende dos estructuras de capas de fibras primarias bidimensionales sin tales fibras secundarias; y luego extender las primeras capas de refuerzo (32) mencionadas y otras capas de refuerzo (30) en dicha etapa de extensión.

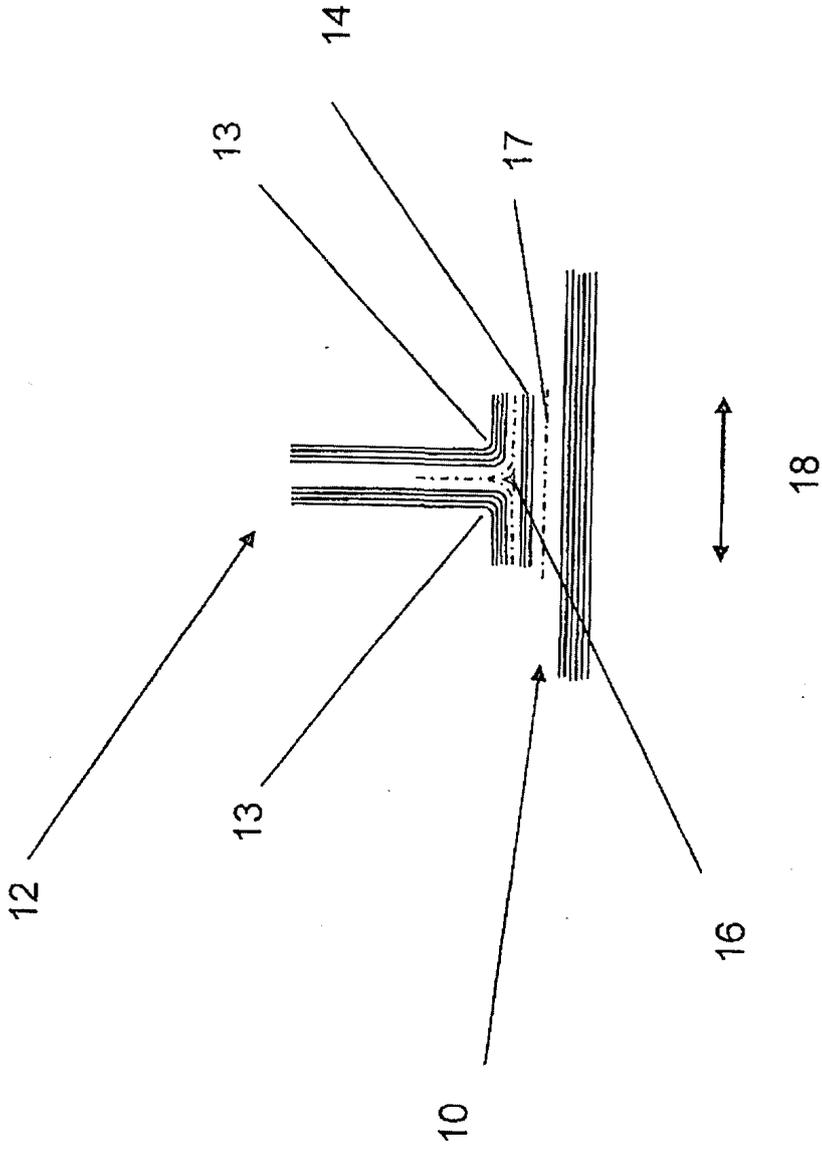
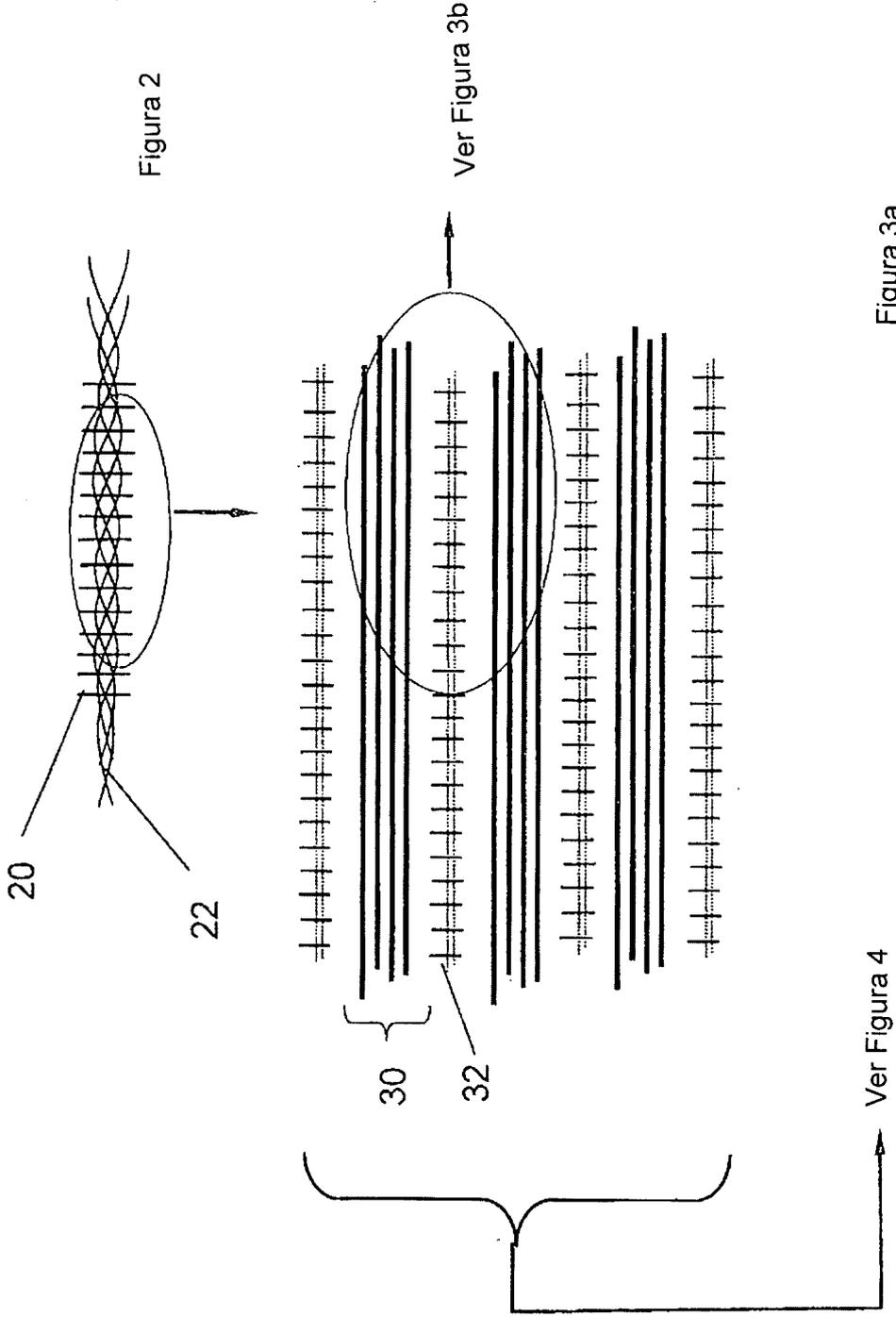


Figure 1



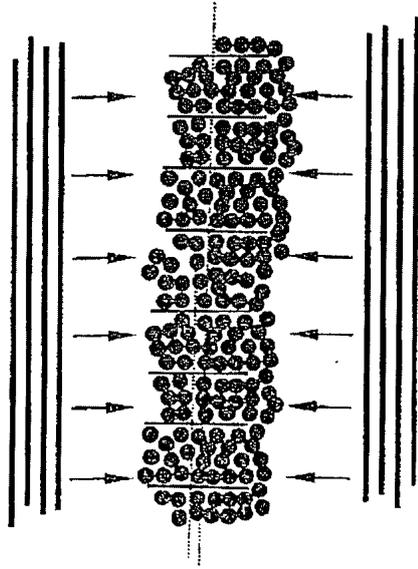


Figura 3b

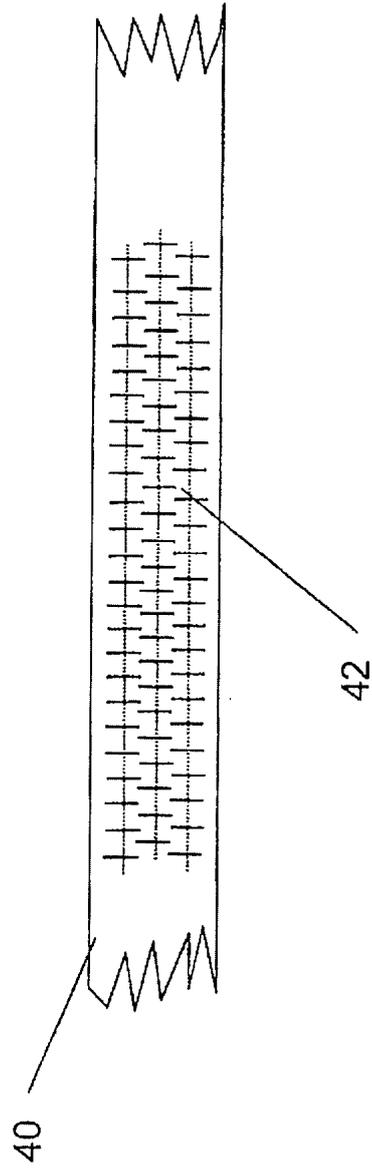


Figura 4