

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 636 446**

51 Int. Cl.:

B29C 70/08	(2006.01)
B29C 70/20	(2006.01)
B29C 70/22	(2006.01)
B29C 70/24	(2006.01)
B29L 31/30	(2006.01)
B64C 1/00	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.03.2006 PCT/US2006/009730**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.11.2006 WO06121505**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.03.2006 E 06769783 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.05.2017 EP 1868795**

54 Título: **Estructuras compuestas de laminado multiaxial**

30 Prioridad:

31.03.2005 US 96727

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

05.10.2017

73 Titular/es:

**THE BOEING COMPANY (100.0%)
100 NORTH RIVERSIDE PLAZA
CHICAGO, IL 60606-1596, US**

72 Inventor/es:

KISMARTON, MAX, U.

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 636 446 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

Estructuras compuestas de laminado multiaxial

Esta invención se relaciona generalmente con estructuras compuestas y, más específicamente, para estructuras compuestas laminadas multiaxiales.

5 A partir del documento FR-A-2660892 se conocen una estructura laminada compuesta y un método de fabricación de dicha estructura compuesta. A partir de este documento de la técnica anterior se conoce un chasis para un coche de vela de playa que comprende una pluralidad de capas de fibras unidireccionales y de capas de fibras bidireccionales que están integradas en una estructura compuesta con una resina adecuada. Puede haber varias capas unidireccionales y varias capas bidireccionales. Las capas bidireccionales pueden extenderse a ± 45 grados con respecto a las capas unidireccionales o en un ángulo entre 30 y 45 grados.

10 El documento US 4.368.234 A divulga un material tejido y un conjunto en capas del mismo.

Aunque esta estructura puede ser adecuada para un chasis para un tablista de playa, la estructura todavía puede sufrir algunos inconvenientes encontrados en la técnica anterior. Es decir, la resistencia puede no ser suficiente bajo condiciones de carga específicas. También el peso causado por un mayor número de capas puede ser demasiado pesado.

15 Los compuestos laminados reforzados de fibra se usan ampliamente en productos sensibles al peso, como aeronaves y vehículos espaciales, ya que generalmente exhiben proporciones de resistencia a peso favorables. Por ejemplo, se pueden usar compuestos laminados reforzados de fibra para formar diversos componentes de aeronaves, tales como revestimientos y carenados de aeronave, así como estructuras de soporte de carga seleccionadas. Típicamente, las estructuras compuestas laminadas se producen por métodos tales como "acumulación de capas". La acumulación de capas es un método de ensamblaje conocido en el que una pluralidad de capas de refuerzo de fibras se aplica sucesivamente para formar la estructura. En general, las capas de fibras están orientadas en direcciones predeterminadas para impartir resistencia a la estructura en una o más direcciones seleccionadas. Las capas de fibras se pueden aplicar a la estructura usando filamentos de refuerzo individuales, cintas de refuerzo de fibras, puntadas y otros métodos conocidos. Cuando se usan cintas de fibras, por ejemplo, se pueden colocar capas alternativas de cinta de fibra en varias direcciones seleccionadas para producir la estructura.

20 La dirección de las fibras dentro de las capas y el número de capas incluidas en el compuesto depende generalmente del uso pretendido del material compuesto. En los materiales compuestos conocidos, las capas del material compuesto están dispuestas en una orientación "equilibrada", de manera que una primera capa se posiciona con las fibras orientadas en una dirección seleccionada, mientras que una segunda capa se ubica de manera que las fibras de la segunda capa son orientadas sustancialmente perpendiculares a la dirección seleccionada. Otras capas intermedias están generalmente presentes. En una capa intermedia, las fibras de refuerzo están orientadas en una orientación de 45 grados en relación a la dirección seleccionada, mientras que en otra capa intermedia adyacente las fibras de refuerzo están orientadas en una orientación de -45 grados en relación a la dirección seleccionada.

25 30 35 Las estructuras compuestas reforzadas de fibra formadas de la manera anterior (es decir, que tienen una configuración de capa de 0/645/90 grados) pueden exhibir una resistencia insuficiente a menos que se use un número significativo de capas, lo que generalmente añade una cantidad significativa de peso a la estructura. Además, las orientaciones anteriores (por ejemplo, 0/ ± 45 /90) en la estructura compuesta generalmente incluyen costuras y áreas potenciales de debilidad, que pueden permitir que las grietas se propaguen a través de la estructura, que limitan así las tensiones operativas permisibles de la estructura. Además, cuando se usan cintas de fibras en el procedimiento de acumulación de capas, las fibras en la cinta de fibras deben ser generalmente fibras más grandes y más pesadas, de manera que la estructura tenga suficiente resistencia.

Por lo tanto, existe una necesidad de estructuras de material compuesto reforzadas de fibras que proporcionen ventajas de peso favorables y resistencia mejorada.

40 45 En vista de esto, es un objetivo de la invención divulgar una estructura laminada compuesta mejorada que supera los inconvenientes vistos en la técnica anterior. En particular, la estructura laminada compuesta tendrá una mayor resistencia y ventajas de peso favorables.

Este objetivo se consigue mediante una estructura laminada compuesta multiaxial de acuerdo con la reivindicación 1.

Resumen

50 Las diversas realizaciones de la presente invención están dirigidas a estructuras laminadas compuestas.

En un aspecto, una estructura laminada compuesta incluye una primera capa bidireccional que tiene una primera porción que incluye una pluralidad de fibras de refuerzo paralelas orientadas en un primer ángulo seleccionado en relación a una primera dirección seleccionada y una segunda porción adyacente que incluye fibras de refuerzo aproximadamente paralelas orientadas a un segundo ángulo seleccionado en relación a la primera dirección. La

5 estructura incluye además una segunda capa bidireccional que tiene una primera porción que incluye una pluralidad de fibras de refuerzo paralelas orientadas en un tercer ángulo seleccionado en relación a la primera dirección seleccionada y una segunda porción adyacente que incluye fibras de refuerzo aproximadamente paralelas orientadas en un cuarto ángulo seleccionado en relación a la primera dirección, y al menos una capa unidireccional que tiene una pluralidad de fibras de refuerzo paralelas y acoplada a al menos una de la primera capa bidireccional y la segunda capa bidireccional.

Breve descripción de los dibujos

Las diversas realizaciones de la presente invención se describen en detalle a continuación con referencia a los siguientes dibujos.

10 La FIGURA 1 es una vista isométrica explotada parcial de una estructura laminada compuesta multiaxial de acuerdo con una realización de la invención;

La FIGURA 2 es una tabla que muestra ángulos de orientación para la primera capa intermedia, la segunda capa intermedia, la tercera capa intermedia y la cuarta capa intermedia de la FIGURA 1, de acuerdo con otra realización de la invención;

15 La FIGURA 3 es una vista isométrica en despiece parcial de una estructura laminada compuesta multiaxial;

La FIGURA 4 es una vista esquemática en bloques de un método para formar una estructura laminada compuesta multiaxial; y

La FIGURA 5 es una vista en elevación lateral de una aeronave que tiene una o más de las realizaciones descritas de la presente invención.

20 Descripción detallada

La presente invención se relaciona con estructuras compuestas laminadas multiaxiales. Muchos detalles específicos de ciertas realizaciones de la invención se exponen en la siguiente descripción y en las FIGURAS 1 a 5 para proporcionar un entendimiento de dichas realizaciones. Sin embargo, un experto en la técnica comprenderá que la presente invención puede tener realizaciones adicionales, o que la presente invención se puede practicar sin varios de los detalles descritos en la siguiente descripción.

25 La FIGURA 1 es una vista isométrica en despiece parcial de una estructura 100 laminada compuesta multiaxial de acuerdo con una realización de la invención. La estructura 100 laminada compuesta multiaxial incluye una primera capa 116 unidireccional y una segunda capa 110 unidireccional. La primera capa 116 unidireccional incluye una pluralidad de fibras 111 de refuerzo que son aproximadamente paralelas y alineadas con una primera dirección 113 seleccionada. La segunda capa unidireccional 110 incluye también una pluralidad de fibras de refuerzo 111, que son aproximadamente paralelas y alineadas con una segunda dirección 115 seleccionada. La primera dirección 113 seleccionada y/o la segunda dirección 115 seleccionada pueden seleccionarse en base a una condición de carga anticipada. Por ejemplo, una de las primera y segunda direcciones 113 y 115 seleccionadas, respectivamente, pueden estar alineadas con la dirección de una tensión principal que resulta de la condición de carga anticipada. Sin embargo, en una realización particular, la primera dirección 113 seleccionada y la segunda dirección 115 seleccionada son aproximadamente perpendiculares.

30 La estructura 100 también incluye una primera capa 112 bidireccional situada en un lado de la primera capa 116 unidireccional y una segunda capa bidireccional 120 que está situada en un lado opuesto de la primera capa 116 unidireccional. La primera capa 112 bidireccional incluye una primera porción 117 plana que tiene una pluralidad de fibras 111 de refuerzo aproximadamente paralelas orientadas en un ángulo α en relación a una primera dirección 113, y una segunda porción 114 plana que tiene una pluralidad de fibras 111 de refuerzo aproximadamente paralelas orientadas en un ángulo $-\alpha$ en relación a la primera dirección 113. Los ángulos α y $-\alpha$ son ángulos superficiales dentro de un intervalo aproximadamente cerca de cero grados y aproximadamente cerca de 20 grados. La segunda capa 118 bidireccional incluye una primera porción 119 plana que tiene una pluralidad de fibras 111 de refuerzo paralelas aproximadamente orientadas en un ángulo $-\beta$ en relación a una primera dirección 113, y una segunda porción 120 plana que tiene una pluralidad de fibras 111 de refuerzo paralelas aproximadamente orientadas en un ángulo $-\beta$ con relación a la primera dirección 113. Los ángulos β y $-\beta$ son ángulos amplios que tienen una magnitud generalmente mayor que los ángulos bajos. Por lo tanto, los ángulos amplios β y $-\beta$ tienen magnitudes que varían entre aproximadamente cerca de 45 grados y aproximadamente cerca de 90 grados.

35 [0017] Con referencia todavía a la FIGURA 1, la primera capa 116 unidireccional, la segunda capa 110 unidireccional y las respectivas primera y segunda porciones planas de la primera capa 112 bidireccional y la segunda capa 120 bidireccional pueden estar formadas a partir de una cinta de fibra relativamente ancha (no mostrada en la FIGURA 1) que incluye las fibras 111 de refuerzo. La cinta de fibra puede incluir hilos paralelos, cada una de ellas fabricado de un número sustancialmente igual de filamentos de refuerzo de fibras. En una realización particular, los hilos de fibras se retienen dentro de la cinta de fibra impregnando la cinta con una resina adecuada en un estado no curado.

5 En otras realizaciones particulares, las fibras 111 de refuerzo pueden incluir fibras de carbono, tales como fibras de grafito que tienen un módulo de elasticidad relativamente alto. En otras realizaciones de la invención, la primera capa 112 bidireccional puede tener un primer espesor y la segunda capa 120 bidireccional puede tener un segundo espesor que es diferente del primer espesor. Además, la primera capa 116 unidireccional y la segunda capa 110 unidireccional pueden tener espesores sustancialmente equivalentes, o, alternativamente, la primera capa 116 unidireccional y la segunda capa 110 unidireccional pueden ser capas que tienen espesores diferentes.

10 La estructura 100 de laminado compuesta multiaxial puede incluir una pluralidad de primeras capas 116 unidireccionales y una pluralidad de las segundas capas 110 unidireccionales. Adicionalmente, la estructura 100 también puede incluir una pluralidad de las primeras capas 112 bidireccionales y una pluralidad de las segundas capas 118 bidireccionales. Las primeras capas 116 unidireccionales, las segundas capas 110 unidireccionales, y las primeras capas 112 bidireccionales y las segundas 118 capas bidireccionales pueden incluirse en cualquier proporción deseada dentro de la estructura 100. Sin embargo, en una realización específica, la estructura 100 incluye al menos aproximadamente el 60% de la primera capa bidireccional 112. En otra realización específica, la estructura 100 incluye aproximadamente cerca de 80% de la primera capa 112 bidireccional. En consecuencia, la estructura 100 incluye predominantemente capas que tienen las fibras orientadas en el ángulo superficial.

20 La FIGURA 2 es una tabla 200 que muestra ángulos de orientación α y β para la primera capa 112 bidireccional y la segunda capa 118 bidireccional de la FIGURA 1, de acuerdo con otra realización de la invención. La primera y segunda columnas de la tabla 200 muestran intervalos angulares seleccionados (en grados) para los ángulos α y β , respectivamente. En una realización particular, el ángulo α puede estar dentro del intervalo de aproximadamente cerca de un grado y aproximadamente cerca de tres grados. En otra realización particular, el ángulo α puede estar dentro del intervalo de aproximadamente cerca de tres grados y aproximadamente cerca de siete grados. En aún otra realización particular, el ángulo α puede estar dentro del intervalo de aproximadamente cerca de siete grados y aproximadamente cerca de 15 grados.

25 Todavía haciendo referencia a la FIGURA 2, y en otra realización particular, el ángulo β puede estar dentro del intervalo de aproximadamente cerca de 45 grados y aproximadamente cerca de noventa grados.

30 La FIGURA 3 es una vista isométrica parcial en despiece de una estructura 300 laminada compuesta multiaxial. La estructura 300 laminada compuesta multiaxial incluye una primera capa 302 que tiene una pluralidad de fibras 304 de refuerzo entretejidas. Una primera porción seleccionada de las fibras 304 de refuerzo en la primera capa 302 está orientada en la primera dirección 113 seleccionada y una segunda porción seleccionada de las fibras 304 de refuerzo está orientada en la segunda dirección 115 seleccionada. La primera dirección 113 seleccionada es perpendicular a la segunda dirección 115 seleccionada.

35 La estructura 300 incluye también una segunda capa 306 que también tiene una pluralidad de fibras 304 de refuerzo entretejidas. Una primera porción seleccionada de las fibras 304 de refuerzo en la segunda capa 306 está orientada en un ángulo α en relación a la primera dirección 113 seleccionada y una segunda porción seleccionada de las fibras 304 de refuerzo que están orientadas en un ángulo $-\alpha$ con relación a la segunda dirección 115 seleccionada. Los valores representativos para el ángulo α se muestran en la FIGURA 2. Una tercera capa 308 incluye una pluralidad de fibras 304 de refuerzo entretejidas. Una primera porción seleccionada de las fibras 304 de refuerzo en la tercera capa 308 está orientada en un ángulo β en relación a la primera dirección 113 seleccionada, y una segunda porción seleccionada de las fibras 304 de refuerzo que están orientadas en un ángulo $-\beta$ en relación a la segunda dirección 115 seleccionada. Nuevamente, los valores representativos para el ángulo β se muestran en la FIGURA 2. La primera capa 302, la segunda capa 306 y la tercera capa 308 están mutuamente unidas entre sí mediante aplicación de un material de resina adecuado a las capas 302, 306 y 308 y que cura el material de resina para formar un conjunto unitario. La costura en Z (no mostrada en la figura 2) también se puede usar para unir las capas 302, 306 y 308. Brevemente, y en términos generales, la costura en Z une las capas 302, 306 y 308 proyectando repetidamente una o más fibras de costura a través de las capas 302, 306 y 308 de manera que las respectivas capas 302, 306 y 308 se "cosen" juntas. Aunque la primera porción seleccionada de las fibras 304 de refuerzo entretejidas de la primera capa 302 está aproximadamente alineada con la primera dirección 113 seleccionada, y la segunda porción seleccionada de las fibras 304 está aproximadamente alineada con la segunda dirección seleccionada, son posibles otras realizaciones. Por ejemplo, la primera porción seleccionada de las fibras 304 puede estar aproximadamente alineada con la primera dirección 113 seleccionada, mientras que la segunda porción de las fibras 304 está orientada en un ángulo α o un ángulo β (como se muestra en la FIGURA 2) con respecto a la primera dirección seleccionada. En aún otra realización particular, la primera porción seleccionada de las fibras 304 en la segunda capa 306 o en la tercera capa 308 puede estar orientada en un ángulo α en relación a la primera dirección 113 seleccionada, mientras que la segunda porción seleccionada de las fibras 304 de refuerzo está orientada en un ángulo β en relación a la primera dirección 113 seleccionada.

60 La FIGURA 4 es una vista esquemática en bloque de un método 400 de formación de una estructura laminada compuesta multiaxial. En el bloque 402, se forma una primera capa bidireccional mediante acoplamiento de una primera capa de refuerzo que tiene una pluralidad de fibras de refuerzo aproximadamente paralelas a una segunda capa de refuerzo que también tiene una pluralidad de fibras de refuerzo aproximadamente paralelas. Las fibras de refuerzo en la primera capa de refuerzo y las fibras de refuerzo en las segundas capas de refuerzo están orientadas con referencia a una dirección seleccionada. Por consiguiente, las fibras de refuerzo en la primera capa de refuerzo y

el segundo refuerzo están orientadas de acuerdo con los ángulos α y β tal como se muestra en la FIGURA 2. Por ejemplo, las fibras en la primera capa de refuerzo pueden estar orientadas en un ángulo α con relación a una dirección, mientras que las fibras de la segunda capa de refuerzo pueden estar orientadas en un ángulo $-\alpha$ en relación a la dirección seleccionada. Alternativamente, las fibras en la primera capa de refuerzo y la segunda capa de refuerzo pueden estar orientadas en otros ángulos, como se ha descrito anteriormente.

En el bloque 404, se forma una segunda capa bidireccional mediante acoplamiento de una primera capa de refuerzo que tiene una pluralidad de fibras de refuerzo aproximadamente paralelas a una segunda capa de refuerzo que también tiene una pluralidad de fibras de refuerzo aproximadamente paralelas. Las fibras de refuerzo en la primera capa de refuerzo y las fibras de refuerzo en las segundas capas de refuerzo están orientadas en relación a la dirección seleccionada.

En el bloque 406, al menos una capa unidireccional está situada en relación a la primera capa bidireccional y la segunda capa bidireccional. La al menos una capa unidireccional puede estar alineada con la dirección seleccionada. En el bloque 408, se acoplan la primera capa direccional, la segunda capa direccional y la al menos una capa unidireccional. En una realización, se aplica una resina adecuada a la primera capa direccional, a la segunda capa direccional y a la al menos una capa unidireccional y se curan para formar un conjunto unitario.

Los expertos en la técnica también reconocerán fácilmente que las realizaciones anteriores pueden incorporarse en una amplia variedad de sistemas diferentes. Con referencia ahora en particular a la FIGURA 5, se muestra una vista en elevación lateral de una aeronave 500 que tiene una o más de las realizaciones divulgadas de la presente invención. Con excepción de las realizaciones de acuerdo con la presente invención, la aeronave 500 incluye componentes y subsistemas generalmente conocidos en la técnica pertinente, y en interés de la brevedad, no se describirá más adelante. La aeronave 500 incluye generalmente una o más unidades 502 de propulsión que están acopladas a conjuntos 504 de alas o alternativamente a un fuselaje 506 o incluso otras porciones de la aeronave 500. Adicionalmente, la aeronave 500 también incluye un conjunto 508 de cola y un conjunto 510 de aterrizaje acoplado al fuselaje 506. En consecuencia, la aeronave 500 es generalmente representativa de un avión de pasajeros comercial, que puede incluir, por ejemplo, los aviones 737, 747, 757, 767 y 777 de pasajeros comerciales disponibles de The Boeing Company de Chicago, IL. Aunque la aeronave 500 mostrada en la FIGURA 5 muestra generalmente un avión comercial de pasajeros, se entiende que las diversas realizaciones de la presente invención también pueden incorporarse en vehículos de vuelo de otros tipos. Ejemplos de tales vehículos de vuelo pueden incluir aeronaves militares tripuladas o incluso no tripuladas, aeronaves de alas rotatorias, o incluso vehículos de vuelo balísticos, como se ilustró más completamente en varios volúmenes descriptivos, tales como Jane's AU The World's Aircraft, disponible en Jane's Information Group, Ltd. Coulsdon, Surrey, RU.

Con referencia todavía a la FIGURA 5, la aeronave 500 puede incluir una o más de las realizaciones de las estructuras 514 compuestas laminadas multiaxiales de acuerdo con la presente invención, las cuales pueden ser incorporadas en partes que soportan carga y/o que no soportan cargas de la aeronave 500. Aunque las realizaciones anteriores de la invención se relacionan específicamente con estructuras de aeronave, se entiende que las realizaciones anteriores también se pueden incorporar en otros tipos de vehículos, incluyendo diversas formas de vehículos terrestres tales como vehículos terrestres y marinos, que pueden usar las diversas realizaciones de la presente invención sin modificación significativa.

Las realizaciones de la presente invención pueden proporcionar ventajas significativas respecto a los materiales compuestos laminados de la técnica anterior. Por ejemplo, las realizaciones de la presente invención pueden proporcionar un ahorro de peso sustancial, que reduce de este modo los costos operativos, tales como el consumo de combustible. Además, las realizaciones anteriores reducen ventajosamente la complejidad de las estructuras compuestas, y reducen el uso de las materias primas y el tiempo de ciclo. Las realizaciones de la presente invención también reducen ventajosamente la propagación de daños a través de superficies de laminado adyacentes y generalmente aumentan la resistencia y rigidez específicas de la estructura compuesta.

Aunque se han ilustrado y descrito realizaciones preferidas y alternativas de la invención, como se ha indicado anteriormente, pueden realizarse muchos cambios sin apartarse del alcance de la invención como se definió en las reivindicaciones adjuntas.

Por consiguiente, el alcance de la invención no está limitado por la divulgación de estas realizaciones preferidas y alternativas. En su lugar, la invención debe determinarse enteramente por referencia a las reivindicaciones que siguen.

REIVINDICACIONES

1. Una estructura (100) laminada compuesta multiaxial, que comprende:
- 5 una primera capa (116) unidireccional que incluye una pluralidad de fibras (111) de refuerzo paralelas que están alineadas con una primera dirección (113) seleccionada, la primera dirección seleccionada que está alineada con una dirección de tensión principal;
- una segunda capa (110) unidireccional que incluye una pluralidad de fibras (111) de refuerzo paralelas que están alineadas con una segunda dirección (115) seleccionada, en la que la primera dirección (113) seleccionada y la segunda dirección (115) seleccionada son perpendiculares;
- 10 una primera capa (112) bidireccional situada en un lado de la primera capa (116) unidireccional que tiene una primera porción (117) plana que incluye una pluralidad de fibras (111) de refuerzo paralelas orientadas en un primer ángulo α superficial seleccionado con relación a una primera dirección (113) seleccionada y una segunda porción (114) plana adyacente que incluye fibras (111) de refuerzo aproximadamente paralelas orientadas en un segundo ángulo $-\alpha$ superficial seleccionado en relación a la primera dirección (113); y
- 15 una segunda capa (118) bidireccional situada en un lado opuesto de la primera capa (116) unidireccional que tiene una primera porción (119) plana que incluye una pluralidad de fibras (111) de refuerzo paralelas orientadas en un tercer ángulo β amplio seleccionado en relación a la primera dirección (113) seleccionada y una segunda porción (120) plana adyacente que incluye fibras (111) de refuerzo aproximadamente paralelas orientadas en un cuarto ángulo $-\beta$ amplio seleccionado en relación a la primera dirección (113),
- 20 en la que uno de los siguientes se aplica para el ángulo α : $1^\circ < \alpha < 3^\circ$, $3^\circ < \alpha < 7^\circ$, $7^\circ < \alpha \leq 15^\circ$; y para el ángulo β el siguiente es válido $45^\circ < \beta < 90^\circ$.
2. La estructura laminada compuesta multiaxial es la reivindicación 1, que comprende además al menos una de las capas (116, 117) unidireccionales que están acopladas a al menos una de la primera capa (112) bidireccional y la segunda capa (118) bidireccional.
- 25 3. La estructura (100) laminada compuesta multiaxial de la reivindicación 2, en el que la primera capa unidireccional (116) está interpuesta entre la primera capa (112) bidireccional y la segunda capa (118) bidireccional.
4. La estructura (100) laminada compuesta multiaxial de la reivindicación 1, en la que al menos una de las respectivas primera y segunda porciones (117, 114) de la primera capa (112) bidireccional y las respectivas primera y segunda porciones (119, 120) de la segunda capa (118) bidireccional comprende una capa bidireccional tejida.
- 30 5. La estructura (100) laminada compuesta multiaxial de la reivindicación 2, en la que al menos una de las capas unidireccionales comprende además una primera capa unidireccional que tiene una pluralidad de fibras de refuerzo orientadas en la primera dirección seleccionada y una segunda capa unidireccional que tiene una pluralidad de fibras de refuerzo paralelas orientadas en una segunda dirección seleccionada, la primera dirección que es seleccionada aproximadamente perpendicular a la primera dirección seleccionada.
- 35 6. La estructura (100) laminada compuesta multiaxial de la reivindicación 5, en la que la primera capa (116) unidireccional y la segunda capa (110) unidireccional comprenden además una capa de refuerzo tejida.
7. La estructura (100) laminada compuesta multiaxial de la reivindicación 1, en la que la primera capa (112) bidireccional comprende al menos aproximadamente 60 por ciento de un volumen de la estructura (100).
8. La estructura (100) laminada compuesta multiaxial de la reivindicación 1, en la que la primera capa (112) bidireccional comprende un 80 por ciento de un volumen de la estructura.
- 40 9. Un vehículo aeroespacial, que comprende:
- un fuselaje;
- conjuntos de alas y un estabilizador acoplado operativamente al fuselaje; y
- 45 una estructura (100) laminada compuesta multiaxial de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, cuya estructura (100) se incorpora en una porción seleccionada de al menos uno de los conjuntos de fuselaje, de alas y de estabilizador.

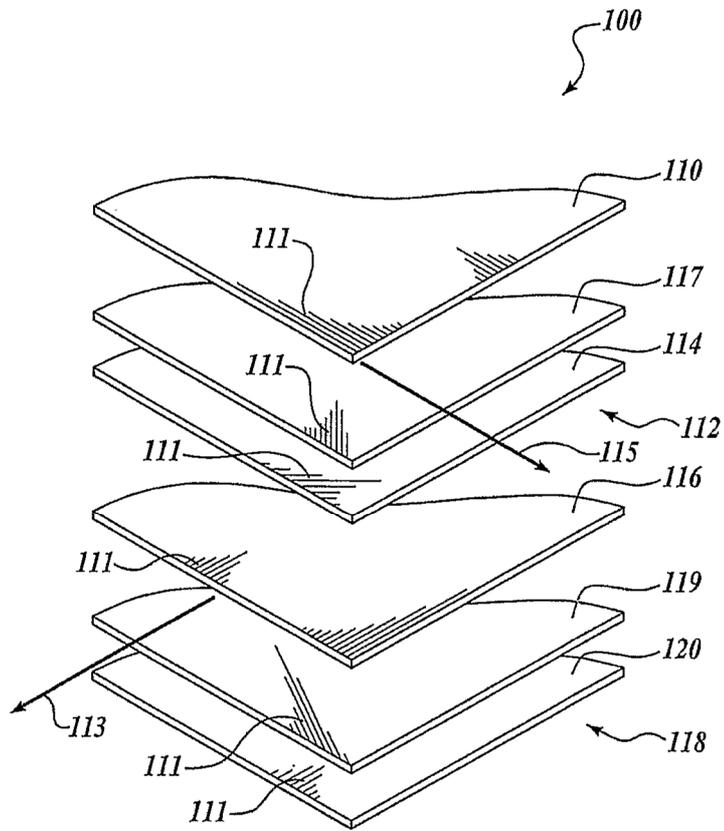


FIG. 1

$\pm \alpha$ (GRADOS)	$\pm \beta$ (GRADOS)
$1^\circ < \alpha < 3^\circ$	$45^\circ < \beta < 90^\circ$
$3^\circ < \alpha < 7^\circ$	
$7^\circ < \alpha \leq 15^\circ$	

FIG. 2

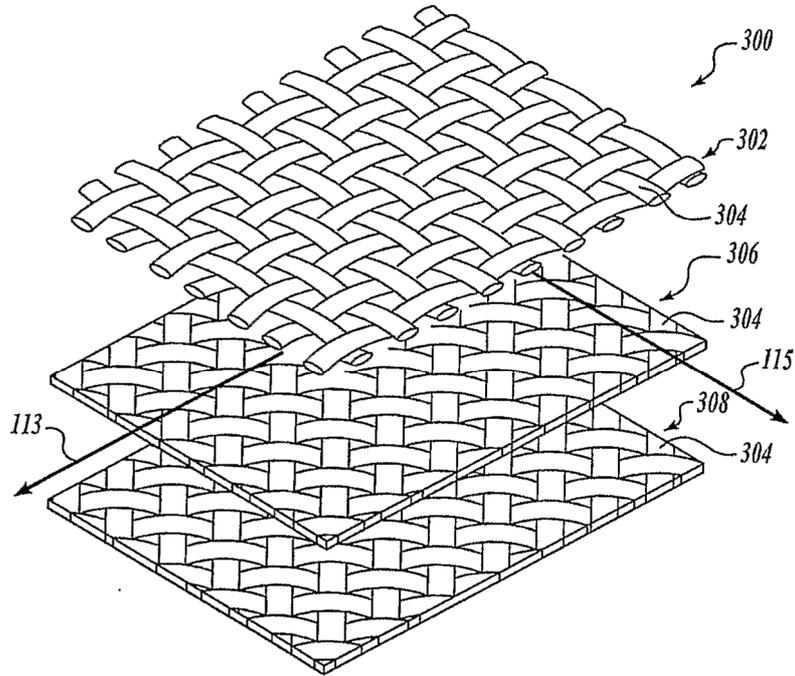


FIG. 3

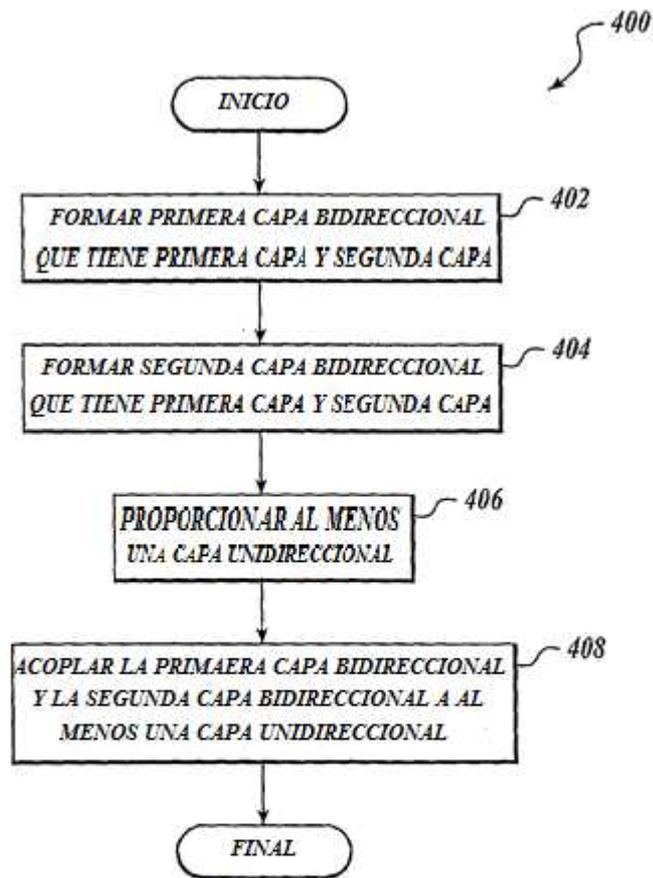


FIG. 4

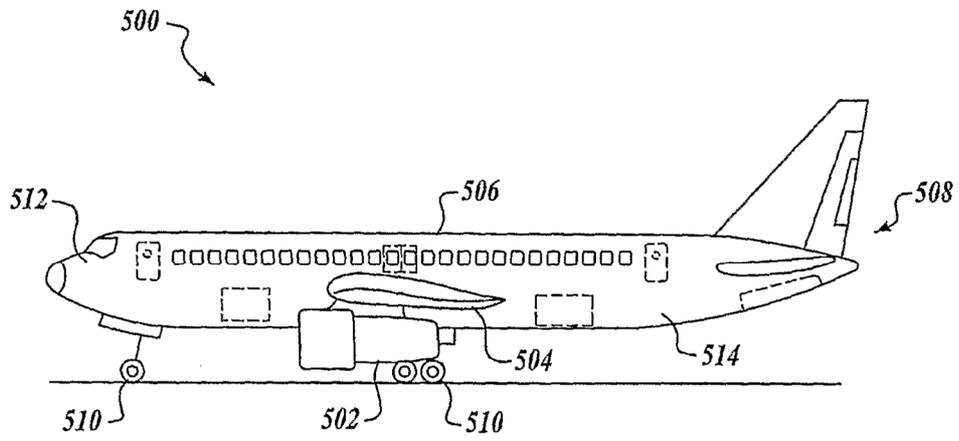


FIG. 5