

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 706 739**

51 Int. Cl.:

B64C 1/12 (2006.01)

B29C 70/30 (2006.01)

B29K 101/00 (2006.01)

B29K 105/10 (2006.01)

B29K 307/04 (2006.01)

B29L 9/00 (2006.01)

B29L 31/30 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.03.2006 E 14167766 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.10.2018 EP 2799329**

54 Título: **Estructura de revestimiento y larguero de material compuesto y método para formar la misma**

30 Prioridad:

28.04.2005 US 118594

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

01.04.2019

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 2 706 739 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 de revestimiento y larguero de material compuesto y método para formar la misma

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere, en general, a componentes estructurales de material compuesto y, más específicamente, a una estructura de revestimiento y larguero de material compuesto.

Antecedentes de la invención

10 Los elementos estructurales están disponibles en una amplia diversidad de configuraciones para proporcionar soporte estructural en una diversidad de condiciones de carga. En particular, las superficies de ala y empenaje de una aeronave incluyen habitualmente elementos estructurales orientados en paralelo y en sentido transversal denominados largueros que se acoplan a los elementos de revestimiento en las superficies de ala y empenaje que proporcionan conjuntamente la rigidez flexural y torsional deseada a las superficies de ala y empenaje. Habitualmente, las superficies de ala y empenaje se fabrican de un metal, como aluminio, acero o titanio, y el larguero incluye una parte de banda plana que está orientada, en general, en una dirección aproximadamente perpendicular al elemento de revestimiento y que se extiende en una dirección de envergadura a lo largo de la superficie de ala o empenaje, de manera que la parte de banda ofrece resistencia a un momento de flexión generado por la carga. Una parte de pestaña puede colocarse en uno o ambos bordes longitudinales de la parte de banda con el fin de proporcionar resistencia al fallo localizado de la parte de banda debido a la deformación lateral. La parte de pestaña permite además que el larguero se acople al elemento de revestimiento proporcionando una superficie de unión para el elemento de revestimiento.

20 También hay disponibles materiales basados en polímeros reforzados que pueden usarse para formar diversos elementos estructurales, y pueden usarse como un sustituto para los metales, específicamente en aplicaciones donde se desea un peso relativamente bajo y una alta resistencia mecánica. Como resultado, los materiales basados en polímeros reforzados se usan ampliamente en una diversidad de aeronaves comerciales y militares, vehículos terrestres y productos de consumo. En general, el material comprende una red de fibras de refuerzo que, en general, se aplican en capas y una resina polimérica que humedece sustancialmente las fibras de refuerzo para formar un contacto estrecho entre la resina y las fibras de refuerzo. A continuación, el material puede formarse en un componente estructural mediante una diversidad de métodos de formación conocidos, tales como un proceso de extrusión u otros procesos de formación.

30 Aunque se han logrado resultados deseables usando aparatos y métodos de la técnica anterior, sería útil una estructura de larguero y revestimiento que pueda fabricarse de manera más fácil y económica, y que pueda proporcionar una resistencia más favorable en relación con el peso en comparación con las estructuras de larguero y revestimiento convencionales.

35 El documento US 6405978 describe un panel de aeronave que incluye unos revestimientos interior y exterior opuestos entre sí que incluyen, cada uno de los mismos, unos rigidizadores. Los rigidizadores comprenden una pluralidad de capas, comprendiendo cada capa unos filamentos continuos dispuestos en una orientación específica.

El documento US4966802 describe compuestos de resina reforzados con fibra formados por elementos que se unen mediante un adhesivo con alta resistencia a la cizalla y alta tenacidad a la fractura. Cada compuesto comprende un panel y una pluralidad de elementos de refuerzo en forma de l orientados en paralelo, ambos formados por una pluralidad de estratos de fibra.

40 El documento GB2238977 se refiere a un método para fabricar un material compuesto a partir de dos pilas de tejido, cada una de las cuales tiene una pluralidad de capas.

El documento US6320118 describe un conjunto estructural para la transmisión y el control de flujos de alta corriente en una estructura de material compuesto de fibra de carbono.

45 "Macromechanical analysis of laminate properties in: "Composites"" (01-12-2001), ASM International, EE.UU. XP055137883, ISNC: 078-0-87-170703-1, describe las relaciones de tensión-deformación para láminas y laminados.

Daniel Gay: "Materiaux Composites", 1997, Hermes, París 286601, XP0022395791 describe una teoría de laminado y el análisis de compuestos.

Sumario

De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona una estructura de larguero y revestimiento de material compuesto de acuerdo con la reivindicación 1. La invención también se refiere a un método para fabricar una estructura de larguero y revestimiento de acuerdo con la reivindicación 6.

5 Breve descripción de los dibujos

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

La figura 1 es una vista en sección transversal parcial despiezada de un conjunto de revestimiento y larguero de material compuesto de acuerdo con una realización de la invención;

10 la figura 2 es una vista esquemática de una disposición estratificada para el elemento de revestimiento de la figura 1, de acuerdo con otra realización de la invención;

la figura 3 es una vista esquemática de una disposición estratificada para la parte de larguero de la figura 1;

la figura 4 es una vista esquemática de una disposición estratificada para la parte de larguero de acuerdo con la invención;

15 la figura 5 es un diagrama de flujo que muestra un método para fabricar una estructura de larguero y revestimiento de material compuesto de acuerdo con otra realización más de la invención; y

la figura 6 es una vista en alzado lateral de una aeronave que tiene una o más de las realizaciones desveladas de la presente invención.

Descripción detallada

20 La presente invención se refiere a estructuras de revestimiento y larguero de material compuesto y a métodos para formar tales estructuras. Muchos detalles específicos de ciertas realizaciones de la invención se exponen en la siguiente descripción y en las figuras 1 a 6 para proporcionar una comprensión completa de tales realizaciones. Sin embargo, los expertos en la materia entenderán que la presente invención puede tener realizaciones adicionales, o que la presente invención puede ponerse en práctica sin varios de los detalles descritos en la siguiente descripción.

25 En la presente exposición, se entiende que la expresión "material basado en polímeros reforzado" incluye diversos materiales basados en polímeros no homogéneos, habitualmente denominados "compuestos reforzados", "compuestos de fibra de carbono", o incluso otras expresiones conocidas en la técnica.

30 La figura 1 es una vista en sección transversal parcial despiezada de un conjunto de revestimiento y larguero de material compuesto 10 de acuerdo con una realización de la invención. El conjunto de revestimiento y larguero de material compuesto 10 incluye una parte de larguero alargada 12 que tiene una parte de banda 14 que está colocada entre una primera parte de pestaña 16 y una segunda parte de pestaña opuesta 18. La parte de banda 14 puede tener una profundidad predeterminada D con el fin de proporcionar la resistencia deseada a una carga aplicada. La primera parte de pestaña 16 y la segunda parte de pestaña 18 son, en general, elementos planos que tienen unos anchos predeterminados W_1 y W_2 , respectivamente. La parte de banda 14 y la primera parte de pestaña 35 16 y la segunda parte de pestaña 18 pueden ser constantes a lo largo de un tramo de la parte de larguero 12 (es decir, en la página), o pueden variar continuamente, o incluso no de manera continua, a lo largo del tramo de la parte de larguero 12. La parte de banda 14 y la primera parte de pestaña 16 y la segunda parte de pestaña 18 están formadas, en general, por un material basado en polímeros reforzado que tiene múltiples capas de fibras de refuerzo orientadas en una orientación predeterminada. La orientación de las fibras de refuerzo en las múltiples capas se describirá con mayor detalle a continuación. 40

El conjunto 10 también incluye un elemento de revestimiento 20 que tiene un espesor deseado t_1 que se acopla a la segunda pestaña 18 usando, por ejemplo, un material adhesivo adecuado. En general, uno de entre la parte de larguero 12 y el elemento de revestimiento 20 puede estar en un estado relativamente no curado, mientras que el otro puede estar en un estado relativamente curado. Por ejemplo, y en una realización específica, el elemento de 45 revestimiento 20 puede acoplarse a la segunda pestaña 18 interponiendo un material adhesivo de película entre un elemento de revestimiento relativamente no curado 20 y la segunda pestaña 18 de una parte de larguero relativamente curada 12. A continuación se cura el adhesivo de película a la vez que se cura el elemento de revestimiento no curado 20, formando de este modo una unión adhesiva entre la segunda pestaña 18 y el elemento de revestimiento 20. Como alternativa, el adhesivo de película puede interponerse entre un elemento de 50 revestimiento relativamente curado 20 y una parte de larguero relativamente no curada 12, de manera que la unión adhesiva se forma mientras se cura la parte de larguero 12. Un adhesivo de película adecuado es el adhesivo de

película FM-300, disponible en Cytec Industries, Incorporated de West Paterson, New Jersey, aunque existen otras alternativas adecuadas. En otra realización específica, tanto la parte de larguero 12 como el elemento de revestimiento 20 pueden estar en un estado completamente curado, y puede interponerse un adhesivo de pasta adecuado entre la segunda parte de pestaña 18 y el elemento de revestimiento 20. El elemento de revestimiento 20 también está formado, en general, por un material basado en polímeros reforzado que tiene múltiples capas de fibras de refuerzo orientadas en una orientación predeterminada. La orientación de las fibras de refuerzo en las múltiples capas también se describirá con mayor detalle a continuación.

Aún con referencia a la figura 1, el elemento de revestimiento 20 y la segunda parte de pestaña 18 pueden incluir al menos un conjunto de aberturas correspondientes que sobresalen a través del elemento de revestimiento 20 y la segunda parte de pestaña 18. Las aberturas están dimensionadas adecuadamente para alojar un elemento de fijación 22 que se enrosca en una parte de tuerca 24 que acopla conjuntamente el elemento de revestimiento 20 y la segunda parte de pestaña 18. Los elementos de fijación 22 y las partes de tuerca 24 ejercen conjuntamente una fuerza de compresión predeterminada sobre el elemento de revestimiento 20 y la segunda parte de pestaña 18 cuando se ejerce un par predeterminado sobre el elemento de fijación 22. En una realización específica, los elementos de fijación 22 y las partes de tuerca correspondientes 24 pueden seleccionarse de los pernos estructurales y partes de tuerca correspondientes de la bien conocida serie de estándares aeroespaciales nacionales (NAS), aunque existen otros elementos de fijación alternativos. Por ejemplo, los sistemas de fijación HI-SHEAR, HI-LOK o HI-LOK/HI-TIGUE disponibles en Hi-Shear Corporation de Torrance, California, también pueden usarse para acoplar el elemento de revestimiento 20 y la segunda parte de pestaña 18. Los sistemas de fijación anteriores desarrollan una tensión predeterminada al incluir una parte de corte que se rompe durante la instalación cuando se alcanza la tensión predeterminada. En consecuencia, no es necesaria una inspección de par después de la instalación. El uno o más elementos de fijación 22 pueden reforzar ventajosamente la unión adhesiva entre la segunda parte de pestaña 18 y el elemento de revestimiento 20, y además pueden proporcionar ventajosamente una característica de detención de grietas.

La figura 2 es una vista esquemática de una disposición estratificada 30 para el elemento de revestimiento 20 de la figura 1, de acuerdo con otra realización de la invención. La disposición estratificada 30 incluye una pluralidad de estratos intercalados que incluyen además fibras de refuerzo, en general, paralelas. En consecuencia, la disposición estratificada 30 incluye una primera capa 32 que tiene unas fibras de refuerzo 34 que están orientadas, en general, en paralelo con respecto a una dirección de orientación predeterminada 36. Una segunda capa 38 incluye unas fibras de refuerzo 40 orientadas, en general, en perpendicular a la dirección de referencia 36. Una tercera capa 42 incluye unas fibras de refuerzo 44 orientadas en un ángulo α con respecto a la dirección de referencia 36, y una cuarta capa 46 que incluye unas fibras de refuerzo 48 orientadas en un ángulo $-\alpha$ con respecto a la dirección de referencia 36. Aunque el ángulo α puede ser cualquier ángulo que sea intermedio entre la orientación de las fibras de refuerzo 34 de la primera capa 34 y las fibras de refuerzo 40 de la segunda capa 38, en una realización específica, el ángulo α es de aproximadamente cuarenta y cinco grados.

Aún con referencia a la figura 2, la primera capa 32, la segunda capa 38, la tercera capa 42 y la cuarta capa 46 pueden tener cualquier espesor deseado, y las fibras 34, 40, 44 y 48 pueden ser de cualquier composición deseada, pero en una realización específica, las fibras de refuerzo 44, 48 y 40 en la tercera capa 42, la cuarta capa 46 y la segunda capa 38, respectivamente, son fibras de carbono de módulo intermedio a alto, que tienen un módulo de al menos aproximadamente 50 M-lbs por pulgada cuadrada. Una fibra de carbono adecuada son las fibras de carbono M-40J disponibles en Toray Carbon Fibers America, Incorporated, de Decatur, Alabama, aunque hay disponibles otras alternativas adecuadas. En la misma realización específica, las fibras de refuerzo 34 en la primera capa 32 son, en general, fibras de carbono de alta resistencia que tienen un módulo de al menos aproximadamente 40 M-lbs por pulgada cuadrada, tal como las fibras de carbono T-800, también disponibles en Toray Carbon Fibers America, Incorporated, aunque existen otras alternativas adecuadas.

La primera capa 32, la segunda capa 38, la tercera capa 42 y la cuarta capa 46 de la disposición estratificada 30 pueden estar presentes en el elemento de revestimiento 20 de la figura 1 en cualquier disposición intercalada deseada y en cualquier proporción relativa. Por ejemplo, y en otra realización específica, el elemento de revestimiento 20 incluye aproximadamente el diez por ciento de la primera capa 32, aproximadamente el ochenta por ciento de la tercera capa 42 y la cuarta capa 46, y aproximadamente el diez por ciento de la segunda capa 38, donde los porcentajes indicados hacen referencia al número total de capas en la estructura. En otra realización específica más, la tercera capa 42 es aproximadamente el cuarenta por ciento del elemento de revestimiento 20, y la cuarta capa 46 es aproximadamente el cuarenta por ciento del elemento de revestimiento 20.

La figura 3 es una vista esquemática de una disposición estratificada 50 para la parte de larguero 12 de la figura 1. La disposición estratificada 50 también incluye una pluralidad de estratos intercalados que incluyen además fibras de refuerzo, en general, paralelas. La disposición estratificada 50 incluye una primera capa 52 que tiene unas fibras de refuerzo 54 que están orientadas en un ángulo δ con respecto a la dirección de orientación predeterminada 36. Una segunda capa 58 incluye unas fibras de refuerzo 60 orientadas en un ángulo $-\delta$ con respecto a la dirección de referencia 36. Una tercera capa 62 incluye unas fibras de refuerzo 64 orientadas en un ángulo γ con respecto a la dirección de referencia 36, y una cuarta capa 66 que incluye unas fibras de refuerzo 68 orientadas en un ángulo $-\gamma$

con respecto a la dirección de referencia 36. Los ángulos δ y $-\delta$ son ángulos relativamente pequeños que varían en magnitud de aproximadamente cero grados a aproximadamente veinte grados. En una realización específica, el ángulo δ es de aproximadamente cinco grados. Los ángulos γ y $-\gamma$ son, por el contrario, ángulos relativamente grandes que tienen una magnitud, en general, mayor que los ángulos pequeños. Los ángulos grandes γ y $-\gamma$ tienen, por lo tanto, magnitudes que varían de aproximadamente cuarenta y cinco grados a aproximadamente noventa grados. En otra realización específica, el ángulo γ es de aproximadamente sesenta y cinco grados.

La primera capa 52, la segunda capa 58, la tercera capa 62 y la cuarta capa 66 pueden tener cualquier espesor deseado, y las fibras 54, 60, 64 y 68 pueden ser de cualquier composición deseada. Sin embargo, en una realización específica, las fibras de refuerzo 54, 60, 64 y 68 son, en general, fibras de carbono de alta resistencia que tienen un módulo de al menos aproximadamente 40 M-lbs por pulgada cuadrada, tal como las fibras de carbono T-800 mencionadas anteriormente, disponibles en Toray Carbon Fibers America, Incorporated. La primera capa 52, la segunda capa 58, la tercera capa 62 y la cuarta capa 66 de la disposición estratificada 50 pueden estar presentes en la parte de larguero 20 de la figura 1 en cualquier disposición intercalada deseada y en cualquier proporción relativa. Por ejemplo, y en otra realización específica, la parte de larguero 12 incluye aproximadamente el ochenta por ciento de la primera capa 52 y la segunda capa 58, y aproximadamente el veinte por ciento de la tercera capa 62 y la cuarta capa 66.

Aún con referencia a la figura 3, y ahora también a la figura 4, se describirá a continuación una disposición estratificada 70 de acuerdo con la invención. La disposición estratificada 70 incluye un primer grupo de capas 72 que incluye la primera capa 52, la segunda capa 58 y la tercera capa 62 de la figura 3 en la disposición ordenada mostrada. Un segundo grupo de capas 74 también incluye la primera capa 52 y la segunda capa 58 de la figura 3, y también incluye la cuarta capa 66. Un tercer grupo de capas 76 también incluye la primera capa 52, la segunda capa 58 y la cuarta capa 66. En contraste con el segundo grupo de capas 74, sin embargo, las posiciones de la primera capa 52 y la segunda capa 58 son yuxtapuestas. Un cuarto grupo de capas 78 incluye la primera capa 52, la segunda capa 58 y la tercera capa 66 en la disposición ordenada mostrada. El primer grupo de capas 72, el segundo grupo de capas 74, el tercer grupo de capas 76 y el cuarto grupo de capas 78 pueden repetirse dentro de la parte de larguero 12 (figura 1) según se desee para generar un espesor deseado en la parte de larguero 12. Además, se entiende que el espesor del primer grupo de capas 72, el segundo grupo de capas 74, el tercer grupo de capas 76 y el cuarto grupo de capas 78 pueden tener espesores individuales aproximadamente equivalentes, o pueden variar independientemente. En una realización específica, las capas individuales en el primer grupo de capas 72, el segundo grupo de capas 74, el tercer grupo de capas 76 y el cuarto grupo de capas 78 pueden formarse usando un material de cinta de polímero, o material "preimpregnado", que incluye una pluralidad de fibras de refuerzo. Los materiales preimpregnados adecuados también están disponibles en Toray Carbon Fibers America, Incorporated.

La figura 5 es un diagrama de flujo que muestra un método 80 para fabricar una estructura de larguero y revestimiento de material compuesto de acuerdo con otra realización más de la invención. En el bloque 82, se genera una parte de larguero formando repetidamente la primera capa 52, la segunda capa 58, la tercera capa 62 y la cuarta capa 66, y uniendo las capas 52, 58, 62 y 66 como se muestra en la figura 3. Más específicamente, las capas anteriores también pueden formarse de acuerdo con la disposición estratificada 70 mostrada en la figura 4. En el bloque 84, se genera un elemento de revestimiento formando repetidamente la primera capa 32, la segunda capa 38, la tercera capa 42 y la cuarta capa 46, y uniendo las capas 32, 38, 42 y 46 como se muestra en la figura 2. En el bloque 86, puede curarse al menos uno de entre la parte de larguero y el elemento de revestimiento, y puede interponerse un adhesivo de película entre el elemento curado y el elemento no curado de la estructura de larguero y revestimiento. En el bloque 86, el adhesivo de película y posiblemente cualquier otro elemento no curado se curan a continuación sometiendo la parte de larguero, el adhesivo de película y el elemento de revestimiento a un entorno térmico predeterminado para unir la parte de larguero al elemento de revestimiento. En el bloque 90, las aberturas pueden formarse en la estructura ensamblada mediante perforación, corte por chorro abrasivo u otros procesos adecuados. A continuación, los elementos de fijación se instalan en las aberturas y se aprietan con un valor prescrito.

Los expertos en la materia también reconocerán fácilmente que las realizaciones anteriores pueden incorporarse en una amplia diversidad de sistemas diferentes. Haciendo ahora referencia específica a la figura 6, se muestra una vista en alzado lateral de una aeronave 300 que tiene una o más de las realizaciones desveladas de la presente invención. La aeronave 300 incluye, en general, una diversidad de componentes y subsistemas conocidos en la técnica pertinente, que en aras de la brevedad, no se describirán en detalle. Por ejemplo, la aeronave 300 incluye, en general, una o más unidades de propulsión 302 que están acopladas a los conjuntos de ala 304 o, como alternativa, a un fuselaje 306 o incluso a otras partes de la aeronave 300. Además, la aeronave 300 también incluye un conjunto de cola 308 y un conjunto de aterrizaje 310 acoplado al fuselaje 306, y un sistema de control de vuelo 312 (no mostrado en la figura 6), así como una pluralidad de otros sistemas eléctricos, mecánicos y electromecánicos que realizan conjuntamente una diversidad de tareas necesarias para el funcionamiento de la aeronave 300.

Aún con referencia a la figura 6, la aeronave 300 puede incluir una o más de las realizaciones de la estructura de larguero y revestimiento de material compuesto 314, de acuerdo con la presente invención, que puede incorporarse

en diversas partes estructurales de la aeronave 300. Por ejemplo, las diversas realizaciones desveladas pueden usarse para formar partes estructurales en los conjuntos de ala 304 y/o partes estructurales en el conjunto de cola 308.

5 La aeronave 300 es, en general, representativa de una aeronave comercial de pasajeros, que puede incluir, por ejemplo, la aeronave comercial de pasajeros 737, 747, 757, 767 y 777, disponible en The Boeing Company de Chicago, IL. En realizaciones alternativas, la presente invención también puede incorporarse en vehículos de vuelo de otros tipos. Ejemplos de dichos vehículos de vuelo incluyen aeronaves militares tripuladas o no tripuladas, aeronaves de ala rotatoria, o incluso vehículos de vuelo balísticos, como se ilustra más detalladamente en diversos volúmenes descriptivos, tal como Jane's All The World's Aircraft, disponible en Jane's Information Group, Ltd. de
10 Coulsdon, Surrey, Reino Unido.

El alcance de la invención no está limitado por la divulgación de estas realizaciones preferidas y alternativas. En su lugar, la invención debe determinarse por completo por referencia a las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Una estructura de larguero y revestimiento de material compuesto, que comprende:

un larguero alargado basado en polímeros (12) que tiene unas fibras de refuerzo colocadas en una pluralidad de capas adyacentes, estando las capas primera (52) y segunda (58) de las fibras de refuerzo orientadas en unos ángulos $+\delta$ y $-\delta$ con respecto a una dirección de referencia seleccionada, siendo $|\delta|$ un primer ángulo relativamente pequeño de entre cero grados y veinte grados, y estando las capas tercera (62) y cuarta (66) de las fibras de refuerzo orientadas en unos ángulos $+\gamma$ y $-\gamma$ con respecto a la dirección de referencia seleccionada, siendo $|\gamma|$ un segundo ángulo relativamente grande de entre cuarenta y cinco y noventa grados, estando el larguero (12) formado como una disposición estratificada (70) que tiene uno o más conjuntos de grupos de capas primero, segundo, tercero y cuarto (72, 74, 76, 78) en la que cada grupo de capas (72, 74, 76, 78) incluye cinco capas adyacentes seleccionadas de la primera capa (52), la segunda capa (58), la tercera capa (62) y la cuarta capa (66), y

un elemento de revestimiento basado en polímeros y reforzado con fibra que limita con el larguero alargado basado en polímeros,

estando la estructura **caracterizada por que** comprende, además, un material adhesivo interpuesto entre el larguero alargado basado en polímeros y el elemento de revestimiento, y

por que:

el primer grupo de capas (72) comprende, en orden, una primera capa (52) que forma una primera capa exterior (52), una segunda capa (58), una tercera capa (62), una primera capa (52) y una segunda capa (58) que forma una segunda capa exterior (58) y

el segundo grupo de capas (74) comprende, en orden, una primera capa (52) que forma una primera capa exterior (52), una segunda capa (58), una cuarta capa (66), una primera capa (52) y una segunda capa (58) que forma una segunda capa exterior (58) y

el tercer grupo de capas (76) incluye, en orden, una segunda capa (58) que forma una primera capa exterior (58), una primera capa (52), una cuarta capa (66), una segunda capa (58) y una primera capa (52) que forma una segunda capa exterior (52) y

el cuarto grupo de capas (78) comprende, en orden, una segunda capa (58) que forma una primera capa exterior (58), una primera capa (52), una tercera capa (62), una segunda capa (58) y una primera capa (52) que forma una segunda capa exterior (52); y en la que, además, en el larguero alargado basado en polímeros (12),

la segunda capa exterior (58) del primer grupo de capas (72) está orientada hacia la primera capa exterior (52) del segundo grupo de capas (74) y

la segunda capa exterior (58) del segundo grupo de capas (74) está orientada hacia la primera capa exterior (58) del tercer grupo de capas (76) y

la segunda capa exterior (52) del tercer grupo de capas (76) está orientada hacia la primera capa exterior (58) del cuarto grupo de capas (78).

2. La estructura de larguero y revestimiento de material compuesto de la reivindicación 1, en la que el larguero (12) comprende una pluralidad de conjuntos repetidos de la disposición estratificada (70) que tiene los grupos de capas primero, segundo, tercero y cuarto (72, 74, 76, 78), para generar un espesor deseado en el larguero (12).

3. La estructura de larguero y revestimiento de material compuesto de la reivindicación 1 o 2, en la que δ es 5° y γ es 65° .

4. Un método para fabricar una estructura de larguero y revestimiento, que comprende formar un larguero alargado basado en polímeros (12) uniendo repetidamente capas reforzadas con fibra de un material polimérico para conferir una forma predeterminada al larguero (12) uniendo las capas primera y segunda (52, 58) en los ángulos $+\delta$ y $-\delta$ con respecto a una dirección de referencia seleccionada, siendo $|\delta|$ un primer ángulo relativamente pequeño entre cero grados y veinte grados, y uniendo las capas tercera y cuarta (62, 66) en los ángulos $+\gamma$ y $-\gamma$ con respecto a la dirección de referencia seleccionada, siendo $|\gamma|$ un segundo ángulo relativamente grande entre cuarenta y cinco y noventa grados con respecto a la dirección de referencia, en una disposición estratificada (70) que tiene uno o más conjuntos de grupos de capas primero (72), segundo (74), tercero (76) y cuarto (78), en la que cada grupo de capas (72, 74, 76, 78) incluye cinco capas adyacentes seleccionadas de la primera capa (52), la segunda capa (58), la tercera capa (62) y la cuarta capa (66) y

formar un elemento de revestimiento uniendo repetidamente capas reforzadas con fibra de un material polimérico para conferir una forma predeterminada al elemento de revestimiento,

estando el método **caracterizado por que** comprende además unir adhesivamente el larguero (12) al elemento de revestimiento, y

por que:

- el primer grupo de capas (72) comprende, en orden, una primera capa (52) que forma una primera capa exterior (52), una segunda capa (58), una tercera capa (62), una primera capa (52) y una segunda capa (58) que forma una segunda capa exterior (58) y
- 5 el segundo grupo de capas (74) comprende, en orden, una primera capa (52) que forma una primera capa exterior (52), una segunda capa (58), una cuarta capa (66), una primera capa (52) y una segunda capa (58) que forma una segunda capa exterior (58) y
- el tercer grupo de capas (76) incluye, en orden, una segunda capa (58) que forma una primera capa exterior (58), una primera capa (52), una cuarta capa (66), una segunda capa (58) y una primera capa (52) que forma una segunda capa exterior (52) y
- 10 el cuarto grupo de capas (78) comprende, en orden, una segunda capa (58) que forma una primera capa exterior (58), una primera capa (52), una tercera capa (62), una segunda capa (58) y una primera capa (52) que forma una segunda capa exterior (52); y en la que, además, en el larguero alargado basado en polímeros (12), la segunda capa exterior (58) del primer grupo de capas (72) está orientada hacia la primera capa exterior (52) del segundo grupo de capas (74) y
- 15 la segunda capa exterior (58) del segundo grupo de capas (74) está orientada hacia la primera capa exterior (58) del tercer grupo de capas (76) y
- la segunda capa exterior (52) del tercer grupo de capas (76) está orientada hacia la primera capa exterior (58) del cuarto grupo de capas (78).
5. El método de la reivindicación 4, en el que la etapa de formar el larguero comprende unir entre sí una pluralidad de conjuntos repetidos de la disposición estratificada (70) que tiene los grupos de capas primero, segundo, tercero y cuarto (72, 74, 76, 78), para generar un espesor deseado en el larguero (12).
- 20 6. El método de las reivindicaciones 4 o 5, en el que δ es 5° y γ es 65° .

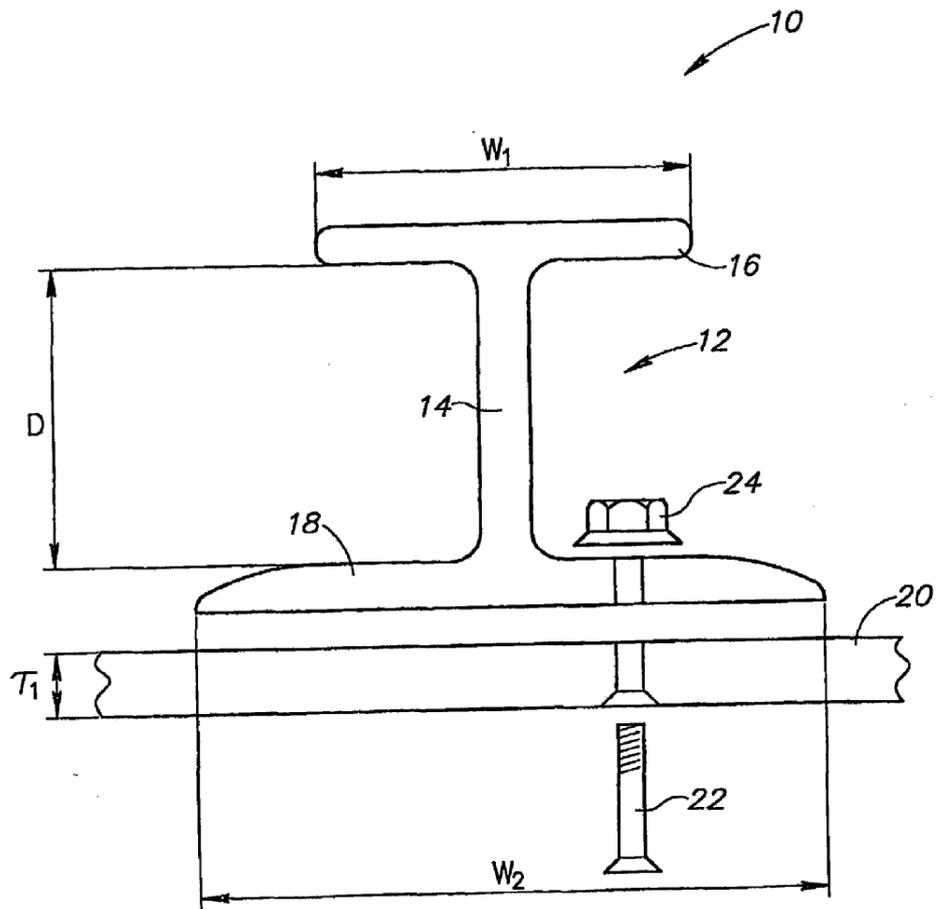


FIG.1

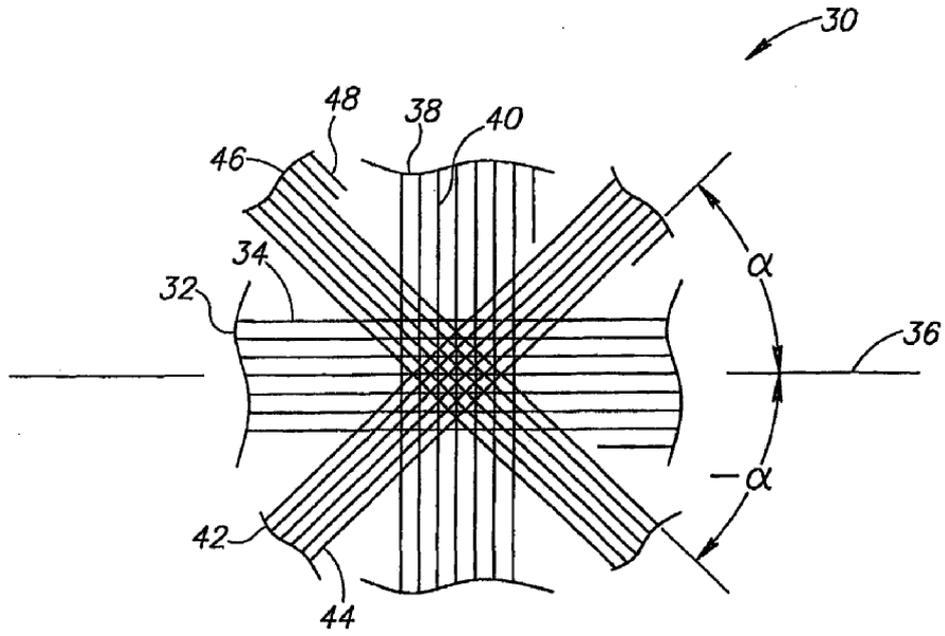


FIG. 2

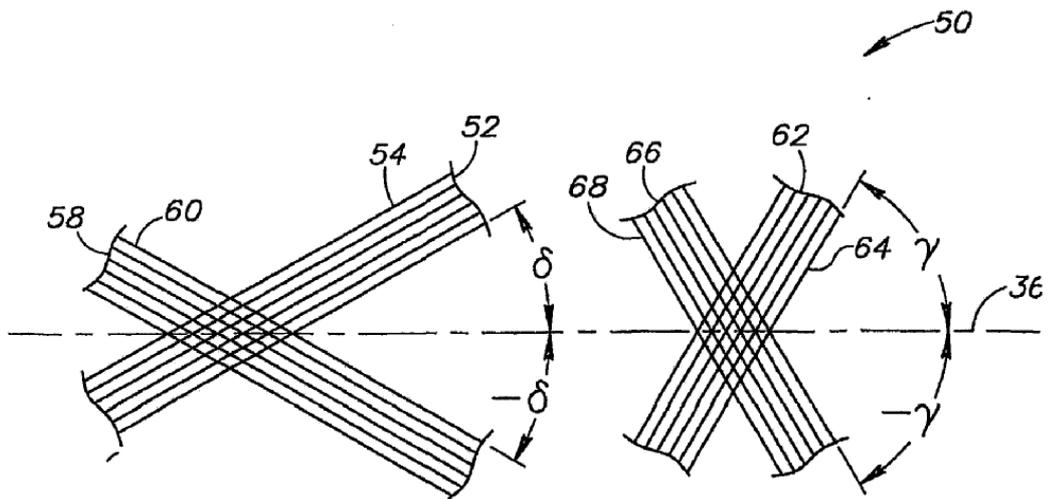
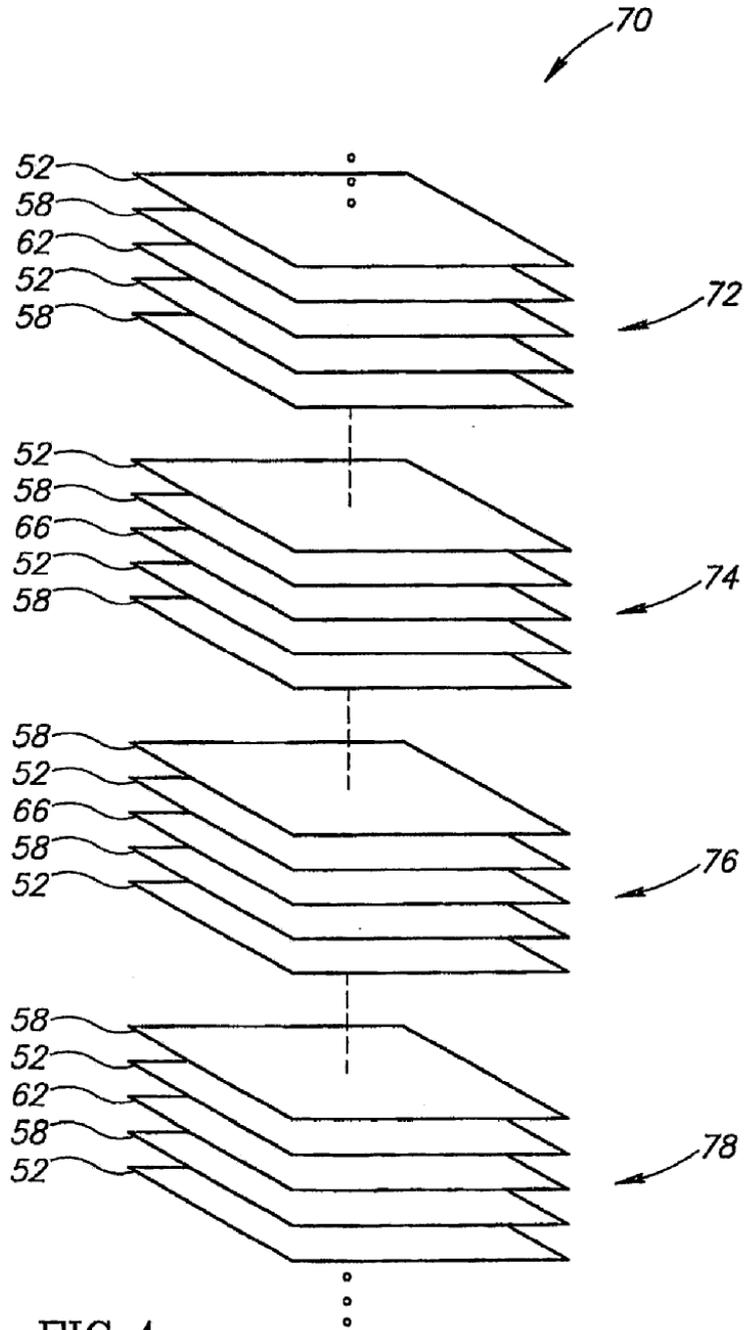


FIG. 3



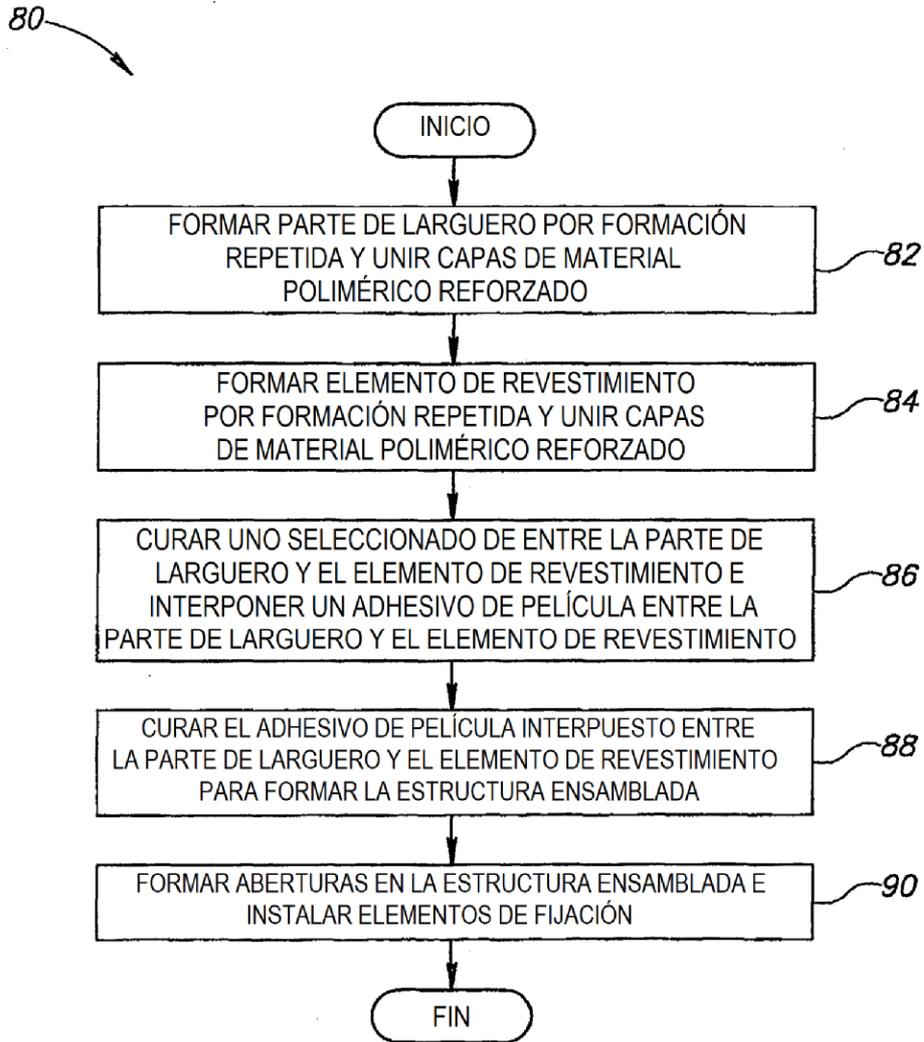


FIG.5

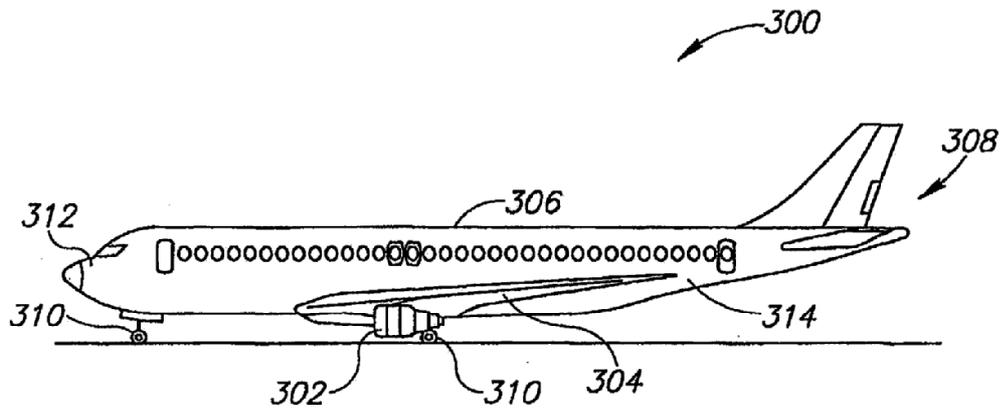


FIG.6