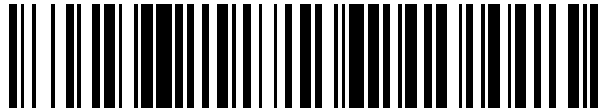


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 405 583**

51 Int. Cl.:

B29C 70/86

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.05.2009 E 09747636 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.01.2013 EP 2303560**

54 Título: **Un método de fabricación de rigidizador reforzado**

30 Prioridad:

16.05.2008 US 122124

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

31.05.2013

73 Titular/es:

**THE BOEING COMPANY (100.0%)
100 North Riverside Plaza
Chicago, IL 60606-2016, US**

72 Inventor/es:

**DEOBALD, LYLE, R.;
MORRIS, JOHN, D.;
LEE, KARL, B.;
MARCOE, JEFFREY, L.;
IDEN, MARK, C. y
HARRIS, CHRISTOPHER, G.**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 405 583 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

Un método de fabricación de un rigidizador reforzado.

5 CAMPO TÉCNICO

Esta descubrimiento trata en general de estructuras de material compuesto, y se ocupa mas en particular de técnicas para reforzar los rigidizadores de material compuesto de múltiples piezas, para aumentar su resistencia a la tracción.

10 ANTECEDENTES

Una gran variedad de rigidizadores y vigas ligeras de material compuesto pueden ser utilizadas en vehículos, como por ejemplo aviones, al objeto de soportar o rigidizar elementos como las alas y secciones del fuselaje. Por ejemplo, los rigidizadores que tienen una sección transversal en I pueden ser utilizados para rigidizar los paneles de las alas formando parte del conjunto de ala. Estos rigidizadores ligeros de sección en I pueden estar formados típicamente de laminados de cintas de fibra de grafito que muestran una rigidez axial relativamente alta, pero una dureza interlaminar relativamente baja, en particular en la intersección del alma con la base / cubierta.

Los rigidizadores con sección en I pueden estar fabricados utilizando dos canales en forma de C preformados, en los que las alas del canal están unidas al alma formando un radio. Debido a este radio, la intersección de la base y de la cubierta con el alma forma un hueco o "zona de relleno de los radios", en el que puede ser colocado un relleno al objeto de reforzar la rigidez en esta área. El rigidizador debe tener suficiente resistencia a la tracción en el área de la zona del relleno de los radios para resistir las cargas de separación impuestas sobre el rigidizador en una aplicación dada. Al objeto de conseguir una resistencia al separación adecuada, puede ser necesario incrementar el grosor del rigidizador, añadiendo de esta manera peso al avión. Alternativamente, pueden ser añadidos bloques de radio al rigidizador al objeto de aumentar la resistencia al separación, pero los bloques de radio añaden también un peso no deseado al avión.

De acuerdo con lo anterior, existe una necesidad de construir un rigidizador que muestre una resistencia al separación mejorada en la zona de alrededor de la zona de relleno de los radios sin incrementar materialmente el peso del rigidizador.

El documento WO2007/119371 describe un proceso para fabricar perfiles prefabricados y el aparato para este proceso, en el que un perfil prefabricado con una parte sobresaliente en el perfil de su sección transversal es fabricado continuamente suministrando una forma en bruto de material base de fibra de refuerzo con una parte sobresaliente en su perfil de la sección transversal.

SUMARIO

Las realizaciones descritas proporcionan un rigidizador formado por una cinta de material compuesto laminado que está reforzada en el área de las zonas de relleno de los radios mediante el uso de una o más capas de tejido de material compuesto y un relleno envuelto en adhesivo. La dureza incrementada del tejido de material compuesto y del envoltorio de adhesivo refuerzan el rigidizador, lo que resulta en una resistencia al separación incrementada, al mismo tiempo que se mejora el límite elástico y la carga máxima de rotura. Las realizaciones descritas pueden ser empleadas para formar rigidizadores reforzados para una gran variedad de aplicaciones, incluyendo por ejemplo y sin que suponga limitación, unir costillas para reforzar las cubiertas superiores en aplicaciones de aeronaves.

De acuerdo con un ejemplo descrito, un rigidizador de material compuesto comprende: un rigidizador de material compuesto, que comprende: un primer un segundo y un tercer miembros formados por cinta de material compuesto laminada, definiendo el primer y el segundo miembros un alma y un par de alas que se extienden desde el alma, estando unido el tercer miembro a las alas y extendiéndose aproximadamente en sentido perpendicular al alma, entrecruzándose el primer , el segundo y el tercer miembros de material compuesto para formar un hueco; un material de relleno dispuesto en el hueco, y sustancialmente rellenándolo; al menos una capa de tejido de material compuesto en cada uno de los miembros en la zona del material de relleno; y una capa de adhesivo rodeando el material de relleno y uniendo el relleno a la tejido de material compuesto. Tanto la tejido de material compuesto como el adhesivo pueden extenderse parcialmente hacia el alma y a lo largo de las alas en ambas direcciones para incrementar la resistencia del rigidizador.

De acuerdo con otro ejemplo descrito, un rigidizador de material compuesto, comprende: un par de canales de material compuesto unidos entre sí, incluyendo cada uno de los canales una alma, alas que se extienden desde el alma, y zonas de radios entre el alma y cada una de las alas; una base que se extiende transversalmente al alma y unida a cada una de las alas, las zonas del radio de los canales y la base formando al menos una zona de relleno de los radios; un miembro de refuerzo que rellena la zona de relleno de los radios; una capa de tejido de material compuesto que cubre la zona de los radios de los canales y la base; y una capa de adhesivo que rodea el relleno y que une el relleno a la capa de tejido de material compuesto. En una realización, la capa de tejido de material compuesto puede incluir fibras de refuerzo entretejidas bidireccionales que pueden comprender grafito. El relleno puede ser uno de los siguientes: una cinta de material compuesto unidireccional preformada, un laminado de material compuesto, un miembro híbrido de tejido – cinta, y un miembro de titanio. La capa de adhesivo puede incluir

una hoja de adhesivo estructural envuelta alrededor del relleno. En una realización, la capa de adhesivo puede extenderse más allá de la zona de relleno de los radios hacia las capas de interfase entre los canales y entre la base y cada una de las alas.

5 De acuerdo con una realización de un método descrito tal como se define en la reivindicación 1, fabricar un rigidizador de material compuesto comprende: formar un par de canales de material compuesto que tengan cada uno un ala y una parte del radio, utilizando una cinta de fibra de material compuesto; colocar una capa de tejido de fibra de material compuesto sobre la parte del radio de cada uno de los canales; formar una base utilizando la cinta de fibra de material compuesto; colocar una capa de tejido de fibra de material compuesto sobre al menos una parte de la base; colocar una capa de adhesivo alrededor de un relleno; unir los canales y la base; colocar el relleno y la capa de adhesivo en la zona del relleno de los radios entre las partes del radio de los canales y la base; y curar todo el conjunto. Las realizaciones preferidas de la invención están definidas en las reivindicaciones dependientes.

10 De acuerdo con otro método de ejemplo, fabricar un rigidizador de material compuesto reforzado, comprende: formar una estructura de material compuesto que tiene un alma y un par de alas que se extienden en direcciones opuestas desde el alma, incluyendo aplicar una capa de tejido de material compuesto sobre capas de cinta de material compuesto laminado en el área entre el alma y las alas; unir una superficie de la cubierta a las alas; aplicar una capa de tejido de material compuesto a la superficie de la cubierta unida a las alas; colocar un relleno de refuerzo entre el alma, las alas y la cubierta; y, utilizar un adhesivo para unir el relleno de refuerzo a las capas de tejido de material compuesto en la estructura de material compuesto y la cubierta.

Otras características, beneficios y ventajas de las realizaciones descritas serán aparentes a partir de la descripción que sigue de las realizaciones, a la vista y de acuerdo con los dibujos adjuntos y de las reivindicaciones.

25 BREVE DESCRIPCION DE LAS ILUSTRACIONES

La Figura 1 es una vista del extremo de un rigidizador reforzado de acuerdo con las realizaciones descritas.

La Figura 2 es una vista lateral del rigidizador reforzado mostrado en la Figura 1.

La Figura 3 es una vista en sección que muestra un rigidizador reforzado unido a una envolvente.

30 La Figura 4 es un diagrama que ilustra las fuerzas de separación que actúan sobre el rigidizador mostrado en la Figura 1.

La Figura 5 es una vista aumentada del área designada como "A" en la Figura 4.

La Figura 6 es una vista de una sección, en despiece, de un extremo del rigidizador mostrado en la Figura 1.

La Figura 7 es una vista de una sección tomada a lo largo de la línea 7 - 7 en la Figura 6.

La Figura 8 es una vista similar a la Figura 6 pero mostrando los componentes en su forma ensamblada.

35 Las Figuras 9 a 11 ilustran los pasos para instalar un envoltorio adhesivo y en relleno en la zona de relleno de los radios del rigidizador mostrado en la Figura 1.

La Figura 12 es una vista de una sección de un extremo de un rigidizador que forma una realización alternativa.

40 La Figura 13 es una vista en perspectiva que muestra las herramientas utilizadas para aplicar parches de tejido localizados utilizados en un método para fabricar la pieza de unión ilustrada en la Figura 1.

La Figura 14 es una vista lateral de las herramientas mostradas en la Figura 14 una vez que las herramientas han sido presionadas juntas.

La Figura 15 es una vista superior de las herramientas mostradas en la Figura 14.

La Figura 16 es un diagrama de flujo que ilustra un método para producir un rigidizador reforzado.

45 La Figura 17 es un diagrama de flujo de un método de producción y mantenimiento de aeronaves.

La Figura 18 es un diagrama de bloques de una aeronave.

DESCRIPCION DETALLADA

50 En referencia en primer lugar a las Figuras 1, 2 y 3, un rigidizador reforzado indicado en general por el número 20 tiene una sección transversal aproximadamente en forma de I y puede ser utilizado en una variedad de aplicaciones para soportar cargas y / o reforzar miembros estructurales. Por ejemplo, y sin limitación, en el ala de un avión, el rigidizador 20 puede ser utilizado para rigidizar un panel del ala (no mostrado) u otro componente del ala (no mostrada), o para rigidizar una envolvente 38 que forma parte de una sección del fuselaje (no mostrado).

55 El rigidizador 20 comprende en su conjunto un par de canales en forma de C 22, 24 dispuestos en una relación oposición por la parte posterior, una cubierta 26, y una base 28. Los canales en forma de C 22, 24, la cubierta 26 y la base 28 pueden estar hechos de una cinta de material compuesto reforzado en el que las fibras de refuerzo están orientadas unidireccionalmente y se mantienen en una matriz sintética como por ejemplo, a modo de ejemplo y sin que suponga limitación, resina epoxy. Los canales en C 22, 24 incluyen respectivamente partes del alma 34a, 34b y un par de alas que están orientadas en oposición 30, 32 en cada extremo de las partes del alma 34a, 34b. Las partes del alma 34a, 34b están unidas entre sí para formar un alma 34. Cada una de las partes del alma 34a, 34b se une con una de las alas 30, 32 con un radio 35. La cubierta 26 y la base 28 están unidas a las caras exteriores de las alas 30, 32, respectivamente. Como resultado del radio 35, un hueco de forma aproximadamente triangular 37 se crea en cada intersección del radio 35 con la cubierta 26 y con la base 28. Los huecos 37, a los que aquí se hace referencia también como "zonas de relleno de los radios", se rellenan con un relleno de refuerzo alargado 36

conocido también como un “fideo” que tiene una forma de la sección transversal que encaja aproximadamente con la sección transversal esencialmente triangular de los huecos 37.

5 Los rellenos 36 pueden estar fabricados de una gran variedad de materiales que son compatibles con los materiales utilizados en los canales 22, 24, cubierta 26 y base 28, pero típicamente puede comprender una cinta de material compuesto formada por un material compuesto unidireccional, un laminado de material compuesto, un miembro híbrido de cinta – tejido o titanio mecanizado. Los rellenos 36 sirven para distribuir las cargas de una manera más uniforme y transmitir las entre el alma 34, la base 28 y la cubierta 26.

10 En referencia en particular a la Figura 3, en algunas aplicaciones, se puede utilizar una forma alternativa del rigidizador 20a, en la que tanto la cubierta 26 como la base 28 están formadas por un elemento estructural al que puede estar unido el rigidizador 20a, que en el ejemplo ilustrado, es una envoltura 38.

15 Se dirige la atención ahora a las Figuras 4 y 5 en las que se ilustran las fuerza de tensión típicas que actúan sobre el rigidizador 20. Una fuerza de tensión indicada por la flecha 40 actúa a través del alma 34 creando una fuerza de reacción indicada por las flechas 42 que es normal a los planos de la superficie formada por las alas 32 y la base 38. Debido a la presencia de la zona de relleno de los radios 37, las fuerzas de reacción 42 pueden tender a separar o “arrancar” la superficie y el área que rodea la zona de relleno de los radios 37. Es por tanto deseable que los rellenos 36 ayuden, en la medida de lo posible, a reforzar el área que rodea la zona de relleno de los radios 37, incrementando así la resistencia al separación del rigidizador 20.

20 En referencia ahora a las Figura 6, 7 y 8, la resistencia al separación del rigidizador 20 puede ser incrementada empleando una capa de tejido de material compuesto 48 en el área de la zona del relleno de los radios 37, y envolviendo todas las caras del relleno 36 con una capa de adhesivo 36. Aunque una capa sencilla de tejido 48 puede ser adecuada, en algunas aplicaciones puede ser deseable o beneficioso aplicar más de una capa del tejido. El tejido 48 puede comprender conjuntos de fibras entremezcladas o tejidas que se extienden a través de una dirección, esto es, en las direcciones de orientación de las fibras entrecruzadas o tejidas. En contraste, las fibras en la cinta 50 que forman las capas de recubrimiento 44 están orientadas en una única dirección y por tanto pueden mostrar una alta rigidez axial únicamente en su dirección de orientación. Adicionalmente, la capa de tejido 48 puede proporcionar una rigidez adicional debido al hecho de que las fibras en el tejido 48 han sido unidas estructuralmente o interconectadas entre sí a través del entrecruzado o entretejido. La capa de tejido 48 puede comprender, por ejemplo y sin limitación, fibras de carbono o grafito que son entrecruzadas o entretejidas en orientaciones a 0 – 90 o +/- 45 grados, aunque son posibles otras orientaciones bidireccionales. La matriz utilizada en la capa de tejido 48 puede ser de resina epoxy o de otro material adecuado suficientemente conocido en la técnica de los materiales compuestos. La capa de adhesivo 46 puede comprender, por ejemplo y sin limitación, un adhesivo estructural de base resina epoxy. Como se discutirá más adelante con mayor detalle, durante el proceso, la capa de adhesivo 46 puede tender a “sangrar” hacia la capa de tejido 48, creando de esta manera una unión más fuerte entre el relleno 36 y los canales en C 22, 24 y la base 28. Esta unión fuerte aumenta la resistencia del rigidizador 20 en el área de la zona del relleno de los radios 37, que a su vez puede aumentar la resistencia al separación del rigidizador 20.

25 Como se ha indicado previamente, los canales en forma de C 22, 24, la cubierta 26 y la base 28 (Figuras 1 – 3) están formadas cada una de múltiples capas 44 (véase la Figura 7) de fibras unidireccionales, reforzadas, en la forma de una cinta 50. Como se discutirá con más detalle más adelante, la capa superior de tejido 48 puede cubrir un lateral entero de los canales 22, 24, cubierta 26 y base 28, o puede comprender un parche que está presente únicamente a lo largo de una sección de la longitud del relleno 36 en aquellas aplicaciones en las que es importante minimizar el peso del rigidizador 20. La combinación de las capas de tejido 48 y de las capas de adhesivo 46 puede actuar para ofrecer resistencia a una vía de deslaminación potencial alrededor del elemento de refuerzo 36, creando de esta manera una sección en forma de “T” rígida en los extremos opuestos del alma 34. En algunas aplicaciones puede ser deseable incrementar el radio “R” (Figura 6) del radio 35 al objeto de reducir el pico de fuerza tensil en el área del radio 35, mejorando aún más de esta manera la resistencia al separación del rigidizador 20.

30 Las realizaciones descritas pueden ser empleadas ventajosamente en la fabricación de rigidizadores que tienen una sección transversal diferente de una I, como por ejemplo en T o en J, u otras geometrías de sección transversal donde una cubierta o una base se cruza con áreas con radio formando un hueco que requiere rellenos y mejoras de la resistencia al separación.

35 La atención se dirige ahora a las Figuras 9 – 11 que ilustran un método para envolver el relleno 36 con una capa de adhesivo 46 e instalar el relleno 36 en la zona del relleno de los radios 37. Como se muestra en la Figura 9, una capa, que puede tener la forma de una hoja de la capa de adhesivo 46, está colocada sobre la zona del relleno de los radios 37, con un extremo de la hoja de adhesivo 46 comenzando en un punto tangente 62a en una de las alas 30. La hoja que forma la capa de adhesivo 46 es a continuación presionada hacia abajo hacia el interior de la zona del relleno de los radios 37 hasta que alcanza otro punto tangente 62b, tras lo cual el resto de la capa de adhesivo 46 es extendido sobre la otra ala 32, cubriendo un tercer punto tangente 62c. El ancho de la hoja que forma la capa de adhesivo 46 debe ser suficiente de manera que sobre una longitud 64 que es igual o mayor que la anchura del

relleno 36. La anchura 64 sobrante de la capa de adhesivo 46 se dobla sobre el relleno 36, como se muestra en la Figura 11, y cualquier cantidad en exceso restante (no mostrada) puede ser cortada.

5 El relleno 36 que ha sido completamente envuelto en la capa de adhesivo 46, la cubierta 26 (o la base 28) es a continuación presionado en la dirección de las flechas 54, hasta contactar con las alas 30 (o 32) y el relleno 36 cuando las partes se ensamblan en un conjunto de herramientas (no mostrado) utilizado para comprimir y curar conjuntamente el rigidizador 20, como se discutirá con más detalle más adelante. Durante el proceso de curado, la capa de adhesivo 46 sangra parcialmente sobre las capas de tejido 48, creando una unión por interferencia fuerte entre el relleno 36 y los canales en forma de C 22, 24, la base 28 y la cubierta 26. Como se ha indicado
10 previamente, en algunas aplicaciones, la capa 48 de tejido de material compuesto y de la capa de adhesivo 46 puede extenderse por la totalidad de la longitud del rigidizador 20, mientras en otras aplicaciones el tejido 48 y la capa de adhesivo 46 pueden estar presente únicamente a lo largo de una sección de la longitud del rigidizador 20 en algunas zonas, por ejemplo, donde las cargas de tensión sobre el rigidizador 20 pueden ser particularmente altas.

15 En referencia ahora a la Figura 12, en algunas aplicaciones, puede ser deseable extender la longitud de la capa de adhesivo 46 más allá de los puntos tangentes 62 (Figura 9) hasta las áreas de interfase directas 56, 58 y 60 entre los canales en forma de C 22, 24 y la base 28 (o la cubierta 26). Estas áreas de adhesivo 56, 58 y 60 unen las capas enfrentadas directamente 48 del tejido y pueden reforzar aún más el rigidizador 20 en la zona del relleno de los radios 37, mejorando aún más la resistencia al separación.

20 Se hace ahora referencia a las Figuras 13 – 15 que ilustran un método y las herramientas relacionadas que pueden ser utilizadas para formar rigidizadores 20 en los que las capas de tejido 48 están localizadas, esto es están aplicadas como parches. Los canales en forma de C 22, 24 pueden ser formados mediante envoltura sobre un par de herramientas 62, 64. Los parches de tejido de material compuesto 48a, 48b son colocados a continuación respectivamente en zonas apropiadas sobre los canales en forma de C 22, 24 correspondientes como aprecia mejor en la Figura 13. En algunas aplicaciones, puede ser deseable que los parches de tejido 48a, 48b estén ligeramente decalados uno con respecto al otro. Por ejemplo, como se puede apreciar en la Figura 13, la profundidad x del parche 48a envuelto sobre la parte del alma 34a es menor que la profundidad i del parche de tejido 48b. De manera similar, como se muestra en le Figura 14, los parches 48a, 49b están decalados longitudinalmente una distancia z.

30 Después de que los parches 48a, 48b hayan sido colocados sobre los canales en forma de C 22, 24 formados por extensión del tejido encima de las herramientas, las herramientas 62, 64 se presionan una contra la otra, forzando que las partes del alma 34a, 34b contacten cara con cara. En este punto, como se muestra en la Figura 14, el relleno envuelto en adhesivo 36 se coloca en la zona del relleno de los radios 37, a continuación de lo cual se coloca un tercer parche de tejido 48c sobre el relleno 36, sobrepuesto a los parches de tejido 48a, 48b. En este ejemplo, la capa de adhesivo 48 se envuelve alrededor únicamente de una sección de la longitud total del relleno 36, sin embargo en otras aplicaciones la capa de adhesivo 48 puede extenderse por la totalidad de la longitud del relleno 36. Finalmente, la base 28 y la cubierta 26 pueden ser instaladas y la totalidad del conjunto puede ser moldeado por vacío y colocado en un autoclave (no mostrado) para la compactación y el curado.

35 Se prestará atención ahora a la Figura 16 que ilustra los pasos de un método 88 para fabricar el rigidizador de refuerzo 20. En 70, el relleno 36 se forma utilizando cualquiera de las múltiples técnicas conocidas en la industria del procesado de materiales compuestos. En 72, el relleno 36 es envuelto con una capa de adhesivo 46, que puede ser realizada doblando la capa de adhesivo 46 alrededor de cada lado del relleno 36.

40 Se forma una pila en 74 apilando capas previamente impregnadas de cinta de material compuesto en la herramienta apropiada, como se muestra en el paso 76, y a continuación de esto, en 78, se coloca una capa de tejido de material compuesto 48 sobre la pila de pliegos de cinta. A continuación, la pila adquiere la forma de los canales en forma de C 22 ó 24 en el paso 80 mediante extensión sobre un molde o mediante otra técnica.

45 A continuación, en aquellas aplicaciones en las que la capa de adhesivo 48 se extiende más allá de los bordes del elemento reforzado 36, una capa de adhesivo adicional 56, 58, 60 (véase la Figura 12) puede ser aplicada a los canales en forma de C preformados 22, 24, como se muestra en el paso 82.

50 A continuación, en el paso 84, los canales en forma de C preformados 22, 24 y el relleno envuelto en adhesivo 36 se ensamblan como una pila en la herramienta apropiada. A continuación, en 86, la pila se compacta y cura para completar el rigidizador 20.

55 Las realizaciones de la descripción pueden encontrar utilidad en una variedad de aplicaciones potenciales, en particular en la industria del transporte, incluyendo por ejemplo, aplicaciones aeroespaciales, marinas y del automóvil. Así, en referencia ahora a las Figuras 17 y 18, las realizaciones de la descripción pueden ser utilizadas en el contexto del método 90 para la fabricación y reparación de aviones como se muestra en la Figura 17 y para un avión 92 como se muestra en la Figura 18. Durante la preproducción, el método de ejemplo 90 puede incluir el diseño de especificación 94 del avión 92 y la adquisición de material 96. Durante la producción, tiene lugar la fabricación de componentes y subconjuntos 98 y la integración del sistema 100 del avión 92. A continuación, el avión 92 puede pasar por el proceso de certificación y despacho 102 al objeto de ser puesto en servicio 104. Mientras está

en servicio para un cliente, el avión 92 está sujeto a rutinas de mantenimiento y servicios 106 (que pueden incluir también modificaciones, reconfiguraciones, reconstrucciones, y demás).

5 Cada uno de los procesos del método 90 pueden ser realizados o ejecutados por un sistema integrador, una tercera parte, y / o un operador (por ejemplo, un cliente). Para el propósito de esta descripción, un sistema integrador puede incluir, sin imitación, cualquier número de fabricantes de aviones y subcontratistas de sistemas principales; una tercera parte puede incluir, sin limitaciones, cualquier número de vendedores, subcontratistas, y suministradores; y un operador puede ser una línea aérea, una compañía de leasing, una entidad militar, una organización de servicios, etc.

10 Como se muestra en la Figura 18, el avión 92 producido mediante el método de ejemplo 90 puede incluir un fuselaje 108 con una pluralidad de sistemas 110 y un interior 112. Los ejemplos de sistemas de alto nivel 110 incluye uno o más de un sistema de propulsión 114, un sistema eléctrico 116, un sistema hidráulico 118, y un sistema ambiental 120. Se pueden incluir cualquier cantidad de otros sistemas. Aunque se muestra un ejemplo aeroespacial, los principios de la descripción pueden ser aplicados a otras industrias, como por ejemplo las industrias marina o de automoción.

15 Los sistemas y métodos realizados aquí pueden ser empleados durante una o más de las etapas del método 90 de fabricación y el mantenimiento. Por ejemplo, los componentes o subconjuntos correspondientes al proceso de producción 98 pueden ser fabricados o realizados de una manera similar a los componentes o subconjuntos producidos mientras el avión 92 está en servicio. También, se pueden utilizar durante los pasos de producción 98 y 20 100 uno o más realizaciones del aparato, realizaciones del método o una combinación de los mismos, por ejemplo, acelerando sustancialmente el montaje de o reduciendo el coste de un avión 92. De manera similar, una o más realizaciones del aparato, realizaciones del método, o una combinación de los mismos pueden ser utilizadas 25 mientras el avión 92 está en servicio, por ejemplo y sin limitación, para el mantenimiento y reparación 106.

Aunque las realizaciones de esta descripción han sido descritas con respecto a ciertas realizaciones de ejemplo, se debe entender que las realizaciones específicas tienen el propósito de ilustrar y no delimitar, ya que otras 30 variaciones serán imaginadas por aquellos versados en la técnica.

REIVINDICACIONES

1.- Un método para fabricar un rigidizador de material compuesto (20), que comprende:

- 5 formar un par de canales de material compuesto (22, 24) que tienen cada uno un ala y una parte del radio, utilizando cinta de fibra de material compuesto;
colocar una capa de tejido de fibra de material compuesto (48a, 48b) sobre la parte del radio de cada uno de los canales;
10 formar una base (28) utilizando cinta de fibra de material compuesto;
colocar una capa de tejido de fibra de material compuesto (48) sobre al menos una parte de la base;
colocar una capa de adhesivo (46) alrededor de un relleno (36);
ensamblar los canales y la base;
15 colocar el relleno y la capa de adhesivo en la zona de relleno de los radios (37) entre las partes de los radios de los canales y la base; y
curar el conjunto.

2.- El método de la reivindicación 1, en el que la formación de los canales (22, 24) y de la base (28) incluye en cada uno extender capas de múltiples pliegos de una cinta de material compuesto que tiene unas fibras de refuerzo unidireccionales.

3.- El método de la reivindicación 1, en el que la colocación de la capa de adhesivo (46) alrededor del relleno (36) se realiza envolviendo el relleno con una hoja de adhesivo.

4.- El método de la reivindicación 1, que comprende además:

- 25 colocar una capa de tejido de fibra de material compuesto (48) en secciones de cada uno de los canales en forma de C (22, 24) y de la base en el exterior de la zona de relleno de los radios (37); y
introducir una capa de adhesivo (56, 58, 60) entre las capas de tejido de fibra de material compuesto en las secciones exteriores a la zona de relleno de los radios.

30

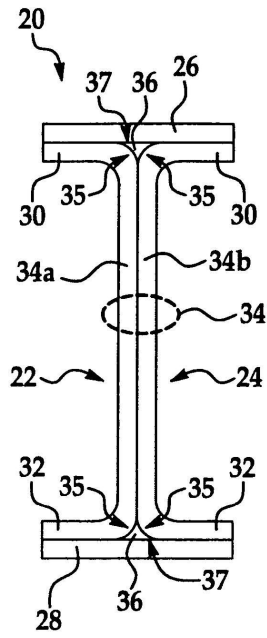


FIG. 1

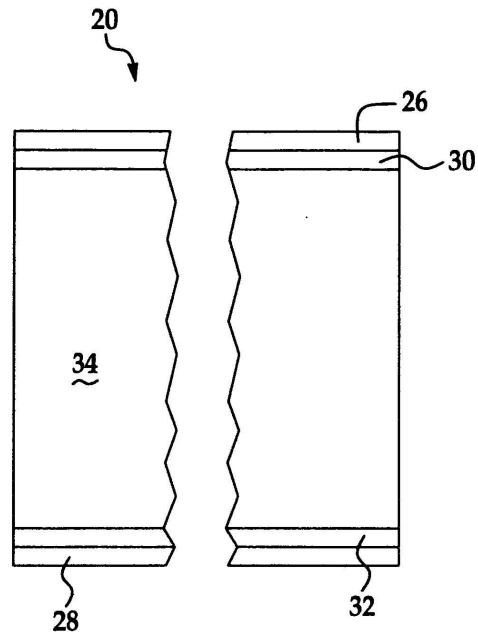


FIG. 2

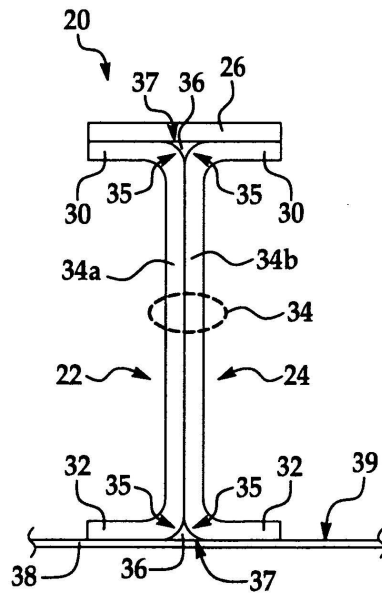
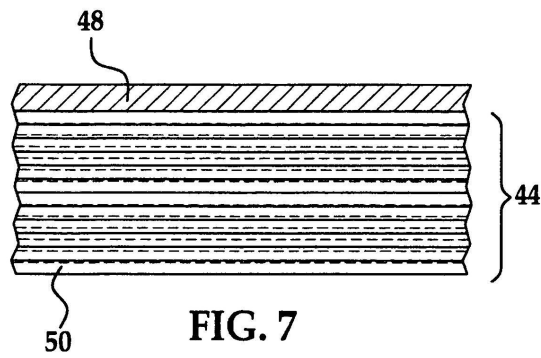
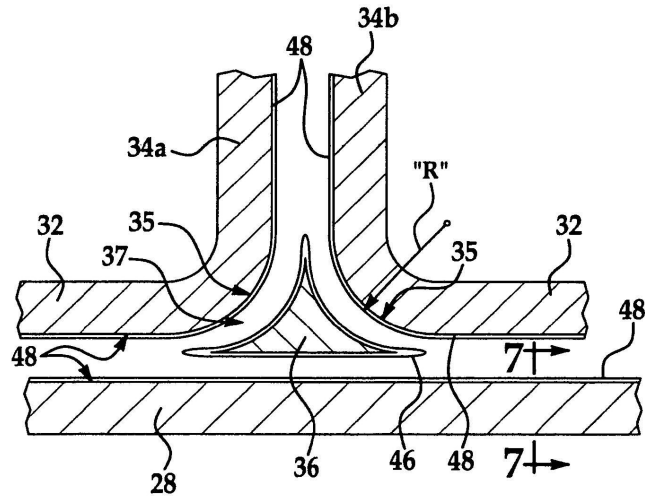
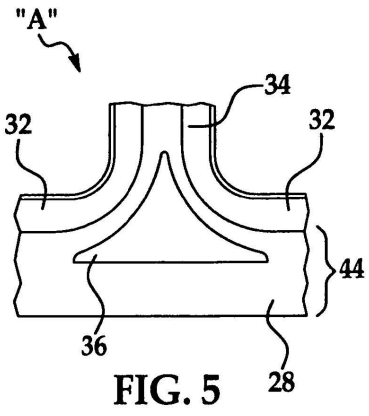
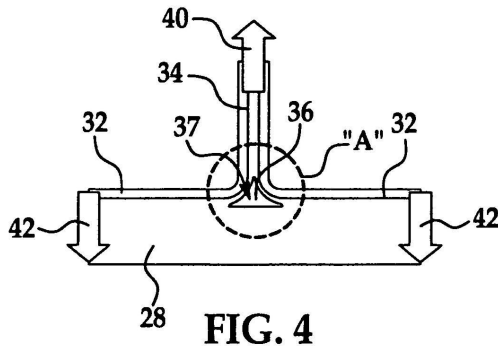


FIG. 3



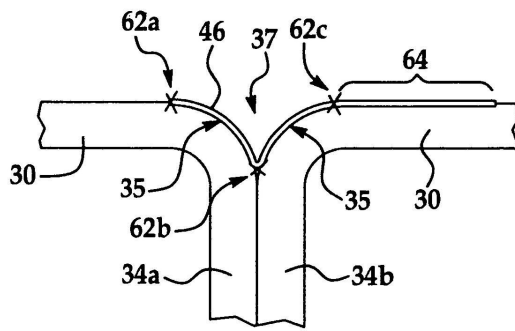
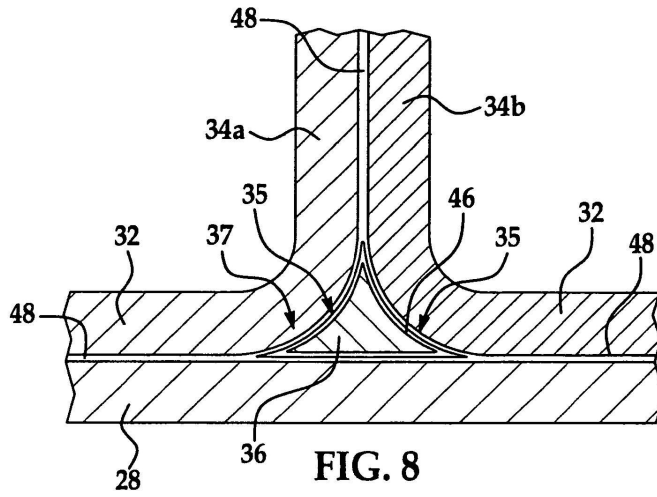


FIG. 9

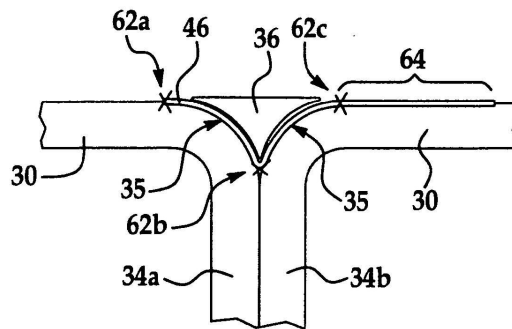


FIG. 10

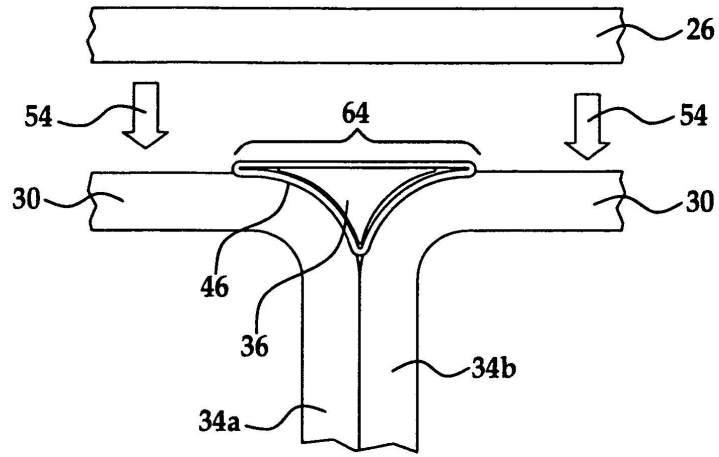


FIG. 11

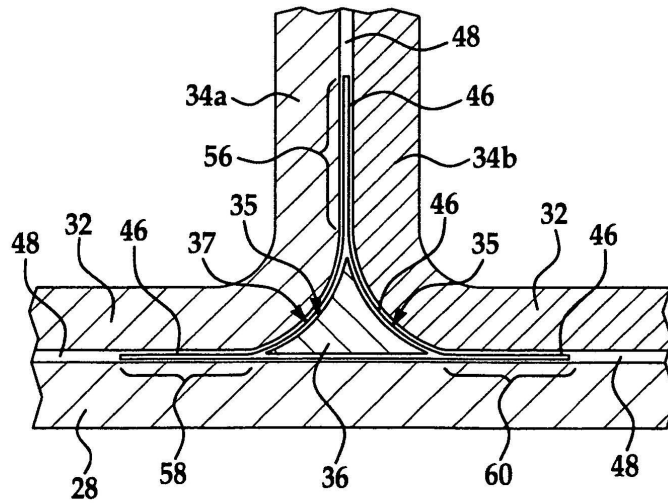


FIG. 12

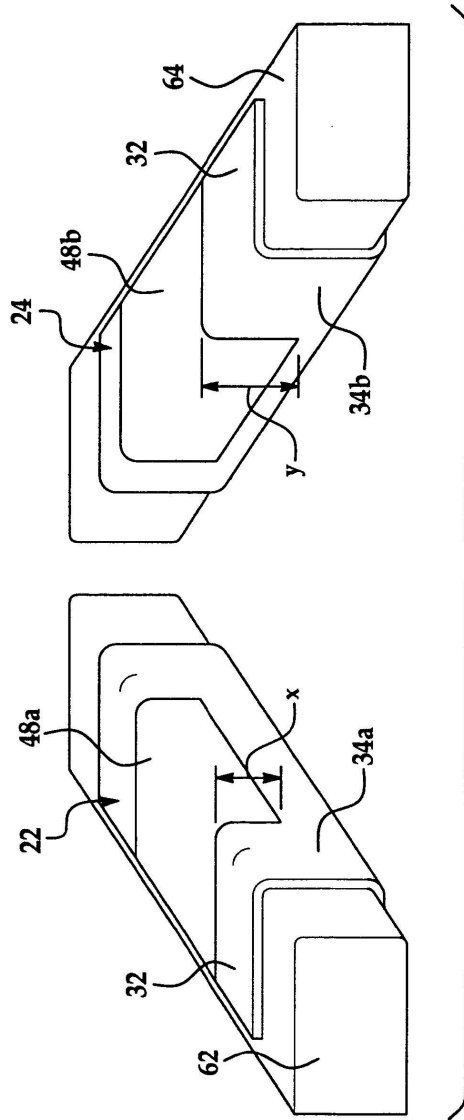


FIG. 13

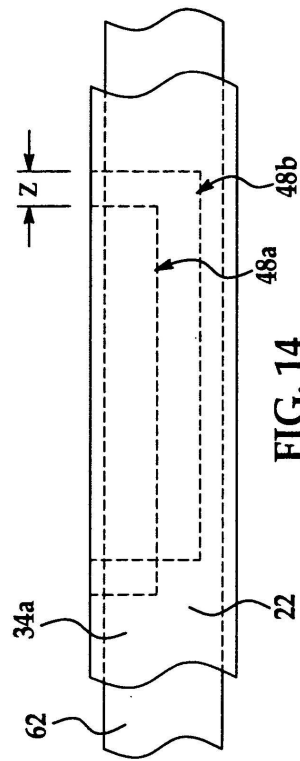


FIG. 14

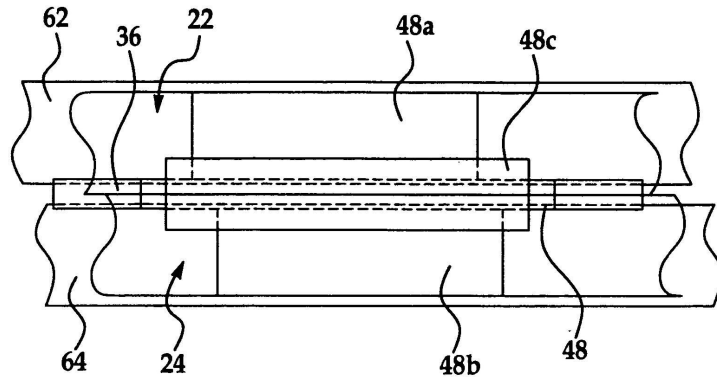


FIG. 15

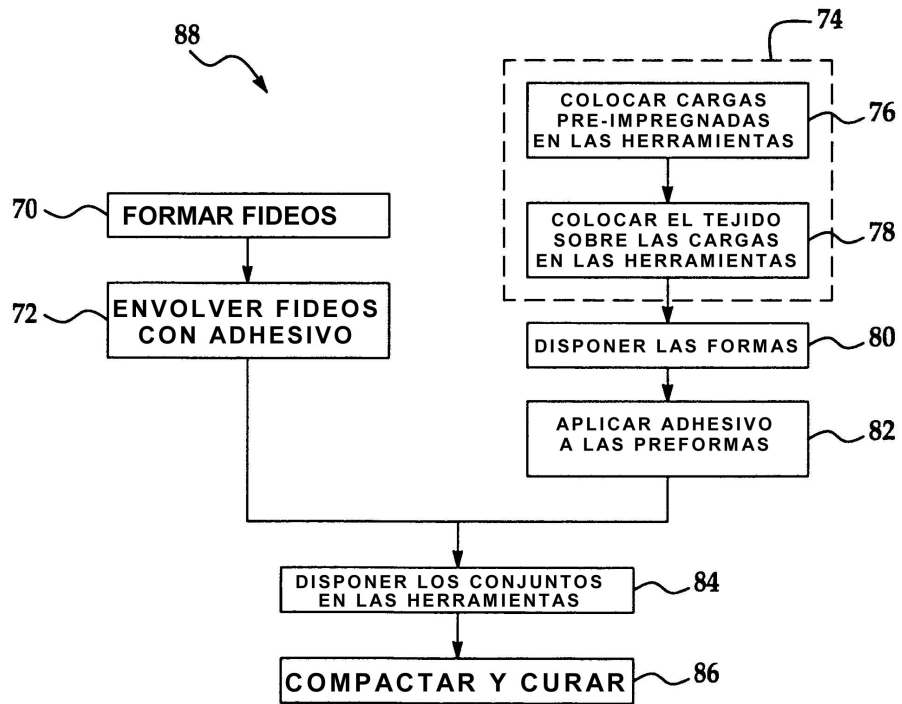


FIG. 16

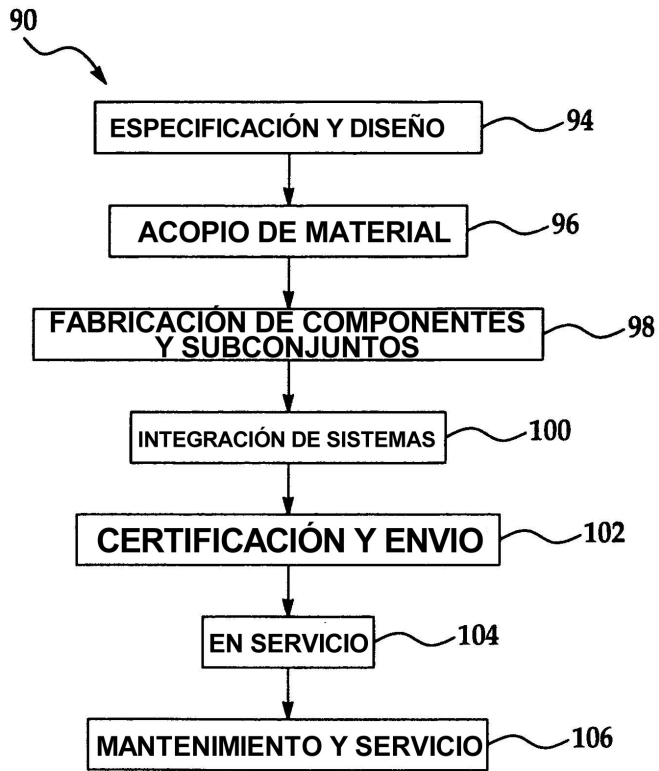


FIG. 17

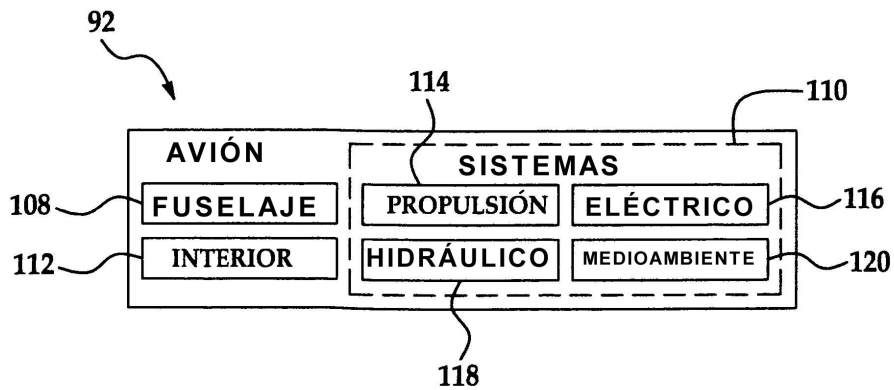


FIG. 18