

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 645 412**

51 Int. Cl.:

B29B 11/16 (2006.01)

B29C 70/22 (2006.01)

D03D 3/08 (2006.01)

D03D 25/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.09.2010 PCT/US2010/050749**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.04.2011 WO11041435**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.09.2010 E 10765880 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.08.2017 EP 2483045**

54 Título: **Preforma tejida, material compuesto y método de elaboración de los mismos**

30 Prioridad:

01.10.2009 US 247808 P

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

05.12.2017

73 Titular/es:

**ALBANY ENGINEERED COMPOSITES, INC.
(100.0%)**

**112 Airport Drive
Rochester, NH 03867, US**

72 Inventor/es:

**GOERING, JONATHAN y
ROWLES, CRAIG**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 645 412 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

Preforma tejida, material compuesto y método de elaboración de los mismos

Antecedentes de la invención

Campo de la Invención

5 Esta invención se refiere en general a materiales compuestos reforzados con fibras y particularmente se refiere a preformas que tienen tiras tejidas de material utilizadas en materiales compuestos reforzados, que pueden ser de tejido plano y formados en su forma final, la forma final tiene el refuerzo en dos o más direcciones.

Descripción de la técnica anterior

10 El uso de materiales compuestos reforzados para producir componentes estructurales se ha extendido ahora, particularmente en aplicaciones en donde se busca que sus características deseables sean ligeros en peso, fuertes, resistentes, térmicos, autónomos y adaptables a la formación y para darles forma. Tales componentes se usan, por ejemplo, en aplicaciones aeronáuticas, aeroespaciales, de satélites, recreativas (como en botes de carrera y automóviles), y otras.

15 Normalmente tales componentes consisten de materiales de refuerzo incrustados en materiales de matriz. El componente de refuerzo se puede hacer de materiales tal como vidrio, carbono, cerámica, aramida, polietileno, y/u otros materiales que exhiben propiedades físicas, térmicas, químicas y/u otras deseables, entre las principales están una gran fuerza contra falla a la tensión. A través del uso de tales materiales de refuerzo, es que finalmente se convierten en un elemento constituyente del componente terminado, las características deseadas de los materiales de refuerzo, tal como muy alta resistencia, se imparten al componente de compuesto terminado. Los materiales de refuerzo constituyentes normalmente pueden ser tejidos, de punto o trenzados. Usualmente se pone particular atención para asegurar la utilización óptima de las propiedades para las cuales los materiales de refuerzo constituyente se han seleccionado. Usualmente tales preformas de refuerzo se combinan con material de matriz para formar componentes terminados deseados o para producir provisión de trabajo para la producción final de componentes terminados.

25 Después de que la preforma de refuerzo deseada se ha construido, el material de matriz se puede introducir a y en la preforma, de modo que típicamente la preforma de refuerzo se empotra en el material de matriz y el material de matriz llena las áreas intersticiales entre los elementos constituyentes de la preforma de refuerzo. El material de matriz puede ser cualquiera de una amplia variedad de materiales, tal como epoxi, poliéster, vinil-éster, cerámica, carbono y/u otros materiales, que también exhiben propiedades físicas, térmicas, químicas, y/u otras deseables. Los materiales elegidos para utilizar como la matriz pueden o no ser los mismos como los de la preforma de refuerzo y pueden o no tener propiedades físicas, químicas, térmicas u otras comparables. Típicamente, sin embargo, no serán de los mismos materiales o tienen propiedades físicas, químicas, térmicas u otras comparables, ya que un objetivo usual buscado en el uso de materiales compuestos en primer lugar es alcanzar una combinación de características en el producto terminado que no es alcanzable a través del uso de un material constituyente solo. Así combinada, la preforma de refuerzo y el material de matriz se pueden luego curar y estabilizar en la misma operación por termoestabilización u otros métodos conocidos, y luego someter a otras operaciones hacia producir el componente deseado. Es importante hacer notar en este punto que después de que se cura, las masas luego solidificadas del material de matriz normalmente se adhieren muy fuertemente al material de refuerzo (por ejemplo, la preforma de refuerzo). Como un resultado, la tensión en el componente terminado, particularmente por medio de su material de matriz que actúa como un adhesivo entre fibras, se puede transferir efectivamente a y transportar por el material constituyente de la preforma de refuerzo.

45 El incremento del uso de materiales compuestos que tienen tales refuerzos de preforma de fibra en cilindros de fuselaje de aeronaves ha llevado a la necesidad de marcos de ventana compuestos. Los marcos de ventana metálicos tradicionales no se pueden utilizar para esta aplicación debido a las diferencias entre los coeficientes de expansión térmica del fuselaje compuesto y el marco metálico. Además, las capas de barrera parasitarias debieran utilizarse para eliminar los problemas de corrosión que pueden existir cuando algunos materiales compuestos y metales estén en contacto. Estas capas de barrera incrementan el coste de producción, así como el peso total.

50 Los marcos 10 de ventana de aeronaves, por ejemplo, tal como el que se muestra en la FIG. 1, tienden a tener la forma de un óvalo con el eje principal del marco curvado para acomodarse a la forma cilíndrica del fuselaje. La forma de sección transversal del marco 10 de la ventana, tal como la que se muestra en la FIG. 2, por ejemplo, es usualmente uniforme. Sin embargo, la forma puede incluir características de complicación tal como una pata vertical 20 en el borde exterior, y/o lo que se llama "engrapados" 15 que facilitan el sellar la ventana al cuerpo principal de la aeronave. La pata vertical 20 es una característica particularmente difícil de incorporar en un diseño de material compuesto debido a la forma ovalada del marco 10. La fabricación de esta característica con cinta o tela convencional requiere el uso de

pliegue cosidos para formar la forma curva. Estos pliegues cosidos, sin embargo, incrementan la mano de obra requerida para fabricar la preforma y reducir la resistencia del compuesto resultante.

5 Se han desarrollado soluciones que no requieren la pata vertical, y actualmente se usan en aeronaves tal como el Boeing 787 (Véase Publicación de Patente de E.U.A. No. 2008/0078876 y 2008/0169380, por ejemplo). Esta geometría más sencilla puede fabricarse utilizando un proceso de moldeado de compresión junto con un compuesto de moldeado de lámina tal como HexMC® de Hexcel Corporation. Sin embargo, para las estructuras que requieren una pata vertical, todavía existe una necesidad de un método que pueda proporcionar fibra continua en el cuerpo, así como la pata vertical y que pueda llevar a peso reducido y/o desempeño mejorado del marco.

10 El documento WO 20051 15728, por ejemplo, se refiere a un método para fabricar un marco de ventana para instalación en el armazón exterior de una aeronave. La estructura incluye una brida exterior, una brida interna y una brida vertical dispuesta perpendicularmente a estas dos bridas y entre estas dos bridas.

El documento WO 2009/102650A1 enseña un método para combinar diferentes técnicas de tejido para producir un laminado, que incluye dirección de urdimbre, tejido polar, tejido de contorno, trenzado biaxial, trenzado triaxial y/o tejido tridimensional.

15 El artículo "Aligned Discontinuos Fibres Come Of Age", Sara Black, publicado en marzo de 2008 en el sitio web de CompositesWorld (www.compositeworld.com/articles/aligned-discontinuous-fibers-come-of-age) divulga el uso de filamentos de fibra de carbono que presentan segmentos de fibra discontinua alineados en aplicaciones de curvatura compuesta de alto rendimiento.

Resumen de la Invención

20 De acuerdo con lo anterior, un objetivo de la presente invención es proporcionar un método para formar una preforma tridimensional que tiene peso reducido y/o desempeño mejorado cuando se compara con los diseños de la técnica anterior.

25 Otro objetivo de la presente invención es eliminar las uniones débiles discutidas en las estructuras de la técnica anterior al tejer integralmente diferentes porciones de la estructura, tales como el cuerpo y la pata, por lo que hay fibra continua a través de todas las interfaces.

30 La invención, de acuerdo con una realización de ejemplo, es una preforma tejida tridimensional que incluye una o más capas de una tela en dirección de urdimbre. Una porción de la tela en dirección de urdimbre está comprimida en un molde para formar una pata vertical. La preforma puede incluir la pata vertical y un engrapado en una porción del cuerpo. La porción del cuerpo y la pata vertical se tejen integralmente por lo que hay fibra continua a través de la preforma. Una primera porción de la tela en dirección de urdimbre puede incluir fibras de carbono rotas estiradas, una segunda porción de la tela en dirección de urdimbre puede incluir fibras de carbono convencionales, y una tercera porción de la tela en dirección de urdimbre puede incluir fibras de carbono rotas estiradas. Las telas dirigidas de urdimbre pueden ser tejidas en un telar equipado con un mecanismo de rebobinado diferencial. Las telas dirigidas de urdimbre pueden ser individuales o telas multicapa. La preforma puede ser una porción de un marco de ventana de aeronave.

35 Otra realización de ejemplo es una composición reforzada de fibra que comprende una preforma tejida tridimensional que incluye una o más capas de una tela en dirección de urdimbre. Una porción de la tela en dirección de urdimbre está comprimida en un molde para formar una pata vertical. La preforma puede incluir la pata vertical y un engrapado en una porción del cuerpo. La porción del cuerpo y la pata vertical se tejen integralmente por lo que hay fibra continua a través de la preforma. Una primera porción de la tela en dirección de urdimbre puede incluir fibras de carbono rotas estiradas, una segunda porción de la tela en dirección de urdimbre puede incluir fibras de carbono convencionales, y una tercera porción de la tela en dirección de urdimbre puede incluir fibras de carbono rotas estiradas. Las telas dirigidas de urdimbre pueden ser tejidas en un telar equipado con un mecanismo de rebobinado diferencial. Las telas dirigidas de urdimbre pueden ser individuales o telas multicapa. El compuesto puede ser un marco de ventana de aeronave. El compuesto se puede formar al impregnar y curar la preforma tejida en un material de matriz.

40 Todavía otra realización de ejemplo es un método para formar una preforma tejida tridimensional. El método comprende las etapas de tejer una tela en dirección de urdimbre, y poniendo una o más capas de la tela en dirección de urdimbre para formar una forma predeterminada. El método puede incluir comprimir una porción de la tela en dirección de urdimbre en un molde a fin de formar una pata vertical. El método también puede incluir la etapa de formar un engrapado en una porción del cuerpo de la preforma. La porción del cuerpo y la pata vertical se tejen integralmente por lo que hay fibra continua a través de la preforma. Una primera porción de la tela en dirección de urdimbre puede incluir fibras de carbono rotas estiradas, una segunda porción de la tela en dirección de urdimbre puede incluir fibras de carbono convencionales, y una tercera porción de la tela en dirección de urdimbre puede incluir fibras de carbono rotas estiradas. Las telas dirigidas de urdimbre pueden ser tejidas en un telar equipado con un mecanismo de

rebobinado diferencial. Las telas dirigidas de urdimbre pueden ser individuales o telas multicapa. La preforma puede ser una porción de un marco de ventana de aeronave.

5 Todavía otra realización de ejemplo de la invención es un método para formar una composición reforzada de fibra, que comprende las etapas de formar una preforma tejida tridimensional. El método comprende las etapas de tejer una tela en dirección de urdimbre, y poner una o más capas de la tela en dirección de urdimbre para formar una forma predeterminada. El método puede incluir comprimir una porción de la tela en dirección de urdimbre en un molde a fin de formar una pata vertical. El método también puede incluir la etapa de formar un engrapado en una porción del cuerpo de la preforma. La porción del cuerpo y la pata vertical se tejen integralmente por lo que hay fibra continua a través de la preforma. Una primera porción de la tela en dirección de urdimbre puede incluir fibras de carbono rotas
10 estiradas, una segunda porción de la tela en dirección de urdimbre puede incluir fibras de carbono convencionales, y una tercera porción de la tela en dirección de urdimbre puede incluir fibras de carbono rotas estiradas. Las telas dirigidas de urdimbre pueden ser tejidas en un telar equipado con un mecanismo de rebobinado diferencial. Las telas dirigidas de urdimbre pueden ser individuales o telas multicapa. La composición puede ser un marco de ventana de aeronave. La composición se puede formar al impregnar y curar la preforma tejida en un material de matriz.

15 Las preformas de la invención se pueden tejer utilizando cualquier patrón conveniente para la fibra de urdimbre, esto es, capa por capa, a través del bloqueo de ángulo de espesor, ortogonal, etc. La preforma se puede tejer utilizando cualquier patrón de tejido convencional, tal como plano, tela cruzada, satén etc. Aunque se prefiere la fibra de carbono, la invención es aplicable a prácticamente cualquier otra fibra que incluye, pero no se limita a aquellas que se pueden romper por estiramiento, por ejemplo, fibra de carbono, vidrio, cerámica, y aquellas que no pueden estar rotas estiradas
20 o no necesitan estar rotas estiradas, por ejemplo, Discotex® producido por Pepin Associates Inc.

Las aplicaciones potenciales para las preformas tejidas de la invención incluyen cualquier aplicación estructural que utilice marcos moldeados con una pata rígida, tal como marcos de ventana en aeronaves, por ejemplo.

25 Las diversas características de novedad que caracterizan la invención se señalan particularmente en las reivindicaciones anexas y que forman parte de esta divulgación. Para un mejor entendimiento de la invención, estas ventajas de operación y objetos específicos alcanzadas por sus usos, se hace referencia a la materia descriptiva que acompaña en cuyas realizaciones preferidas, pero no limitativas, de la invención se ilustran y las figuras de acompañamiento en las cuales los componentes correspondientes se identifican por los mismos números de referencia.

Breve Descripción de las Figuras

30 Las figuras de acompañamiento, que se incluyen para proporcionar un entendimiento adicional de la invención, se incorporan en y constituyen una parte de esta especificación. Las figuras presentadas en la presente ilustran diferentes realizaciones de la invención y junto con la descripción sirven para explicar los principios de la invención. En las figuras:

La FIG. 1 es un diagrama esquemático de un marco de ventana de aeronave;

35 La FIG. 2 es una vista en sección transversal del marco de ventana de aeronave mostrado en la FIG. 1 a lo largo de la línea 2-2;

La FIG. 3 es un diagrama esquemático de una tela ovalada producida utilizando tela "dirigida", de acuerdo con un aspecto de la presente invención;

Las FIGS. 4-5 muestran etapas implicadas en formar una preforma tejida tridimensional, de acuerdo con un aspecto de la invención; y

40 La FIG. 6 muestra una etapa implicada en formar una preforma tejida tridimensional, de acuerdo con un aspecto de la invención.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

45 La invención actual ahora se describirá más completamente en lo sucesivo con referencia a las figuras acompañantes, en las cuales se muestran las realizaciones preferidas de la invención. Esta invención puede, sin embargo, incluirse en muchas formas diferentes y no se debe interpretar como limitantes a las realizaciones ilustradas establecidas en la presente. Más bien, estas realizaciones ilustradas se proporcionan de modo que esta descripción será exhaustiva y completa, y transmitirá completamente el alcance de la invención a aquellos expertos en la técnica.

En la siguiente descripción, los caracteres de referencia similares designan partes correspondientes o similares a lo largo de las figuras. Adicionalmente, en la siguiente descripción, se entiende que términos tales como "superior",

“inferior”, “parte superior”, “parte inferior”, “primero”, “segundo”, y similares son palabras de conveniencia y no se constituyen como términos limitantes.

Volviendo ahora a las figuras, la invención de acuerdo con una realización es un método para fabricar una preforma tejida tridimensional para utilizar en aplicaciones de alta resistencia, tal como, por ejemplo, marcos de ventana de aeronaves, cajas de ventilador de turbina de material compuesto, anillos de contención de motor de reacción, marcos de fuselaje de aeronaves o en anillos de brida para unir barquillas para motores de aeronave. Aunque las realizaciones preferidas descritas en la presente se refieren a un marco de ventana de aeronave, la presente invención no se limita como tal. Por ejemplo, las preformas tejidas o métodos descritos en la presente se pueden utilizar en la fabricación de cualquiera de las estructuras enumeradas anteriormente, o similares. El método de acuerdo con una realización de ejemplo utiliza una técnica de fabricación textil única, o lo que se conoce como “dirección de urdimbre.” El término “dirección de urdimbre” se refiere a un sistema de rebobinado diferencial para los hilos de urdimbre, que los ‘dirige’ en una forma requerida, y permite el tejido recto, tejido polar o una combinación de los mismos para producir una preforma que puede tomar prácticamente cualquier forma en el plano X-Y de la tela o preforma. Un ejemplo de tal preforma en la forma de una tela ovalada producida utilizando urdimbre de tejido “dirigido”, de acuerdo con un aspecto de la presente invención, se muestra en la FIG. 3 en donde la tela ovalada 30 puede ser plana en un plano, y tiene una forma curva en el plano X-Y. En tal configuración, cada hilo de urdimbre o fibra 32 puede tener una longitud de trayectoria diferente, similar a las líneas alrededor de una pista de atletismo, mientras que cada hilo de trama 34 es siempre perpendicular u ortogonal a los bordes de la tela. Esto quiere decir que en tal hilo de trama 34 puede entreteterse con uno o más hilos de urdimbre 32, el hilo de trama 34 siempre es ortogonal a uno o más hilos de urdimbre 32 independientes de la trayectoria curvilínea de los hilos de urdimbre 32 tornados.

Esta técnica se puede utilizar, de acuerdo con una realización de ejemplo, para fabricar un marco de ventana compuesto, tal como se describe con respecto a la FIG. 1, que incluye características tales como una pata vertical 20 y un “engrapado” 15, pero no requiere la formación de pliegues cosidos requerida por los materiales convencionales. El método de conformidad con esta realización utiliza fibras de carbono rotas estiradas (“SBCF”) como fibras circunferenciales en regiones seleccionadas de manera que la pata vertical y engrapada puede formarse integralmente en la preforma. La preforma tejida como un resultado tendrá fibra continua en las direcciones circunferenciales y radiales del marco.

El tejido dirigido de acuerdo con este método puede llevarse a cabo en un telar que utiliza un mecanismo de rebobinado diferencial programable para producir la forma ovalada deseada del marco de ventana. En la tela 30 dirigida, la fibra de urdimbre puede estar continua en la dirección circunferencial y la fibra de trama siempre se orienta en la dirección radial, con relación al radio local de curvatura.

Las capas continuas múltiples de tela pueden ponerse en la parte superior una de la otra para construir el grosor deseado. Las capas adicionales de tela con fibras orientadas en direcciones fuera del eje (de nuevo, con relación al radio local de curvatura) también pueden estar intercaladas entre las capas de tela dirigida si se requiere resistencia adicional y/o rigidez. Alternativamente, la tela dirigida puede tejerse como una tela de capas múltiples en donde dos o más capas de la tela de capa múltiple se mantienen integralmente por uno o más hilos de urdimbre y/o trama en un patrón deseado. La tela puede tejerse utilizando cualquier patrón conveniente por la fibra de urdimbre, esto es, capa por capa, a través del bloqueo de ángulo de grosor, ortogonal, etc. La tela por sí misma puede tejerse utilizando cualquier patrón de tejido, tal como plano, sarga, satén etc. Aunque se prefiere fibra de carbono, la invención puede ser aplicable a prácticamente cualquier otro tipo de fibra que incluye, pero no se limita a aquellas que puede estar rotas estiradas, por ejemplo, fibra de carbono rota estirada, vidrio, cerámica, y aquellas que pueden no estar rotas estiradas o no necesitan estar rotas estiradas. Por ejemplo, la fibra usada en la presente invención puede ser Discotex®, un filamento discontinuo producido por Pepin Associates Inc., que cuando se tejen en una estructura textil permite que la estructura textil se estire en su dirección de refuerzo, permitiendo la formación de formas de complejo de las formas de inicio de la preforma sencilla.

La Discotex® se produce al cortar hilos o filamentos reforzados en longitudes discretas y alinear los hilos o filamentos de corte para formar un filamento discontinuo. Este filamento está compuesto de segmentos de filamento reforzados traslapados, discontinuos y largos combinados con fibra continua alineada y una envoltura. La fibra continua alineada y la fibra de envoltura se requieren para manejar el filamento DiscoTex® durante las operaciones textiles pero que también pueden utilizarse como el material precursor de matriz. En casos donde la fibra continua no se necesita en etapas de procesamiento posteriores puede removerse para proporcionar un material textil discontinuo. El estiramiento de tela DiscoTex® permite la fabricación rápida de contornos complejos mientras que conserva la orientación de la fibra y la fracción del volumen de la fibra. La formación de pliegues cosidos y corte de mano de obra intensa de la tela pueden eliminarse, y la tecnología es aplicable a cualquier tipo de hilo reforzado incluyendo vidrio, carbono, y cerámica.

Deberá señalarse que la preforma inicial o tela 30 es plana. La forma final de la preforma tridimensional, sin embargo, puede desarrollarse utilizando un proceso de formación para generar la pata vertical, engrapado, y forma curva general a lo largo del eje principal. Esta formación depende del uso de SBCF en la dirección de urdimbre de la tela dirigida, que permitirá que la tela se alargue como sea necesario en la dirección circunferencial de manera que la preforma está plana sin pliegues. La fibra convencional se puede utilizar en la dirección de la trama, y el ancho de la tela puede

ajustarse a la longitud del arco total de la sección transversal. SBCF puede utilizarse en la dirección de la trama si es necesario en alguna geometría local que requiere la trama para estirarse. Cuando se utiliza SBCF, el proceso de formación actual se puede preparar por ingeniería para asegurar que el alargamiento total requerido no exceda el límite de alargamiento proporcionado de la fibra.

5 El método, de acuerdo con una realización, puede llevarse a cabo como se ilustra en las FIGS. 4-5. En esta realización, la preforma tejida 30 puede formarse utilizando SBCF como fibra de urdimbre en una porción 36 de la tela, por ejemplo, y urdimbre de fibra de carbono convencional en otra porción 38 de la tela. La porción 36 puede ser, por ejemplo, la región circunferencial interna de la preforma ovalada, mientras que la porción 38 puede ser, por ejemplo, la región circunferencial externa. En este caso el borde exterior 40 de la preforma 30 puede sujetarse a la parte superior de una
10 herramienta de formación 45, por ejemplo, y la preforma 30 puede comprimirse en un molde hembra o superficie de herramienta de formación 42. La SBCF en la porción 36 alargada como las fibras se forma del radio más largo de la parte final. La compresión de la preforma 30 en el molde hembra o superficie de herramienta de formación 42 puede realizarse con compresión radial, o utilizando una de las diversas técnicas conocidas. Un método puede utilizar una herramienta inflable que se presuriza para obtener fuerza radial uniforme en la preforma 30. Otro método puede usar
15 herramienta de sección múltiple para mover y fijar la preforma 30 en el lugar bajo carga radial para moldeado posterior.

Debe señalarse que el SBCF en el borde interno de la preforma puede tener el alargamiento de porcentaje más alto, y el alargamiento máximo depende de la altura de la pata vertical, la profundidad del engrapado, el ancho total de la preforma, y el radio local mínimo de curvatura.

20 El método de acuerdo con otra realización se ilustra en la FIG. 6. En esta realización, la preforma tejida 30 puede formarse, por ejemplo, utilizando SBCF en la dirección de urdimbre en las porciones del extremo 36, 36 (regiones en circunferencia interiores y exteriores de la preforma ovalada o tela 30), y urdimbre de fibra de carbono convencional en la porción del centro 38 de la tela. La porción de la preforma 30 que se volverá la pata vertical 20 se teje actualmente de manera que puede plegarse de nuevo sobre el cuerpo principal de la preforma. Esta característica es necesaria para asegurar que la pata vertical 20 no va en compresión circunferencial durante la formación.

25 La preforma 30 puede sujetarse en la herramienta sobre el área 22 que contiene la fibra de urdimbre convencional. El engrapado 15 luego puede formarse al presionar el lado izquierdo de la preforma 36 en el molde 42, y la pata vertical 20 puede formarse al empujar uniformemente el lado derecho 36 de la preforma 30 arriba y afuera en el molde 42. La compresión de la preforma 30 en el molde hembra o superficie de herramienta de formación 42 puede, como se describió previamente, realizarse con compresión radial, o utilizando una de las varias técnicas conocidas. Tal método
30 puede utilizar una herramienta inflable que puede presurizarse para obtener fuerza radial uniforme en la preforma 30. Otro método puede utilizar herramienta de sección múltiple para mover y fijar la preforma 30 en el lugar bajo carga radial para moldeado posterior.

35 Debe señalarse que la urdimbre SBCF en el borde interno de la preforma usualmente tendrá el alargamiento más alto en porcentaje, y es esta característica que usualmente determinará si cualquier enfoque de formación es factible. El alargamiento máximo también depende de la altura de la pata vertical, la profundidad del engrapado, el ancho total de la preforma, y el radio local mínimo de curvatura.

40 Después de que la tela se moldea para tomar la forma tridimensional, la preforma 30 puede procesarse en un compuesto utilizando un método de infusión de resina convencional, tal como moldeado de transferencia de resina. Por ejemplo, la preforma de acuerdo con una realización puede procesarse en un marco de ventana de aeronave 10 como se muestra en la FIG. 1. La estructura 10 comprende las preformas tejidas descritas en las realizaciones previas. Las preformas se pueden producir sin recorte ni formación de pliegues cosidos de las láminas individuales. Eliminar estos recortes y pliegues cosidos mejora la resistencia, así como desempeño de la estructura resultante.

45 Las preformas de la presente invención se pueden tejer utilizando cualquier patrón conveniente por la fibra de urdimbre, esto es, capa por capa, a través de bloqueo de ángulo de espesor, ortogonal, etc. Aunque la fibra de carbono se prefiere, la invención puede ser aplicable a prácticamente cualquier otro tipo de fibra que puede estar rota estirada, por ejemplo, carbono, nylon, rayón, fibra de vidrio, algodón, cerámica, aramida, poliéster, e hilos de metal o fibras.

50 La tela dirigida de urdimbre de la invención se puede hacer de materiales, tal como, por ejemplo, carbono, nylon, rayón, poliéster, fibra de vidrio, algodón, vidrio, cerámica, aramida, y polietileno, o cualquier otro material comúnmente conocido en la técnica. La estructura final se puede impregnar con un material de matriz, tal como, por ejemplo, epoxi, bismaleimida, poliéster, éster de vinilo, cerámica, y carbono, utilizando métodos de impregnación de resina tal como moldeo de transferencia de resina o filtración de vapor químico, formando de este modo una estructura compuesta tridimensional.

55 Las aplicaciones potenciales para la preforma tejida de la invención incluyen cualquier aplicación estructural que utiliza un marco moldeado con una pata rígida, aunque un marco de ventana de aeronave se describe como un ejemplo en la presente.

Aunque las realizaciones preferidas de la presente invención y modificaciones de los mismos se han descrito en detalle en la presente, se entiende que esta invención no se limita a esta realización y modificaciones precisas, y que otras modificaciones y variaciones se pueden efectuar por un experto en la técnica sin apartarse del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Una preforma (30) tejida tridimensional que comprende:
- una o más capas de una tela en dirección de urdimbre,
- 5 caracterizada porque al menos una porción de la tela dirigida comprende una fibra en la dirección de urdimbre (32) que permite que la tela se estire en una dirección de refuerzo,
- donde la preforma incluye
- una primera porción (36) de dicha tela de dirección de urdimbre comprende la fibra en la dirección de urdimbre (32) seleccionada del grupo de fibras rotas y filamentos discontinuos, y
- 10 una segunda porción (38) de dicha tela en dirección de urdimbre que comprende fibras de carbono convencionales en la dirección de urdimbre (32).
2. La preforma (30) de la reivindicación 1, en la que una porción de dicha tela en dirección de urdimbre se comprime en un molde (42) para formar una pata vertical (20).
3. La preforma (30) de la reivindicación 2, en la que dicha preforma (30) comprende la pata vertical (20) y un engrapado (15) en una parte del cuerpo.
- 15 4. La preforma (30) de la reivindicación 3, en la que dicha parte del cuerpo y la pata vertical (20) están tejidas de forma integral, de modo que hay fibra continua a través de la preforma (30).
5. La preforma (30) de la reivindicación 1, en la que una tercera porción (36) de dicho tejido en dirección de urdimbre comprende la fibra en la dirección de urdimbre (32) seleccionada del grupo de fibras rotas por estiramiento y filamentos discontinuos.
- 20 6. La preforma (30) de la reivindicación 1, en la que dicha tela en dirección de urdimbre es una tela multicapa.
7. La preforma (30) de la reivindicación 1, en la que un patrón de fibra de urdimbre en dicha tela en dirección de urdimbre es un patrón seleccionado del grupo que consiste en un bloqueo de capa a capa, ortogonal y de ángulo.
8. La preforma (30) de la reivindicación 1, en la que dicha tela en dirección de urdimbre se forma entretejiendo una pluralidad de hilos o fibras de urdimbre (32) y trama (34), siendo dichos hilos o fibras de urdimbre (32) y trama (34) seleccionados del grupo que consiste en fibras o hilos de carbono, nylon, rayón, fibra de vidrio, algodón, cerámica, aramida, poliéster y metal.
- 25 9. La preforma (30) de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente una o más capas de tela con fibras orientadas en direcciones fuera de eje intercaladas entre la pluralidad de telas en dirección de urdimbre.
10. Un material compuesto reforzado con fibras que comprende una preforma (30) tejida tridimensional de acuerdo con la reivindicación 1, y que comprende adicionalmente un material de matriz.
- 30 11. El material compuesto de la reivindicación 10, en el que dicho compuesto es una porción de un marco (10) de ventana.
12. El material compuesto de la reivindicación 11, en el que dicho material compuesto es una porción de un marco (10) de ventana de avión.
- 35 13. El material compuesto de la reivindicación 10, en el que dicho material de matriz es una resina, y dicho material compuesto se forma a partir de un proceso seleccionado del grupo que consiste en moldeo por transferencia de resina e infiltración de vapor químico.
14. El material compuesto de la reivindicación 10, en el que dicho material de matriz se selecciona del grupo que consiste en epoxi, bismaleimida, poliéster, viniléster, cerámica y carbono.
- 40 15. Un método para formar una preforma (30) tridimensional tejida, el método comprende las etapas de:
- tejer una tela en dirección de urdimbre; y

el método se caracteriza además por colocar una o más capas de dicha tela en dirección de urdimbre para formar una forma predeterminada, en el que al menos una porción de la tela en dirección comprende una fibra en la dirección de urdimbre (32) que permite a la tela estirarse en una dirección de refuerzo,

en el que la preforma incluye

- 5 una primera porción (36) de dicha tela en dirección de urdimbre que comprende la fibra en la dirección de urdimbre (32) seleccionada del grupo de fibras rotas por estiramiento y filamentos discontinuos, y una segunda porción (38) de dicha tela en dirección de urdimbre que comprende fibras de carbono convencionales en la dirección (32) de urdimbre.
- 10 16. El método de la reivindicación 15, que comprende adicionalmente la etapa de comprimir una parte de dicha tela en dirección de urdimbre en un molde (42) para formar una pata (20) vertical.
17. El método de la reivindicación 16, que comprende adicionalmente la etapa de formar un engrapado (15) en una porción de cuerpo de dicha preforma.
18. El método de la reivindicación 17, en el que dicha porción de cuerpo y pata (20) vertical están tejidas de manera integral, de modo que hay fibra continua a través de la preforma (30).
- 15 19. El método de la reivindicación 18, en el que dicha preforma (30) es una porción de un marco (10) de ventana.
20. El método de la reivindicación 19, en el que dicha preforma (30) es una porción de un marco de ventana de aeronave (10).
- 20 21. El método de la reivindicación 15, en el que una tercera porción de dicha tela en dirección de urdimbre comprende la fibra en la dirección de urdimbre (32) seleccionada del grupo de fibras rotas por estiramiento y filamentos discontinuos.
22. El método de la reivindicación 15, en el que dicha tela en dirección de urdimbre se teje en un telar equipado con un mecanismo de rebobinado diferencial.
23. El método de la reivindicación 15, en el que dicha tela en dirección de urdimbre es una tela multicapa.
- 25 24. El método de la reivindicación 23, en el que un patrón de fibra de urdimbre en dicho tejido de urdimbre es un patrón seleccionado del grupo que consiste en un bloqueo de capa a capa, ortogonal y de ángulo.
25. El método de la reivindicación 15, en el que dicha tela en dirección de urdimbre se forma entretejiendo una pluralidad de hilos o fibras de urdimbre (32) y trama (34), dichos hilos o fibras de urdimbre (32) y trama (34) se seleccionan del grupo compuesto por carbono, nylon, rayón, fibra de vidrio, algodón, cerámica, aramida, poliéster e hilos o fibras de metal.
- 30 26. Un método para formar un material compuesto reforzado con fibras, el método comprende las etapas de:
formar una preforma (30) tejida tridimensional de acuerdo con la reivindicación 15; e
impregnación de dicha preforma (30) en un material de matriz.
- 35 27. El método de la reivindicación 26, en el que dicho material de matriz es una resina, y dicho material compuesto se forma a partir de un proceso seleccionado del grupo que consiste en moldeo por transferencia de resina e infiltración de vapor químico.
28. El método de la reivindicación 26, en el que dicho material de matriz se selecciona del grupo que consiste en epoxi, bismaleimida, poliéster, viniléster, cerámica y carbono.
29. El método de la reivindicación 15, que comprende adicionalmente la etapa de intercalar entre la pluralidad de telas en dirección de urdimbre con una o más capas de tela con fibras orientadas en direcciones fuera del eje.

FIG. 2

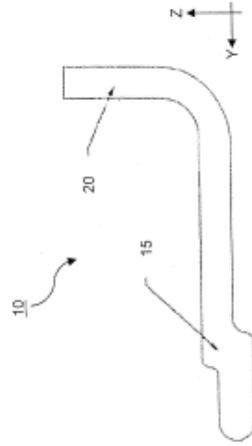


FIG. 1

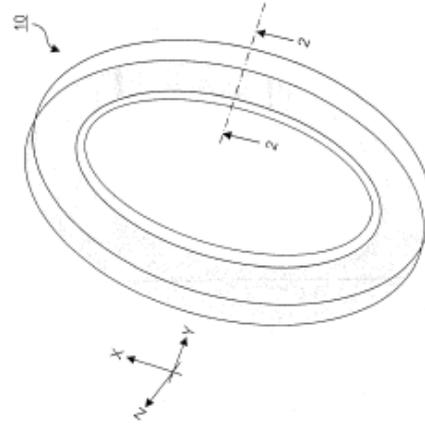
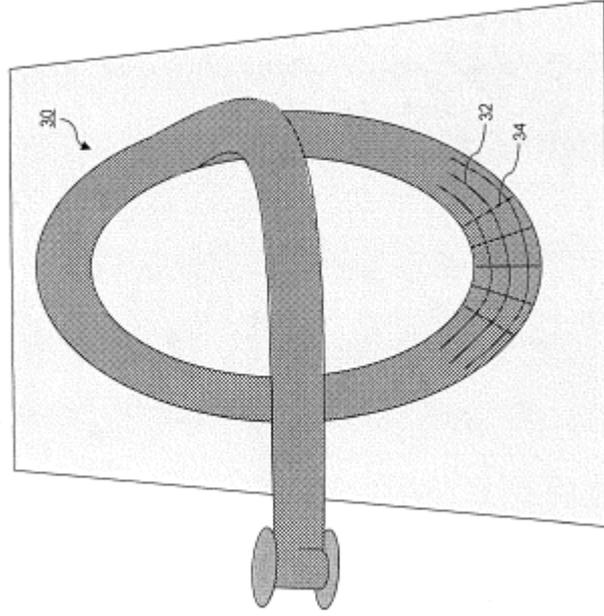


FIG. 3



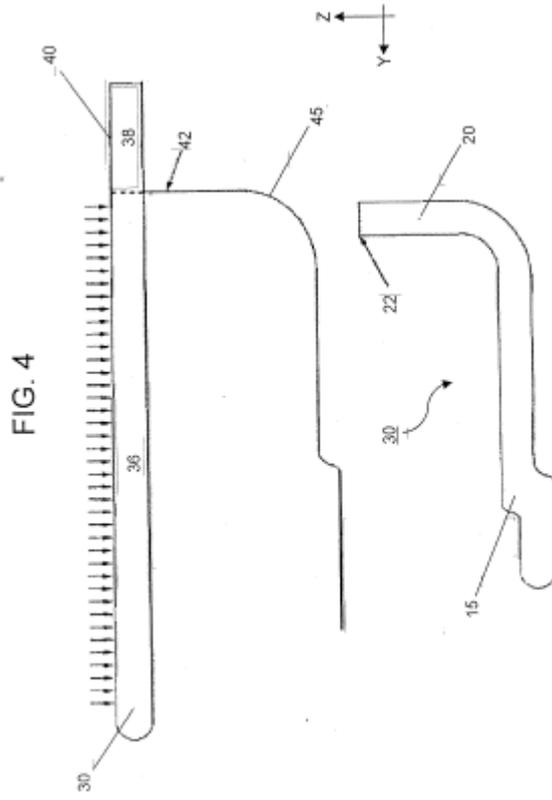


FIG. 4

FIG. 5

FIG. 6

