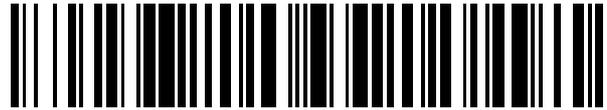


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 562 952**

51 Int. Cl.:

B29B 11/16 (2006.01)

B29C 70/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.11.2008 E 08253598 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.02.2016 EP 2058101**

54 Título: **Método de fabricación de telas reforzadas de bajo volumen para procesos de moldeo a baja presión**

30 Prioridad:

08.11.2007 US 937010

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

09.03.2016

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**TSOTSIS, THOMAS K.;
SARH, BRANKO y
THRASH, PATRICK J.**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 562 952 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

Método de fabricación de telas reforzadas de bajo volumen para procesos de moldeo a baja presión.

5 Información sobre antecedentes**1. Campo de la invención**

10 La presente divulgación se refiere, en general, a telas no onduladas y en particular a un método para fabricar telas no onduladas de bajo volumen. Más particularmente, la presente divulgación se refiere a un método para crear materiales compuestos a partir de telas no onduladas de bajo volumen.

2. Antecedentes de la invención

15 Cada vez se utilizan mayores porcentajes de materiales compuestos en el diseño y fabricación de aviones. Algunos aviones pueden tener más del cincuenta por ciento de su estructura principal fabricada con materiales compuestos. Los materiales compuestos pueden utilizarse en aeronáutica para disminuir el peso del avión. Esta disminución de peso puede aumentar la capacidad de carga y la eficiencia de combustible. Adicionalmente, los materiales compuestos pueden proporcionar una vida útil más larga para diversos componentes de un avión.

20 Los materiales compuestos pueden ser materiales resistentes y ligeros que se crean combinando dos o más componentes diferentes. Por ejemplo, un material compuesto puede incluir fibras y resinas. Las fibras y resinas pueden combinarse para formar un material compuesto curado.

25 Adicionalmente, mediante el uso de materiales compuestos pueden crearse las porciones de un avión en piezas o secciones mayores. Por ejemplo, un fuselaje de avión puede ser creado en secciones cilíndricas que pueden unirse para formar el fuselaje del avión. Otros ejemplos pueden incluir, sin limitación, secciones de ala que se unen para formar un ala o secciones de estabilizador que se unen para formar un estabilizador.

30 Estos componentes compuestos aeronáuticos pueden incluir materiales compuestos tales como, por ejemplo y sin limitación, telas de material compuesto. Los diferentes componentes de un avión pueden crearse utilizando materiales compuestos que incluyan, por ejemplo y sin limitación, una sección de fuselaje, un panel de ala, una costilla de ala, un larguero, un alerón, un estabilizador y otros componentes adecuados.

35 Las telas de material compuesto que se usan actualmente pueden procesarse utilizando una combinación de calor, presión y vacío en una herramienta, tal como un autoclave. La pieza en particular puede ser colocada en el autoclave dentro de una bolsa. Puede aplicarse vacío a la bolsa para extraer el aire y los productos volátiles. Después puede aplicarse calor y presión para el curado. Este tipo de proceso suele funcionar bien, excepto en aquellos casos en los que una pieza particular pueda ser demasiado grande para un autoclave, o pueda requerir un autoclave costoso que sea suficientemente grande para recibir la pieza.

40 Puede efectuarse un tipo alternativo de tratamiento de componentes de material compuesto usando procesos de fabricación alternativos que no requieran el uso de un autoclave, tales como los que usan un horno. Estos tipos de procesos pueden denominarse también procesos de moldeo a baja presión.

45 Los procesos actualmente utilizados para crear telas de material compuesto incluyen, por ejemplo, el uso de máquinas de tejer que tiran de un haz de fibras a través de un área y aprietan hacia abajo esos haces según diferentes orientaciones para fabricar la tela deseada (por ejemplo, la Patente de Estados Unidos n.º 5.809.805). Los haces son manojos de fibras continuas que generalmente se almacenan en carretes y que normalmente se usan para crear las telas de material compuesto. Una alternativa a tirar haces a través de un área y de apretarlos para producir telas puede ser el uso de telas preconsolidadas en las que se usan métodos de coger y poner (por ejemplo, la Patente de Estados Unidos n.º 6.585.842) para crear esas capas para las telas antes de tejerlas entre sí.

50 El documento EP 1.473.132 divulga materiales y métodos para producir materiales preformados para materiales compuestos resistentes a impactos para moldeo líquido. Para producir una preforma a usar en procesos de moldeo líquido para producir materiales compuestos se introduce una entrecapa, de material compuesto por una tela hilada, enmarañada o en malla, entre capas no onduladas de fibras de refuerzo unidireccionales. El material de entrecapa permanece como una fase separada de la matriz de resina tras la infusión, y el curado de la preforma proporciona una mayor resistencia a los impactos al aumentar la cantidad de energía requerida para propagar las fracturas localizadas debidas a un impacto. Las construcciones con materiales de entrecapa adheridos por fusión a las fibras de refuerzo presentan un mejor comportamiento mecánico, a través de una mejor alineación de las fibras, en comparación con otros métodos de fabricación y preformado.

60 El documento EP 1.027.206 divulga una preforma adecuada para el uso en un proceso de moldeo por transferencia de resina que comprende una o más capas de fieltro no tejido de orientación aleatoria y una o más capas de una serie de haces de fibras unidireccionales sujetas por una rejilla laminar de resina polimérica curable. La lámina de

resina polimérica tiene forma de rejilla, de manera que solo una fracción del área superficial de las fibras está en contacto con la lámina de resina.

5 El documento FR 2.761.380 divulga un método donde varios lienzos unidireccionales son apilados según diferentes direcciones y mutuamente adheridos. Al menos uno de los lienzos unidireccionales se produce esparciendo haces hasta obtener un espesor uniforme, una anchura no inferior a 5 cm y una masa por superficie unitaria no superior a 300 g/m². Ventajosamente, los lienzos unidireccionales se fabrican con fibras de carbono y se obtienen estirando grandes haces.

10 Estos tipos de procesos, sin embargo, pueden no tener la calidad, bajo volumen o esparcido de fibras deseados cuando se producen componentes de material compuesto con procesos de moldeo a baja presión, al introducir entre los pliegos un material de entrecapa. En consecuencia, existe la necesidad de un método y un aparato para minimizar las inconsistencias en las telas que solucionen los problemas anteriormente descritos.

15 **Sumario**

De acuerdo con la presente invención se proporciona un método de fabricación según se reivindica en las reivindicaciones adjuntas.

20 Las diferentes realizaciones ventajosas proporcionan un método y un aparato de fabricación. En una realización se usa un método de fabricación. Se forman una capa de fibras y una capa porosa adherente para formar una acumulación de fibras unidireccional. La capa de fibras se esparce para crear separaciones o rendijas entre haces de fibras adyacentes dentro de un margen deseado. La acumulación de fibras es calentada a presión para formar una banda de material compuesto unidireccional que mantenga sustancialmente las fibras en una configuración deseada. Se construye una primera capa a partir de la banda de material compuesto. Sobre la primera capa se construye una segunda capa, a partir de la banda de material compuesto, a un ángulo predeterminado con respecto a la primera capa. Se consolidan la primera y segunda capas para formar una tela de material compuesto.

30 En otra realización ventajosa, un aparato comprende un lecho transportador, una fuente de banda y una serie de unidades de deposición de banda. La fuente de banda tiene una banda que comprende una primera capa de banda de material compuesto que tiene una capa de fibra esparcida hasta formar un espesor seleccionado y una capa de material adherente poroso que se pega sobre la capa de fibra. La capa de fibras se esparce para crear separaciones o rendijas entre haces de fibras adyacentes dentro de un margen deseado. El conjunto de unidades de deposición de banda es capaz de depositar sobre el lecho transportador un conjunto de bandas, procedentes de la fuente de banda, según un conjunto de ángulos para formar un conjunto de capas de banda para formar una tela de material compuesto.

40 En una realización ventajosa diferente, se proporciona un método de fabricación. Pueden formarse una capa de fibras, una primera capa adherente porosa y una segunda capa adherente porosa en las que la capa de fibras puede colocarse entre la primera capa adherente porosa y la segunda capa adherente porosa para formar una acumulación de fibras unidireccional. La acumulación de fibras unidireccional puede ser calentada a presión para fundir y adherir la primera capa adherente y la segunda capa adherente a la capa de fibras, para fijar la posición de las fibras y formar una banda de material compuesto unidireccional del espesor deseado en la que las fibras puedan mantenerse sustancialmente en la banda de material compuesto unidireccional con una configuración deseada. La banda de material compuesto unidireccional puede ser cortada a un ancho deseado para formar una banda de material compuesto unidireccional cortada. La banda de material compuesto unidireccional cortada puede ser cargada en una máquina textil multiaxial. En la máquina multiaxial puede construirse una primera capa a partir de la banda de material compuesto. En la máquina multiaxial puede construirse una segunda capa sobre la primera capa, a partir de la banda de material compuesto, a un ángulo predeterminado con respecto a la primera capa. La primera y segunda capas son consolidadas para formar una tela de material compuesto continua en un proceso continuo. Porciones de la tela de material compuesto continua son ensambladas sobre una herramienta para formar un componente de material compuesto. Se introduce resina en la tela de material compuesto. La tela de material compuesto continua, sobre la herramienta con la forma de un componente de material compuesto, es curado para formar el componente de material compuesto.

55 En otra realización ventajosa, un aparato comprende un lecho transportador, un conjunto de carretes de banda, un conjunto de unidades de deposición de banda y un cabezal de coser. El conjunto de carretes de banda tiene una banda de material compuesto por una primera capa de una banda de material compuesto que tiene una capa de fibra esparcida hasta un espesor seleccionado y una capa de material adherente poroso adherido por fusión a la capa de fibra. El conjunto de unidades de deposición puede depositar sobre el lecho transportador, según un conjunto de ángulos, un conjunto de bandas procedentes de la fuente de banda para formar un conjunto de capas de banda para una tela de material compuesto, donde cada unidad de deposición de banda del conjunto de unidades de deposición de banda comprende un cabezal de banda, capaz de depositar sobre el lecho transportador la banda procedente de un carrete de banda del conjunto de carretes de banda, y un brazo móvil capaz de situar el cabezal de banda por encima del lecho transportador mientras el lecho transportador está en movimiento. El cabezal de coser es capaz de conectar diferentes capas dentro de la tela de material compuesto formada por el conjunto de

unidades de deposición de banda.

Preferiblemente, la capa de fibra de la banda de material compuesto es compactada hasta un espesor deseado adhiriendo por fusión la capa adherente porosa sobre la capa de fibra.

5 Preferiblemente, los haces de fibras esparcidos son fijados mediante adherencia por fusión.

Preferiblemente, las separaciones entre los haces de fibras son fijadas mediante adherencia por fusión.

10 Preferiblemente, el componente de material compuesto se elige entre un panel de ala, una sección de fuselaje, un alerón, un mamparo, un tirante, un marco, una sección de costilla, una sección de cola, superficie de control, y un larguero de ala.

15 La capa adherente porosa es una capa adherente termoplástica.

Preferiblemente, la capa adherente termoplástica comprende una de entre una tela no tejida y una tela tejida.

20 Preferiblemente, el aparato comprende adicionalmente un cabezal de coser capaz de conectar las diferentes capas formadas por el conjunto de unidades de deposición de banda dentro de la tela de material compuesto

De acuerdo con otro aspecto de la invención se proporciona un método de fabricación que comprende formar una capa de fibra, una primera capa adherente porosa y una segunda capa adherente porosa, cuya capa de fibra está situada entre la primera capa adherente porosa y la segunda capa adherente porosa para formar una capa de fibras unidireccional; calentar a presión la acumulación de fibras unidireccional para adherir por fusión la primera capa adherente porosa y la segunda capa adherente porosa a la capa de fibra, para fijar la posición de las fibras y formar una banda de material compuesto unidireccional del espesor deseado en la que las fibras de la banda de material compuesto unidireccional se mantengan sustancialmente en una configuración deseada; cortar la banda de material compuesto unidireccional a un ancho deseado para formar una banda de material compuesto unidireccional cortada; cargar la banda de material compuesto unidireccional cortada en una máquina textil multiaxial; construir en la máquina multiaxial una primera capa a partir de la banda de material compuesto; construir en la máquina multiaxial, sobre la primera capa, una segunda capa a partir de la banda de material compuesto, a un ángulo predeterminado con respecto a la primera capa; y consolidar la primera y segunda capas para formar una tela de material compuesto continua en un proceso continuo; acumular porciones de la tela de material compuesto continua sobre una herramienta en la forma de un componente de material compuesto; introducir resina en la tela de material compuesto; y curar sobre la herramienta la tela de material compuesto en forma de componente de material compuesto para formar el componente de material compuesto.

De acuerdo con otra realización se proporciona un aparato que comprende: un lecho transportador, un conjunto de carretes de banda que tienen una banda que comprende una primera capa de una banda de material compuesto que tiene una capa de fibra esparcida hasta un espesor seleccionado y una capa de material adherente poroso adherido por fusión a la capa de fibra; un conjunto de unidades de deposición capaces de depositar sobre el lecho transportador, según un conjunto de ángulos, un conjunto de bandas procedentes de la fuente de banda para formar un conjunto de capas de banda para una tela de material compuesto, donde cada unidad de deposición de banda del conjunto de unidades de deposición de banda comprende un cabezal de banda, capaz de depositar sobre el lecho transportador una banda procedente de un carrete de banda del conjunto de carretes de banda, y un brazo móvil capaz de situar el cabezal de banda por encima del lecho transportador mientras el lecho transportador está en movimiento; y un cabezal de coser capaz de conectar diferentes capas dentro de la tela de material compuesto formada por el conjunto de unidades de deposición de banda.

50 Breve descripción de los dibujos

En las reivindicaciones adjuntas se establecen los rasgos novedosos que se consideran característicos de las realizaciones ventajosas. Sin embargo, las realizaciones ventajosas, así como un modo de uso preferido, y los objetivos y ventajas adicionales de las mismas, se comprenderán mejor por referencia a la siguiente descripción detallada de una realización ventajosa de la presente divulgación, leída en conjunto con los dibujos que la acompañan, donde:

60 La **Figura 1** es un diagrama de flujo de una metodología de producción y servicio de aviones en la que puede implementarse una realización ventajosa;

La **Figura 2** es un diagrama de bloques de un avión;

La **Figura 3** es una ilustración de un sistema de fabricación de acuerdo con una realización ventajosa;

La **Figura 4** es una ilustración de un diagrama de bloques para la fabricación de una tela de material compuesto de acuerdo con una realización ventajosa;

La **Figura 5** es una ilustración de una unidad de producción de tela de acuerdo con una realización ventajosa;

65 La **Figura 6** es una ilustración de una sección transversal de una banda de acuerdo con una realización ventajosa;

La **Figura 7** es una ilustración de una tela de acuerdo con una realización ventajosa; y
 La **Figura 8** es un diagrama de flujo de un proceso de fabricación de acuerdo con una realización ventajosa.

Descripción detallada

5 Refiriéndose más particularmente a los dibujos, pueden describirse las realizaciones de la divulgación en el contexto de un método **100** de producción y servicio de aviones, según se muestra en la **Figura 1**, y de un avión **102**, según se muestra en la **Figura 2**. Durante la preproducción, el método ejemplar **100** puede incluir la especificación y diseño **104** del avión **102** y el acopio **106** de los materiales. Durante la producción tienen lugar la fabricación **108** de componentes y subconjuntos y la integración **110** de sistemas del avión **102**. A continuación, el avión **102** puede pasar por la certificación y entrega **112** con vistas a la puesta en servicio **114**. Mientras está en servicio para un cliente, el avión **102** tiene una programación de mantenimiento y servicio de rutina **116** (que puede incluir también modificación, reconfiguración, renovación, y demás).

10

15 Cada uno de los procesos del método **100** puede ser efectuado o llevado a cabo por un integrador de sistemas, un tercero y/o un operador (por ejemplo, un cliente). A efectos de esta descripción, un integrador de sistemas puede incluir, sin limitación, cualquier número de fabricantes de aviones y subcontratistas de sistemas principales; un tercero puede incluir, sin limitación, cualquier número de vendedores, subcontratistas y proveedores; y un operador puede ser una línea aérea, compañía de leasing, entidad militar, organización de servicios, y demás.

20 Según se muestra en la **Figura 2**, el avión **102** producido por el método **100** ejemplar puede incluir un armazón **118** con una pluralidad de sistemas **120** y un interior **122**. Ejemplos de sistemas **120** de alto nivel incluyen uno o más sistemas de propulsión **124**, un sistema eléctrico **126**, un sistema hidráulico **126** y un sistema ambiental **130**. Puede incluirse cualquier número de otros sistemas. Aunque se muestra un ejemplo aeroespacial, los principios de la divulgación pueden aplicarse a otras industrias, tales como la industria de automoción.

25 Los aparatos y métodos de las presentes realizaciones pueden emplearse durante una o más etapas del método **100** de producción y servicio. Por ejemplo, los componentes o subconjuntos correspondientes al proceso de producción **108** pueden ser fabricados o manufacturados de una manera similar a los componentes o subconjuntos producidos mientras el avión **102** está en servicio. Además, una o más realizaciones de aparatos, realizaciones de métodos, o una combinación de las mismas pueden ser utilizadas durante las etapas de producción **108** y **110**, por ejemplo, acelerando sustancialmente el montaje de un avión **102** o reduciendo el coste del mismo. Similarmente, pueden utilizarse una o más realizaciones de aparatos, realizaciones de métodos, o una combinación de las mismas, mientras el avión **102** está en servicio, por ejemplo y sin limitación, para el mantenimiento y servicio **116**.

30 Las diferentes realizaciones ventajosas pueden ser aplicadas a la fabricación o formación de componentes de material compuesto. Más específicamente, las diferentes realizaciones ventajosas pueden ser aplicadas a procesos en los que pueden formarse componentes de material compuesto a través de procesos de curado a baja presión. Un proceso a baja presión, en estas realizaciones ventajosas, puede ser un proceso en el que la presión atmosférica normal está presente al curar un componente de material compuesto. Este tipo de proceso puede contrastar con el curado de componentes de material compuesto usando autoclaves en los que puede añadirse presión adicional.

35 Las diferentes realizaciones ventajosas reconocen que los procesos actualmente usados para crear telas pueden carecer de la calidad, bajo volumen, o esparcido de fibra deseados cuando se producen componentes de material compuesto con procesos de moldeo a baja presión y se introduce un material de entrecapa entre los pliegos. En consecuencia, basándose en el problema reconocido por las diferentes realizaciones ventajosas, existe la necesidad de un método y un aparato para minimizar las inconsistencias de las telas que solucionen los problemas anteriormente descritos.

40 Las diferentes realizaciones ventajosas reconocen que las telas y el método actuales para manufacturar telas que contengan materiales de entrecapa entre las capas o pliegos con diferente orientación de la fibra pueden conducir a indeseables dislocaciones de capas durante los procesos de moldeo a baja presión. Estas dislocaciones pueden causar indeseables separaciones o solapes. Los materiales de entrecapa pueden incluir, aunque sin limitación, no tejidos hilados, enredados o punzonados, además de materiales tejidos. Por ejemplo, sin limitación, las diferentes realizaciones ventajosas reconocen que las telas con materiales de entrecapa actualmente utilizadas tienen demasiado volumen y/o espesor para fabricar componentes de material compuesto que cumplan las especificaciones de diseño. Por ejemplo, sin limitación, la presencia de separaciones indeseables entre haces puede contener zonas ricas en resina tras la infusión y curado de la pieza. Estos tipos de inconsistencias pueden ser indeseables al crear piezas de material compuesto. Estos tipos de problemas también pueden estar presentes en construcciones preimpregnadas.

45

50

55

60 Adicionalmente, las diferentes realizaciones ventajosas también reconocen que este volumen puede resultar en fracciones fibra-volumen más bajas y exceso de peso en el componente de material compuesto. Estos procesos de moldeo a baja presión pueden no proporcionar la presión necesaria para comprimir suficientemente las fibras de las telas de material compuestos hasta un espesor suficiente de la pieza acabada.

65

Por ello, las diferentes realizaciones ventajosas proporcionan un método y un aparato de fabricación en los que puede usarse una capa de fibra y una capa adherente para formar una acumulación de fibras. La capa adherente es una capa adherente porosa. La acumulación de fibras se calienta a presión, junto con la capa adherente, para formar una banda de material compuesto estabilizada con pocas separaciones, o separaciones controladas, entre haces de fibras adyacentes. Se construye una primera capa a partir de la banda de material compuesto y, sobre la primera capa, se construye la segunda capa a partir de la banda de material compuesto a un ángulo predeterminado con respecto a la primera capa para formar una tela de material compuesto. En las realizaciones ilustrativas puede estar presente una segunda capa adherente, de tal modo que la capa de fibra pueda quedar situada entre las dos capas adherentes al formar la banda de material compuesto, y las dos capas adherentes queden totalmente adheridas por fusión a la fibra, reduciendo así su volumen y fijando el esparcido y separación de las fibras.

Las porciones de la tela de material compuesto pueden ser ensambladas sobre una herramienta en forma de componente de material compuesto. La tela de material compuesto puede ser curada sobre la herramienta para formar el componente de material compuesto de estos ejemplos.

Con referencia a la **Figura 3**, se representa una ilustración de un sistema de fabricación **300** de acuerdo con una realización ventajosa. En este ejemplo ilustrativo, el sistema de fabricación **300** puede incluir una unidad **302** de producción de banda, una unidad **304** de producción de tela, una unidad **306** de acumulación y un horno **308**.

La unidad **302** de producción de banda puede usar unos haces **310** y un material **312** termoplástico poroso para generar una banda **314**. Un haz es normalmente un manojo de filamentos o fibras continuas sin retorcer. Los haces pueden designarse por el número de fibras que contengan. Por ejemplo, un haz 12K contiene alrededor de doce mil fibras. Un haz puede estar situado en carretes. Diferentes carretes de haces **310** pueden contener un número diferente de filamentos o fibras. La unidad **302** de producción de banda puede tirar de un haz de los haces **310** y tirar del manojo a través de la esparcidora **316**. La esparcidora **316** puede "esparcir" hasta una cierta anchura las fibras de un manojo procedente de los haces **310** para formar un haz esparcido **318**. La anchura deseada puede ser, por ejemplo y sin limitación, 7,62 a 10,16 cm, o alguna otra anchura adecuada. El haz esparcido **318** puede ser procesado a continuación usando la unidad **320** de laminación.

La unidad **320** de laminación puede colocar una capa de material **312** termoplástico poroso a cada lado del haz esparcido **318** para formar capas adherentes. La unidad **320** de laminación puede entonces aplicar calor y presión sobre el material **312** termoplástico poroso y el haz esparcido **318**. La aplicación de calor y presión generalmente compacta o reduce el espesor del haz esparcido **318** hasta un espesor deseado. Este tipo de proceso puede denominarse también adherencia por fusión. El material **312** termoplástico poroso es un material termoplástico adherente por fusión.

En otras palabras, la capa a cada lado del haz esparcido **318** puede ser fundida, adherida o sujeta a las fibras del haz esparcido **318** de manera tal que las fibras del haz esparcido **318** no se muevan las unas con respecto a las otras. La adherencia por fusión o sujeción de las fibras de los haces de la banda **314** las estabiliza para mantener un espesor y una consistencia deseados. Como resultado, en un momento posterior, cuando la unidad **304** de producción de tela fabrique la tela **322** a partir de la banda **314**, las fibras no pueden expandirse hasta un espesor mayor del espesor deseado. En otras palabras, la adherencia por fusión puede ser efectuada por la unidad **320** de laminación para minimizar o eliminar el volumen indeseado en la banda **314**.

Así pues, la banda **314** puede tener materiales termoplásticos porosos totalmente fundidos y adheridos. No obstante, preferiblemente deberá efectuarse la adherencia por fusión para minimizar o eliminar el manchado o calandrado de la capa adherente, de tal modo que la geometría filamentaria de la tela con capa adherente permanezca intacta. Los filamentos del material **312** termoplástico poroso pueden fundirse por encima, pero generalmente no deberían fundirse dentro de los propios manojos.

La unidad **302** de producción de banda puede ser implementada utilizando cualquier unidad de producción de banda, comercialmente disponible, con modificaciones para efectuar la adherencia por fusión del material **312** termoplástico poroso a los haces esparcidos **318** para generar la banda **314** con las características deseadas. En estos ejemplos, la unidad **302** de producción de banda puede ser implementada utilizando un sistema convencional de producción de banda para producir la banda **314**. Por ejemplo, puede adaptarse una máquina laminadora convencional con un horno horizontal para usarla como unidad **302** de producción de banda.

A continuación, la unidad **304** de producción de tela puede producir una tela **322** a partir de la banda **314**. La unidad **304** de producción de tela puede ser implementada utilizando cualquier unidad de producción de fabricación estándar. Un ejemplo no limitativo es una máquina de tejer. Una máquina de tejer puede ser modificada para usar la banda **314** en vez de los haces **318**, que se usan normalmente para crear una tela.

En su lugar, la unidad **304** de producción de tela puede usar rollos de banda **314** para depositar el material para la tela **322**. La unidad **304** de producción de tela puede depositar la banda **314**, según unos ángulos respectivamente diferentes entre sí, para generar la tela **322**. La unidad **304** de producción de tela tira de la banda **314** hasta una superficie y corta la banda **314** a tamaños adecuados, usándose generalmente la anchura del lecho móvil de la

maquina de tejer por urdimbre que se utilice para producir la tela. Pueden llevarse tiras adicionales de banda **314** hasta la superficie, colocarlas según múltiples orientaciones y tejerlas juntas para formar la tela **322**. De esta manera, las diferentes realizaciones ventajosas usan la banda **314** para crear la tela **322**, en lugar de crear la tela **322** directamente a partir de los haces **310**.

5 Posteriormente, la unidad **306** de acumulación puede usar la tela **322** con la herramienta **324** para crear la pieza **326** de material compuesto. La herramienta **324** puede ser, por ejemplo y sin limitación, un molde en el que pueden acumularse porciones de tela **322** para darles la forma de la pieza **326** de material compuesto. La unidad **306** de acumulación para la pieza **326** de material compuesto puede depositar la tela **322** sobre la herramienta **324**. Una vez
10 que la tela **322** ha sido depositada sobre la herramienta **324** para formar el material depositado **328**, el material depositado **328** existente sobre la herramienta **324** puede ser colocado dentro del horno **308** para su curado.

15 En estos ejemplos, el horno **308** puede ser un horno de baja presión, en el que suele ser innecesaria una presión adicional para crear la pieza **326** de material compuesto. Con este tipo de curado, los problemas con respecto al espesor de la tela **322** dejan de ser un problema, gracias al material estabilizado de la banda **314** que se usa para crear la tela **322**. Por el contrario, con las telas disponibles en la actualidad y los procesos para crear telas que incluyan materiales de entrecapa entre los pliegos, el volumen o espesor de las capas dentro de la tela pueden no cumplir los diseños o especificaciones cuando se usan procesos de curado a baja presión. Como consecuencia, puede evitarse el uso de los procesos de curado a presión, proporcionados a raves de autoclaves, para producir
20 telas con un volumen y/o espesor deseados.

Con referencia ahora a la **Figura 4**, se representa la ilustración de un diagrama de bloques para fabricar una tela de material compuesto de acuerdo con una realización ventajosa. En este ejemplo, el proceso forma una capa **400** de fibra y una capa **402** adherente y porosa para formar una acumulación unidireccional de fibras **404**. En esta
25 realización ilustrativa, se aplica calor y presión **406** a la acumulación unidireccional de fibras **404** para formar una banda unidireccional **408** de material compuesto. La banda unidireccional **408** de material compuesto es cortada a una anchura deseada para formar la banda unidireccional **410** de material compuesto cortada. La banda unidireccional **410** de material compuesto cortada es cargada después en la máquina multiaxial **412**. La máquina multiaxial **412** construye una capa **414** con un primer ángulo y luego construye una capa **416** con un segundo ángulo
30 sobre la capa **414** que está con el primer ángulo. Estas dos capas forman una tela **416** de material compuesto. Aunque solo se muestran dos capas en este ejemplo, pueden usarse capas adicionales, tales como, por ejemplo y sin limitación, cinco, siete y diez, dependiendo de la implementación particular. En estos ejemplos, la producción de tela **416** de material compuesto se efectúa y consolida en un proceso continuo.

35 Con referencia ahora a la **Figura 5**, se representa una ilustración de una unidad **500** de producción de tela de acuerdo con una realización ventajosa. En esta realización ilustrativa, la unidad **500** de producción de tela es un ejemplo de la unidad **304** de producción de tela de la **Figura 3**. En estos ejemplos, la unidad **500** de producción de tela es una máquina multiaxial. Una máquina multiaxial es una máquina capaz de depositar materiales según diferentes orientaciones para fabricar una tela.

40 La unidad **500** de producción de tela incluye un lecho transportador **502**, que proporciona una superficie **504** para formar una tela **506**. La unidad **500** de producción de tela incluye también un conjunto de unidades de deposición de banda, las unidades **508**, **510**, **512** y **514** de deposición de banda. La frase "un conjunto" según se usa en este documento se refiere a uno o más ítems. Por ejemplo, un conjunto de unidades de deposición de banda es una o
45 más unidades de deposición de banda. Como otro ejemplo, un conjunto de carretes de banda es uno o más carretes de banda.

En estos ejemplos, las unidades **508**, **510**, **512** y **514** de deposición de banda pueden depositar banda para la tela **506** según diferentes orientaciones. Estas diferentes unidades pueden depositar banda para diferentes capas o pliegos de tela **506**. La unidad **508** de deposición de banda incluye un brazo móvil **516**, que puede moverse a lo largo de un eje X, según se muestra por la línea **517**, en este ejemplo. Un cabezal **518** de banda puede moverse a lo largo de un eje Y a lo largo del brazo móvil **516**, según se muestra por la línea **519**. Adicionalmente, el cabezal **518** de banda puede moverse arriba y abajo, según se muestra por la línea **521** y puede ser rotativo alrededor de un eje Z o alrededor de la línea **521**. Esta rotación del cabezal **518** de banda puede producirse para cambiar la orientación
50 con la que la banda **520** del carrete **522** puede ser depositada sobre el lecho transportador **502** para formar la tela **506**. Un carrete que sujeta la banda puede denominarse también carrete de banda. La unidad **510** de deposición de banda también incluye un brazo móvil **524**, un cabezal **526** de banda y un carrete **528** con una banda **530**. De modo similar, la unidad **512** de deposición de banda también incluye un brazo móvil **532**, un cabezal **534** de banda y un carrete **536** con una banda **546**.

60 Adicionalmente, cada una de estas unidades de deposición de banda puede cambiar la orientación según la cual puede depositarse la banda dentro de una capa, así como en diferentes capas. En este ejemplo, la unidad **508** de deposición de banda crea la capa **548**, mientras que la unidad **510** de deposición de banda crea la capa **550**. La unidad **512** de deposición de banda crea la capa **552**, mientras que la unidad **514** de deposición de banda crea la capa **554**, en estos ejemplos.

65

Adicionalmente, la unidad **500** de producción de tela puede incluir también un cabezal **556** de coser, que puede conectar las diferentes capas entre sí usando unos hilos **558** para consolidar las capas para formar la tela. En estos ejemplos pueden usarse los hilos **558** para generar una costura de baja densidad para sujetar las diferentes capas de tela **506** las unas a las otras. En otras realizaciones ilustrativas, las diferentes capas dentro de la tela **506** pueden ser conectadas las unas a las otras a través de otros mecanismos, tales como, por ejemplo y sin limitación, pegado por puntos con o sin calor.

En estos ejemplos, la unidad **500** de producción de tela incluye cuatro unidades de deposición de banda. Por supuesto, en otras realizaciones ventajosas, pueden usarse otros números de unidades de deposición de banda. Por ejemplo, pueden emplearse tres, seis, ocho o algún otro número adecuado de unidades de deposición de banda, dependiendo de la implementación particular. La unidad **500** de producción de tela puede ser implementada mediante cualquier herramienta convencional con modificaciones. Por ejemplo, sin limitación, la unidad **500** de producción de tela puede ser implementada usando una Copcentra MAX 5 CNC, de LIBA Maschinenfabrik GmbH, modificada para usar banda unidireccional en lugar de haces esparcidos obtenidos de bobinas de haces individuales.

Con referencia ahora a la **Figura 6**, se representa una ilustración de una vista en sección de una banda **600** de acuerdo con una realización ventajosa. En este ejemplo, la banda **600** incluye una capa **602** adherente y porosa, una capa de fibra **604** y una capa **606** adherente y porosa. La banda **600** es un ejemplo de la banda **314** de la **Figura 3** que puede producirse por medio de la unidad **302** de producción de banda de la **Figura 3**. La capa **604** de fibra, en estos ejemplos, se forma esparciendo las fibras de un haz para formar un haz esparcido, tal como el haz esparcido **318** de la **Figura 3**. Los materiales para la capa **604** de fibra pueden ser, por ejemplo y sin limitación, carbono, fibra de vidrio, boro, basalto, viscosa (por ejemplo, Rayon®), óxidos refractarios (a base de alúmina (por ejemplo, Nextel®) o a base de circonio), carburo de silicio, aramida (por ejemplo, Zylon®), o cualquier otro material adecuado.

En este ejemplo, la capa **602** adherente y porosa puede formarse mediante un material tal que, por ejemplo y sin limitación, un termoplástico adherente por fusión, tal como un material termoplástico poroso, poliamida, poliimida, poliamida-imida, poliéster, polibutadieno, poliuretano, polipropileno, polieterimida, polisulfona, polietersulfona, polifenilsulfona, sulfuro de polifenileno, polietercetona, polietereterecetona, poliarilamida, policetona, poliftalamida, polifenileter, tereftalato de polibutileno, tereftalato de polietileno, o cualquier otro material adecuado. Por supuesto, las capas **602** y **606** adherentes y porosas pueden formarse por medio de cualquier material poroso que pueda adherirse a la capa **604** de fibra.

En las diferentes realizaciones ventajosas, pueden usarse materiales termoplásticos porosos tales como, por ejemplo y sin limitación, velos de fibras termoplásticas tejidas o no tejidas. Por supuesto, en las diferentes realizaciones ventajosas puede usarse cualquier material capaz de adherirse a la capa **604** de fibra. Estas capas adherentes pueden ser capas porosas, de tal modo que las resinas aplicadas a la banda **314**, o a una tela fabricada a partir de la banda **314** de la **Figura 3**, puedan fluir dentro y/o alrededor de la capa **604** de fibra durante un proceso de curado, después de haber fabricado la tela a partir de la banda **600**. La capa **606** adherente y porosa puede formarse usando el mismo tipo de material.

La banda **600** puede procesarse aplicando calor y presión a estas capas para adherir la capa **602** adherente y porosa y la capa **606** adherente y porosa a la capa **604** de fibra. En estos ejemplos se usa un proceso de adherencia por fusión. El calor y la presión pueden ser aplicados a la banda **600** para comprimir la capa **604** de fibra hasta un espesor deseado. Adicionalmente, la adherencia de la capa **602** adherente y porosa y la capa **606** adherente y porosa a la capa **604** de fibra puede producirse de manera que se impida o se reduzca que las fibras de la capa **604** de fibra se expandan o "retornen elásticamente" al espesor anterior a la aplicación de calor y presión. En otras palabras, la presión y el calor aplicados para formar la banda **600** pueden mantener sustancialmente las fibras de la capa **604** de fibra en una configuración deseada. Esta configuración deseada puede ser, por ejemplo y sin limitación, fijar las fibras en lugares que eliminen o controlen las separaciones entre haces de fibras adyacentes. La configuración deseada puede ser también, por ejemplo y sin limitación, mantener un espesor de fibra más delgado en comparación con la fibra antes de ser procesada. Adicionalmente, la fibra puede tener también una anchura particular, por haber sido esparcida durante el proceso, y que debe ser sustancialmente mantenida. La fibra debe ser esparcida para crear separaciones o rendijas entre haces de fibras adyacentes dentro de un margen deseado antes de la adherencia por fusión.

La banda **600** puede tener un espesor de 0,30 mm aproximadamente. Después de aplicar calor y presión, la banda **600** puede tener un espesor de 0,20 mm aproximadamente. Este espesor se presenta como un ejemplo no limitativo, y pueden usarse otros espesores, dependiendo de la implementación. Por ejemplo, una tela unidireccional puede tener un espesor consolidado de 0,25-0,30 mm antes de la aplicación de calor y presión, en lugar de los 0,20 mm de espesor que se desean. Las capas adherentes porosas pueden estar cada una entre 10 y 100 micrones antes de la aplicación de calor y presión, lo que reducirá su espesor un 50-90 por ciento. Solo las capas adherentes porosas experimentan un cambio de espesor durante este proceso, ya que las fibras estructurales a las que son adheridas por fusión normalmente no se fundirán a las temperaturas requeridas para adherir por fusión las capas porosas. Aunque en estos ejemplos se muestran dos capas adherentes, puede usarse una sola capa adherente en

lugar de dos, dependiendo de la implementación.

Pasando ahora a la **Figura 7**, se representa una ilustración de una tela **700** de acuerdo con una realización ventajosa. En este ejemplo, la tela **700** es un ejemplo de la tela **322**, que puede usarse para fabricar la pieza 324 de material compuesto de la **Figura 3**. En este ejemplo, la tela **700** se fabrica a partir de una banda, tal como la banda **314** de la **Figura 3**. Las secciones **702, 704, 706, 708, 710 y 712** se forman a partir de tiras de banda **314** que pueden sacarse y cortarse de la banda 314. Estas secciones pueden tener orientaciones diferentes a las secciones **714, 716, 718 y 720**, que son las secciones mostradas por las líneas de trazos. En este ejemplo se forma otra capa o pliego más a partir de las secciones **722, 724, 726 y 728**, que se muestran por líneas de puntos. Estas secciones pueden tener otra orientación con respecto a las otras secciones.

En este ejemplo, las orientaciones de las secciones **702, 704, 706, 708, 710 y 712** pueden estar aproximadamente a cuarenta y cinco grados con respecto a las secciones **714, 716, 718 y 720**. En este ejemplo, las secciones **722, 724, 726 y 728** están aproximadamente a noventa grados con respecto a las secciones **714, 716, 718 y 720**. En otras realizaciones ventajosas, pueden colocarse capas adicionales de banda sobre las capas representadas para la tela **700**. Estas capas pueden tener diferentes orientaciones con respecto a las capas presentemente representadas.

En este ejemplo, estas capas o pliegos de banda se muestran en la tela **700**. En otras realizaciones ventajosas pueden usarse otros números de capas. Por ejemplo, pueden usarse dos capas, cinco capas y/u ocho capas para la tela **700**. En estos diferentes ejemplos, las diferentes secciones de la capa pueden ser conectadas las unas a las otras. Adicionalmente, las diferentes capas ilustradas también pueden ser conectadas las unas a las otras. Estas diferentes conexiones pueden hacerse por medio de una herramienta, tal como la unidad **304** de producción de tela de la **Figura 3**. En particular, como ejemplo no limitativo, puede usarse una herramienta de tejer para producir la tela **700**.

Con referencia ahora a la **Figura 8**, se representa un diagrama de flujo de un proceso de fabricación de acuerdo con una realización ventajosa. El proceso ilustrado en la **Figura 8** puede ser implementado en un sistema de fabricación, tal como el sistema de fabricación **300** de la **Figura 3**.

El proceso se inicia formando una acumulación de fibras (operación **800**). La acumulación de fibras puede incluir una capa de fibra situada entre dos capas adherentes porosas. En algunas realizaciones puede usarse una sola capa adherente porosa. La acumulación de fibra puede ser calentada a presión para formar una banda de material compuesto (operación **802**). Puede aplicarse la presión para compactar o esparcir las fibras hasta aproximadamente un espesor deseado. Puede aplicarse el calor para fundir la capa adherente porosa o provocar que la capa adherente porosa se adhiera a las fibras de la capa de fibra. Esta adherencia o unión puede ser tal que las fibras de la capa de fibra permanezcan en un estado compactado que tenga un espesor aproximado al espesor deseado.

El tratamiento de esta acumulación de fibras puede ser efectuada de tal modo que pueda mantenerse la porosidad de la capa adherente para permitir que las resinas penetren en, y se combinen con, las fibras de la capa de fibra durante el curado de este material al usarlo en una tela para formar un componente de material compuesto. Este proceso de acumulación de fibra forma la banda de material compuesto.

A continuación, puede construirse una capa a partir de la banda de material compuesto (operación **804**). Esta capa forma una capa para una tela. Una capa de la tela puede denominarse también un pliego. La capa puede ser depositada según una orientación seleccionada. Esta orientación puede ser diferente a la de otras capas que puedan usarse para formar la tela. Por ejemplo, puede colocarse una capa a un ángulo de cero grados, mientras se coloca otra capa a un ángulo de 45 grados. Puede colocarse una capa más a un ángulo de 90 grados y puede colocarse otra capa a un ángulo de menos 45 grados. En estos ejemplos, estos ángulos pueden ser con respecto a una referencia seleccionada. La referencia puede ser con respecto a la superficie sobre la cual se colocan las fibras.

Se toma una decisión sobre si son o no necesarias capas adicionales (operación **806**). Si se necesitan capas adicionales, el proceso retorna a la operación 804. Esta decisión puede tomarse en base a cuantas capas se hayan colocado o construido para formar una capa o pliego en la tela en comparación con el número deseado de capas.

Cuando ya no se necesiten más capas para la tela en la etapa **806**, el proceso puede acumular porciones de la tela de material compuesto sobre una herramienta (operación **808**). Esta herramienta puede ser, por ejemplo y sin limitación, un molde sobre el cual se colocan porciones de la tela. Este molde puede tener la forma del componente de material compuesto que debe fabricarse. La tela de material compuesto todavía no contiene resina para formar la pieza acabada tras la infusión y el curado. Entonces puede infundirse la resina en la preforma situada en la herramienta (operación **710**).

Una vez ensambladas sobre la herramienta las porciones de la tela de material compuesto, la tela de material compuesto situada sobre la herramienta puede ser infundida con resina y luego curada para formar el componente de material compuesto (operación **812**), terminando a continuación el proceso. En estos ejemplos, el componente de material compuesto puede curarse mediante un proceso a baja presión en el que no es necesario colocar la herramienta o molde en un autoclave.

Así pues, las diferentes realizaciones ventajosas proporcionan un método y un aparato de fabricación. Pueden formarse una capa de fibra y una capa correspondiente para formar una acumulación de fibras. La acumulación de fibras puede ser calentada a presión para formar una banda de material compuesto. Puede construirse una primera capa a partir de la banda de material compuesto y puede construirse sobre la primera capa una segunda capa a partir de la banda de material compuesto, con un ángulo predeterminado con respecto a la primera capa, para formar una tela de material compuesto.

Pueden acumularse porciones de la tela de material compuesto en la herramienta con la forma del componente de material compuesto. La tela de material compuesto situada sobre la herramienta puede ser curada para formar el componente de material compuesto.

Como resultado, las diferentes realizaciones ventajosas proporcionan la capacidad de acumular componentes de material compuesto en tamaños que pueden no caber en muchos autoclaves. Adicionalmente, también puede ser innecesario comprar autoclaves más grandes y costosos si se usa la tela fabricada bajo las diferentes realizaciones ventajosas para producir componentes de material compuesto. Las diferentes realizaciones ventajosas proporcionan una tela de material compuesto que generalmente tiene un espesor de aproximadamente el espesor deseado para acumular componentes de material compuesto. Como resultado, la presión y el calor requeridos para consolidar la tela a un espesor deseado ya no son necesarios.

La descripción de las diferentes realizaciones ventajosas se ha presentado con fines de ilustración y descripción, y no pretende ser exhaustiva ni limitada a las realizaciones en la forma descrita. A los expertos en la técnica se les ocurrirán muchas modificaciones y variaciones. Por ejemplo, las diferentes realizaciones ventajosas se han descrito con respecto a la fabricación de componentes de material compuesto para aviación. Algunas realizaciones ventajosas pueden ser aplicadas a la producción de componentes de material compuesto para otros ítems. Por ejemplo, y sin limitación, la tela de material compuesto de las diferentes realizaciones puede ser usada para producir componentes de material compuesto para naves espaciales, submarinos, automóviles, camiones, edificios y barcos. Adicionalmente diferentes realizaciones ventajosas pueden proporcionar diferentes ventajas en comparación con otras realizaciones ventajosas. La realización o realizaciones seleccionadas se eligen y describen con el fin de explicar mejor los principios de las realizaciones, la aplicación práctica, y para permitir que otros expertos en la técnica comprendan la divulgación en cuanto a las diversas realizaciones y con las diversas modificaciones que sean adecuadas para el uso particular contemplado.

REIVINDICACIONES

1. Un método de fabricación que comprende:

5 formar una capa de fibra (318) y una capa termoplástica (312) adherente y porosa para formar una acumulación de fibras unidireccional, donde la capa de fibra de la banda de material compuesto unidireccional se esparce para crear separaciones o rendijas entre haces de fibras adyacentes dentro de un margen deseado; calentar a presión la acumulación de fibras (318) para formar una banda (314, 410) de material compuesto unidireccional para mantener sustancialmente las fibras en una configuración deseada;

10 construir una primera capa a partir de la banda de material compuesto; construir, a partir de la banda de material compuesto, una segunda capa sobre la primera capa a un ángulo predeterminado con respecto a la primera capa; y consolidar la primera y la segunda capas para formar una tela (322, 416) de material compuesto.

15 2. El método de la reivindicación 1, que comprende además:

acumular porciones de la tela (322) de material compuesto sobre una herramienta (324) en forma de un componente (326) de material compuesto; introducir resina en la tela de material compuesto; y

20 curar la tela de material compuesto sobre la herramienta para formar el componente de material compuesto.

3. El método de la reivindicación 2, donde la etapa de curado comprende:

25 calentar la tela (322) de material compuesto sobre la herramienta para curar la tela de material compuesto para formar el componente de material compuesto.

4. El método de la reivindicación 2, donde la etapa de curado comprende:

30 curar el componente de material compuesto en un horno (308).

5. El método de la reivindicación 1 que comprende además:

35 construir sobre la segunda capa un conjunto de capas adicionales a partir de la banda (314) de material compuesto según un conjunto de ángulos predeterminados con respecto a la segunda capa para formar la tela (322) de material compuesto.

6. El método de la reivindicación 1, donde las etapas de construcción se efectúan por medio de una unidad de fabricación de tela.

40 7. El método de la reivindicación 1, donde la acumulación de fibras incluye una segunda capa termoplástica, adherente y porosa, y donde la capa de fibra (318) está situada entre la capa termoplástica, adherente y porosa, y la segunda capa termoplástica, adherente y porosa.

45 8. El método de la reivindicación 1, donde la banda unidireccional (314) de material compuesto se produce adhiriendo por fusión la capa termoplástica, adherente y porosa, a la capa de fibra para fijar una posición de las fibras dentro de la banda unidireccional (314) de material compuesto.

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

50 cortar la banda unidireccional (314) de material compuesto a una anchura deseada para formar una banda unidireccional (410) de material compuesto cortada; y cargar la banda unidireccional (410) de material compuesto cortada en una máquina multiaxial (412), donde la máquina multiaxial construye la primera capa (414) y la segunda capa (416) para formar la tela (418) de material compuesto en un proceso continuo.

55 10. El método de la reivindicación 1, donde la consolidación se efectúa tejiendo las diversas capas entre sí con un cabezal de tejer.

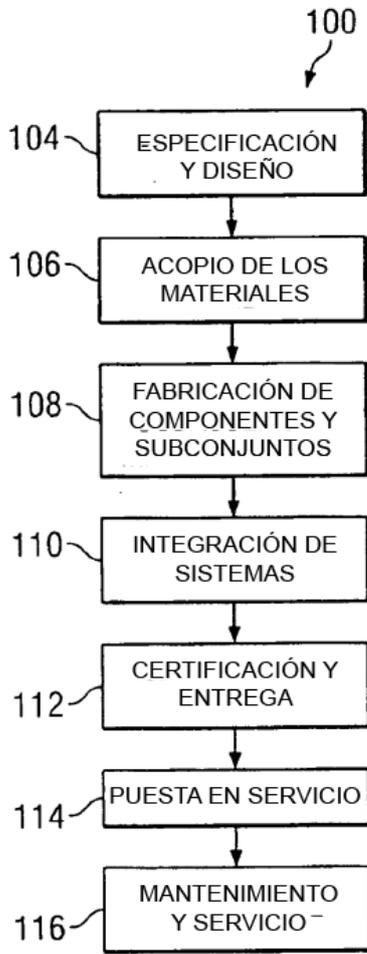


FIG. 1

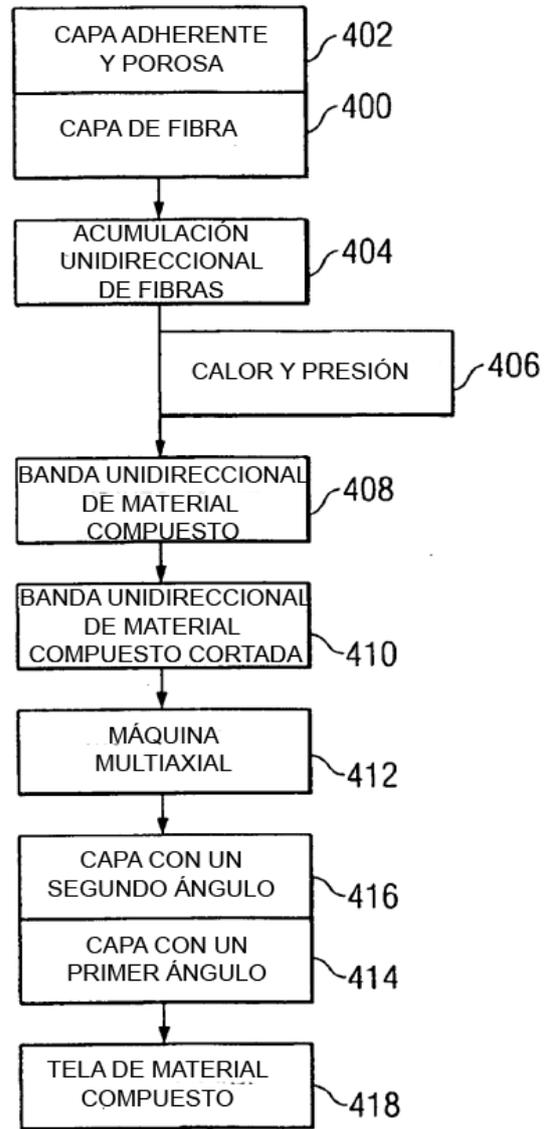


FIG. 4

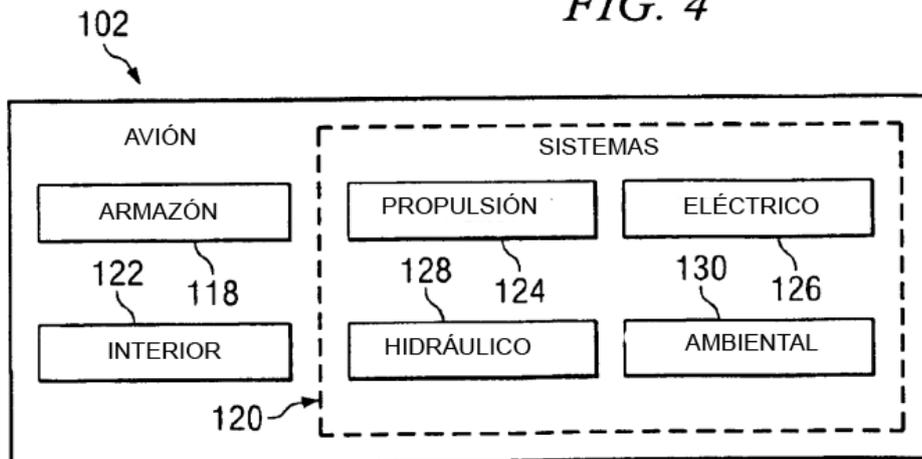


FIG. 2

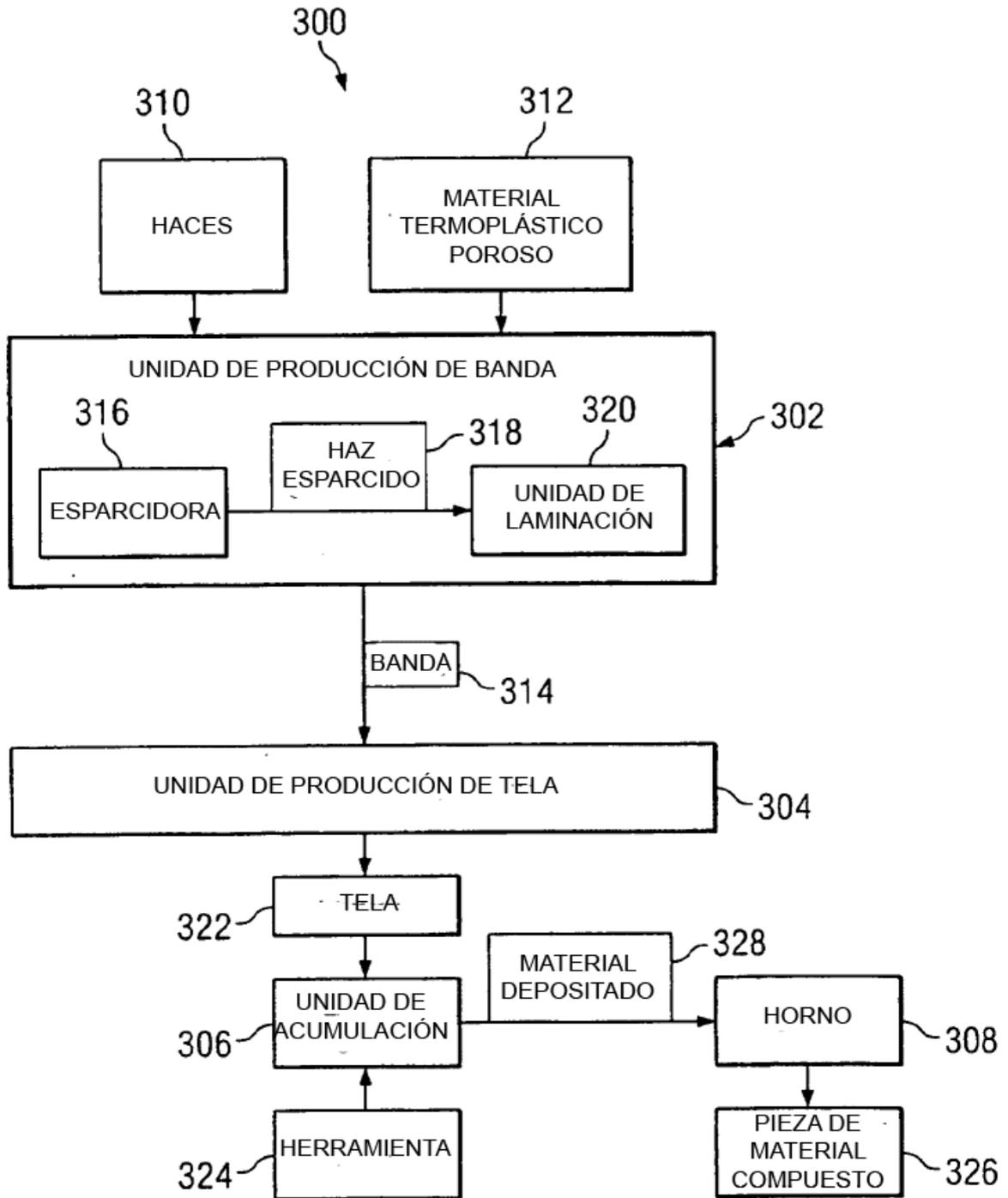


FIG. 3

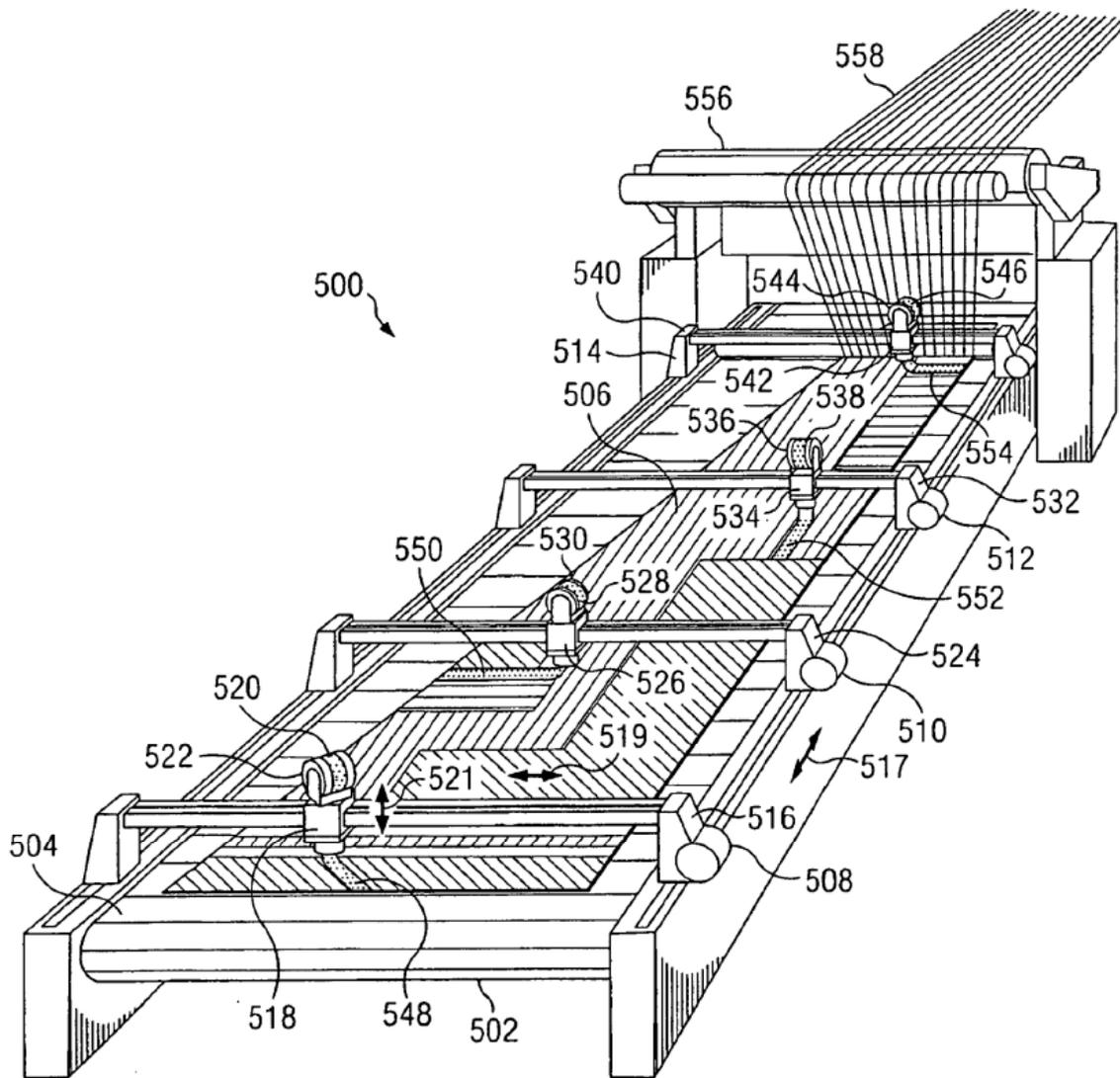


FIG. 5

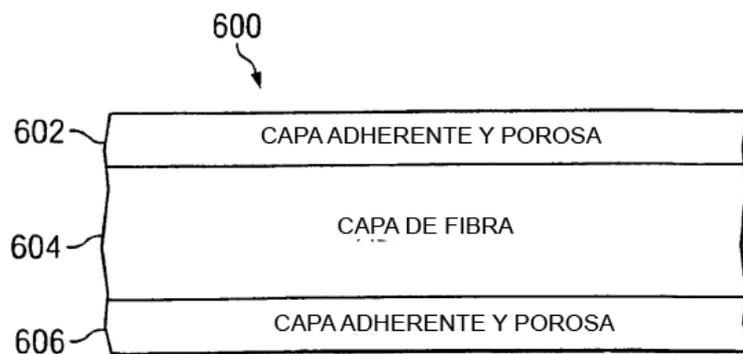


FIG. 6

