

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 782 121**

51 Int. Cl.:

**B29C 70/38** (2006.01)

**B33Y 10/00** (2015.01)

**B29C 64/106** (2007.01)

**B29C 64/336** (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.10.2017** **E 17195735 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.02.2020** **EP 3318392**

54 Título: **Sistemas y métodos para la fabricación aditiva de piezas compuestas**

30 Prioridad:

**07.11.2016 US 201615345189**

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

**10.09.2020**

73 Titular/es:

**THE BOEING COMPANY (100.0%)  
100 North Riverside Plaza  
Chicago, IL 60606-1596, US**

72 Inventor/es:

**WILENSKI, MARK STEWART;  
KOZAR, MICHAEL PATRICK y  
EVANS, NICK SHADBEH**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 782 121 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**

Sistemas y métodos para la fabricación aditiva de piezas compuestas

5 Campo

La presente divulgación se refiere a la fabricación aditiva de piezas compuestas

Antecedentes

10

Convencionalmente, la fabricación de partes típicas compuestas se basa en la estratificación secuencial de múltiples capas de material compuesto, con cada capa que contiene, por ejemplo, fibras de refuerzo unidireccionales, telas, o fibras cortadas orientadas de manera aleatoria. Las piezas fabricadas de esta manera deben tener una construcción laminar, lo que aumenta indeseablemente el peso de la pieza terminada, ya que no todas las fibras de refuerzo están orientadas a lo largo de la (s) dirección (es) de la (s) fuerza (s) a aplicar a las piezas. Además, las limitaciones inherentes a las técnicas laminares de fabricación de materiales compuestos no conducen a la implementación de muchos tipos de diseños estructurales avanzados.

15

20

El resumen de US2007029030 (A1) se refiere a un kit de ruta de alineación estopa reemplazable para un dispositivo de colocación de estopa podría incluir una bandeja de alineamiento de estopa para guiar una anchura predeterminada de estopa a lo largo de un camino de estopa de una cabeza de colocación de estopa. La bandeja de alineación de estopa puede incluir un canal que tiene un ancho correspondiente al ancho predeterminado de estopa y un conector para enganchar de manera liberable el cabezal de colocación de estopa.

25

Resumen

Se divulgan sistemas y métodos para la fabricación aditiva de piezas compuestas. Los sistemas de acuerdo con la presente divulgación comprenden al menos una fuente de alimentación y un mecanismo de alimentación. La fuente de materia prima comprende una pluralidad de estopas preconsolidadas, y cada estopa preconsolidada comprende una estopa de fibra dentro de una matriz de unión no líquida. Algunos sistemas comprenden además un combinador de estopa que está posicionado para recibir al menos un subconjunto de la pluralidad de estopas preconsolidadas de la fuente de materia prima. El combinador de estopa está configurado para combinar el subconjunto de la pluralidad de estopas preconsolidadas para definir una estopa macro. El mecanismo de alimentación está configurado para mover el subconjunto de la pluralidad de estopas preconsolidadas desde la fuente de alimentación y hacia el combinador de estopa y para mover la estopa macro desde el combinador de estopa. Algunos métodos de acuerdo con la presente divulgación comprenden combinar una pluralidad de estopas preconsolidadas para definir una estopa macro, y suministrar la estopa macro en tres dimensiones para definir una parte compuesta. Algunos métodos de acuerdo con la presente divulgación comprenden aplicar un adhesivo una estopa previamente consolidada y suministrar la estopa preconsolidada con el adhesivo en tres dimensiones para definir una parte compuesta.

30

35

40

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un diagrama esquemático que representa sistemas de ejemplo para la fabricación aditiva de piezas compuestas.

45

La figura 2 es un diagrama esquemático que representa ejemplos de combinadores de estopa y ejemplos de patrones de estopa de sistemas para la fabricación aditiva de piezas compuestas.

50

La figura 3 es un diagrama esquemático que representa ejemplos de combinadores de estopa y ejemplos de patrones de estopa de sistemas para la fabricación aditiva de piezas compuestas.

La figura 4 es un diagrama esquemático que representa ejemplos de combinadores de estopa y ejemplos de patrones de estopa de sistemas para la fabricación aditiva de piezas compuestas.

55

La figura 5 es un diagrama esquemático que representa ejemplos de combinadores de estopa y ejemplos de patrones de estopa de sistemas para la fabricación aditiva de piezas compuestas.

La figura 6 es un diagrama esquemático que representa ejemplos de combinadores de estopa y ejemplos de patrones de estopa de sistemas para la fabricación aditiva de piezas compuestas.

60

La figura 7 es un diagrama esquemático que representa ejemplos de combinadores de estopa y ejemplos de patrones de estopa de sistemas para la fabricación aditiva de piezas compuestas.

La figura 8 es un diagrama esquemático que representa ejemplos de combinadores de estopa y ejemplos de patrones de estopa de sistemas para la fabricación aditiva de piezas compuestas.

65

La figura 9 es un diagrama esquemático que representa ejemplos de combinadores de estopa y ejemplos de patrones de estopa de sistemas para la fabricación aditiva de piezas compuestas.

5 La figura 10 es una representación esquemática de una sección transversal de una porción de una pieza compuesta de ejemplo fabricada por un sistema y/o método de la presente divulgación.

La figura 11 es una representación esquemática de una sección transversal de una porción de una pieza compuesta de ejemplo fabricada por un sistema y/o método de la presente divulgación.

10 La figura 12 es una representación esquemática de una sección transversal de una porción de una pieza compuesta de ejemplo fabricada por un sistema y/o método de la presente divulgación.

La figura 13 es una representación esquemática de una sección transversal de una porción de una pieza compuesta de ejemplo fabricada por un sistema y/o método de la presente divulgación.

15 La figura 14 es un diagrama de flujo que representa esquemáticamente métodos de ejemplo para la fabricación aditiva de piezas compuestas.

#### 20 Descripción

Los sistemas y métodos para la fabricación aditiva de piezas compuestas se divulgan en el presente documento. En general, en las figuras, los elementos que probablemente se incluirán en un ejemplo dado se ilustran en líneas continuas, mientras que los elementos que son opcionales para un ejemplo dado se ilustran en líneas discontinuas. Sin embargo, los elementos que se ilustran en líneas continuas no son esenciales para todos los ejemplos de la presente divulgación, y un elemento mostrado en líneas continuas puede omitirse de un ejemplo particular sin apartarse del alcance de la presente divulgación.

30 Como se ilustra esquemáticamente en la figura 1, los sistemas 10 para la fabricación aditiva de una pieza 12 compuesta comprenden al menos una fuente 14 de materia prima y un mecanismo 18 de alimentación. Los sistemas 10 puede comprender además un combinador 16 de estopa.

35 En los sistemas 10, la fuente 14 de materia prima puede comprender una pluralidad de suministros 19 de estopas 20 preconsolidadas con cada estopa 20 preconsolidada que comprende una estopa 22 de fibras dentro de una matriz 24 de unión no líquida. Los suministros 19, por ejemplo, pueden tomar la forma de carretes de estopas 20 preconsolidadas, pero otras configuraciones de suministros 19 están dentro del alcance de la presente divulgación. En algunos ejemplos de sistemas 10, la fuente 14 de materia prima puede producir las estopas 20 preconsolidadas a partir de sus partes constituyentes, es decir, a partir de sus respectivas estopas 22 de fibra y matriz 24 de unión no líquida, cuya matriz puede estar inicialmente en forma líquida en la fuente 14 de materia prima. El combinador 16 de estopa está posicionado para recibir al menos un subconjunto de la pluralidad de estopas 20 preconsolidadas de la fuente 14 de materia prima, y el combinador 16 de estopa está configurado para combinar el subconjunto de la pluralidad de estopas 20 preconsolidadas para definir una estopa 26 macro, como se representa esquemáticamente en la figura 1. En otras palabras, la fuente 14 de materia prima comprende dos o más suministros de estopas 20 preconsolidadas, de los cuales se selecciona al menos un subconjunto para ser combinados entre sí por el combinador 16 de estopa para definir, o crear, la estopa 26 macro. En la figura 1, se ilustran tres estopas 20 preconsolidadas que se alimentan al combinador 16 de estopa y, por lo tanto, definen el subconjunto de la pluralidad de estopas 20 preconsolidadas de la fuente 14 de materia prima; sin embargo, dicho subconjunto puede comprender cualquier número deseable de estopas 20 preconsolidadas.

50 En los sistemas 10, la estopas 20 preconsolidadas que alimentan al combinador 16 de estopa y se combinan para definir la estopa 26 macro no tiene por qué ser el mismo. Es decir, se pueden seleccionar diferentes configuraciones de estopas 20 preconsolidadas para definir una estopa 26 macro con características predeterminadas basadas en la selección de estopas 20 preconsolidadas, pero también está dentro del alcance de la presente divulgación crear una estopa 26 macro a partir de una sola configuración de estopas 20 preconsolidadas.

55 La figura 1 representa esquemáticamente que se puede proporcionar cualquier número de estopas 20 preconsolidadas en una fuente 14 de materia prima, que incluye dos, tres, más de tres, o incluso decenas, cientos o miles de estopas 20 preconsolidadas.

60 El mecanismo 18 de alimentación está configurado para mover el subconjunto de la pluralidad de estopas 20 preconsolidadas de la fuente 14 de materia prima y en el combinador 16 de estopa y mover la estopa 26 macro desde el combinador 16 de estopa. Por lo tanto, como se representa esquemáticamente y opcionalmente en la figura 1, el mecanismo 18 de alimentación, puede estar corriente arriba del combinador 16 de estopa, es decir, entre la fuente 14 de materia prima y el combinador 16 de estopa (u opcionalmente como un componente o subconjunto de la propia fuente 14 de materia prima), y/o puede estar corriente abajo del combinador 16 de estopa. Por ejemplo, cuando el mecanismo 18 de alimentación está corriente arriba del combinador 16 de estopa, el mecanismo 18 de alimentación tira operativamente de las estopas 20 preconsolidadas desde la fuente 14 de materia prima, o desde corriente arriba

dentro de la fuente 14 de materia prima, y los empuja hacia el combinador 16 de estopa. Cuando el mecanismo 18 de alimentación está corriente abajo del combinador 16 de estopa, el mecanismo de alimentación tira operativamente de las estopas 20 preconsolidadas desde la fuente 14 de materia prima y a través del combinador 16 de estopa. En los sistemas 10, el mecanismo 18 de alimentación puede colocarse tanto corriente arriba como corriente abajo del combinador 16 de estopa. Además, o alternativamente, un sistema 10 puede incluir dos mecanismos 18 de alimentación, con un mecanismo 18 de alimentación corriente arriba del combinador 16 de estopa y con una alimentación mecanismo 18 corriente abajo del combinador 16 de estopa.

Como se ha mencionado, las estopas 20 preconsolidadas incluyen cada una una estopa 22 de fibra dentro de una matriz 24 de unión no líquida. Una estopa de fibras 22 es una estopa alargada de fibras con una longitud que es significativamente mayor que un diámetro de las estopas 22 de fibra y significativamente mayor que un diámetro de la estopa preconsolidada. Como ejemplos ilustrativos, no excluyentes, las estopas 22 de fibra pueden tener longitudes que son al menos 1000, al menos 10000, al menos 100000 o al menos 1000000 veces mayor que los diámetros de las estopas 22 de fibra y las estopas 20 preconsolidadas. Además, o alternativamente, las estopas 22 de fibra y, por lo tanto, las estopas 20 preconsolidadas, pueden ser tan largos como sea razonable dentro de los límites de la gestión del material de las estopas 20 preconsolidadas y sus componentes constituyentes. Los ejemplos de fibras que pueden comprender estopas 22 de fibra incluyen, pero no se limitan a, fibras de carbono, fibras de vidrio, fibras orgánicas sintéticas, fibras de aramida, fibras naturales, fibras de madera, fibras de boro, fibras de carburo de silicio, fibras cerámicas, fibras ópticas, cables, cables de metal y cables conductores. Además, las estopas 22 de fibra pueden construirse como paquetes de fibras, tejidos de fibras, trenzas de fibras o paquetes de cables, como ejemplos.

La matriz 24 de unión no-líquida, no es líquida, permite que una estopa 20 preconsolidada se acople y alimente por el mecanismo 18 de alimentación y mantenga su integridad a medida que viaja desde la fuente 14 de materia prima al combinador 16 de estopa para combinarse con otras estopas 20 preconsolidadas y, en última instancia, para definir una pieza 12 compuesta que se está fabricando. La matriz 24 de unión no líquida de una estopa 20 preconsolidada puede tomar cualquier forma adecuada dependiendo de las propiedades deseadas de la estopa 20 preconsolidada. Como ejemplos ilustrativos, no excluyentes, una matriz 24 de unión no líquida puede comprender uno o más de un polímero, una resina, un termoplástico, un termoestable, un fotopolímero, un fotopolímero ultravioleta, un fotopolímero de luz visible, un fotopolímero de luz infrarroja, un fotopolímero de rayos X, una matriz de unión parcialmente curada y una matriz de unión completamente curada. Como se usa en el presente documento, un fotopolímero es un polímero que está configurado para curarse en presencia de luz, tal como uno o más de luz ultravioleta, luz visible, luz infrarroja y rayos X.

Dependiendo de la química de la matriz 24 de unión no-líquida, puede ser descrita como sin curar, pre-curada, parcialmente curada, o incluso totalmente curada, al menos cuando la estopa 20 preconsolidada respectiva está siendo alimentada al combinador 16 de estopa se combinará con otras estopas 20 preconsolidadas. Además, o alternativamente, en algunos ejemplos, una estopa 20 preconsolidada puede describirse como una estopa preimpregnada o preimpregnada. En algunos ejemplos, la matriz 24 de unión no líquida de una estopa 20 preconsolidada es autoadhesiva, por ejemplo, está configurada para unirse o adherirse a la matriz 24 de unión no líquida de otra estopa 20 preconsolidada, de modo que cuando las estopas 20 preconsolidadas se combinan mediante el combinador 16 de estopa, se unen o se adhieren entre sí para definir la estopa 26 macro.

Por "no líquida", se entiende que la matriz 24 de unión no-líquida es un sólido y/o tiene una alta viscosidad, tal como el que es mayor que una o más de  $10^2$ ,  $10^3$ ,  $10^4$ ,  $10^5$ ,  $10^6$ ,  $10^7$ ,  $10^8$ ,  $10^9$ ,  $10^{10}$ ,  $10^{11}$  o  $10^{12}$  Pa · s. En algunos ejemplos, una matriz 24 de unión no líquida puede describirse como un sólido o como un sólido amorfo. Por ejemplo, una matriz termoestable puede describirse como un sólido, mientras que una matriz termoplástica puede describirse como un líquido de alta viscosidad pero que sigue siendo una matriz 24 de unión no líquida dentro del alcance de la presente divulgación.

Las estopas 20 preconsolidadas puede tener cualquier relación adecuada de las fibras a la matriz. Como ejemplos ilustrativos, no excluyentes, el cable de fibra 22 de una estopa 20 preconsolidada puede llegar a 20-80%, 20-70%, 20-60%, 20-50%, 20-40%, 20-30 %, 30-80%, 30-70%, 30-60%, 30-40%, 30-50%, 40-80%, 40-70%, 40-60%, 40-50%, 50-80 %, 50-70%, 50-60%, 60-80%, 60-70% o 70-80% del volumen total de la estopa 20 preconsolidada; sin embargo, los porcentajes mayores y menores que los rangos numerados también están dentro del alcance de la presente divulgación. Se puede utilizar cualquier número adecuado de fibras dentro de una estopa 22 de fibra individual. Una sola estopa 22 de fibra puede incluir 1-50000 o más fibras individuales, con 1000, 3000, 6000, 12000, 24000 y 48000 fibras que son ilustrativas, ejemplos no excluyentes de números de fibras dentro de una sola estopa 22 de fibra. Una sola estopa 22 de fibra puede tener cualquier diámetro adecuado o dimensión externa máxima de un perfil transversal, con 0.005-2 milímetros (mm) como ejemplos ilustrativos no excluyentes. Cuanto mayor es el número de fibras dentro de una sola estopa 22 de fibra y mayor es el diámetro de una sola estopa 22 de fibra, mayor es la estabilidad de la estopa 22 de fibra y, por lo tanto, la estopa 20 preconsolidada es para la resistencia contra el pandeo, la deformación o de lo contrario, se deformará o dañará al ser manipulado por un sistema 10 y utilizado para fabricar una pieza 12 compuesta.

Las estopas 20 preconsolidadas pueden tener cualquier perfil de sección transversal adecuada, tales como dependiendo de una aplicación particular o la propiedad de una pieza 12 compuesta que se fabrica, o depende de una

configuración de la combinación del combinador 16 de estopa, como se discute en el presente documento. Como ejemplos ilustrativos y no excluyentes, las estopas 20 preconsolidadas pueden tener perfiles de sección transversal que son circulares, poligonales, triangulares, cuadriláteros, rombos, trapezoidales, simétricos y/o asimétricos. Cuando se describe dicho perfil de una estopa preconsolidada, la forma no pretende ser precisa, como tener esquinas perfectas o bordes perfectamente rectos de un polígono, y, por lo tanto, dichos perfiles, adicional o alternativamente, pueden describirse como generalmente circulares, generalmente poligonal, generalmente triangular, generalmente cuadrilátero, generalmente en forma de rombo, generalmente trapezoidal, generalmente simétrico y/o generalmente asimétrico.

Como se ha mencionado, una estopa 26 macro se pueden crear a partir de más de una configuración de estopas 20 preconsolidadas. Por ejemplo, puede ser deseable utilizar una primera configuración de estopas 20 preconsolidadas con un primer tipo de la matriz 24 de unión no líquida y para utilizar una segunda configuración de estopas 20 preconsolidadas con un segundo (y diferente) tipo de matriz 24 de unión no líquida. Por ejemplo, puede ser deseable construirla en una estopa 26 macro dos o más tipos diferentes de mecanismos de curado (por ejemplo, térmico versus radiativo), dos o más temperaturas de curado diferentes, dos o más propiedades mecánicas diferentes y/o dos o más propiedades diferentes que pueden diferir según el tipo y/o contenido de las respectivas matrices 24 de unión no líquidas. Adicionalmente, o alternativamente, puede ser deseable utilizar una primera configuración de unas estopas 20 preconsolidadas con un primer tipo de estopas 22 de fibra y utilizar una segunda configuración de estopas 20 preconsolidadas con un segundo (y diferente) tipos de estopas 22 de fibra. Por ejemplo, puede ser conveniente construir en una estopa 26 macro dos o más propiedades físicas u otras diferentes basadas en la selección de las estopas 22 de fibra, como por ejemplo seleccionando estopas 22 de fibra para una o más propiedades eléctricas, térmicas o de resistencia.

Como esquemáticamente y opcionalmente se ilustra en la figura 1, los sistemas 10 pueden comprender además una pluralidad de conductos 32 de estopa preconsolidadas, a través del cual las estopas 20 preconsolidadas se extienden respectivamente entre la fuente 14 de materia prima y el combinador 16 de estopa. Dichos conductos 32 pueden estar dimensionados con diámetros internos que son solo un poco más grandes que los diámetros externos de las estopas 20 preconsolidadas respectivas. De acuerdo con lo anterior, un conducto 32, cuando está presente, puede restringir la deformación, ruptura o de otra forma dañar o deformar las respectivas estopas 20 preconsolidadas y/o su estopa 22 de fibra o su matriz 24 de unión no líquida. Dichos conductos 32 pueden describirse como tubos Bowden o carcasas Bowden.

Como se ilustra esquemáticamente y opcionalmente en la figura 1, en los sistemas 10, la fuente 14 de materia prima puede comprender además uno o más suministros 28 de estructuras 30 alargadas. En dichos ejemplos, se coloca el combinador 16 de estopa para recibir al menos un subconjunto de estructuras 30 alargadas y combinarlas con la pluralidad de estopas 20 preconsolidadas que se combinan para definir la estopa 26 macro. En algunos de estos ejemplos, las estructuras 30 alargadas están libres de una matriz de unión y, por lo tanto, se distinguen de las estopas 20 preconsolidadas. Es decir, las estructuras 30 alargadas no son las estopas 20 preconsolidadas y tienen diferentes propiedades y características de las estopas preconsolidadas. Los suministros 28 pueden tomar la forma de carretes de estructuras 30 alargadas. Sin embargo, similar a una estopa 20 previamente consolidada, una estructura 30 alargada tiene una longitud que es significativamente mayor que un diámetro de la estructura 30 alargada. Como ejemplo, ilustrativo y no excluyente las estructuras 30 alargadas pueden tener longitudes que son al menos 1000, al menos 10000, al menos 100000 o al menos 1000000 veces mayores que sus diámetros. Adicionalmente o alternativamente, una estructura 30 alargada puede ser tan larga como sea razonable dentro de los límites de la gestión de materiales de la estructura 30 alargada.

Las propiedades y características de las estructuras 30 alargadas pueden seleccionarse para cualquier fin adecuado, que incluye, por ejemplo, incrustar una trayectoria eléctrica u óptica dentro de la estopa 26 macro y por lo tanto se fabrica dentro de una pieza 12 de material compuesto. Una estructura 30 alargada puede comprender uno o más de una fibra óptica, un cable, un cable de metal, un cable conductor, un paquete de cables, sensores, circuitos, un tubo hueco, una espuma y un material magnético. Adicionalmente o alternativamente, las estructuras 30 alargadas pueden seleccionarse para un propósito funcional y/o un propósito estructural.

En cuanto a las estopas 20 preconsolidadas, la estructura 30 alargada puede tener cualesquier perfiles de sección transversal adecuada, tales como depender de una aplicación particular o propiedad de una pieza 12 compuesta que se están fabricando, o dependiendo de una configuración de la combinación del combinador 16 de estopa, como se discute aquí. Como ejemplos ilustrativos, no excluyentes, las estructuras 30 alargadas pueden tener perfiles transversales que son circulares, poligonales, triangulares, cuadriláteros, en forma de rombo, trapezoidales, simétricos y/o asimétricos, y dichos perfiles se describen opcionalmente como generalmente circulares, generalmente poligonales, generalmente triangular, generalmente cuadrilátero, generalmente en forma de rombo, generalmente trapezoidal, generalmente simétrico y/o generalmente asimétrico.

Con referencia continuada a la figura 1, en el sistema 10, el combinador 16 de estopa puede comprender, o ser descrito como, de una boquilla 34, tal como se ha configurado para dar forma a la estopa 26 macro que está definida por el combinador 16 de estopa. En algunos ejemplos, el combinador 16 de estopa comprende una pluralidad de entradas 36 con cada entrada 36 de al menos un primer subconjunto de las entradas 36 configuradas para recibir una estopa

20 preconsolidada individual desde la fuente 14 de materia prima. En algunos ejemplos, cada entrada 36 de al menos un segundo subconjunto de las entradas 36 está configurado para recibir una estructura 30 alargada individual de la fuente 14 de materia prima. En algunos ejemplos, el combinador 16 de estopa comprende además una pluralidad de salidas correspondientes a la pluralidad de entradas 36. Por ejemplo, en algunos de estos ejemplos, las entradas 36  
 5 pueden estar más separadas entre sí que las salidas, de modo que cuando las estopas 20 preconsolidadas salen de las salidas, se dirigen uno hacia el otro y, por lo tanto, entran en contacto entre sí para definir la estopa 26 macro. En algunos ejemplos, el combinador 16 de estopa comprende menos salidas que las entradas 36, con submatrices de entradas 36 que convergen en salidas respectivas para suministrar opcionalmente más de una estopa 26 macro. En otros ejemplos, el combinador 16 de estopa comprende una única salida 38, como se representa esquemáticamente  
 10 en la figura 1, y las entradas 36 convergen a la única salida 38 para suministrar la estopa 26 macro desde el combinador 16 de estopa.

En algunos ejemplos, el combinador 16 de estopa está configurado para calentar las estopas 20 preconsolidadas y/o la estopa 26 macro a medida que pasan a través del combinador 16 de estopa, tal como para facilitar la adhesión  
 15 entre las estopas 20 preconsolidadas dentro de la estopa 26 macro y/o entre tramos adyacentes de estopas 26 macro como una pieza 12 compuesta que se está fabricando.

Volviendo ahora a las figuras 2-9, que representan esquemáticamente los combinadores 16 de estopa de ejemplo, en algunos ejemplos de combinadores 16 de estopa, las entradas 36 están dispuestas en una matriz que está configurada para definir selectivamente una pluralidad de formas correspondientes a perfiles de sección transversal de la estopa  
 20 26 macro basado en qué subconjuntos de las entradas 36 en las que se reciben las estopas 20 preconsolidadas, y opcionalmente estructuras 30 alargadas. En las figuras 2-9, las entradas se representan esquemáticamente como círculos, pero las entradas 36 no se limitan a ser circulares. En las figuras 2-5, la matriz 36 de entradas es una matriz rectangular, y en las figuras 6-9, la matriz 36 de entradas es una matriz hexagonal; sin embargo, se pueden usar otras  
 25 formas y configuraciones de matrices. En las figuras 2-9, las estopas 20 preconsolidadas que se reciben por un subconjunto de las entradas 36 se representan con sombreado para distinguir las entradas 36 que se utilizan en un ejemplo dado de las entradas 36 que no se utilizan en un ejemplo dado.

El combinador 16 de estopa, por tanto, puede estar configurado para definir diferentes perfiles de sección transversal de una estopa 26 macro dependiendo de qué entradas 36 de la matriz son utilizados en un momento dado. Como  
 30 ejemplos ilustrativos, no excluyentes, el combinador 16 de estopa puede configurarse para definir un perfil en sección transversal de la estopa 26 macro que es circular, poligonal, triangular, cuadrilátero, romboidal, trapezoidal, simétrico y/o asimétrico, u opcionalmente esto es generalmente circular, generalmente poligonal, generalmente triangular, generalmente cuadrilátero, generalmente en forma de rombo, generalmente trapezoidal, generalmente simétrico y/o  
 35 generalmente asimétrico.

La figura 2 representa esquemáticamente una matriz rectangular de entradas 36 que se utiliza para definir una estopa 26 macro rectangular no cuadrada. La figura 3 representa esquemáticamente una matriz rectangular de entradas 36 que se utiliza para definir una estopa 26 macro cuadrada, con un núcleo cuadrado de estructuras 30 alargadas  
 40 incrustadas dentro de un borde de estopas 20 preconsolidadas. Las figuras 4 y 5 representan esquemáticamente matrices rectangulares de entradas 36 que se utilizan para definir estopas 26 macro trapezoidales. La figura 6 representa esquemáticamente una matriz hexagonal de entradas 36 (es decir, con cada otra fila y columna de entradas 36 desplazadas de la fila anterior y columna por la mitad de una distancia entre entradas 36 adyacentes) que se utiliza para definir una estopa 26 macro trapezoidal. La figura 7 representa esquemáticamente una matriz hexagonal de  
 45 entradas 36 que se utilizan para definir una estopa 26 macro hexagonal. La figura 8 representa esquemáticamente una matriz hexagonal de entradas 36 que se utilizan para definir una estopa 26 macro triangular. Finalmente, la figura 9 representa esquemáticamente una matriz hexagonal de entradas 36 que se utiliza para definir una estopa 26 macro rectangular. Otros ejemplos de matrices de entradas 36 y formas y configuraciones de las estopas 26 macro están dentro del alcance de la presente divulgación, y las figuras 2-9 están destinadas a proporcionar solo un subconjunto  
 50 ilustrativo de tales ejemplos posibles. Por ejemplo, las estopas 26 macro huecas pueden crearse al no alimentar las estopas 20 preconsolidadas o las estructuras 30 alargadas en una o más entradas 36 internas que están rodeadas por las entradas 36 en las que se alimentan las estopas 20 preconsolidadas o las estructuras 30 alargadas. Adicionalmente o alternativamente, un combinador 16 de estopa puede usarse para definir dos o más estopas 26 macro separadas con los dos o más estopas 26 macro que tengan cualquier forma deseada y opcionalmente diferentes  
 55 formas. Es decir, una matriz 36 de entradas puede configurarse para permitir un primer conjunto de estopas 20 preconsolidadas (y estructuras 30 alargadas opcionales) para definir una primera estopa 26 macro y para un segundo conjunto de estopas 20 preconsolidadas (y estructuras 30 alargadas opcionales) para definir una segunda estopa 26 macro.

En los sistemas 10, el combinador 16 de estopa está configurado para selectivamente y/o activamente alterar una forma del perfil de la sección transversal de la estopa 26 macro cuando la estopa 26 macro está siendo definida por el combinador 16 de estopa. Por ejemplo, con referencia a los ejemplos de las figuras 2-9, mientras se fabrica una  
 60 pieza 12 compuesta, las entradas 36 a través de las cuales se reciben las estopas 20 preconsolidadas, y opcionalmente las estructuras 30 alargadas, pueden cambiarse selectiva y activamente como las estopas 20 preconsolidadas, y opcionalmente las estructuras 30 alargadas, están siendo alimentadas por el mecanismo 18 de  
 65

alimentación. Adicionalmente o alternativamente, la cantidad de las estopas 20 preconsolidadas, y opcionalmente las estructuras 30 alargadas, que son recibidas por las entradas 36 pueden aumentar y/o disminuir con el tiempo.

Volviendo a la figura 1, en los sistemas 10, el mecanismo 18 de alimentación puede estar configurado para enganchar la estopa 26 macro para mover estopas 20 preconsolidadas y la estopa 26 macro en relación con el combinador 16 de estopa. Es decir, como se mencionó, el mecanismo 18 de alimentación puede describirse por estar corriente abajo del combinador 16 de estopa. En algunos de tales ejemplos, el mecanismo 18 de alimentación incluye un par de rodillos 40 opuestos que están posicionados para enganchar lados opuestos de la estopa 26 macro, con al menos uno, y en algunos ejemplos ambos, del par de rodillos 40 opuestos que están configurados para girar selectivamente, como por un motor.

En los sistemas 10, el mecanismo 18 de alimentación puede estar configurado para acoplarse a las estopas 20 preconsolidadas para mover la estopa 26 macro en relación con el combinador de estopa. Es decir, como se mencionó, se puede describir que el mecanismo 18 de alimentación está corriente arriba del combinador 16 de estopa. En algunos de estos ejemplos, el mecanismo 18 de alimentación incluye una pluralidad de pares de rodillos 40 opuestos con cada par de rodillos 40 opuestos configurados para enganchar los lados opuestos de una respectiva estopa 20 preconsolidada (o estructura alargada opcional), con al menos uno, y en algunos ejemplos ambos, de cada par de rodillos 40 opuestos configurados para girar selectivamente, como por un motor.

En los sistemas 10, el mecanismo 18 de alimentación puede estar configurado para iniciar y detener selectivamente el movimiento de una selección de la pluralidad de estopas preconsolidadas (y opcionalmente una o más estructuras 30 alargadas) para alterar activamente un perfil de sección transversal y/o el tamaño de la estopa 26 macro a medida que se define la estopa 26 macro. En algunos de dichos ejemplos, el mecanismo 18 de alimentación puede funcionar junto con un combinador 16 de estopa que tiene una matriz 36 de entradas como se describe en el presente documento para alterar activamente una forma y/o tamaño de la estopa 26 macro a medida que se define la estopa 26 macro y a medida que se fabrica la pieza 12 compuesta. De acuerdo con lo anterior, una pieza 12 compuesta puede construirse con más de una forma y/o tamaño de estopa 26 macro, lo que puede ser deseable por varias razones, incluidas las propiedades y características deseadas de la pieza 12 compuesta y sus subpartes.

El mecanismo 18 de alimentación puede configurarse para mover selectivamente estopas 20 preconsolidadas individuales (y opcionalmente una o más estructuras 30 alargadas) a diferentes velocidades para definir activamente las curvaturas en la estopa 26 macro a medida que se define la estopa 26 macro. Por ejemplo, con referencia al ejemplo del combinador 16 de estopa representado esquemáticamente en la figura 2, si las estopas 20 preconsolidadas se mueven más rápido hacia el lado derecho de la figura que las estopas 20 preconsolidadas hacia el lado izquierdo de la figura, entonces el mecanismo 18 de alimentación impartirá una curvatura en la estopa 26 macro a la izquierda. Además, el movimiento selectivo de estopas 20 preconsolidadas individuales a diferentes velocidades puede controlarse activamente durante la fabricación de una pieza 12 compuesta para dirigir activamente la estopa 26 macro a medida que sale del combinador 16 de estopa. En algunos ejemplos, un montaje 44 de accionamiento separado del sistema 10, como se discute aquí, puede no ser requerido. Alternativamente, en algunos de estos ejemplos, la curva activa de la estopa 26 macro por el combinador 16 de estopa puede funcionar junto con un montaje 44 de accionamiento.

En los ejemplos de mecanismo 18 de alimentación que comprenden pares de rodillos 40 opuestos, el mecanismo 18 de alimentación puede estar configurado para girar selectivamente al menos uno de cada par de rodillos 40 opuestos a diferentes velocidades para definir activamente curvaturas deseadas en la estopa 26 macro como se está definiendo la estopa 26 macro y como se está fabricando la pieza 12 compuesta.

Con referencia de nuevo a la figura 1, los sistemas 10 puede comprender además una guía 42 de suministro que está posicionado para recibir la estopa 26 macro desde el combinador 16 de estopa y suministrar la estopa 26 macro. En la figura 1 la guía 42 de suministro se ilustra esquemáticamente en una relación superpuesta con el combinador 16 de estopa, representando esquemáticamente que en algunos ejemplos el combinador 16 de estopa comprende la guía 42 de suministro y/o es integral con la guía de suministro, y en algunos ejemplos, la guía 42 de suministro está acoplada al combinador 16 de estopa. Sin embargo, también está dentro del alcance de la presente divulgación que la guía 42 de suministro, cuando está presente, pueda estar separada del combinador 16 de estopa. La guía 42 de suministro adicionalmente o alternativamente puede describirse como una boquilla para suministrar la estopa 26 macro.

Cuando un sistema 10 comprende una guía 42 de suministro, el mecanismo 18 de alimentación está configurado además para mover la estopa 26 macro en la guía 42 de suministro, a través de la guía 42 de suministro, y fuera de la guía 42 de suministro.

En algunos ejemplos, la guía 42 de suministro está configurada para girar en relación con el combinador 16 de estopa para torcer la estopa 26 macro a medida que se suministra desde la guía 42 de suministro.

En algunos ejemplos, la guía 42 de suministro puede estar configurada para calentar la estopa 26 macro a medida que se suministra desde la guía 42 de suministro. Por ejemplo, una configuración de este tipo puede facilitar la

colocación y curvatura deseadas de la estopa 26 macro como una pieza 12 compuesta que se está fabricando. Adicionalmente, o alternativamente, en algunos ejemplos, la guía 42 de suministro puede configurarse para suministrar otra forma de energía a la estopa 26 macro a medida que se suministra desde la guía 42 de suministro, con ejemplos que incluyen (pero no se limitan a) luz ultravioleta, rayos X y haces de electrones. Además, o alternativamente, la guía 42 de suministro puede configurarse para suministrar un producto químico a la estopa 26 macro que se selecciona para alterar la estopa 26 macro de alguna manera deseada.

En algunos ejemplos, la guía 42 de suministro puede estar configurada para ser posicionada de forma activa para suministrar la estopa 26 macro para la fabricación de forma aditiva la pieza 12 compuesta. Por ejemplo, como se ilustra esquemáticamente y, opcionalmente, en la figura 1, algunos sistemas 10 comprenden un montaje 44 de accionamiento que está acoplado operativamente a la guía 42 de suministro y configurado para mover selectivamente la guía 42 de suministro en tres dimensiones para fabricar aditivamente la pieza 12 compuesta. El montaje 44 de accionamiento puede comprender uno o más de un brazo robótico y un cabezal de impresión conjunto de accionamiento que facilita el movimiento de la guía 42 de suministro en múltiples grados de libertad. En algunos ejemplos, el montaje 44 de accionamiento puede configurarse para mover la guía 42 de suministro ortogonalmente en tres dimensiones. En algunos ejemplos, el montaje 44 de accionamiento puede estar configurado para mover la guía 42 de suministro en tres dimensiones con al menos tres grados de libertad, con al menos seis grados de libertad, con al menos nueve grados de libertad, o con al menos doce grados de libertad. Tales ejemplos permiten la fabricación de piezas 12 compuestas tridimensionales complejas.

Como se representa esquemáticamente y opcionalmente, en la figura 1, los sistemas 10 pueden comprender además una fuente 46 de adhesivo que está configurado para suministrar un adhesivo 48 a una o más de la estopas 20 preconsolidadas que alimenta al combinador 16 de estopa y la estopa 26 macro para adherir las estopas 20 preconsolidadas juntos y/o para definir mejor la estopa 26 macro y, por lo tanto, para adherir juntos partes separadas de la estopa 26 macro a medida que se fabrica la pieza 12 compuesta. En algunos de estos ejemplos, la fuente 46 de adhesivo está configurada adicionalmente para suministrar el adhesivo 48 a una o más estructuras 30 alargadas que se alimentan al combinador 16 de estopa para adherir tales estructuras 30 alargadas y las estopas 20 preconsolidadas juntos para definir la estopa 26 macro.

El adhesivo 48 puede tomar cualquier forma adecuada, incluidas formas líquidas, de pasta y/o película, y puede administrarse utilizando cualquier proceso o mecanismo adecuado, tal como (pero no limitado a) goteo, pulverización, bombeo e inyección del adhesivo. Adicionalmente o alternativamente, se puede proporcionar un volumen o baño del adhesivo 48, a través del cual las estopas 20 preconsolidadas, opcionalmente una o más estructuras 30 alargadas, y/o la estopa 26 macro son arrastrados por el mecanismo 18 de alimentación. En algunos ejemplos, la fuente 46 de adhesivo está configurada para suministrar el adhesivo 48 a la estopa 26 macro dentro de la guía 42 de suministro opcional, cuando está presente.

En algunos ejemplos, el adhesivo 48 es un material diferente de la matriz 24 de unión no líquido. En otros ejemplos, el adhesivo 48 es un estado líquido de la matriz 24 de unión no líquido. Ejemplos ilustrativos, no excluyentes de adhesivo incluye (pero no se limitan a) polímeros, resinas, termoplásticos, termoestables, fotopolímeros, fotopolímeros ultravioleta, fotopolímeros de luz visible, fotopolímeros de luz infrarroja, fotopolímeros de rayos X y epóxidos.

También dentro del alcance de la presente divulgación hay sistemas que comprenden una fuente 14 de materia prima, un mecanismo 18 de alimentación y una fuente 46 de adhesivo configurada para suministrar el adhesivo 48 a una estopa preconsolidada para adherirse a partes separadas de las estopas preconsolidadas a medida que se fabrica la pieza compuesta. En algunos de estos sistemas, el sistema no incluye un combinador 16 de estopa.

Como se ilustra esquemáticamente en la figura 1, los sistemas 10 pueden ser utilizados para fabricar de forma aditiva una pieza 12 compuesta en tres dimensiones sin la necesidad de un sustrato, un molde subyacente o capa de sacrificio, tal como mediante la definición de la pieza compuesta con longitudes de 50 de una estopa 26 macro o estopas 26 macro que se extiende entre los nodos 52 de la estopa 26 macro. Además, o alternativamente, los sistemas 10 pueden usarse para fabricar aditivamente una pieza 12 compuesta mediante el suministro de una estopa 26 macro o estopas 26 macro en capas 54 de la estopa 26 macro. En las figuras 10-13 se ilustran ejemplos ilustrativos y no excluyentes de dicha configuración. En cada uno de los ejemplos de las figuras 10-13, una capa 54a superior representa una capa de 0 ° con las estopas 26 macro y las correspondientes estopas 22 de fibra extendiéndose dentro y fuera de la página, una capa 54b intermedia representa una capa de 90 ° con el macro (s) estopa (s) ) y los correspondientes estopas 22 de fibra que se extienden en el plano de la página, y una capa 54c inferior con una capa de 45 ° con las estopas 26 macro y las correspondientes estopas 22 de fibra se extienden a través de la página en un ángulo de 45 °. En los cuatro ejemplos, se aplicó un adhesivo 48 para adherir entre sí las longitudes de macro estopa (s) 26 en cada capa y entre las capas. En la figura 10, se representa una estopa macro circular 26. En la figura 11, se representa una estopa 26 macro triangular. En la figura 12, se representa una estopa 26 macro trapezoidal. En la figura 13, se representa una estopa 26 macro rectangular. Otros ejemplos, como se entiende aquí, también están dentro del alcance de la presente divulgación. Además, como se ve con referencia a los ejemplos de las figuras 11-13, los macro estopas 26 poligonales pueden apilarse y/o colocarse de manera ventajosa de manera eficiente, y así reducir el volumen de adhesivo 48 utilizado en la construcción de una pieza 12 compuesta cuando se compara con el uso de macro estopas circulares 26, como se ve en figura 10. Tal apilamiento o estratificación de macro estopas 26

poligonales puede describirse como anidando la estopa 26 macro contra sí mismo o contra una estopa 26 macro adyacente. Adicional o alternativamente, tal como en relación con los ejemplos de las figuras 11 y 12, el anidamiento puede implicar invertir la orientación del perfil de la sección transversal de la estopa 26 macro entre las longitudes adyacentes de la estopa 26 macro. Nuevamente, tal construcción puede facilitar una reducción en el volumen del adhesivo 48 utilizado, y en algunos ejemplos no se puede requerir ni utilizar adhesivo 48.

Mientras que la figura 1 ilustra esquemáticamente un único combinador 16 de estopa, los sistemas 10 puede comprender más de un combinador 16 de estopa que colectivamente alimenta estopas 26 macro en uno o más combinadores 16 de estopa corriente abajo para definir estopas 26 macro-macro, que es una estopa 26 macro que está construido con múltiples estopas 26 macro que se han definido corriente arriba en los combinadores 16 de estopa corriente arriba. Cualquier número de combinadores 16 de estopa y la cantidad de combinaciones secuenciales de estopas 26 macro pueden incorporarse en un sistema 10. De acuerdo con lo anterior, pueden crearse estopas 26 macro complejas a partir de estopas 26 macro menores que están torcidas, trenzadas, tejidas o combinadas de otra manera.

La figura 14 proporciona esquemáticamente un diagrama de flujo que representa ejemplos ilustrativos y no excluyentes de métodos de acuerdo con la presente divulgación. En la figura 14, algunos pasos se ilustran en cuadros discontinuos que indican que dichos pasos pueden ser opcionales o pueden corresponder a una versión opcional de un método de acuerdo con la presente divulgación. Dicho esto, no todos los métodos de acuerdo con la presente divulgación deben incluir los pasos ilustrados en cuadros sólidos. Los métodos y pasos ilustrados en la figura 14 no son limitantes y otros métodos y pasos están dentro del alcance de la presente divulgación, incluidos los métodos que tienen mayor o menor número de pasos ilustrados, como se entiende a partir de las discusiones en este documento.

Con referencia a la figura 14, se divulgan métodos 100 de fabricación aditiva de una pieza 12 compuesta en el presente documento. Los métodos 100 se pueden implementar (pero no se requiere) mediante un sistema 10. Dicho esto, los números de referencia correspondientes a los aspectos de los sistemas 10 se pueden usar para los aspectos correspondientes asociados con los métodos 100, siendo dichos aspectos correspondientes opcionalmente, pero no se requieren que sean, los aspectos específicos de los sistemas 10 como se introdujeron inicialmente en este documento.

Los métodos 100 comprenden al menos las etapas de combinar 102 una pluralidad de estopas 20 preconsolidadas para definir una estopa 26 macro, con cada estopa 20 preconsolidada que comprende una estopa 22 de fibra dentro de una matriz 24 de unión no líquida, y suministrar 104 la estopa 26 macro en tres dimensiones para definir la pieza 12 compuesta.

En algunos ejemplos, la combinación 102 comprende la combinar de la estopas 20 preconsolidadas con una o más estructuras 30 alargadas.

En algunos ejemplos, la combinación 102 comprende alimentar las estopas 20 preconsolidadas en una pluralidad correspondiente de entradas 36. En algunos de dichos ejemplos, en los que la combinación 102 comprende la combinación de las estopas 20 preconsolidadas con una o más estructuras 30 alargadas, la combinación 102 también comprende alimentar la una o más estructuras 30 alargadas en una o más entradas 36 correspondientes. En algunos ejemplos, las entradas 36 convergen a una única salida 38, y el suministro 104 comprende suministrar la estopa 26 macro desde la única salida 38.

En algunos ejemplos, y con referencia de nuevo a las figuras 2-9 y la discusión de los mismos anteriormente, las entradas 36 están dispuestas en una matriz configurada para definir selectivamente una pluralidad de formas correspondientes a los perfiles de sección transversal de la estopa 26 macro en función de en qué subconjuntos de las entradas 36 las estopas preconsolidadas 26 son alimentadas.

En algunos ejemplos, la combinación 102 comprende definir un perfil de sección transversal de la estopa macro que es circular, poligonal, triangular, cuadrangular, forma de rombo, trapezoidal, simétrica y/o asimétrica, u opcionalmente que es generalmente circular, generalmente poligonal, generalmente triangular, generalmente cuadrilátero, generalmente en forma de rombo, generalmente trapezoidal, generalmente simétrica y/o generalmente asimétrica.

En algunos ejemplos, la combinación 102 comprende alterar activamente una forma del perfil de la sección transversal de la estopa 26 macro ya que la estopa 26 macro está siendo definida y la pieza compuesta está siendo fabricada. En algunos de tales ejemplos, la alteración activa comprende alimentar activamente las estopas 20 preconsolidadas en un subconjunto predeterminado de las entradas 36.

Con referencia de nuevo al ejemplo de piezas 12 compuestas de las figuras 11-13, cuando la estopa 26 macro tiene un perfil de sección transversal que es poligonal o generalmente poligonal, el suministro 104 puede comprender anidar la estopa 26 macro contra sí misma.

Como se indica esquemáticamente y opcionalmente en la figura 14, algunos métodos 100 comprenden además selectivamente detener e iniciar 106 una fuente de una selección de las estopas 20 preconsolidadas para alterar un

perfil y/o tamaño de la sección transversal de la estopa 26 macro como se está definiendo la estopa 26 macro. Por ejemplo, como se discute aquí con respecto a las configuraciones opcionales de los sistemas 10, dicho método 100 de ejemplo puede facilitarse mediante un mecanismo 18 de alimentación.

5 Como también se indica esquemáticamente y opcionalmente en la figura 14, algunos de los métodos 100 adicionales comprenden la alimentación 108 de estopas 20 preconsolidadas a diferentes velocidades para impartir una curvatura en la estopa 26 macro como la estopa 26 macro está siendo definida. De nuevo, dicho método 100 puede facilitarse mediante un mecanismo 18 de alimentación de un sistema 10, como se discute aquí.

10 Como también se indica esquemáticamente y opcionalmente en la figura 14, algunos de los métodos comprenden además la aplicación 110 de un adhesivo 48 a la pluralidad de estopas preconsolidadas, por ejemplo, se adhieren las estopas 20 preconsolidadas juntas para definir adicionalmente la estopa 26 macro y/o para adherir entre sí porciones separadas de la estopa 26 macro a medida que se fabrica la pieza 12 compuesta. En algunos de estos ejemplos, la aplicación 110 comprende además aplicar el adhesivo 48 a una o más estructuras 30 alargadas para adherirlas y las estopas 20 preconsolidadas juntas para definir aún más la estopa 26 macro. En otros ejemplos, la aplicación 110 comprende uno o más de gotear el adhesivo 48, rociar el adhesivo 48 y estirar las estopas 20 preconsolidadas y opcionalmente una o más estructuras 30 alargadas a través de un volumen del adhesivo 48.

15 También dentro del alcance de la presente divulgación están los métodos de fabricación aditiva de una parte compuesta aplicando un adhesivo una estopa previamente consolidada y distribuyendo la estopa preconsolidada con el adhesivo en tres dimensiones para definir la parte compuesta.

20 Los sistemas 10 y los métodos 100 pueden incluir, además, tener o estar asociados de alguna otra forma con otros componentes, aspectos, configuraciones, características, propiedades, pasos, etc. para la fabricación operativa de piezas compuestas 12. Por ejemplo, dependiendo de naturaleza de la matriz 24 de unión no líquida y el adhesivo opcional 48 utilizado por un sistema 10 o un método 100, una fuente de energía de curado puede incorporarse en un sistema 10 y/o usarse por un método 100. Ejemplos ilustrativos, no excluyentes de tales diversos componentes opcionales, aspectos, configuraciones, características, propiedades, etapas, etc. se divulgan en las solicitudes de patente de EE. UU. Nos. 14/841,423; 14/841.470; 14/920.748; 14/931.573; 14/995.507; y 15/063,400.

30

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema (10) para fabricar aditivamente una parte (12) compuesta, el sistema (10) comprende:
- 5 una fuente (14) de materia prima que comprende una pluralidad de estopas (20) preconsolidadas, en el que cada estopa (20) preconsolidada comprende una estopa (22) de fibra dentro de una matriz (24) de unión no líquida;
- 10 un combinador (16) de estopa colocado para recibir al menos un subconjunto de la pluralidad de estopas (20) preconsolidadas de la fuente (14) de materia prima, y en el que el combinador (16) de estopa está configurado para combinar el subconjunto de la pluralidad de estopas (20) preconsolidadas para definir una estopa (26) macro; y
- 15 un mecanismo (18) de alimentación configurado para mover el subconjunto de la pluralidad de estopas (20) preconsolidadas desde la fuente (14) de alimentación y hacia el combinador (16) de estopa y para mover la estopa (26) macro desde el combinador (16) de estopa,
- en el que el combinador (16) de estopa está configurado para alterar selectivamente una forma de un perfil en sección transversal de la estopa (26) marco a medida que el combinador (26) macro está siendo definido por el combinador (16) de estopa.
- 20 2. El sistema (10) de la reivindicación 1, en el que la matriz (24) de unión no líquida es autoadhesiva, de modo que cuando las estopas (20) preconsolidadas se combinan mediante el combinador (16) de estopa, el subconjunto de la pluralidad de estopas (20) preconsolidadas se adhiere entre sí para definir la estopa (26) macro.
- 25 3. El sistema (10) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2,
- en el que la fuente (14) de alimentación comprende además una o más estructuras (30) alargadas; y
- en el que el combinador (16) de estopa está posicionado para recibir al menos un subconjunto de una o más estructuras (30) alargadas, y en el que el combinador (16) de estopa está configurado además para combinar el subconjunto de una o más estructuras (30) alargadas con el subconjunto de la pluralidad de estopas (20) preconsolidadas para definir la estopa (26) macro.
- 30 4. El sistema (10) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que las estructuras (30) alargadas están libres de una matriz (24) de unión.
- 35 5. El sistema (10) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende, además:
- una pluralidad de conductos (32) de estopa preconsolidados a través de los cuales el subconjunto de la pluralidad de estopas (20) preconsolidadas se extienden respectivamente entre la fuente (14) de materia prima y el combinador (16) de estopa.
- 40 6. El sistema (10) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el combinador (16) de estopa comprende una pluralidad de entradas (36) con cada entrada (36) de al menos un primer subconjunto de la pluralidad de entradas (36) configurado para recibir una estopa (20) preconsolidada individual del subconjunto de la pluralidad de estopas (20) preconsolidadas.
- 45 7. El sistema (10) de la reivindicación 6, en el que el combinador (16) de estopa comprende además una pluralidad de salidas correspondientes a la pluralidad de entradas (36).
- 50 8. El sistema (10) de la reivindicación 6, en el que el combinador (16) de estopa comprende además una única salida, y en el que las entradas (36) de la pluralidad (36) de entradas convergen a la salida (38) única para suministrar la estopa (26) macro desde el combinador (16) de estopa.
- 55 9. El sistema (10) de cualquiera de las reivindicaciones 6 o 7, en el que las entradas de la pluralidad de entradas (36) están dispuestas en una matriz configurada para definir selectivamente una pluralidad de formas correspondientes a perfiles de sección transversal de la estopa (26) macro.
10. El sistema (10) de la reivindicación 9, en el que la matriz es una matriz rectangular o una matriz hexagonal.
- 60 11. El sistema (10) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que el mecanismo (18) de alimentación está configurado para iniciar y detener selectivamente el movimiento de una selección de la pluralidad de estopas (20) preconsolidadas para alterar activamente un perfil de sección transversal y/o tamaño de la estopa (26) marco a medida que se define la estopa (26) macro.

12. El sistema (10) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en el que el mecanismo (18) de alimentación está configurado para mover selectivamente estopas (20) preconsolidadas individuales del subconjunto de la pluralidad de estopas (20) preconsolidadas en diferentes velocidades para definir activamente las curvaturas en la estopa (26) macro a medida que se define la estopa (26) macro.

5 13. El sistema (10) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, que comprende, además:  
una guía de suministro posicionada para recibir la estopa (26) macro del combinador (16) de estopa y suministrar la estopa (26) macro, en el que la guía de suministro está configurada para girar en relación con el combinador (16) de estopa para girar la estopa (26) macro.

10 14. Un método de fabricación aditiva de una pieza compuesta (12), en un sistema (10), el método comprende:  
combinar una pluralidad de estopas (20) preconsolidadas para definir una estopa (26) macro, en el que cada estopa (20) preconsolidada comprende una estopa (22) de fibra dentro de una matriz (24) de unión no líquida;

15 suministrar la estopa (26) macro en tres dimensiones para definir la porción (12) de compuesto, el sistema (10) comprende: una fuente (14) de alimentación que comprende una pluralidad de estopas (20) preconsolidadas, en el que cada estopa (20) preconsolidada comprende una estopa (22) de fibra dentro de una matriz (24) de unión no líquida;

20 un combinador (16) de estopa colocado para recibir al menos un subconjunto de la pluralidad de estopas (20) preconsolidadas de la fuente (14) de materia prima, y en el que el combinador (16) de estopa está configurado para combinar el subconjunto de la pluralidad de estopas (20) preconsolidadas para definir una estopa (26) macro; y

25 un mecanismo (18) de alimentación configurado para mover el subconjunto de la pluralidad de estopas (20) preconsolidadas desde la fuente (14) de alimentación y hacia el combinador (16) de estopa y mover la estopa (26) macro desde el combinador (16) de estopa,

30 en el que el combinador (16) de estopa está configurado para alterar selectivamente una forma de un perfil en sección transversal de la estopa (26) marco a medida que el macro (26) combinador está siendo definido por el combinador (16) de estopa.

Fig. 1







