

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 744 383**

51 Int. Cl.:

D03D 25/00 (2006.01)

B29C 70/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.03.2009 PCT/US2009/038761**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.10.2009 WO09123960**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.03.2009 E 09728100 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.07.2019 EP 2271798**

54 Título: **Arquitectura de fibra mejorada para preformas PI**

30 Prioridad:

31.03.2008 US 59060

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

24.02.2020

73 Titular/es:

**ALBANY ENGINEERED COMPOSITES, INC.
(100.0%)
112 Airport Drive
Rochester, NH 03867, US**

72 Inventor/es:

**GOERING, JONATHAN y
OUELLETTE, KENNETH**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 744 383 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

Arquitectura de fibra mejorada para preformas PI

Antecedentes de la invención

Campo de la invención

5 Esta invención se relaciona en general con preformas tejidas y, en particular, se relaciona con preformas tejidas usadas en un material compuesto reforzado, que puede tejerse plano y plegarse en su forma final sin producir bucles indeseables en la preforma.

Descripción de la técnica anterior

10 El uso de materiales compuestos reforzados para producir componentes estructurales ahora está muy extendido, particularmente en aplicaciones donde se buscan sus características deseables de peso ligero, fuerte, resistente, térmicamente resistente, autosuficiente y adaptable para ser formado y moldeado. Dichos componentes se utilizan, por ejemplo, en aplicaciones aeronáuticas, aeroespaciales, satelitales, recreativas (como en barcos de carreras y autos) y otras.

15 Típicamente, tales componentes consisten en materiales de refuerzo incrustados en materiales de matriz. El componente de refuerzo puede estar hecho de materiales tales como vidrio, carbono, cerámica, aramida, polietileno y/u otros materiales que exhiben propiedades físicas, térmicas, químicas y/u otras deseadas, entre las que destaca la gran resistencia frente al fallo por tensión. Mediante el uso de dichos materiales de refuerzo, que finalmente se convierten en un elemento constituyente del componente completado, las características deseadas de los materiales de refuerzo, tales como una resistencia muy alta, se imparten al componente de material compuesto completado.
20 Los materiales de refuerzo constituyentes, típicamente, pueden ser tejidos, tricotados u orientados de otra manera en configuraciones y formas deseadas para las preformas de refuerzo. Usualmente, se presta especial atención para garantizar la utilización óptima de las propiedades para las que se han seleccionado los materiales de refuerzo constituyentes. Usualmente, tales preformas de refuerzo se combinan con material de matriz para formar los componentes acabados deseados o para producir material de trabajo para la producción final de componentes terminados.
25

Después de que se haya construido la preforma de refuerzo deseada, se puede introducir material de matriz en la preforma, de modo que, típicamente, la preforma de refuerzo queda encerrada en el material de matriz y el material de matriz llena las áreas intersticiales entre los elementos constituyentes de la preforma de refuerzo. El material de la matriz puede ser cualquiera de una amplia variedad de materiales, tal como epoxi, poliéster, viniléster, cerámica, carbono y/u otros materiales, que también exhiben las propiedades físicas, térmicas, químicas y/u otras deseadas.
30 Los materiales elegidos para uso como la matriz pueden o no ser los mismos que los de la preforma de refuerzo y pueden tener o no propiedades físicas, químicas, térmicas u otras comparables. Sin embargo, típicamente, no serán de los mismos materiales ni tendrán propiedades físicas, térmicas químicas u otras comparables, ya que el objetivo habitual que se busca al usar materiales compuestos es, en primer lugar, lograr una combinación de características en el producto terminado que no se pueda lograr a través del uso de un material constituyente solo. Así combinados, la preforma de refuerzo y el material de matriz pueden curarse y estabilizarse en la misma operación mediante termoestabilización u otros métodos conocidos, y luego someterlos a otras operaciones para producir el componente deseado. Es importante señalar en este punto que después de curarse, las masas solidificadas del material de la matriz se adhieren normalmente muy fuertemente al material de refuerzo (por ejemplo, la preforma de refuerzo).
35 Como resultado, la tensión sobre el componente acabado, particularmente a través de su material de matriz que actúa como un adhesivo entre las fibras, puede ser transferida efectivamente y soportada por el material constituyente de la preforma de refuerzo.
40

Con frecuencia, se desea producir componentes en configuraciones que no sean formas geométricas simples tales como placas, hojas, sólidos rectangulares o cuadrados (per se), etc. Una forma de hacer esto es combinar dichas formas geométricas básicas en las formas más complejas deseadas. Una de estas combinaciones típicas se realiza al unir las preformas de refuerzo hechas como se describió anteriormente en un ángulo (típicamente un ángulo recto) con respecto a cada una. Los propósitos habituales para tales disposiciones angulares de preformas de refuerzo unidas son crear una forma deseada para formar una preforma de refuerzo que incluya una o más paredes de extremo o intersecciones en "T", por ejemplo, o para fortalecer la combinación resultante de preformas de refuerzo y la estructura de material compuesto que se produce contra la deflexión o falla al estar expuesto a fuerzas exteriores, como la presión o la tensión. En cualquier caso, una consideración relacionada es hacer que cada coyuntura entre los componentes constituyentes sea lo más fuerte posible. Dada la muy alta resistencia deseada de los constituyentes de las preformas de refuerzo per se, la debilidad de la coyuntura se convierte, efectivamente, en un "eslabón débil" en una "cadena" estructural.
45

55 Un ejemplo de una configuración de intersección se expone en la Patente de Estados Unidos No. 6,103,337. Esta referencia establece un medio efectivo para unir dos placas de refuerzo en una forma de T.

En el pasado se han hecho varias otras propuestas para hacer tales coyunturas. Se ha propuesto formar y curar un elemento de panel y un elemento de refuerzo en ángulo separados entre sí, con este último teniendo una superficie de contacto de un solo panel o siendo bifurcado en un extremo para formar dos superficies de contacto de panel coplanar divergentes. Luego, los dos componentes se unen mediante la unión adhesiva de las superficies de contacto del panel del elemento de refuerzo a la superficie de contacto del otro componente utilizando un adhesivo termoestable u otro material adhesivo. Sin embargo, cuando se aplica tensión al panel curado o al revestimiento de la estructura de material compuesto, las cargas a valores inaceptablemente bajos dieron lugar a fuerzas de "desprendimiento" que separan el elemento de refuerzo del panel en su interfaz, ya que la resistencia efectiva de la junta es la del material de la matriz y no del adhesivo.

El uso de pernos o remaches metálicos en la interfaz de dichos componentes es inaceptable porque tales adiciones destruyen y debilitan, al menos parcialmente, la integridad de las estructuras compuestas en sí mismas, agregan peso e introducen diferencias en el coeficiente de expansión térmica entre dichos elementos y el material circundante.

Otros enfoques para resolver este problema se han basado en el concepto de introducir fibras de alta resistencia en el área de la articulación mediante el uso de métodos tales como coser uno de los componentes al otro y confiar en el hilo de costura para introducir tales fibras de refuerzo en y a través del sitio de coyuntura. Uno de estos enfoques se muestra en la Patente de Estados Unidos No. 4,331,495 y su contraparte divisional del método, la Patente de Estados Unidos No. 4,256,790. Estas patentes divulgan uniones que se han realizado entre un primer y un segundo panel de material compuesto hechos de capas de fibra unidas adhesivamente. El primer panel se bifurca en un extremo para formar dos superficies de contacto de panel planas, divergentes y coplanares, en la forma de la técnica anterior, que se han unido al segundo panel mediante puntadas de hilo de material compuesto flexible no curado a través de ambos paneles. Los paneles y el hilo se han "cocurado": es decir, se han curado simultáneamente. Otro método para mejorar la resistencia de la unión se expone en la Patente de Estados Unidos No. 5,429,853.

Mientras que la técnica anterior ha tratado de mejorar la integridad estructural del material compuesto reforzado y ha tenido éxito, particularmente en el caso de la Patente de Estados Unidos No. 6,103,337, existe el deseo de mejorar o abordar el problema a través de un enfoque diferente al uso de adhesivos o acoplamiento mecánico. En este sentido, un enfoque podría ser mediante la creación de una estructura tridimensional ("3D") tejida por máquinas especializadas. Sin embargo, el gasto involucrado es considerable y rara vez es deseable tener una máquina de tejer dirigida a crear una estructura simple. A pesar de este hecho, las preformas 3D que pueden procesarse en componentes de materiales compuestos reforzados con fibra son deseables porque proporcionan mayor resistencia en comparación con los materiales compuestos laminados bidimensionales convencionales. Estas preformas son particularmente útiles en aplicaciones que requieren que el material compuesto realice cargas fuera del plano. Sin embargo, las preformas de la técnica anterior discutidas anteriormente han sido limitadas en su capacidad para soportar altas cargas fuera del plano, para ser tejidas en un proceso automatizado de telar, y para proporcionar un espesor variable de porciones de la preforma. La construcción de tejidos y la automatización del tejido de preformas estaba en su infancia y solo ofrecía una pequeña ventaja sobre los materiales compuestos laminados convencionales, enrollados con fibra o trenzados, que limita la versatilidad de las preformas.

Otro enfoque sería tejer una estructura bidimensional ("2D") y plegarla en forma 3D. Sin embargo, esto típicamente resulta en partes que se distorsionan cuando se dobla la preforma. La distorsión se produce porque las longitudes de la fibra como tejido son diferentes de lo que deberían ser cuando se dobla la preforma. Esto causa hoyuelos y ondulaciones en las áreas donde las longitudes de las fibras del tejido son demasiado cortas y hebillas en las áreas donde las longitudes de las fibras son demasiado largas. Un ejemplo de una arquitectura de tejido de preformas 3D, que puede provocar ondulaciones o bucles en áreas donde la preforma está plegada, se divulga en la patente de Estados Unidos 6,874,543. La arquitectura de tejido que se divulga en la patente '543 es difícil de tejer debido al uso de las llamadas "medias puntas". Una media punta es una trama o fibra de relleno o hilaza que se extiende a menos de la mitad del ancho de la preforma. Cuando esta punta es insertada por la lanzadera, una longitud de fibra mayor que la mitad del ancho de la preforma continúa sacándose de la bobina. Este exceso de fibra no se teje en la preforma en esta punta, y cuando se inserta la próxima punta, que también es una media punta, hay demasiada fibra en exceso, y se forma un bucle entre las patas de la Pi. Este efecto se muestra esquemáticamente en la FIG. 2.

La preforma 10 tiene una base 20, dos bordes 5, 15 y dos patas 25, 35 que se extienden desde la base 20, teniendo cada pata 25, 35 una superficie 22 interior y una superficie 102 exterior. Cada fibra 14 de relleno en la estructura tiene un comienzo en el primer borde 5 de la base 20, luego se extiende hasta el segundo borde 15 de la base 20, luego se extiende hacia una sección central de la base 20, luego sale de las capas de la base 20 y se extiende hacia las capas de una de las patas 25 antes de extenderse hacia las capas de la otra pata 35. Como se puede ver en la figura, el exceso de fibra 14 se extrae de la bobina cuando la lanzadera pasa a través de la preforma 10, y la trama no teje en este lado de la preforma 20 con el uso de medias puntas. Por lo tanto, permanece un bucle 30 cuando la lanzadera pasa de nuevo a través de la preforma 20. La fibra 14 de relleno después de salir de las capas de las patas 25, 35, se extiende hacia las capas de la base 20 para regresar al primer borde 5 de la base 20. La FIG. 3 muestra el uso de estas medias puntas con más detalle, donde se puede ver que el diseño utiliza cinco movimientos de lanzadera para una secuencia de punta completa; cuatro medias puntas y una punta completa. Este tipo de movimiento de lanzadera no solo reduce la productividad en el telar, sino que también causa bucles y ondulaciones

en áreas donde las longitudes de fibra tejida son demasiado largas, como se explicó anteriormente. Estas distorsiones causan anomalías superficiales indeseables y reducen la resistencia y rigidez de la preforma.

5 Por consiguiente, existe la necesidad de una preforma 3D que proporcione un enfoque alternativo y/o un método mejorado para crear preformas 3D y/o estructuras de material compuesto reforzadas sin formar bucles u ondulaciones en la estructura.

10 El documento US 2002/0192450 divulga una arquitectura de tejido tridimensional para tejer preformas y tiene fibras de relleno tejidas para proporcionar entrelazado de capa a capa de fibras de urdimbre, así como entrelazado de fibras dentro de cada capa. La preforma tiene una base y al menos una pata que se extiende desde la base, teniendo la base y la pata cada una al menos dos capas de fibras de urdimbre. Las fibras de relleno siguen una secuencia de tejido que las transporta a través de una parte de la base, luego a las patas, luego a través de la otra porción de la base, y regresa a través de la base para regresar al punto de inicio de la cuerda de relleno.

Resumen de la invención

Por lo tanto, un objeto principal de la invención es proporcionar una preforma 3D de calidad mejorada, sin ningún tipo de bucles u ondulaciones en la estructura.

15 Un objeto adicional de la invención es proporcionar una preforma 3D que tenga un diseño que sea una alternativa y/o una mejora de las preformas existentes y/o estructuras compuestas reforzadas disponibles hasta ahora.

Otro objeto de la invención es proporcionar un método novedoso para producir una preforma 3D con calidad mejorada, que elimine la formación de bucles y reduzca el tiempo de tejido al reemplazar cinco movimientos de lanzadera con tres, proporcionando así una mejor preforma en menor cantidad de tiempo.

20 Un objeto adicional de la invención es proporcionar una preforma 3D de este tipo que puede plegarse para dar forma sin distorsión de las fibras que comprenden la preforma.

Un objeto adicional más de la invención es proporcionar una preforma 3D que sea particularmente útil en la formación de materiales compuestos reforzados en forma de Pi.

25 Estos y otros objetos y ventajas se consiguen proporcionando una preforma tejida en 3D de acuerdo con la reivindicación 9 y mediante un método de acuerdo la reivindicación 1.

Para una mejor comprensión de la invención, sus ventajas operativas y objetos específicos alcanzados por sus usos, se hace referencia a la materia descriptiva adjunta en la que se ilustran realizaciones preferidas, pero no limitativas, de la invención. Otros aspectos de la invención se describen o son evidentes a partir de (y dentro del ámbito de la invención) la siguiente divulgación.

30 Breve descripción de los dibujos

Los dibujos adjuntos, que se incluyen para proporcionar una comprensión adicional de la invención, se incorporan y constituyen una parte de esta especificación. Los dibujos presentados aquí ilustran diferentes realizaciones de la invención y, junto con la descripción, sirven para explicar los principios de la invención. En los dibujos:

35 La FIG. 1 es una vista de corte transversal de una preforma en forma de Pi con patas en una posición vertical y pestañas en cada lado de la preforma de acuerdo con una realización de la invención;

La FIG. 2 es una vista de extremo esquemática de una preforma en forma de Pi de la técnica anterior que representa la formación de bucles debidos a medias puntas;

La FIG. 3 es una vista de extremo esquemática de una preforma en forma de Pi de la técnica anterior que representa la formación de medias puntas y arquitectura de fibra allí;

40 La FIG. 4 es una vista de extremo esquemática de una preforma en forma de Pi que representa la formación de puntas completas y la arquitectura de la fibra allí, de acuerdo con una realización de la invención;

Las FIGS. 5 (a) y 5 (b) son fotografías que muestran una preforma de acuerdo con la invención y una preforma como se divulga en la técnica anterior, respectivamente; y

45 La FIG. 6 es una vista de extremo esquemática de una preforma en forma de Pi que representa la arquitectura de fibra allí, de acuerdo con una realización de la invención.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

50 Las FIGS. 1, 4, 5a y 6 ilustran una realización preferida de una preforma 100 tridimensional. La preforma 100 se forma tejiendo una o más fibras 114 de relleno en un patrón a través de una pluralidad de fibras 116 de urdimbre, donde las fibras 116 de urdimbre se extienden perpendicularmente al plano del patrón. En las FIGS. 4 y 6, se ilustra el patrón completo utilizado para formar la preforma 100 en forma de Pi, donde las fibras 114 de relleno se muestran

en el plano de visualización, mientras que las fibras 116 de urdimbre se muestran como perpendiculares al plano de visualización. Las fibras 114, 116 se muestran espaciadas en las vistas esquemáticas de la arquitectura, aunque las fibras 114, 116 se compactan juntas cuando realmente se tejen en una preforma 100 completa.

5 Volviendo ahora a la FIG. 4, todas las fibras 116 de urdimbre en la preforma 100 son generalmente paralelas entre sí, con ligeras ondulaciones a lo largo de la longitud longitudinal de cada fibra 116, y están dispuestas en columnas generalmente verticales. La preforma 100 se teje preferiblemente a partir de materiales usados para estructuras de materiales compuestos típicas, por ejemplo, fibra de vidrio y fibras de carbono, y se teje para tener una base 120 y al menos dos patas 125, 135 que se extienden desde la base 120, formando un perfil en forma de Pi. Las patas 125, 135 pueden ser perpendiculares o no perpendiculares o en ángulo con respecto a la base 120. La base 120 y las patas 125, 135 comprenden cada una al menos dos capas de fibras 116 de urdimbre y se muestran como que tienen bordes cónicos opcionales. Para facilitar el tejido, la preforma 100 se teje con las patas 125, 135 apoyadas contra la base 120, aunque las patas 125, 135 están diseñadas para su uso en posición vertical, formando una horquilla, tal como, por ejemplo, en la FIG. 1. La base 120 se muestra con ocho capas de fibras 116 de urdimbre, y las patas 125, 135 se muestran teniendo cuatro capas de fibras 116 de urdimbre.

15 Opcionalmente, como se muestra, las fibras 116 de urdimbre en la base 120 tienen un área de sección transversal más pequeña que las fibras 116 de urdimbre en las patas 125, 135. Usando las fibras 116 de urdimbre más pequeñas solo en la base 120 y no en las patas 125, 135, el aumento en el tiempo requerido para tejer la arquitectura en un telar se minimiza al mismo tiempo que proporciona una base 120 más fuerte en la preforma 100 a través de una mayor cantidad de entrelazado de fibras 116 de urdimbre.

20 Con referencia de nuevo a la FIG. 4, la preforma 100 se ilustra con el patrón de tejido que comienza en un extremo 105 de la base 120, que se muestra a la izquierda de la base 120. En una porción típica de la secuencia de tejido, la fibra 114 de relleno se alterna sobre y debajo de las fibras 116 de urdimbre de una capa durante cada paso hacia la derecha, entrelazando las fibras 116 de esa capa. Además, en una porción típica de la secuencia de tejido, la fibra 114 de relleno se alterna sobre y debajo de las fibras 116 de urdimbre de dos capas adyacentes durante cada paso hacia la izquierda, entrelazando las capas entre sí. Como se muestra en las figuras y se describe a continuación, las porciones de la secuencia de tejido, incluyendo aquellas dentro de las patas 125, 135, en los bordes y en las superficies externas de la preforma 100, pueden diferir de estas declaraciones generales.

30 Como se muestra en la FIG. 4, la secuencia de tejido general comienza con fibra 114 de relleno en la posición A y se extiende hacia el centro de la base 120 y luego a un lado 112 exterior de una de las patas 135 en la posición B1. La fibra 114 de relleno se extiende hasta la posición C en el extremo derecho de la pata 135. Desde la posición C, la fibra 114 de relleno retrocede por la misma línea, hacia el centro de la base, desde donde se extiende la fibra 114 de relleno de punto hacia abajo en la base 120 y luego en el lado 112 exterior de la otra pata 125 a la posición D en el extremo más a la izquierda de la pata 125. La fibra 114 de relleno luego regresa a lo largo de la misma línea, hacia el centro de la base 120 y se extiende hacia la base 120 en la posición B2, pasa a través de las columnas centrales de fibras 116 de urdimbre ubicadas entre las patas 125, 135 y luego de vuelta a la base 120 en posición E y alcanza la posición F en el otro extremo 115 de la base 120. Esto forma una secuencia de tejido completa de fibra 114 de relleno, que básicamente combina cuatro medias puntas juntas y forma tres puntas completas, como se muestra en la FIG. 4. Las capas de terminación de las fibras 116 de urdimbre en un patrón escalonado forman bordes cónicos en la base 120 y patas 125, 135, como el cono 124 en el borde lateral izquierdo de la base 120 y el cono 126 en la pata 135.

Para completar una celda unitaria, o sección vertical, los pasos de fibra 114 de relleno a través de la preforma 100 se repiten para las capas adyacentes de las fibras 116 de urdimbre hasta que todas las capas están entrelazadas. El patrón de relleno se repite para formar secciones verticales adyacentes, creando longitudes continuas de preforma.

45 La FIG. 6 muestra particularmente el patrón de tejido utilizado para formar las patas 125, 135 y la base 120 en una preforma 100 en forma de Pi. La base 120 se muestra con ocho capas de fibras 116 de urdimbre, y las patas 125, 135 se muestran con cuatro capas de fibras 116 de urdimbre, aunque el patrón se puede modificar para que funcione con más o menos capas de fibras de urdimbre en la base 120 y en las patas 125, 135. En otras palabras, la base 120 puede tener más capas que cada una de las patas 125, 135 o viceversa. El patrón de tejido proporciona el entrelazado de fibras 116 de urdimbre dentro de una capa, y el entrelazado entre capas de fibras de urdimbre. Las capas adyacentes se entrelazan al correr una porción de las fibras 114 de relleno sobre una fibra 116 de urdimbre en una primera capa en una primera columna y debajo de una fibra de urdimbre en una segunda capa adyacente en una segunda columna adyacente, donde la segunda capa está debajo de la primera capa. Las patas 125, 135 se tejen en una posición horizontal tendida, como se muestra, mientras que el patrón se teje. Durante la instalación, cada pata 125, 135 se mueve a una posición de pie vertical, el ancho de cada pata 125, 135 cuando está de pie, comprende cuatro capas.

60 La preforma 100 se mejora de las preformas tejidas anteriores al proporcionar una intersección altamente simétrica y distribuida de patas 125, 135 con base 120. La base 120 tiene tres columnas centrales de fibras de urdimbre y dos columnas separadoras de fibras de urdimbre, que son las columnas adyacentes a cada lado lateral de las columnas centrales. El uso de un número impar de columnas centrales permite que el tejido forme una imagen de reflejo aproximadamente en cada lado lateral de un plano central de simetría dividiendo la columna central, mejorando la

simetría de la distribución de carga dentro de la base 120. Si bien se muestra que tiene tres columnas centrales, la realización preferida de la preforma 100 puede tener cualquier número impar de columnas centrales, donde el número de columnas centrales determinan el ancho nominal de la horquilla formada cuando las patas 125, 135 están en una posición vertical. Las patas 125, 135 pueden ser perpendiculares o no perpendiculares o en ángulo con respecto a la base 120.

Para introducir simétricamente las cargas de las patas 125, 135 en la base 120, tal como las cargas de un miembro (no mostrado) unidas entre las patas 125, 135 verticales, las porciones de fibras 114 de relleno que conectan las patas 125, 135 se dividen en grupos de cantidades iguales o sustancialmente iguales de porciones de fibra. Cada grupo intersecta la base 120 entre una columna de separación y una columna central o entre una columna de separación y el resto de las columnas laterales derecha o izquierda adyacentes a esa columna de separación. Por ejemplo, como se muestra en la FIG. 6, el grupo 29 se extiende entre las capas 2 y 4 de la pata 125 y la base 120, intersectando la base 120 entre las columnas c y d. Del mismo modo, el grupo 31 intersecta la base 120 entre las columnas d y e, el grupo 33 interseca la base 120 entre las columnas g y h, y el grupo 37 intersecta la base 120 entre las columnas h y i. Debe observarse aquí que, aunque las figuras muestran geometrías simétricas, el método de la presente invención también se puede usar para producir configuraciones asimétricas.

Aunque se muestra en la ubicación preferida en aproximadamente el centro de la preforma 100, las columnas 27 centrales pueden comprender columnas de fibras 116 de urdimbre ubicadas lateralmente desde el centro de la preforma 100. Por ejemplo, las columnas b, c y d pueden comprender las columnas centrales y las columnas a y e pueden actuar como columnas separadoras. Esto desplaza las patas 125, 135 hacia un borde exterior de la base 120, aunque sigue brindando simetría en el tejido de la base 120 sobre las columnas b, c y d, y proporciona la distribución simétrica de la carga desde las patas 125, 135 hasta la base 120. Conos, tal como los conos 124 y el cono 126, se forman en el borde exterior de una preforma terminando capas sucesivas de fibras de urdimbre en longitudes más cortas que las capas anteriores. Por ejemplo, la FIG. 6 muestra la capa 5 que termina en la columna s, mientras que la capa 6 termina en la columna t, donde la capa 5 es una fibra 116 de urdimbre más corta que la capa 6. Del mismo modo, la capa 6 es más corta que la capa 7, y este patrón se repite para cada capa inferior adyacente. Una preforma que tiene bordes cónicos ya sea en la base o en las patas verticales tiene una mejor resistencia para desprender cargas que una preforma en la que las capas de fibra de urdimbre terminan todas en la misma longitud. Además, el uso de un tamaño de fibra más pequeño para la fibra cónica de urdimbre proporciona una transición más suave y más gradual de la preforma al laminado de material compuesto al que está unida. El patrón de tejido en la FIG. 6 es para las ocho capas de fibras 116 de urdimbre de base 120.

La preforma 100 completada, tejida, en forma de Pi se muestra en la FIG. 1 con las patas 125, 135 en posición vertical, formando una horquilla entre las patas 125, 135. Sin embargo, las patas 125, 135 pueden ser perpendiculares o no perpendiculares o en ángulo con la base 120. La preforma 100 se teje repitiendo la secuencia de tejido completa para formar secciones verticales adyacentes a lo largo de la longitud longitudinal de la preforma 100. El proceso de tejido produce longitudes continuas de la preforma 100, que luego se cortan a las longitudes deseadas para la instalación. En las FIGS. 5 (a) y 5 (b), se muestra un ejemplo de una preforma formada de acuerdo con la invención en comparación con una preforma de diseño anterior con bucles entre las patas verticales., respectivamente.

Normalmente, las preformas se tejen utilizando un tipo de fibra, por ejemplo, fibras de carbono (grafito), tanto para las fibras de urdimbre como para las de relleno. Sin embargo, las preformas también pueden ser patrones de tejido híbrido que utilizan fibras hechas de múltiples materiales, tal como carbono y fibras de vidrio. Estos patrones pueden dar como resultado que las preformas tengan mayor rigidez, coste reducido y características optimizadas de expansión térmica. Los patrones de tejido comprenden todas las fibras de urdimbre de un tipo y todas las fibras de relleno de otro tipo, o el tejido puede tener fibras de urdimbre y/o relleno de tipos alternativos dispuestos, por ejemplo, en un patrón de "tablero de ajedrez" en todas las capas.

Las ventajas de la presente invención incluyen la capacidad de tejer una preforma de alta resistencia y fácil de usar para ensamblar componentes en estructuras. El tejido mejorado entrelaza las fibras de urdimbre de cada capa y entrelaza las capas entre sí, mientras distribuye las cargas a través de la preforma de una manera altamente simétrica. Al tener un número impar de columnas de fibras de urdimbre en la base entre las patas de la preforma, se puede reflejar un patrón de tejido alrededor de un plano central de simetría. Sin embargo, esto no es necesario para la práctica de la invención. La preforma también puede tener una estructura asimétrica, con longitudes de patas iguales o desiguales, o un número par de columnas de fibras de urdimbre en la base entre las patas de la preforma.

La presente invención también introduce un nuevo y único tipo de movimiento de lanzadera para producir las preformas, que no solo mejora la productividad en el telar, sino que también evita la formación de bucles y ondulaciones en áreas donde se dobla la preforma, que a su vez mejora la resistencia y rigidez de la preforma.

Por consiguiente, la invención proporciona un enfoque alternativo y/o un método mejorado para crear preformas 3D y/o estructuras de material compuesto reforzadas sin formar bucles o ondulaciones en la estructura.

De este modo, mediante la presente invención, sus objetos y ventajas se materializan y, aunque se han divulgado y descrito en detalle aquí las realizaciones preferidas, su alcance no debe limitarse, sino que su alcance debe determinarse por el de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un método para formar una preforma tejida, donde el método comprende los pasos de:

(a) proporcionar una pluralidad de capas adyacentes, teniendo cada capa una pluralidad de fibras (116) de urdimbre, donde las fibras (116) de urdimbre generalmente son paralelas entre sí y forman columnas generalmente verticales;

5 caracterizada por el paso de:

(b) tejer al menos una fibra (114) de relleno con las capas de fibras (116) de urdimbre para formar una base (120) y dos patas (125, 135) que se extienden desde la base (120), donde la base (120) y cada pata está formada por al menos dos capas de fibras (116) de urdimbre, teniendo la base (120) un primer lado con un primer borde y un segundo lado con un segundo borde y teniendo un extremo interno en la proximidad de una sección central de la base (120) y un extremo exterior, en la que las patas (125, 135) están desplazadas entre sí por columnas de urdimbre centrales de la base (120),

10 en el que la al menos una fibra (114) de relleno está tejida de tal manera que la fibra de relleno tiene un inicio en el primer borde de la base (120), luego se extiende hacia una sección central de la base (120) y luego pasa a través de columnas centrales de las fibras de urdimbre ubicadas entre las dos patas (125, 135), luego salen de las capas de la base (120) y se extienden hacia las capas de la pata adyacente al segundo lado de la base (120) antes de retroceder a lo largo de la misma línea hacia y en la sección central de la base (120) pasando a través de columnas centrales de fibras de urdimbre ubicadas entre las dos patas (125, 135), y luego se extiende hacia las capas de la otra de las patas adyacentes al primer lado de la base (120), luego retrocede a lo largo de la misma línea hacia el centro de la base (120) y retrocede hacia las capas de la sección central de la base (120) para extenderse hasta el segundo borde de la base (120), y

15 en el que la fibra de relleno (114) ingresa a cada pata en el extremo interno de cada pata (125, 135) y se extiende hasta el extremo externo de cada pata antes de regresar al extremo interno de cada pata, donde la fibra de relleno entrelaza las capas de la base (120), entrelazando las capas de cada pata (125, 135), y también entrelazando las fibras (116) de urdimbre dentro de cada capa, y

20 el número de columnas de urdimbre centrales de la base determina el ancho nominal de una horquilla cuando las patas (125, 135) se forman en posición vertical.

2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que las columnas de fibras (116) de urdimbre incluyen columnas (27) centrales de fibras (116) de urdimbre situadas entre las fibras de relleno que conectan una de las patas a la base (120) y las fibras de relleno que conectan la otra de las patas a la base (120), donde las columnas centrales (27) comprenden un número impar de columnas y permiten un patrón de tejido de imagen sustancialmente espejular sobre un plano central de simetría de la preforma tejida.

3. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que las columnas de fibras (116) de urdimbre incluyen columnas (27) centrales de fibras (116) de urdimbre situadas entre las fibras de relleno que conectan una de las patas con la base (120) y las fibras de relleno que conectan la otra de las patas a la base (120), donde las columnas (27) centrales comprenden un número par de columnas y que permiten un patrón de tejido sustancialmente asimétrico sobre un plano central de la preforma tejida.

4. El método de acuerdo con la reivindicación 2 o 3, en el que las columnas de fibras (116) de urdimbre incluyen columnas separadoras de lados laterales opuestos adyacentes de fibras (116) de urdimbre de las columnas (27) centrales, donde cada columna separadora divide porciones de las fibras de relleno en dos grupos, un grupo que se extiende entre la base (120) y la pata entre el conjunto central de columnas y la columna separadora adyacente, el otro grupo que se extiende desde la columna separadora y las columnas lateralmente hacia afuera de la columna separadora.

5. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la base (120) tiene más capas que cada una de las patas (125, 135) o viceversa.

6. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los bordes de la base (120) y/o las patas (125, 135) están formados en forma cónica.

7. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que las patas (125, 135) son perpendiculares o no perpendiculares o en ángulo con la base (120).

8. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que las al menos dos patas (125, 135) son iguales o desiguales en longitud.

9. Una preforma tejida que comprende:

una pluralidad de capas adyacentes, teniendo cada capa una pluralidad de fibras (116) de urdimbre, donde las fibras (116) de urdimbre son generalmente paralelas entre sí y forman columnas generalmente verticales;

siendo caracterizada por comprender

al menos una fibra (114) de relleno tejida entre las capas de fibras (116) de urdimbre para formar una base (120) y dos patas (125, 135) que se extienden desde la base (120), donde la base (120) y cada pata están formadas por al menos dos capas de fibras (116) de urdimbre, teniendo la base (120) un primer lado con un primer borde y un segundo lado con un segundo borde y teniendo un extremo interior en la proximidad de una sección central de la base (120) y un extremo exterior,

en la que las patas (125, 135) están desplazadas entre sí por columnas de urdimbre centrales de la base (120),

en la que la al menos una fibra de relleno (114) tiene un inicio en el primer borde de la base (120), luego se extiende hacia una sección central de la base (120) y luego pasa a través de columnas centrales de fibras de urdimbre ubicadas entre las dos patas (125, 135), luego sale de las capas de la base (120) y se extiende hacia las capas de la pata adyacente al segundo lado de la base (120) antes de extenderse hacia atrás a lo largo de la misma línea hacia y en la sección central de la base (120) pasando a través de columnas centrales de fibras de urdimbre ubicadas entre las dos patas (125, 135), y luego se extiende hacia las capas de la otra de las patas adyacentes al primer lado de la base (120), luego retrocede a lo largo de la misma línea, hacia el centro de la base (120) y se extiende hacia y a través de las capas de la sección central de la base (120) para extenderse hasta el segundo borde de la base (120) y (120) y

la fibra (114) de relleno que ingresa a cada pata (125, 135) en el extremo interno de cada pata y se extiende hasta el extremo externo de cada pata antes de regresar al extremo interno de cada pata, donde la fibra de relleno (114) entrelaza las capas de la base (120), entrelazando las capas de cada pata (125, 135), y también entrelazando las fibras (116) de urdimbre dentro de cada capa, y

el número de columnas de urdimbre centrales de la base determina el ancho nominal de una horquilla cuando las patas (125, 135) se forman en una posición vertical.

10. La preforma tejida de acuerdo con la reivindicación 9, en la que las columnas de fibras (116) de urdimbre incluyen columnas centrales de fibras (116) de urdimbre situadas entre las fibras de relleno que conectan una de las patas (125) a la base (120) y las fibras de relleno que conectan la otra de las patas (135) a la base (120), donde las columnas centrales (27) comprenden un número impar de columnas y permiten un patrón de tejido de imagen sustancialmente especular sobre un plano central de simetría de la preforma tejida.

11. La preforma tejida de acuerdo con la reivindicación 9, en la que las columnas de fibras (116) de urdimbre incluyen columnas centrales de fibras (116) de urdimbre situadas entre las fibras de relleno que conectan una de las patas (125) a la base (120) y las fibras de relleno que conectan la otra de las patas (135) a la base (120), donde las columnas centrales (27) comprenden un número par de columnas y permiten un patrón de tejido sustancialmente asimétrico alrededor de un plano central de la preforma tejida.

12. La preforma tejida de acuerdo con la reivindicación 10 u 11, en la que las columnas de fibras (116) de urdimbre incluyen columnas separadoras de fibras (116) de urdimbre adyacentes a lados laterales opuestos de las columnas centrales, donde cada columna separadora divide las porciones de las fibras de relleno en dos grupos, donde un grupo se extiende entre la base (120) y la pata entre el conjunto central de columnas y la columna separadora adyacente, y donde el otro grupo se extiende desde la columna separadora y las columnas lateralmente hacia afuera de la columna separadora.

13. La preforma tejida de acuerdo con la reivindicación 9, en la que la base (120) tiene más capas que cada una de las patas (125, 135) o viceversa.

14. La preforma tejida de acuerdo con la reivindicación 9, en la que los bordes de la base (120) y/o las patas (125, 135) están ahusados.

15. La preforma tejida de acuerdo con la reivindicación 9, en la que las patas (125, 135) son perpendiculares o no perpendiculares o en ángulo con respecto a la base (120).

16. La preforma tejida de acuerdo con la reivindicación 9, en la que las al menos dos patas (125, 135) son iguales o desiguales en longitud.

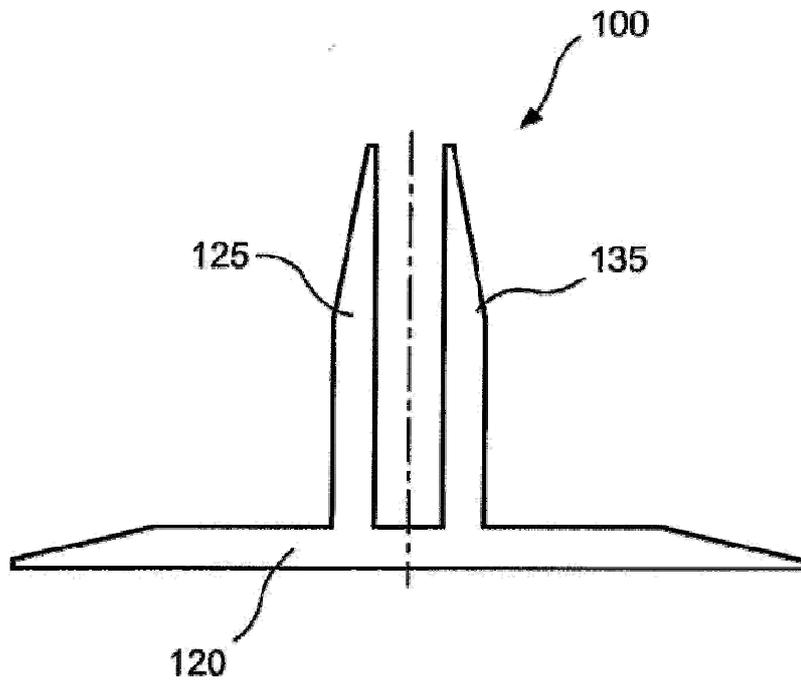


FIG. 1

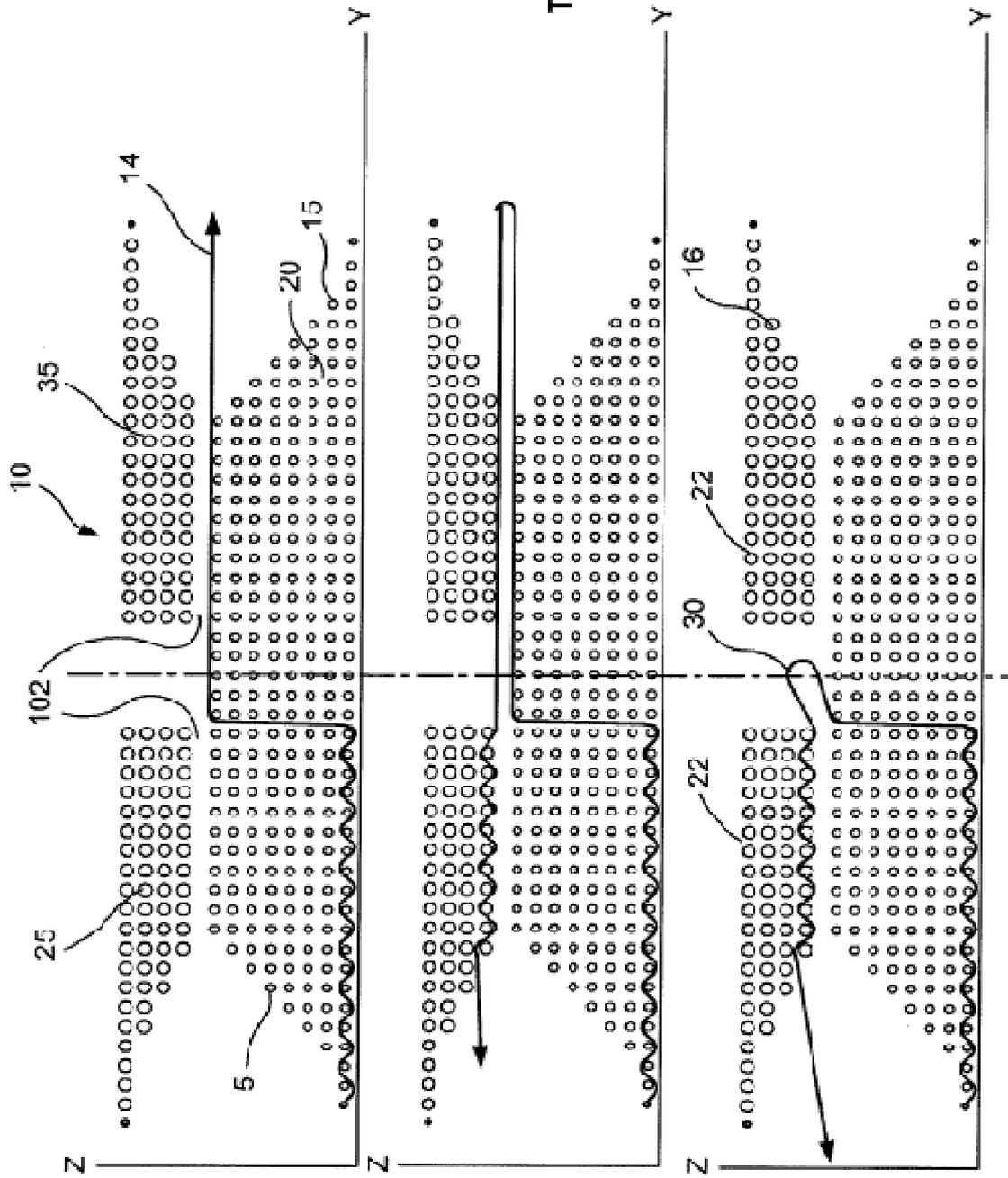


FIG. 2
TÉCNICA ANTERIOR

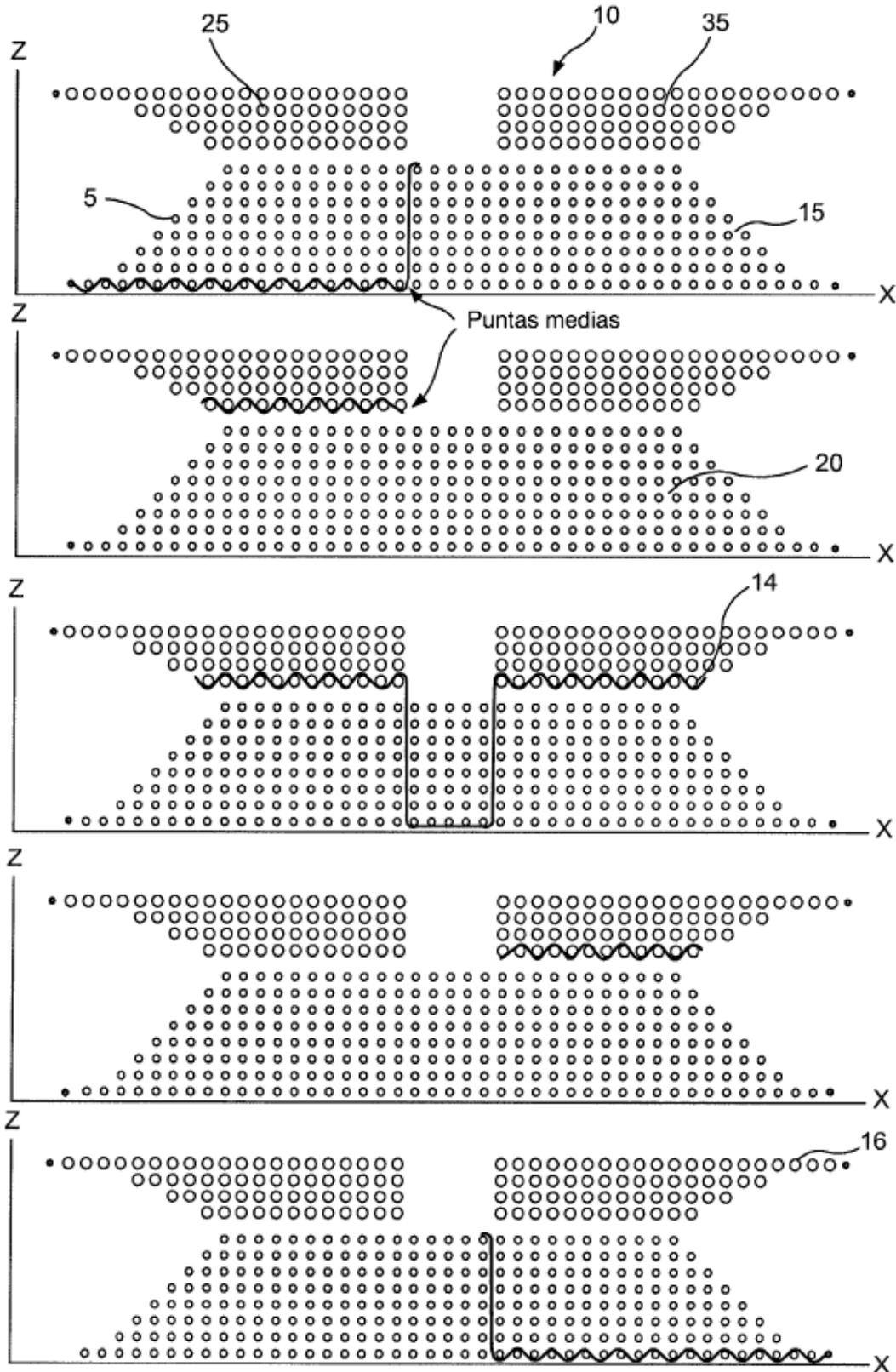


FIG. 3
TÉCNICA ANTERIOR

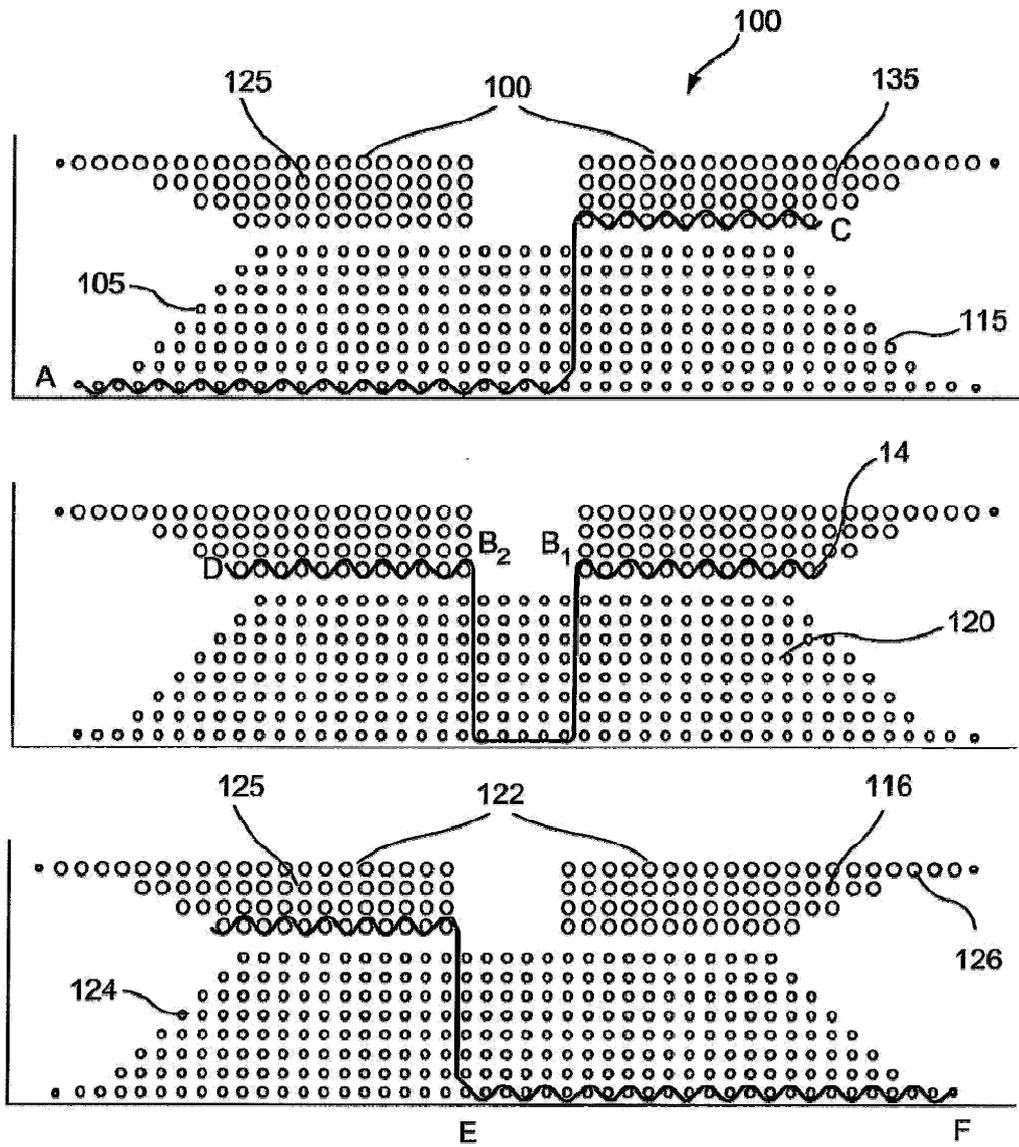


FIG. 4

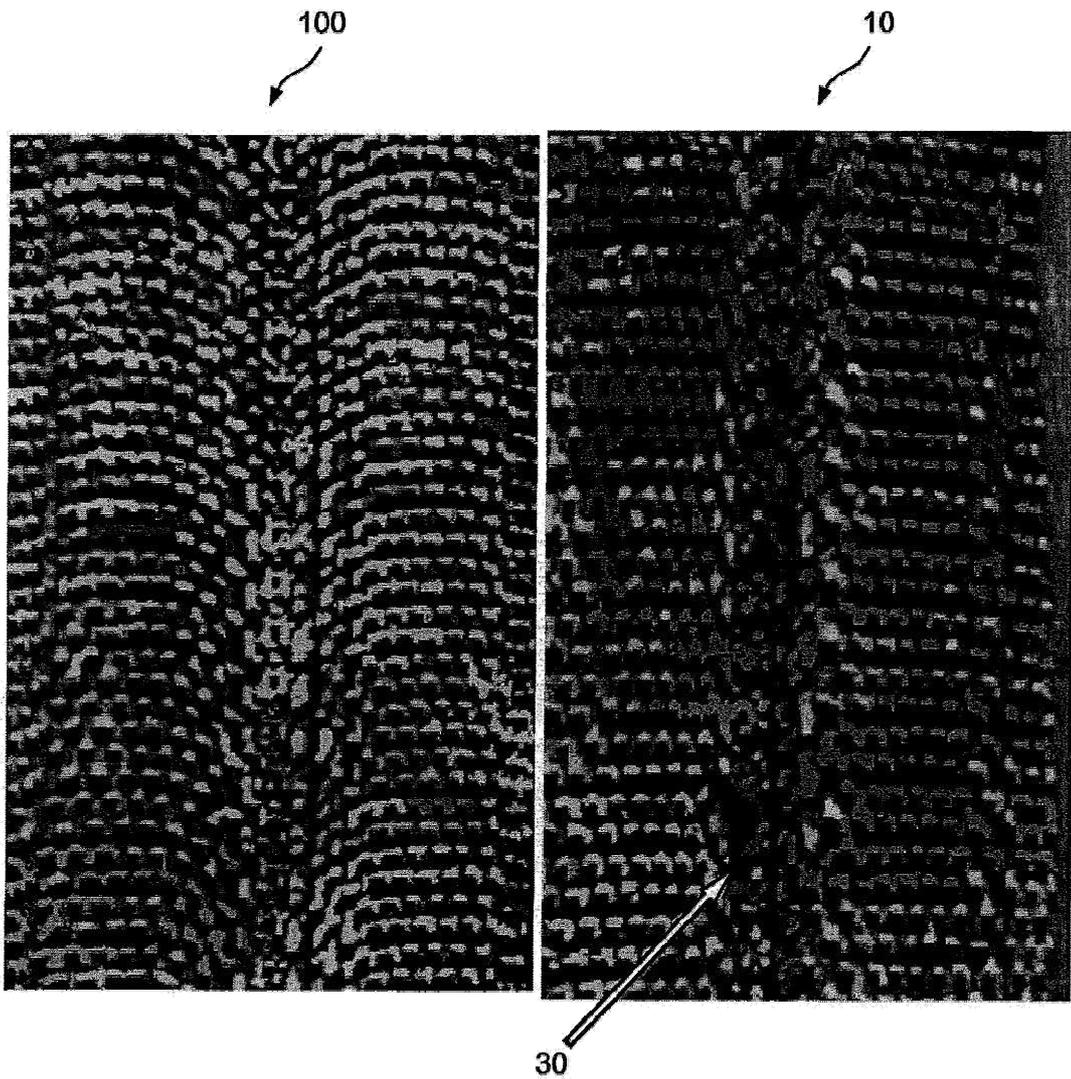


FIG. 5(a)

FIG. 5(a)

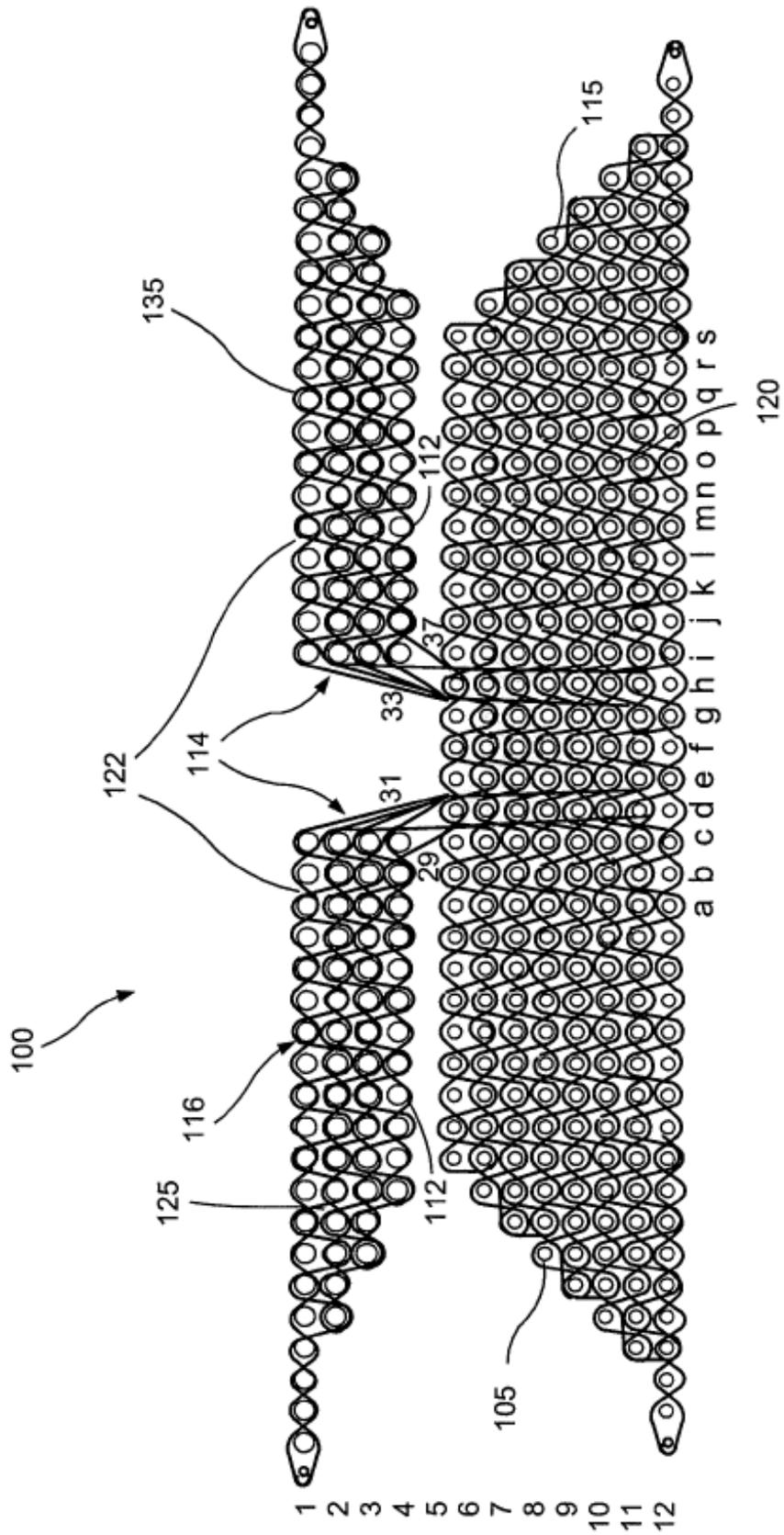


FIG. 6