

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 546 796**

51 Int. Cl.:

B29B 11/16 (2006.01)

B29L 31/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.10.2009 E 09744869 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.07.2015 EP 2370247**

54 Título: **Preforma en forma de Pi con cabos no lineales y un método para su fabricación**

30 Prioridad:

29.10.2008 US 260743

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

28.09.2015

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 2 546 796 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Preforma en forma de Pi con cabos no lineales y un método para su fabricación

Antecedentes de la invención

Campo de la invención

5 Esta invención se refiere en general a preformas tejidas y particularmente se refiere a preformas tejidas usadas en materiales compuestos reforzados, que se pueden tejer en forma plana y plegarse en su forma final.

Descripción del estado del arte

10 El uso de materiales compuestos reforzados para producir componentes estructurales se ha extendido, particularmente en aplicaciones donde se buscan sus características deseables por ser ligeras en peso, fuertes, duras, térmicamente resistentes, autoportantes y adaptables para darles forma y conformación. Tales componentes se usan, por ejemplo, en aplicaciones aeronáuticas, aeroespaciales, satelitales, recreativas (como en carreras de barcos y autos), y otras aplicaciones.

15 Típicamente tales componentes consisten de materiales de refuerzo incrustados en materiales de matriz. El componente de refuerzo se puede elaborar de materiales tales como vidrio, carbón, cerámica, aramida, polietileno, y/u otros materiales que exhiben propiedades físicas, térmicas, químicas y/u otras propiedades deseables, la principal de las cuales es la gran resistencia contra la falla por estrés. Mediante el uso de tales materiales de refuerzo, que finalmente se convierten en un elemento constituyente del componente terminado, se imparten las características deseadas de los materiales de refuerzo, tales como muy alta resistencia, al componente compuesto terminado. Los materiales de refuerzo constituyentes típicamente, pueden ser tejidas, de punto o bien orientadas en
20 configuraciones y formas deseadas para preformas de refuerzo. Usualmente se pone particular atención para garantizar la utilización óptima de las propiedades para las cuales se han seleccionado los materiales de refuerzo constituyentes. Usualmente tales preformas de refuerzo se combinan con el material de matriz para formar componentes acabados deseados o para producir material de trabajo para la producción final de componentes acabados.

25 Después de que se ha construido la preforma de refuerzo deseada, se puede impregnar la preforma en el material de matriz, de modo que típicamente, la preforma de refuerzo termina encajada en el material de matriz y el material de matriz llena las áreas intersticiales entre los elementos constituyentes de la preforma de refuerzo. El material de matriz puede ser cualquiera de una amplia variedad de materiales, tales como materiales epoxi, poliéster, éster vinílico, cerámica, carbono y/u otros materiales, que también exhiben propiedades físicas, térmicas, químicas, y/u
30 otras propiedades deseadas. Los materiales elegidos para usar como matriz pueden o pueden no ser los mismos que aquellos para la preforma de refuerzo y pueden o no tener propiedades físicas, químicas, térmicas u otras, comparables. Típicamente, sin embargo, no serán de los mismos materiales o tienen propiedades físicas, químicas, térmicas u otras, comparables, ya que un objetivo habitual buscado al usar compuestos es en primer lugar lograr una combinación de características en el producto acabado que no sea alcanzable mediante el uso de un solo material constituyente. Así combinados, la preforma de refuerzo y el material de matriz pueden ser luego curados y estabilizados en la misma operación por termoendurecimiento u otros métodos conocidos, y luego sometidos a otras
35 operaciones tendientes a la producción del componente deseado. Es importante señalar en este punto que después del curado, las masas así solidificadas del material de matriz normalmente se adhieren muy fuertemente al material de refuerzo (por ejemplo, la preforma de refuerzo). Como resultado, se puede transferir en forma afectiva la tensión del componente acabado, particularmente a través de su material de matriz que actúa como un adhesivo entre las
40 fibras, y cargada por el material constituyente de la preforma de refuerzo.

Frecuentemente, se desea producir componentes en configuraciones que sean diferentes a tales formas geométricas simples como (por sí mismas) placas, láminas, sólidos rectangulares o cuadrados, etc. Una forma de hacerlo es combinar tales formas geométricas básicas en las formas más complejas deseadas. Una combinación
45 típica se elabora al unir preformas de refuerzo elaboradas como se describe más arriba en un ángulo (típicamente un ángulo recto) con respecto una a la otra. Los propósitos usuales para tales configuraciones angulares de preformas de refuerzo unidas son los de crear una forma deseada para formar una preforma de refuerzo que incluya una o más paredes terminales o inserciones en "T" por ejemplo, o para consolidar la combinación resultante de preformas de refuerzo y la estructura compuesta que se produce contra la deflexión o la falla sobre la que se expone a fuerzas externas, tales como presión o tensión. En cualquier caso, una consideración relacionada es hacer que cada unión entre los componentes constituyentes sea tan fuerte como sea posible. Dada la muy alta resistencia deseada de los constituyentes de la preforma de refuerzo por sí misma, la debilidad de la unión se convierte, efectivamente, en un enlace "débil" en una "cadena" estructural.
50

Un ejemplo de una configuración de intersección es expuesta en la patente de los Estados Unidos No. 6,103,337. Esta referencia expone un medio efectivo de unir entre sí dos placas de refuerzo en forma de T.

5 Se han hecho en el pasado otras propuestas diversas para la fabricación de tales uniones. Se ha propuesto formar y curar un elemento del panel y un elemento de refuerzo angulado separados uno del otro, teniendo este último una sola superficie de contacto con el panel o que se bifurca en un extremo para formar dos superficies divergentes de contacto coplanares con el panel. Los dos componentes se unen luego al unir mediante adhesivo la(s) superficie(s) de contacto del panel del elemento de refuerzo a una superficie de contacto del otro componente usando material adhesivo termoendurecible u otro material adhesivo. Sin embargo, cuando se aplica tensión al panel curado o a una capa exterior de la estructura del compuesto, las cargas con valores inaceptablemente bajos resultan en fuerzas de "desprendimiento" que separan el elemento de refuerzo del panel en su interfaz ya que la resistencia efectiva de la unión es la del material de matriz y no del adhesivo.

10 El uso de tornillos o remaches de metal en la interfaz de tales componentes es inaceptable ya que tales adiciones destruyen y debilitan al menos parcialmente la integridad misma de estructuras compuestas, agregan peso, e introducen diferencias en el coeficiente de expansión térmica al igual que entre tales elementos y el material circundante.

15 Otros enfoques para resolver este problema se han basado en el concepto de introducir fibras de alta resistencia a través del área de unión mediante el uso de métodos tales como coser uno de los componentes al otro y apoyarse en el hilo cosido para introducir tales fibras de fortalecimiento en y a través del sitio de unión. Un enfoque así se muestra en la patente de los Estados Unidos No. 4,331,495 y su contraparte divisional, la patente de los Estados Unidos No. 4,256,790. Estas patentes describen uniones que se han hecho entre un primero y un segundo panel compuesto elaborado de capas de fibra unidas mediante adhesivo. El primer panel se bifurca en un extremo para formar dos superficies divergentes de contacto coplanares del panel, de acuerdo con el estado del arte, que se han unido al segundo panel mediante la costura del compuesto flexible no curado enhebrada a través de ambos paneles. Los paneles y el hilo han sido "cocurados" luego, es decir, curados simultáneamente. Otro método para mejorar la resistencia después de la unión se expone en la patente de los Estados Unidos No. 5,429,853.

20 Aunque el arte previo ha tratado de hacer mejoras con base en la integridad estructural del compuesto reforzado y ha alcanzado éxito, particularmente en el caso de la patente de los Estados Unidos No. 6,103,337, existe el deseo de mejorar al respecto o de atender el problema a través de un enfoque diferente del uso de adhesivos o acoplamiento mecánico. En este sentido, un enfoque puede ser crear una estructura de tejido tridimensional ("3D") mediante máquinas especializadas. Sin embargo, el costo implicado es considerable y rara vez es deseable tener una máquina para tejer dirigida a crear una estructura sencilla. A pesar de este hecho, las preformas 3D que se pueden procesar en componentes compuestos reforzados de fibra son deseables ya que proporcionan mayor resistencia con respecto a compuestos convencionales laminados bidimensionales. Estas preformas son particularmente útiles en aplicaciones que requieran que el compuesto transporte cargas fuera de plano. Sin embargo, las preformas del estado del arte discutidas anteriormente se han limitado en su capacidad para soportar altas cargas fuera del plano, que son tejidas en un proceso de un telar automatizado, y para proporcionar los diversos espesores de porciones de la preforma.

30 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 pliega la preforma. La distorsión se presenta ya que las longitudes de fibra tejida son diferentes de lo que deberían ser cuando se pliega la preforma. Esto causa hoyuelos y ondulaciones en áreas donde las longitudes de las fibras tejidas son demasiado cortas, y pandeamiento en las áreas donde las longitudes de fibra son demasiado largas. Un ejemplo de una arquitectura de un tejido de preforma 3D, que puede conducir a ondulaciones o bucles en las áreas donde se pliega la preforma, se describe en la patente de los Estados Unidos No. 6,874,543.

35 Las preformas de fibra con formas estructurales específicas, tales como por ejemplo secciones transversales en 'T', 'I', 'H' o 'Pi', se pueden tejer en un telar de lanzadera convencional, y diversas patentes existentes describen el método de tejer tales estructuras (patente de los Estados Unidos No. 6,446,675 y patente de los Estados Unidos No. 6,712,099, por ejemplo). En el estado del arte, sin embargo, se han construido las preformas de modo que la sección transversal sea uniforme en la dirección de la fibra de urdimbre y trama, es decir, los puntos de intersección entre los cabos de reborde y rectos están siempre en las mismas posiciones a través del ancho y largo de la preforma.

Resumen de la invención

45 En aplicaciones donde se requiere una forma más compleja, pueden requerirse métodos y sistemas para crear preformas que tengan diferentes secciones transversales en la dirección de las fibras de urdimbre y/o trama. Algunas aplicaciones pueden requerir que las bridas o cabos en las preformas se muevan en la dirección de las fibras de urdimbre y de trama con objeto de formar estas formas complejas.

La invención es un método para tejer una preforma de fibra con múltiples cabos de tal forma que los cabos no son necesariamente lineales en la dirección de urdimbre y/o trama. Un ejemplo de una modalidad de la invención es una preforma 'Pi' con cabos de onda sinusoidal, es decir, los cabos rectos se mueven a lo largo de la dirección de urdimbre y/o trama en una forma sinusoidal.

5 La onda sinusoidal se crea, por ejemplo, al separar selectivamente algunas fibras de urdimbre fuera de las partes de la preforma que forman uno de los cabos rectos, mientras que simultáneamente se agregan fibras de urdimbre en el otro cabo recto. Por ejemplo, para mover los cabos a la izquierda en la dirección de la trama, las fibras de urdimbre caen fuera en la base de uno de los cabos rectos y simultáneamente se agregan en la base del cabo recto adyacente. En forma similar, puede hacerse lo contrario para mover los cabos a la derecha.

10 El presente método también se puede usar para la fabricación de otras formas de sección transversal tales como una forma 'T' o refuerzo en 'T' que tiene la cuchilla de la 'T' que corre en una forma sinusoidal con relación a la parte superior de la 'T' u otras formas tales como preformas que tienen tres o más cabos.

15 El presente método se puede usar para tejer preformas con espesor variable o longitud variable o cabos de altura que pueden ser paralelos o angulados entre sí. Los cabos de la preforma se pueden separar mediante una abrazadera de ancho uniforme o una abrazadera de ancho variable. La preforma se puede tejer usando cualquier patrón conveniente para la fibra de urdimbre, es decir, capa por capa, a través de entrelazado trabado del ángulo de espesor, ortogonal, etc. Aunque se prefiere que la fibra de carbono, se puede aplicar la invención prácticamente a cualquier otro tipo de fibra, tal como por ejemplo, vidrio, cerámica, aramida, polietileno, polipropileno etc.

20 Por lo tanto un objetivo de la invención es proporcionar una preforma de tejido 3D con uno o más cabos rectos de tal forma que los cabos no son necesariamente lineales en la dirección de urdimbre y/o de trama.

Otro objetivo de la invención para proporcionar una preforma de tejido 3D con dos o más cabos rectos con una abrazadera de ancho variable entre los cabos.

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

25 Un objetivo adicional de la invención es proporcionar una preforma 3D integralmente tejida que se puede plegar en forma sin distorsión de las fibras que comprenden la preforma.

Aún otro objetivo de la invención es proporcionar una preforma 3D integralmente tejida que es particularmente útil en la formación de compuestos reforzados en forma Pi o en forma T.

30 Estos y otros objetivos y ventajas se logran al proporcionar una preforma 3D tejida que puede ser un tejido plano y luego se pliega en su forma final antes de la impregnación de resina sin producir una distorsión no deseada en las fibras. Esto se logra al ajustar la longitud de las fibras durante el tejido de tal forma que las longitudes de las fibras se igualan cuando se pliega la preforma en forma que proporciona una transición suave en el pliegue. Esta técnica, aunque se adapta particularmente para formar preformas tejidas en forma Pi, se puede utilizar con otras formas diferentes, tal como por ejemplo, la forma 'T' o preformas con tres o más cabos rectos.

35 Una modalidad de la invención es una preforma para uniones mecánicas o estructurales que tienen una arquitectura de tejido tridimensional con fibras de trama tejidas para proporcionar entrelazado trabado capa por capa de las capas de fibra de urdimbre así como el entrelazado trabado de las fibras dentro de cada capa. Aunque ejemplos de modalidades descritas en la presente invención implican entrelazado trabado capa por capa, esto no es necesario para la práctica de la invención. Algunas de las capas de la preforma pueden estar sin entrelazado trabado capa por capa. La preforma de tejido transfiere carga fuera del plano a través de fibras dirigidas para minimizar la tensión interlaminar. La preforma tiene una base y uno o más cabos que se extienden desde la base, teniendo la base y uno o más cabos cada uno al menos dos capas de fibras de urdimbre.

40 Las fibras de trama siguen una secuencia de tejido que las lleva a través de una porción de la base, luego en los cabos, y finalmente a través de la porción opuesta de la base. Los cabos se pueden conectar en una intersección de columna distribuida, simétrica o asimétrica, con un número par o impar de columnas de fibras de urdimbre que se ubican entre los cabos. La preforma puede tener longitudes y/o alturas de cabo iguales o desiguales. Los cabos pueden ser perpendiculares o no perpendiculares o angulados con respecto a la base. Los cabos pueden ser paralelos o angulados entre sí, y/o pueden tener una abrazadera de ancho variable en el medio. Uno o más cabos pueden moverse en una forma sinusoidal, en zigzag, en diagonal, curva o no lineal en la dirección de urdimbre y/o de trama. Los extremos exteriores de la base y/o de los cabos preferiblemente tienen formas cónicas formadas a partir de las capas de terminación de las fibras de urdimbre en un patrón escalonado.

Otra modalidad de la presente invención es un método para formar una preforma para uso en materiales compuestos reforzados. La preforma se forma para tener una arquitectura de tejido tridimensional con fibras de trama tejidas para proporcionar entrelazado trabado capa por capa de las capas de fibra de urdimbre así como entrelazado trabado de las fibras dentro de cada capa. Aunque los ejemplos de modalidades descritos en la presente implican el entrelazado trabado capa por capa, esto no es necesario para la práctica de la invención. Algunas de las capas de la preforma pueden estar sin entrelazado trabado capa por capa. La preforma de tejido transfiere carga fuera del plano a través de fibras dirigidas para minimizar tensión interlaminar. La preforma tiene una base y uno o más cabos que se extienden desde la base, teniendo la base y uno o más cabos al menos dos capas de fibras de urdimbre. Las fibras de trama siguen una secuencia de tejido que las lleva a través de una porción de la base, luego en los cabos, y finalmente a través de la porción opuesta de la base. Los cabos se pueden conectar en una intersección de columna distribuida, simétrica o asimétrica, con un número par o impar de columnas de fibras de urdimbre que se ubican entre los cabos. La preforma puede tener longitudes y/o alturas de cabo iguales o desiguales. Los cabos pueden ser perpendiculares o no perpendiculares o angulados con respecto a la base. Los cabos pueden ser paralelos o angulados entre sí, y/o pueden tener una abrazadera de ancho variable en el medio. Uno o más cabos pueden moverse en una forma sinusoidal, en zigzag, en diagonal, curva o no lineal en la dirección de urdimbre y/o de trama. Los extremos exteriores de la base y/o de los cabos preferiblemente tienen formas cónicas formadas a partir de las capas de terminación de las fibras de urdimbre en un patrón escalonado.

Para una mejor comprensión de la invención, sus ventajas de funcionamiento y objetivos específicos alcanzados por sus usos, se hace referencia a la materia descriptiva acompañante en la cual se ilustran realizaciones preferidas, pero no limitantes, de la invención.

Breve descripción de las figuras

Las figuras acompañantes, que se incluyen para proporcionar una comprensión adicional de la invención, se incorporan y constituyen una parte de esta memoria descriptiva. Las figuras presentadas en la presente invención ilustran diferentes realizaciones de la invención y junto con la descripción sirven para explicar los principios de la invención. En las figuras:

La FIG. 1 es una vista esquemática del extremo de una preforma en forma de Pi que representa la formación de hilos de trama completos y la arquitectura de fibra allí, de acuerdo con un ejemplo de realización de la invención;

Las FIGS. 2(a) y 2(b) muestran una preforma de acuerdo con un ejemplo de realización de la invención y una preforma como se describe en el estado del arte, respectivamente;

La FIG. 3 es una vista esquemática del extremo de una preforma en forma de Pi que representa la arquitectura de la fibra allí, de acuerdo con un ejemplo de realización de la invención;

La FIG. 4 es una vista esquemática en sección transversal de una preforma en forma de Pi con cabos en una posición recta, de acuerdo con un ejemplo de realización de la invención;

La FIG. 5 es una vista esquemática del extremo de un patrón de tejido o arquitectura de fibra de una preforma en forma de Pi, de acuerdo con un ejemplo de realización de la invención;

Las FIGS. 6(a) y 6(b) son vistas esquemáticas en sección transversal de una preforma en forma de Pi, de acuerdo con un ejemplo de realización de la invención;

La FIG. 6(c) es una vista superior esquemática de una preforma tejida con cabos de onda sinusoidal en una posición recta, de acuerdo con un ejemplo de realización de la invención;

Las FIGS. 7(a) y 7(b) son vistas de una preforma en forma de Pi con cabos en una configuración de onda sinusoidal antes de recortar el hilo flotante, de acuerdo con un ejemplo de realización de la invención;

Las FIGS. 7(c) y 7(d) son vistas de una preforma en forma de Pi con cabos en una configuración de onda sinusoidal después de recortar el hilo flotante, de acuerdo con un ejemplo de realización de la invención;

La FIG. 8 es una vista en sección transversal esquemática de una viga en I del compuesto usando dos preformas tejidas en forma de Pi, de acuerdo con un ejemplo de realización de la invención;

La FIG. 9 es una vista superior esquemática de una preforma tejida en forma de Pi con cabos en una forma en zigzag, de acuerdo con un ejemplo de realización de la invención; y

La FIG. 10 es una vista superior esquemática de una preforma tejida en forma de Pi con cabos en una forma en diagonal, de acuerdo con un ejemplo de realización de la invención.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

5 Las FIGS. 1, 2a, 3 y 4 ilustran realizaciones preferidas de una preforma 100 tridimensional. La preforma 100 se forma al tejer una o más fibras de la trama 114 en un patrón a través de una pluralidad de fibras 116 de urdimbre que se extienden perpendicularmente al plano del patrón. En las FIGS. 1 y 3, se ilustra el patrón completo usado para formar la preforma 100 en forma de Pi, donde las fibras 114 de trama se muestran en el plano de visión, mientras que las fibras 116 de urdimbre se muestran como perpendiculares al plano de visión. Las fibras 114, 116 se muestran separadas unas de otras en las vistas esquemáticas de la arquitectura, aunque las fibras 114, 116 se compactan entre sí cuando realmente se tejen en una preforma 100 completa.

10 Volviendo ahora a la FIG. 1, todas las fibras 116 de urdimbre en la preforma 100 generalmente son paralelas entre sí, con ligeras ondulaciones a lo largo del tramo longitudinal de cada fibra 116, y se configuran en columnas generalmente verticales. La preforma 100 se teje preferiblemente a partir de materiales usados para estructuras compuestas típicas, por ejemplo, fibra de vidrio, aramida y fibras de carbono, y de acuerdo con un ejemplo de realización se teje para tener una base 120 y dos cabos 125, 135 que se extienden desde la base 120, que forma un perfil en forma de Pi. Los cabos 125, 135 pueden ser perpendiculares o no perpendiculares o angulados con respecto a la base 120. La base 120 y los cabos 125, 135 comprenden cada uno al menos dos capas de fibras 116 de urdimbre y se muestran como teniendo bordes ahusados opcionales. Para facilitar el tejido, la preforma 100 se teje con los cabos 125, 135 tendidos contra la base 120, aunque se pretende que los cabos 125, 135 se usen en una posición vertical, formando una abrazadera 150, tal como se muestra, por ejemplo, en la FIG.4. La base 120 se muestra con ocho capas de fibras 116 de urdimbre, y se muestran los cabos 125, 135 con cuatro capas de fibras 116 de urdimbre. Aunque se usan ocho y cuatro capas para la base y los cabos respectivamente en este ejemplo, la invención no se puede limitar solo a ellas, ya que se puede usar cualquier número de capas para la base y los cabos.

25 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 los cabos 125, 135. Al usar fibras 116 de urdimbre más pequeñas únicamente en la base 120 y no en los cabos 125, 135, el incremento en tiempo requerido para tejer la arquitectura en un telar de tejido se minimiza aunque aún proporciona una base 120 más fuerte en la preforma 100 a través de una cantidad más grande de entrelazado trabado de fibras 116 de urdimbre.

30 Refiriéndose nuevamente a la FIG. 1, 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 trama se alterna sobre y debajo de las fibras 116 de urdimbre de una capa durante cada paso hacia la derecha, entrelazando y trabando las fibras 116 de esa capa. También, en una porción típica de la secuencia del tejido, la fibra 114 de trama se alterna sobre y debajo de las fibras 116 de urdimbre de dos capas adyacentes durante cada paso hacia la izquierda, entrelazando y trabando las capas entre sí. Aunque los ejemplos de realizaciones descritas aquí implican un entrelazado trabado capa por capa, esto no es necesario para la práctica de la invención. Algunas de las capas de la preforma pueden estar sin entrelazado trabado capa por capa. Como se muestra en las figuras y se describe más abajo, las porciones de la secuencia de tejido, que incluyen a aquellas dentro de los cabos 125, 135, en los bordes, y en las superficies exteriores de la preforma 100, puede diferir de esta secuencia de tejido.

45 Como se muestra en la FIG. 1, la secuencia de tejido en general comienza con fibra 114 de trama en la posición A y se extiende hacia el centro de la base 120 y luego al lado 112 interior y exterior de uno de los cabos 135 en la posición B1. La fibra 114 de trama se extiende luego a la posición C al extremo derecho alejado a la derecha del cabo 135. De la posición C, la fibra 114 de trama se teje nuevamente a lo largo de la misma línea, hacia el centro de la base, a partir de la cual se extiende hacia abajo la fibra 114 de trama de punto dentro de la base 120 y nuevamente en el lado 112 exterior del otro cabo 125 hasta la posición D en el extremo izquierdo más lejano del cabo 125. La fibra 114 de trama se teje nuevamente luego a lo largo de la misma línea, hacia el centro de la base 120 y se extiende nuevamente dentro de la base 120 en la posición B2, pasa a través de las columnas centrales de las fibras 116 de urdimbre ubicadas entre los cabos 125, 135, luego nuevamente dentro de la base 120 en la posición E y alcanza la posición F en el otro extremo 115 de la base 120. Esto forma una secuencia completa de tejido de la fibra 114 de trama, que básicamente combina entre sí cuatro mitades de hilos de trama con tres hilos de trama completos, como se describe en la FIG. 1. Las capas de terminación de las fibras 116 de urdimbre en un patrón escalonado forman bordes ahusados en la base 120 y los cabos 125, 135, tal como la forma cónica 124 en el borde lateral izquierdo de la base 120 y la forma cónica 126 en el cabo 135.

55 Para completar una celda unitaria, o sección vertical, los pasos de fibra 114 de trama a través de la preforma 100 se repiten por las capas adyacentes de las fibras 116 de urdimbre hasta que todas las capas se entrelazan y traban. El patrón de trama se repite para formar secciones verticales adyacentes, creando tramos continuos de la preforma.

Sin embargo, el entrelazado trabado de las capas no es necesario, y la base 120 y/o los cabos 125, 135 de la preforma 100 se pueden bifurcar en capas separadas.

5 La FIG. 3 muestra particularmente el patrón de tejido usado para formar los cabos 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 los cabos 125, 135 se muestran con cuatro capas de fibras 116 de urdimbre, aunque el patrón se puede modificar para trabajar con más o menos capas de fibras de urdimbre en la base 120 y los cabos 125, 135. En otras palabras, la base 120 puede tener más capas que cada uno de los cabos 125, 135 o viceversa. El patrón de tejido proporciona el entrelazado trabado de las fibras 116 de urdimbre dentro de una capa, y se entrelaza y traba entre las capas de las fibras de urdimbre. Las capas adyacentes se entrelazan y traban al correr una porción de fibras 114 de trama sobre una fibra 116 de urdimbre en una primera capa en una primera columna y por debajo de una fibra de urdimbre en una segunda capa en una segunda columna adyacente, estando la segunda capa por debajo de la primera capa. Los cabos 125, 135 se tejen en una posición horizontal, sobrepuesta, como se muestra, mientras se teje el patrón. Durante la instalación, cada cabo 125, 135 se mueve hasta una posición derecha, vertical, el ancho de cada cabo 125, 135 cuando la posición vertical comprende cuatro capas.

15 La preforma 100 se mejora a partir de preformas tejidas previas para proporcionar una intersección distribuida, altamente simétrica de los cabos 125, 135 con la base 120. La base 120 tiene tres columnas centrales de fibras de urdimbre, y dos columnas del separador de fibras de urdimbre, que son las columnas adyacentes a cualquier costado lateral de las columnas centrales. El uso de un número impar de columnas centrales permite que el tejido forme una imagen aproximadamente especular a cada costado lateral de un plano central de simetría que biseca la columna central, mejorando la simetría de distribución de carga dentro de la base 120. Aunque se muestra que tiene tres columnas centrales, la realización preferida de la preforma 100 puede tener cualquier cantidad de columnas centrales, determinando el número de columnas centrales el ancho nominal de la abrazadera 150 formada cuando los cabos 125, 135 están en una posición recta. Los cabos 125, 135 pueden ser perpendiculares o no o formando ángulo con la base 120. En forma similar, los cabos 125, 135 pueden ser paralelos o formando ángulo entre sí y/o pueden tener longitudes y/o alturas iguales o desiguales.

Para introducir simétricamente cargas de los cabos 125, 135 en la base 120, tal como cargas de un elemento (no mostrado) enlazadas entre los cabos rectos 125, 135, las porciones de fibras 114 de trama que conectan los cabos 125,

30 135 se dividen en grupos de números iguales o sustancialmente iguales de porciones de fibra. Cada grupo cruza la base 120 entre una de las columnas del separador y las columnas centrales o entre una de las columnas del separador y las columnas laterales derecha o izquierda restantes adyacentes a esa columna del separador. Por ejemplo, como se muestra en la FIG. 3, el grupo 29 se extiende entre las capas 2 y 4 del cabo 125 y la base 120, cruzando la base 120 entre las columnas c y d. De forma similar, el grupo 31 cruza la base 120 entre las columnas d y e, el grupo 33 cruza la base 120 entre las columnas g y h, y el grupo 37 cruza la base 120 entre las columnas h e i. Cabe anotar aquí que aunque las figuras muestran geometrías simétricas, el método de la presente invención se puede usar para producir también configuraciones asimétricas.

40 Aunque se muestra en la ubicación preferida aproximadamente en el centro de la preforma 100, la columna central puede 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 las columnas del separador. Esto contrarresta los cabos 125, 135 hacia un borde exterior de la base 120, aunque todavía proporciona simetría en el tejido de la base 120 alrededor de las columnas b, c, y d y proporciona la distribución simétrica de la carga de los cabos 125, 135 en la base 120. Las formas cóncavas, tal como las formas cóncavas 124 y 126 se forman en un borde exterior de una preforma al terminar capas sucesivas de fibras de urdimbre en longitudes que son más cortas que las capas anteriores. Por ejemplo, la FIG. 3 muestra la capa 5 que termina en la columna s, mientras que la capa 6 termina en la columna t, siendo la capa 5 una fibra 116 de urdimbre más corta que la capa 6. De forma similar, 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 ahusados ya sea en la base o en los cabos rectos tiene una mejor resistencia a las cargas de descortezamiento que una preforma en la cual las capas de fibra de urdimbre todas terminan en la misma longitud. Además, el uso de un tamaño de fibra más pequeño para la fibra de forma cóncava de urdimbre proporciona una transición más gradual, más suave, de la preforma hasta un componente al cual se une. El patrón de tejido en la FIG. 3 es para las ocho capas de fibras 116 de urdimbre de la base 120.

55 Se muestra en la FIG. 4 una preforma 100 en forma de Pi, tejida, con los cabos 125, 135 en posición vertical, formando una abrazadera 150 entre los cabos 125, 135. Sin embargo, los cabos 125, 135 pueden ser perpendiculares o no perpendiculares o formando ángulo con respecto a la base 120. La preforma 100 se teje al repetir la secuencia completa de tejido para formar secciones verticales adyacentes a lo largo del tramo longitudinal de la preforma 100. El proceso de tejido produce tramos continuos de la preforma 100, que luego se cortan de la longitud deseada para la instalación. Un ejemplo de una preforma formada de acuerdo con la invención en comparación con una preforma 10 de diseño del estado del arte con bucles 30 entre los cabos rectos se muestra en las FIGS. 2(a) y 2(b), respectivamente.

La invención de acuerdo con un ejemplo de una realización es un método para tejer una preforma 200 con múltiples cabos 225, 235 de tal forma que estos cabos no son necesariamente lineales en la dirección de urdimbre y/o de trama. En un ejemplo de una realización, los cabos pueden moverse en una forma sinusoidal, en zigzag, diagonal, curvada o no lineal o una combinación de los mismos en la dirección de urdimbre y/o de trama. El ancho de la abrazadera 250 puede variar dependiendo de la aplicación. En algunos casos, la preforma puede tener una abrazadera con un ancho de cero, es decir, las capas que forman la preforma pueden cruzarse entre si en ubicaciones donde intercambian posiciones, sin embargo, las capas no necesariamente se entretrejen juntas en cualquier porción de la preforma. Esta característica, sin embargo, no es esencial para el funcionamiento correcto de la invención y se puede o no utilizar dependiendo del uso final de la preforma. El cambio en la posición de los cabos, de acuerdo con esta realización, se puede lograr al separar selectivamente algunas fibras 216 de urdimbre fuera de las partes de la preforma que forman los cabos 225, 235 rectos, mientras que simultáneamente se agregan fibras 216 de urdimbre en otras áreas. Por ejemplo, para mover los cabos a la izquierda en una dirección de trama, las fibras 216 de urdimbre caen fuera de la base de uno de los cabos 225 rectos y simultáneamente se agregan en la base del cabo 235 recto adyacente. En forma similar, puede hacerse lo contrario para mover los cabos a la derecha. Aunque los ejemplos de realizaciones descritas en la presente invención tienen cabos formados en la dirección de urdimbre, los cabos se pueden formar en la dirección de trama al agregar selectivamente o separar fibras de trama de uno o más cabos. En tal caso, las fibras de urdimbre se pueden usar para proporcionar entrelazado trabado capa por capa en lugar de las fibras de trama. Sin embargo, esto no es necesario para la práctica de la invención. Algunas de las capas de la preforma pueden estar sin entrelazado trabado capa por capa.

La FIG. 5 muestra una sección transversal de la arquitectura de fibra de la preforma 200 que es perpendicular a las fibras 216 de urdimbre. Las fibras 216 de urdimbre individuales se muestran como círculos, y la trayectoria de la fibra 214 de trama continua se muestra como una línea continua. Se debe notar aquí que la mayoría de la fibra que forma los cabos 225, 235 rectos es continua a lo largo de la longitud completa de la preforma 200. Únicamente las fibras 240 en los bordes son discontinuas. Estas fibras 240 flotan por arriba o por debajo de la porción tejida de la preforma 200, y se recortan después de que la preforma ha sido removido del telar. Los cabos 225, 235 rectos, de acuerdo con esta realización, se pueden mover prácticamente a cualquier ubicación del reborde de soporte o base 220, y se fijan en el reborde o base 220 mediante las fibras 214 de trama. Sin embargo, la posición debe cambiar en una forma gradual, donde el ancho mínimo de una etapa es el ancho de una columna de urdimbre. La preforma 200 se puede tejer usando cualquier patrón conveniente para la fibra de urdimbre, es decir, capa por capa, a través de entrelazado trabado del ángulo de espesor, ortogonal etc.

La invención de acuerdo con una realización es un método para tejer una preforma 300 de fibra con múltiples cabos 305, 310, 315, 320 que se disponen de tal forma que la preforma tiene un reborde de ancho uniforme que es recto a todo lo largo de la longitud de la preforma 300 y uno o más cabos 315, 320 son perpendiculares al reborde, pero sigue una trayectoria curva a lo largo de la longitud de la preforma 300. Las fibras de urdimbre y trama se pueden tejer como se discute en las realizaciones anteriores o simplemente se pueden tejer en un patrón de tejido plano para formar las diferentes capas. Aunque los ejemplos de realizaciones descritas en la presente invención tienen cabos formados en la dirección de urdimbre, los cabos se pueden formar en la dirección de trama al agregar selectivamente o separar las fibras de trama desde uno o más cabos. En tal caso, se pueden usar las fibras de urdimbre para proporcionar entrelazado trabado capa por capa en lugar de las fibras de trama. Sin embargo, esto no es necesario para la práctica de la invención. Algunas de las capas de la preforma pueden estar sin entrelazado trabado capa por capa.

Un ejemplo de realización de la invención se muestra en las FIGS. 6(a)-6(c). La FIG 6(a) representa una vista en sección transversal de la preforma 300 como un tejido, de acuerdo con este ejemplo de realización. La preforma 300 puede ser inicialmente tejido plano con cuatro cabos 305, 310, 315, y 320 tendidos en capas en la parte superior de la otra capa, en forma paralela al plano X-Y, como se muestra en la FIG. 6(a). Los cabos 315 y 320 se pueden plegar encima en relación con los cabos 305 y 310 respectivamente, de tal forma que los cabos 315 y 320 están ahora en una posición vertical como se muestra en la FIG. 6(b), formando de esta manera una configuración "Pi". En este ejemplo, los cabos 305 y 310 forman el reborde recto o la base, y los cabos 315 y 320 pueden seguir, por ejemplo, una trayectoria de onda sinusoidal, con relación al reborde recto, como se representa en la FIG. 6(c).

Diferentes vistas de una preforma en forma de Pi con una arquitectura capa por capa con cabos que se mueven a lo largo de una onda sinusoidal en la dirección de urdimbre se muestran en las FIGS. 7(a)-(d). La FIG. 7(a) es una vista superior de la preforma 300 como fibra tejida, antes del recorte de las fibras flotantes, con los cabos 315 y 320 en la parte superior. La FIG. 7(b) es una vista superior de la preforma 300 como fibra tejida, antes del recorte de las fibras flotantes, con los cabos 305 y 315 en la parte superior. La FIG. 7(c) es una vista superior de la preforma 300 como la plegada con los cabos 315 y 320 rectos, después del recorte de las fibras flotantes. La FIG. 7(d) es una vista superior de la preforma 300 como la plegada con los cabos 305 y 310 que muestran como se forma un reborde, después del recorte de las fibras flotantes.

Un ejemplo de una realización de la invención es un método para formar una preforma tejida tejiendo fibras de urdimbre con fibras de trama para formar una base y uno o más cabos que se extienden desde la base separando selectivamente una o más fibras de trama fuera de un primer cabo y/o agregando selectivamente una o más fibras

5 de trama en el primer cabo, moviendo por lo tanto el primer cabo una distancia predeterminada en la dirección de urdimbre. El método puede incluir también agregar y/o remover simultáneamente fibras de trama en un segundo cabo, moviendo por lo tanto simultáneamente el segundo cabo una distancia predeterminada en la dirección de urdimbre. Este proceso de agregar o remover fibras de trama se puede repetir para formar uno o más cabos a lo largo de una curva en la dirección de trama. Uno o más cabos se pueden formar en una configuración de onda sinusoidal, en zigzag, en diagonal, curvada o no lineal o combinaciones de los mismos en la dirección de trama.

10 Un ejemplo de una realización de la invención es una preforma tejida que tiene fibras de trama tejidas con las capas de fibras de urdimbre para formar una base y uno o más cabos que se extienden desde la base, donde una o más fibras de trama se separan selectivamente fuera de una primera porción de la preforma que forma un primer cabo y/o se agregan selectivamente una o más fibras de trama en la primera porción de la preforma, moviendo así el primer cabo una distancia predeterminada en la dirección de urdimbre. Los uno o más cabos se forman en una configuración de onda sinusoidal, en zigzag, en diagonal, curvada o no lineal o combinaciones de los mismos en la dirección de trama.

15 Aunque se discute una preforma Pi de onda sinusoidal en la realización anterior, la invención no se limita a tales formas. Por ejemplo, la preforma se puede formar con cabos 315 y 320 rectos que se mueven en forma de zigzag, diagonal, curvada o no lineal o una combinación de los mismos en la dirección de urdimbre y/o de trama. Algunos ejemplos de estas formas se representan en las FIGS. 9 y 10.

20 Preformas tales como estas se pueden usar en estructuras compuestas para reforzar uniones y para construir preformas para estructuras más complicadas tales como largueros y salientes en aeronaves. Un ejemplo de cómo una preforma 300 Pi se puede usar para construir una viga en I 350 compuesta se muestra en la FIG. 8.

25 Una forma principal de fallo para la estructura mostrada en la FIG. 8 es la deformación de la tela 340 entre los dos rebordes 300 Pi cuando se coloca la viga 350 bajo flexión o compresión en la dirección Z. Una forma preferida para mejorar la resistencia a la deformación de este tipo de estructura, de acuerdo con una realización de la invención, es darle a la tela 340 una forma de onda sinusoidal en la dirección X. Esto proporciona un refuerzo geométrico que sustancialmente incrementa la carga de deformación con solo un ligero incremento en el peso. Los salientes y largueros compuestos de onda sinusoidal fabricados a partir de preimpregnados (*pre-pregs*) convencionales se han usado en la construcción de aeronaves. Sin embargo, requieren una cantidad significativa de trabajo manual para sisar y plegar capas que se envuelven a partir de la tela en los rebordes superior e inferior. La presente invención, por lo tanto, resuelve este problema al tejer los cabos rectos de la Pi en una forma de onda sinusoidal. La tela 340 se puede fabricar ahora a partir de una tira rectangular de material que toma fácilmente la forma de onda sinusoidal y se ajusta entre los cabos 315, 320 rectos conectados a los rebordes o la base.

35 El presente método también se puede usar para la fabricación de otras formas de sección transversal tales como una forma 'T' o refuerzo en 'T' que tiene la cuchilla de la 'T' que corre en una forma sinusoidal con relación a la parte superior de la 'T' u otras formas tales como preformas que tienen tres o más cabos. El presente método se puede usar para tejer preformas con espesores variables o cabos de longitud/altura variable que pueden ser paralelas o anguladas entre sí en uno o más planos. La preforma se puede tejer usando cualquier patrón de tejido conveniente, es decir, capa por capa, a través de entrelazado trabado del ángulo de espesor, ortogonal, etc. Aunque se prefiere la fibra de carbono, la invención se puede aplicar prácticamente a cualquier otro tipo de fibra, tal como por ejemplo, vidrio, cerámica, aramida, polietileno, polipropileno etc. Como se muestra en las FIGS. 1, 2(a), 3, y 7(a)-(d), las fibras de trama se pueden tejer en un patrón de tejido plano, por ejemplo, sin embargo se puede usar prácticamente cualquier patrón de tejido para formar la preforma. Las fibras de urdimbre pueden proporcionar el entrelazado trabado en vez de la trama. Aunque los ejemplos de realizaciones descritos en la presente invención implican entrelazado trabado capa por capa, esto no es necesario para la práctica de la invención. Algunas de las capas de la preforma pueden estar sin entrelazado trabado capa por capa. También, en la práctica, los cabos pueden consistir de cualquier número de capas de tela entrelazada trabada, y los cabos pueden incluir extremos afilados en lugar de extremos planos, es decir, los extremos exteriores de la base y/o de los cabos pueden tener formas cónicas formadas a partir de las capas de terminación de fibras de urdimbre en un patrón escalonado.

40 Típicamente, las preformas se tejen usando un tipo de fibra, por ejemplo, fibras de carbono (grafito), tanto para fibras de urdimbre como de trama. Sin embargo, las preformas también pueden ser patrones de tejido híbrido que usan fibras elaboradas a partir de múltiples materiales, tales como fibras de carbono y de vidrio. Estos patrones pueden resultar en preformas que tienen mayor dureza, coste reducido, y características de expansión térmica optimizadas. Los patrones de tejido comprenden todas las fibras de urdimbre de un tipo y todas las fibras de trama de otro tipo, o el tejido puede tener fibras de urdimbre y/o de trama de tipos alternantes configurados, por ejemplo, en un patrón de "tablero de ajedrez" a través de las capas.

55 Las ventajas de la presente invención incluyen la capacidad para tejer una preforma de alta resistencia y fácil de usar para montar componentes en estructuras. El tejido mejorado entrelaza y traba las fibras de urdimbre de cada capa y entrelaza y traba las capas entre sí, mientras que distribuye las cargas a través de la preforma en una forma altamente simétrica. En consecuencia, la invención proporciona un enfoque alternativo y/o un método mejorado para

crear preformas 3D y/o estructuras compuestas reforzadas con múltiples cabos de tal forma que los cabos no son necesariamente lineales en la dirección de urdimbre y/o de trama.

5 Por lo tanto, por medio de la presente invención se realizan sus objetos y ventajas y aunque se han divulgado y descrito aquí en detalle realizaciones preferidas, su alcance no se debe limitar a las mismas, y más bien su alcance se debe determinar por el de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Una preforma (100) tejida para uso en estructuras compuestas reforzadas, comprendiendo la preforma:
una pluralidad de capas adyacentes, teniendo cada capa una pluralidad de fibras (116) de urdimbre, siendo las fibras de urdimbre paralelas entre sí; y
- 5 una pluralidad de fibras (114) de trama tejidas con las capas de fibras de urdimbre para formar una base (120) y uno o más cabos (125, 135) que se extienden desde la base, en donde
una o más fibras de urdimbre se separan selectivamente de una primera porción de la preforma que forma un primer cabo y se añaden selectivamente una o más fibras de urdimbre en la primera porción de la preforma, moviendo así el primer cabo una distancia predeterminada en la dirección de la trama.
- 10 2. La preforma de acuerdo con la reivindicación 1, en la que los uno o más cabos se forman en una configuración de onda sinusoidal, zigzag, diagonal, curvada o no lineal o combinaciones de las mismas en la dirección de la urdimbre.
3. La preforma de acuerdo con la reivindicación 1, en la que los uno o más cabos se forman en una configuración de onda sinusoidal, zigzag, diagonal, curvada o no lineal o combinaciones de las mismas en la dirección de la trama.
- 15 4. La preforma de acuerdo con la reivindicación 1, en la que los uno o más cabos se doblan respecto a la base, formando de ese modo cabos verticales.
5. La preforma de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la preforma tiene dos o más cabos.
6. La preforma de acuerdo con la reivindicación 5, en la que los dos o más cabos están separadas por una abrazadera de una anchura predeterminada.
- 20 7. La preforma de acuerdo con la reivindicación 5, en la que los dos o más cabos están separados por una abrazadera de anchura cero.
8. La preforma de acuerdo con la reivindicación 5, en la que la base tiene más capas que cada uno de los cabos o viceversa.
9. La preforma de acuerdo con la reivindicación 5, en la que los bordes de la base y/o los cabos están ahusados.
- 25 10. La preforma de acuerdo con la reivindicación 5, en la que los cabos son perpendiculares o no perpendiculares o en ángulo con la base.
11. La preforma de acuerdo con la reivindicación 1, en la que las fibras de urdimbre y de trama están elaboradas de vidrio, carbono, aramida, polietileno, polipropileno o combinaciones de los mismos.
12. La preforma de acuerdo con la reivindicación 5, en la que los cabos son de longitudes y/o alturas iguales o desiguales.
- 30 13. La preforma de acuerdo con la reivindicación 5, en la que los cabos están separados por una abrazadera de anchura variable.
14. Un método de formación de la preforma tejida de acuerdo con la reivindicación 1, comprendiendo el método las etapas de:
- 35 (a) proporcionar una pluralidad de capas adyacentes, teniendo cada capa una pluralidad de fibras de urdimbre, siendo las fibras de urdimbre paralelas entre sí;
- (b) tejer una pluralidad de fibras de trama con las capas de fibras de urdimbre para formar una base y uno o más cabos que se extienden desde la base; y
- (c) separar selectivamente una o más fibras de urdimbre fuera de una primera porción de la preforma que forma un primer cabo y/o añadir selectivamente una o más fibras de la urdimbre en la primera porción de la preforma, moviendo así el primer cabo una distancia predeterminada en la dirección de la trama.
- 40 15. Una preforma (100) tejida para uso en estructuras compuestas reforzadas, comprendiendo la preforma:

una pluralidad de capas adyacentes, teniendo cada capa una pluralidad de fibras (116) de urdimbre,

siendo las fibras de urdimbre paralelas entre sí; y

una pluralidad de fibras (114) de trama tejidas con las capas de fibras de urdimbre para formar una base (120) y uno o más cabos (125, 135) que se extienden desde la base,

5 en donde una o más fibras de trama se separan selectivamente fuera de una primera porción de la preforma que forma un primer cabo y/o se añaden selectivamente más fibras de trama en la primera porción de la preforma, moviendo así el primer cabo una distancia predeterminada en la dirección de la urdimbre.

16. Un método para la formación de la preforma tejida de acuerdo con la reivindicación 15, comprendiendo el método las etapas de:

10 a) proporcionar una pluralidad de capas adyacentes, teniendo cada capa una pluralidad de fibras de urdimbre, siendo las fibras de urdimbre paralelas entre sí;

b) tejer una pluralidad de fibras de trama con las capas de fibras de urdimbre para formar una base y uno o más cabos que se extienden desde la base; y

15 c) separar selectivamente una o más fibras de urdimbre fuera de una primera porción de la preforma que forma un primer cabo y/o añadir selectivamente una o más fibras de urdimbre en la primera porción de la preforma, moviendo así el primer cabo una distancia predeterminada en la dirección de la urdimbre.

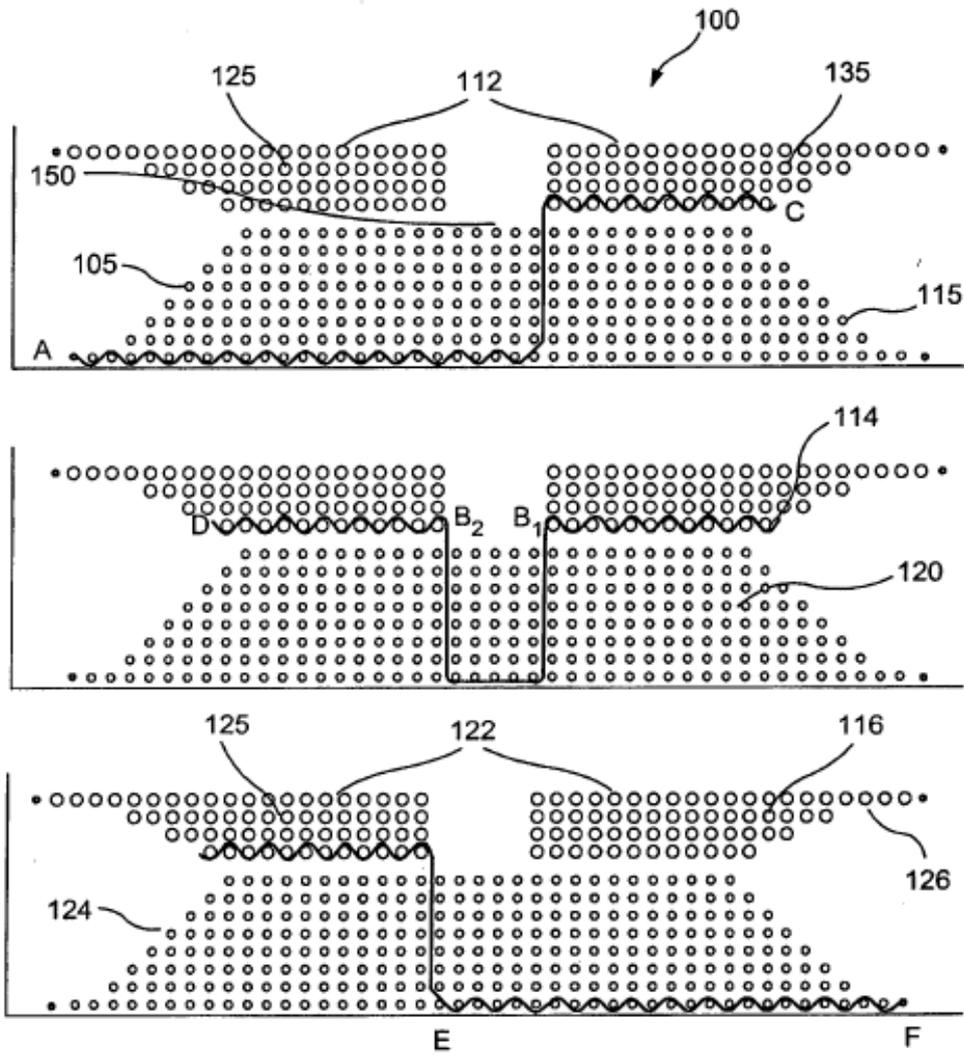
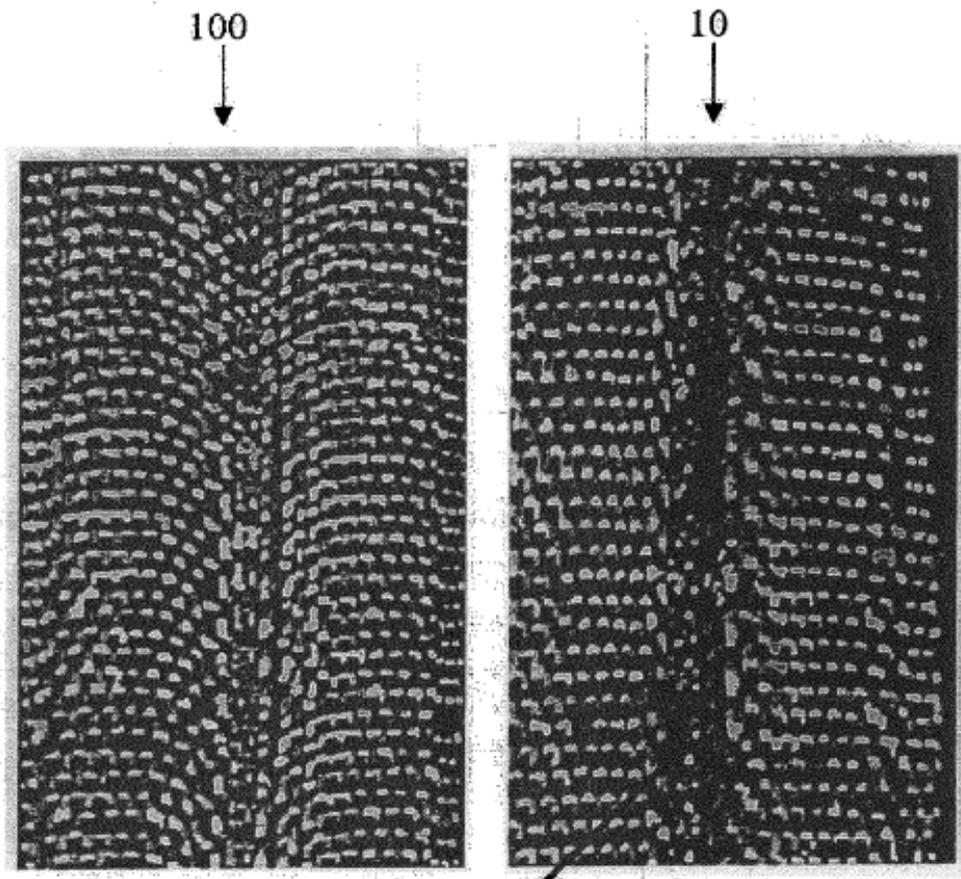


FIG. 1



30 (ESTADO DEL ARTE)

FIG. 2(a)

FIG. 2(b)

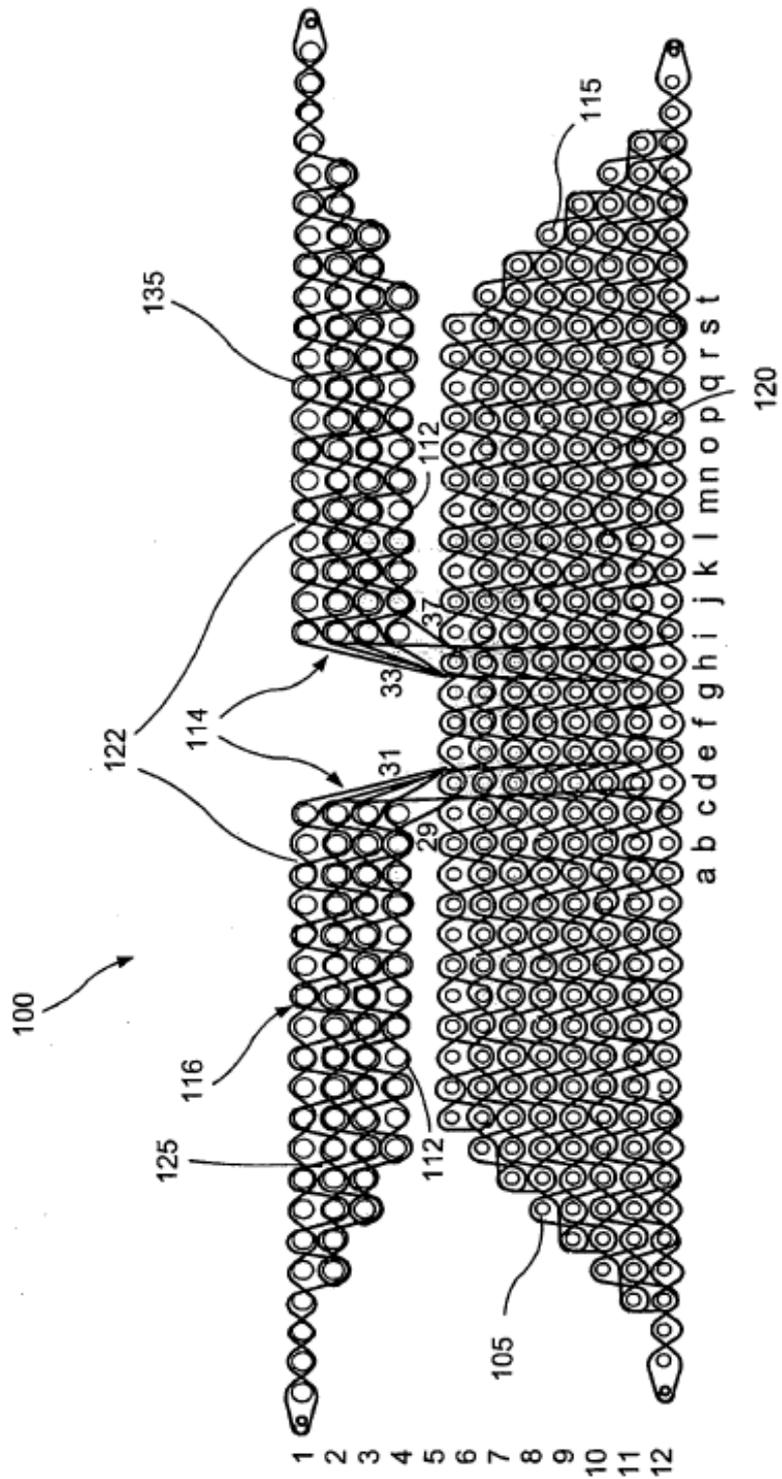


FIG. 3

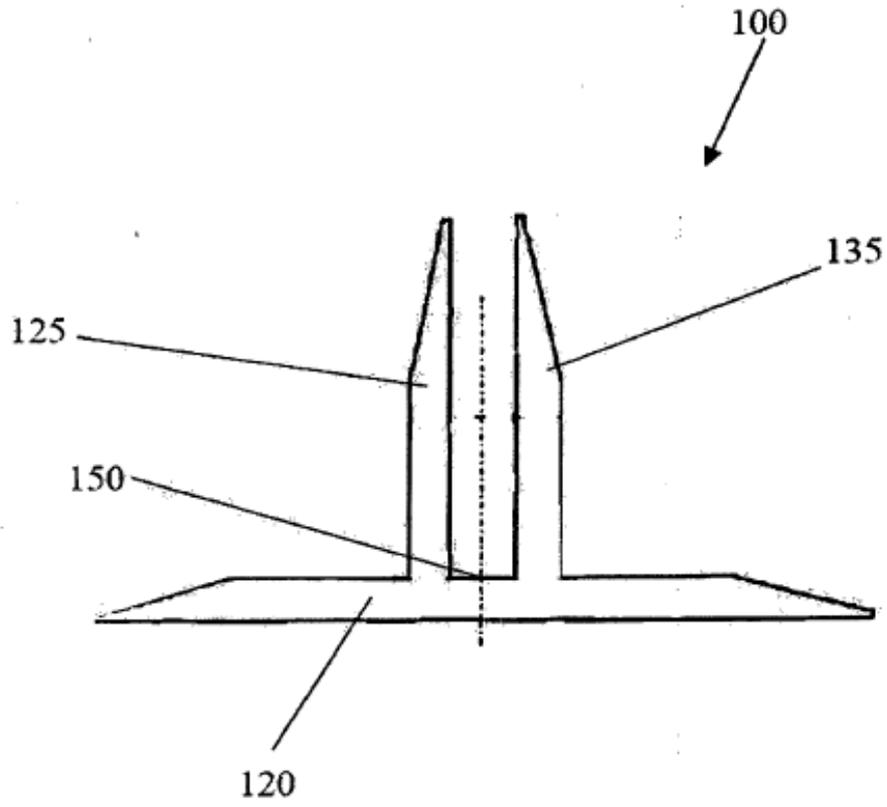


FIG. 4

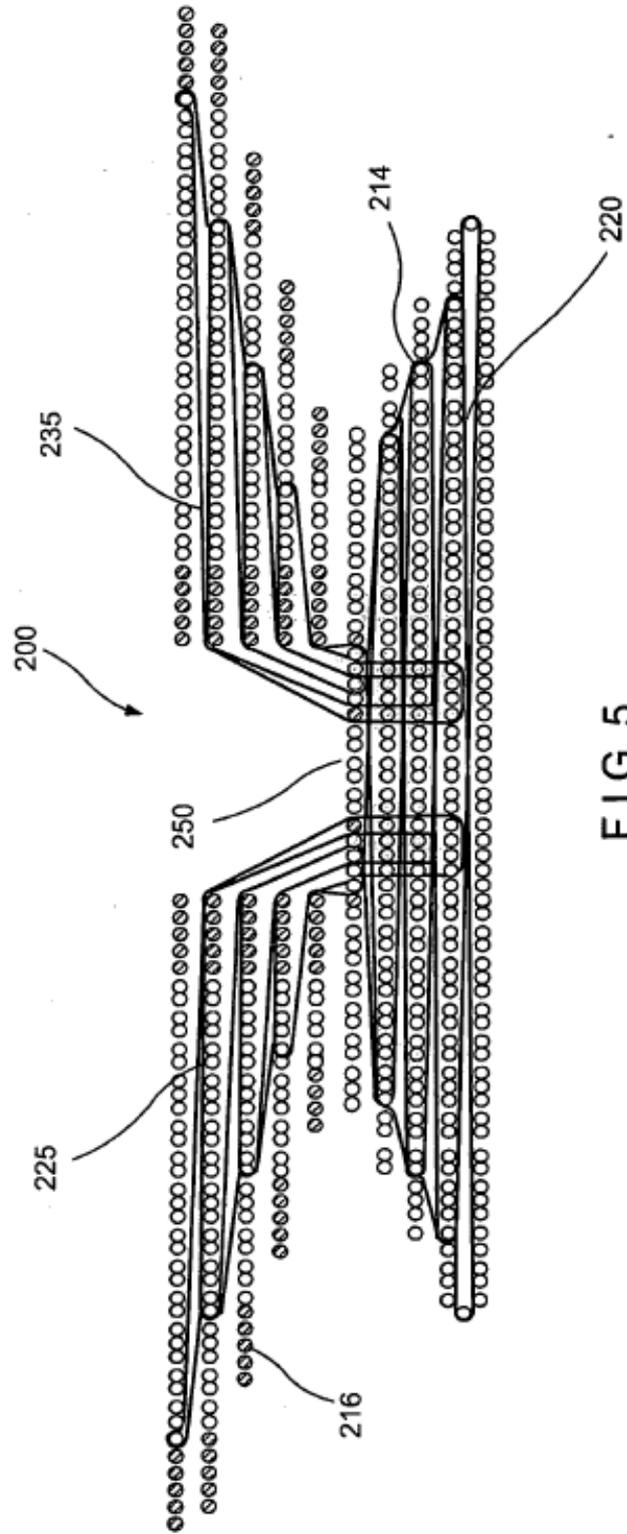
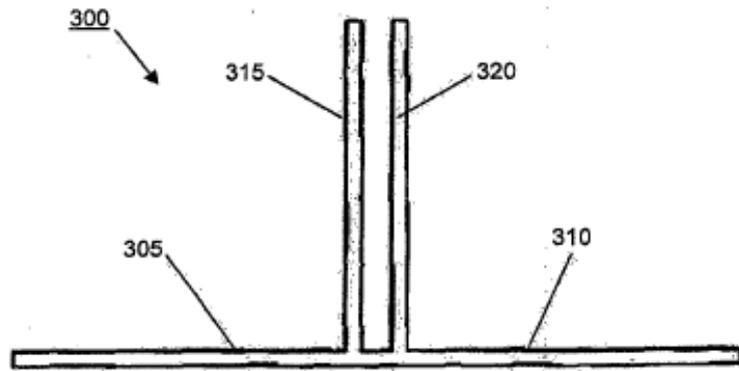
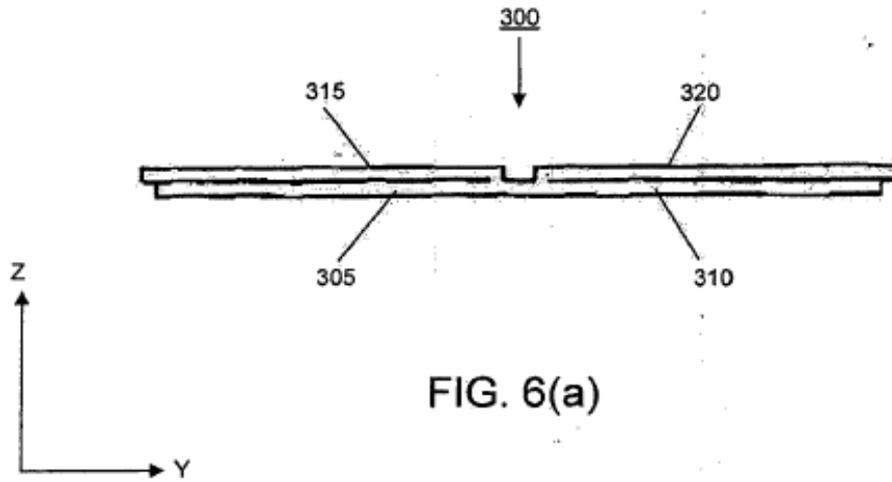


FIG. 5



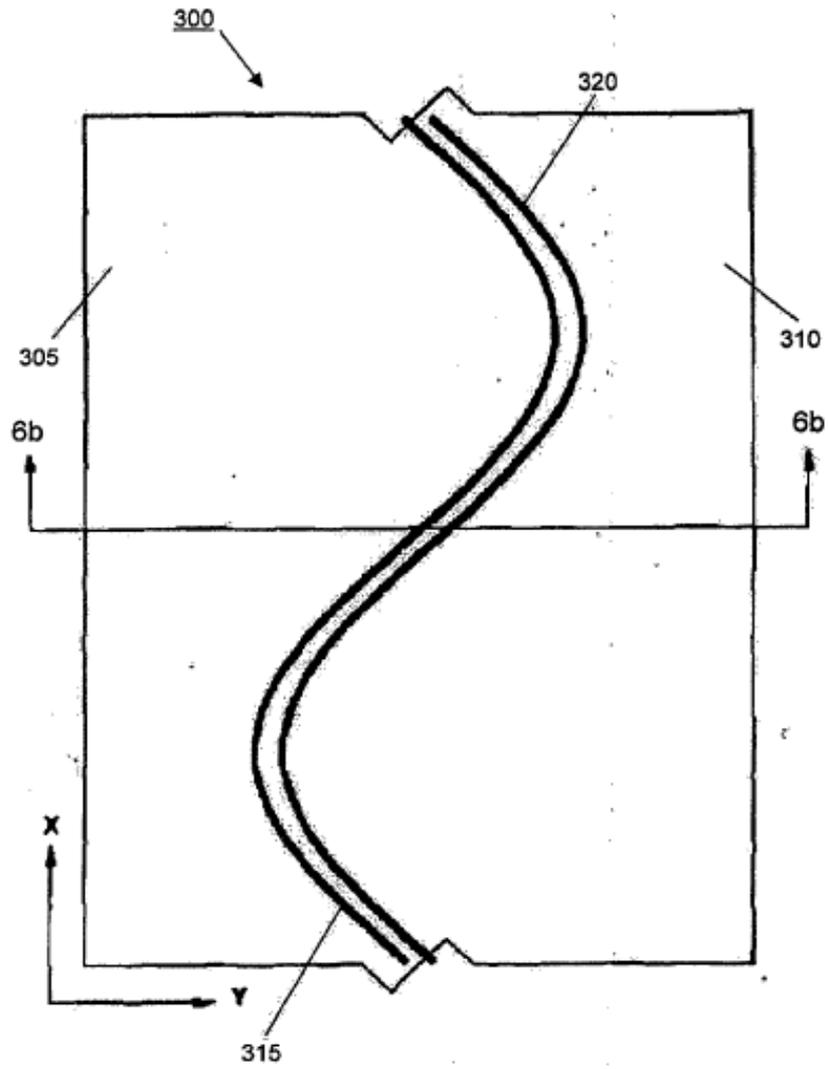


FIG. 6(c)

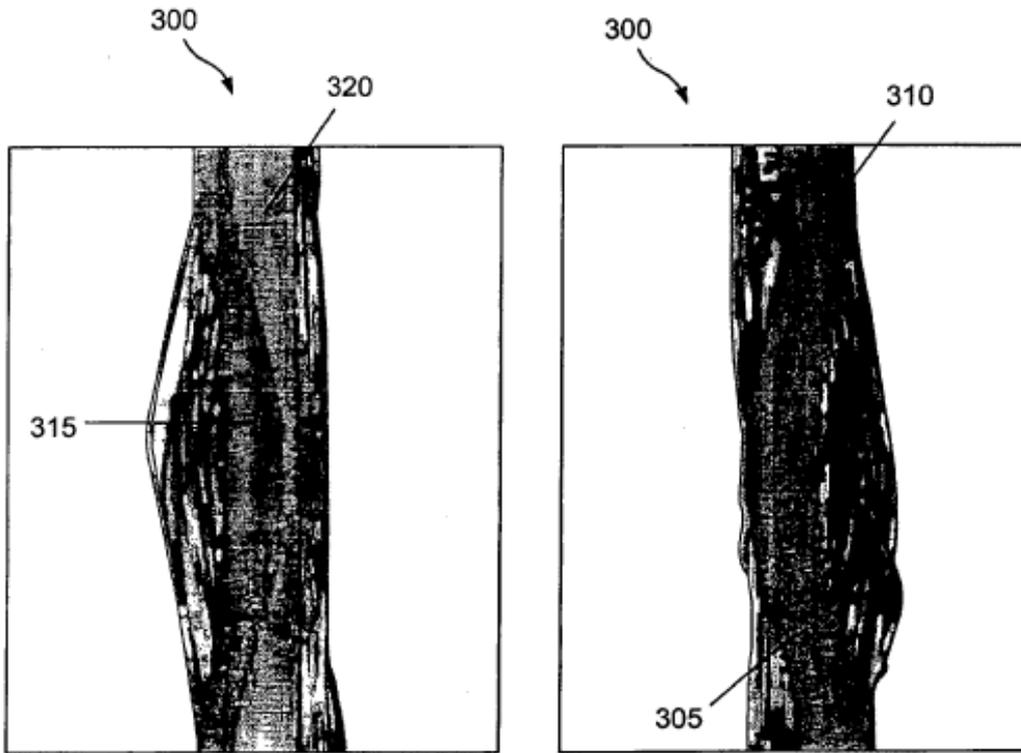


FIG. 7(a)

FIG. 7(b)

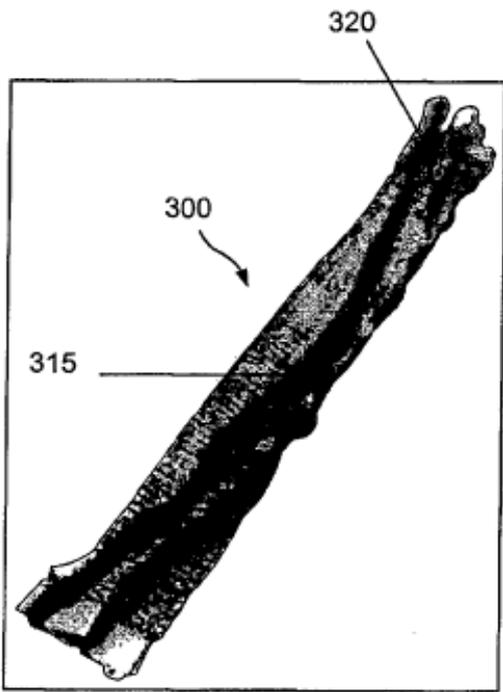


FIG. 7(c)

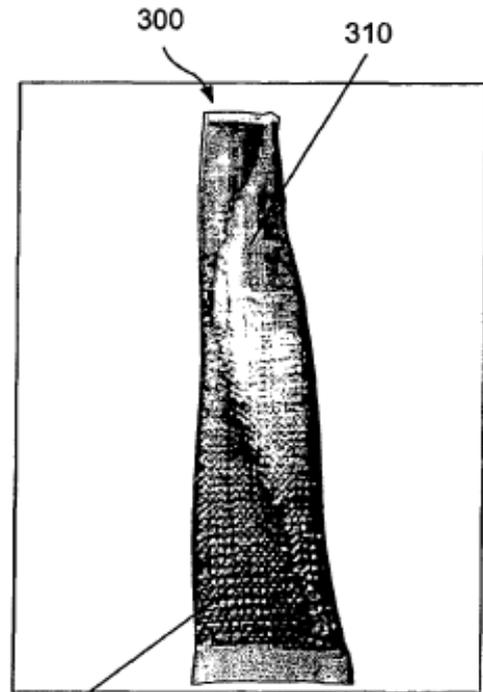


FIG. 7(d)

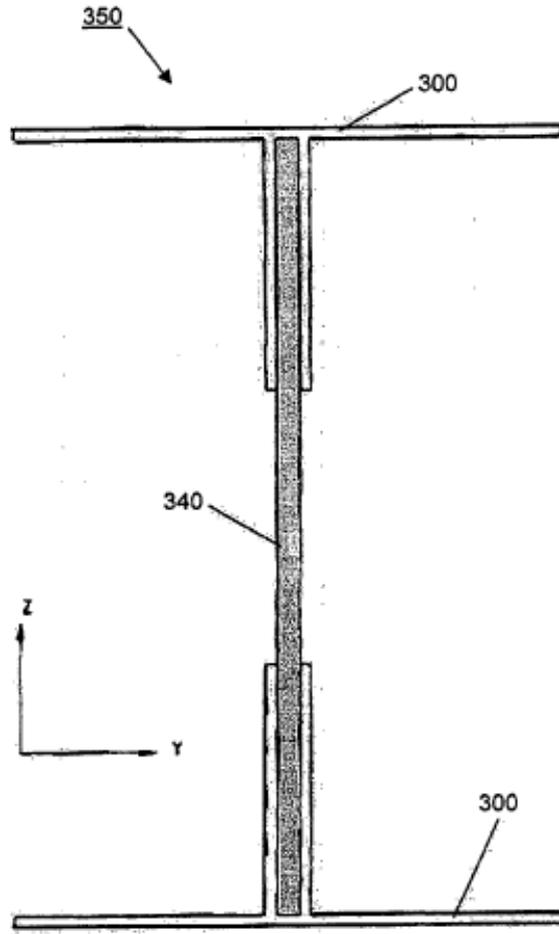


FIG. 8

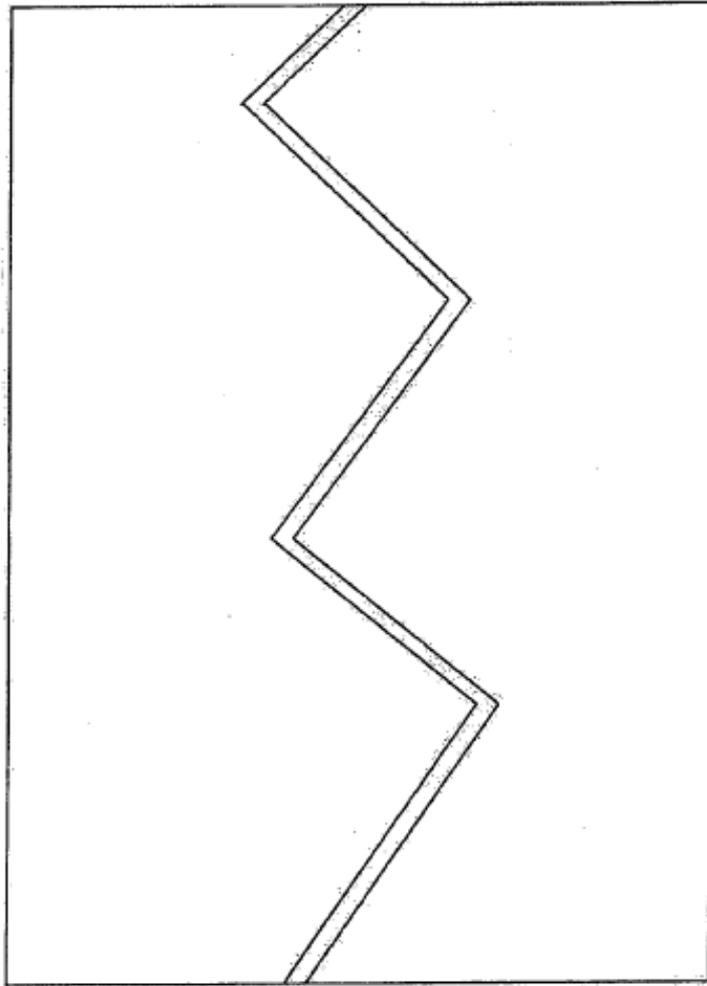


FIG. 9

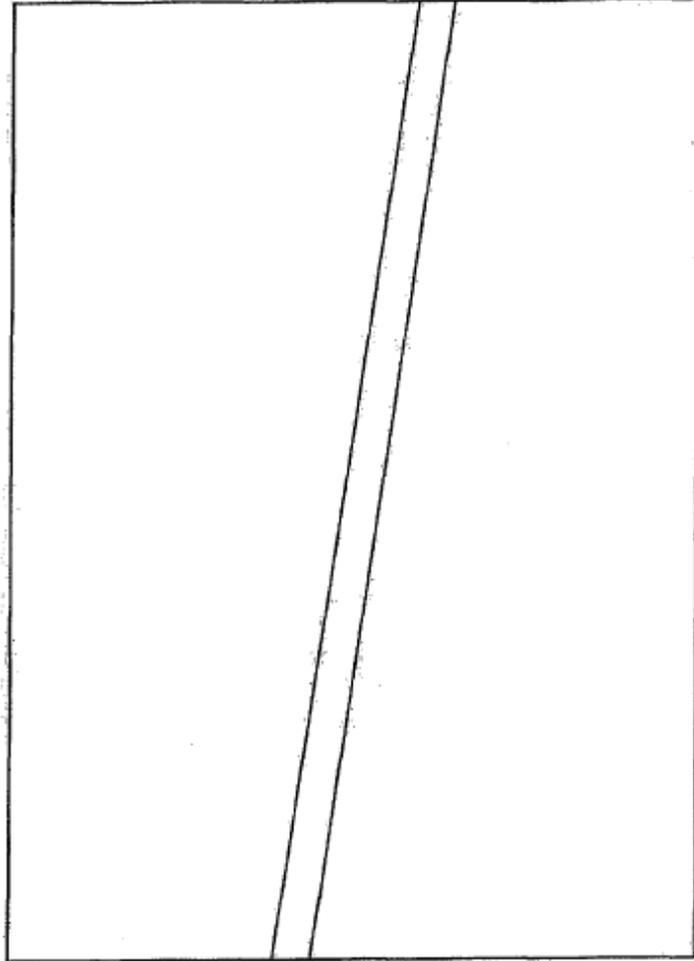


FIG. 10