

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 749 216**

51 Int. Cl.:

B29D 99/00 (2010.01)

B29C 70/30 (2006.01)

B32B 5/12 (2006.01)

B32B 5/26 (2006.01)

B32B 37/00 (2006.01)

B32B 37/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.04.2015** E 15165617 (0)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.07.2019** EP 2977192

54 Título: **Fideo unidireccional con camisa de tejido y su método de construcción**

30 Prioridad:

25.07.2014 US 201414340982

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

19.03.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**ZARFOS, JOSHUA;
ANDRYUKOV, VLADISLAV A y
CAMPBELL, DARRELL D**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 749 216 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

Fideo unidireccional con camisa de tejido y su método de construcción

Campo

5 Esta divulgación se refiere a un fideo de relleno de radio de material compuesto para un larguero o larguerillo curado conjuntamente utilizado en la construcción aeronáutica.

Antecedentes

10 En las construcciones normales de largueros o larguerillos de material compuesto para aeronaves, dos canales de material compuesto en forma de "c" se juntan uno contra otro para formar el alma central y las alas superior e inferior del larguero. Cada uno de los dos canales está construido con una pluralidad de capas de polímero reforzado con fibra que han sido preimpregnadas con una resina, o capas de preimpregnado. Cuando los dos canales en forma de "c" se juntan, los radios de los canales donde el alma central pasa a las alas forman un pequeño espacio en forma de v a lo largo de los centros de las alas superior e inferior. Un relleno de radio de material compuesto, comúnmente llamado "fideo", se emplea normalmente para rellenar estos huecos.

15 Se han construido fideos con cinta preimpregnada unidireccional. También se han construido fideos con tejido preimpregnado. Independientemente de la construcción, los fideos se colocan en los espacios en las alas superior e inferior del larguero de material compuesto y se curan conjuntamente con los canales del larguero.

20 Durante el curado, las temperaturas normalmente alcanzan los 350 grados Fahrenheit. El calentamiento del larguero y su posterior enfriamiento a temperatura ambiente puede causar grietas en el fideo. El fideo en la construcción del larguero final también puede agrietarse debido a las tensiones mecánicas y/o térmicas ejercidas sobre el larguero durante el uso en una aeronave. Las grietas en el fideo debilitan todo el larguero. Por lo tanto, es deseable mejorar la resistencia global del larguero de material compuesto evitando o reduciendo la propagación de grietas a través de los fideos empleados en la construcción del larguero.

25 El documento WO01/62495 divulga un material compuesto laminado (multicapa) que incluye una pluralidad de capas reforzadas de tejido entrelazado cortadas para llenar un espacio de radio (incluyendo, si procede, el sobrellenado intencional) para aumentar la resistencia absoluta, aumentar la resistencia específica o reducir el coste al reducir el agrietamiento y la distorsión en el radio de un montaje de material compuesto. También describe un método de fabricación y un método de uso para dicho tipo de relleno de radio de material compuesto laminado.

30 El documento US4331723 divulga una estructura de material compuesto que tiene uniones reforzadas con insertos adherentes entre el revestimiento y el alma. Los insertos tienen forma de cuña, tienen lados laminados con refuerzo en dos direcciones, un núcleo reforzado y los laminados están cosidos juntos adyacentes al núcleo.

35 El documento EP2727711 divulga un relleno de radio de material compuesto que tiene dos o más laminados de radio. Cada laminado de radio tiene un laminado de capas de material compuesto apiladas formadas en un radio deseado con una orientación radial deseada de las capas de material compuesto apiladas. Cada laminado de radio es preferentemente recortado para tener al menos un lado alineado adyacente a los otros para formar un relleno de radio de material compuesto que tenga una forma esencialmente correspondiente a una zona de relleno de radio de una estructura de material compuesto.

40 El documento EP2666622 divulga un montaje de transición de rigidizador de revestimiento con un revestimiento y dos preformas de tejido reforzado con fibra en forma de L para una pestaña y un relleno de refuerzo de material compuesto integrado entre dicho revestimiento y dichas dos preformas de tejido reforzado con fibra en forma de L. El revestimiento comprende dos capas de revestimiento separadas y la pestaña comprende una capa de pestaña, cada una de dichas capas de revestimiento y dicha capa de pestaña están provistas de recortes a lo largo de un lado. Dichas capas de revestimiento y la capa de pestaña están unidas al relleno de refuerzo de material compuesto con al menos uno de sus recortes a un lado de la sección transversal esencialmente poligonal del relleno de refuerzo de material compuesto y con al menos uno de sus recortes adyacentes a otro lado de la sección transversal esencialmente poligonal del relleno de refuerzo de material compuesto. También se divulga el método de fabricación de dicho montaje de transición de rigidizador de revestimiento y aplicaciones de dicho montaje de transición de rigidizador de revestimiento.

50 El documento WO2009/140555 divulga un rigidizador de material compuesto fabricado utilizando preformas de cinta de material compuesto laminada unidireccional. El rigidizador incluye un vacío que es reforzado con un relleno recubierto con un adhesivo estructural. Las superficies de las preformas que rodean el vacío incluyen una capa de tejido de material compuesto que se adhiere al relleno mediante el adhesivo, lo que aumenta la resistencia de los rigidizadores alrededor del vacío y mejora la resistencia a la tracción del rigidizador.

El documento US5650229 divulga un relleno de fibra para rellenar vacíos entre capas de fibra acopladas, por ejemplo, como ocurre en la preparación de un montaje de preforma para formar un miembro estructural en forma de T. El relleno de fibra comprende una pluralidad de fibras unidireccionales, conformadas para adaptarse a la forma del vacío y un estabilizador entremezclado con las fibras unidireccionales. El estabilizador está presente en una cantidad suficiente para mantener las fibras juntas en la forma del vacío, pero por debajo de una cantidad que inhibiría el flujo de resina durante la inyección posterior, de modo que el relleno de fibra está completamente integrado en la pieza final.

Resumen

En este contexto, se divulga un fideo de relleno de radio de material compuesto que comprende: un núcleo con una configuración de sección transversal triangular y una primera, segunda y tercera superficies que se extienden a lo largo de una longitud del núcleo; una pluralidad de primeras tiras de tejido preimpregnado apiladas en la primera superficie del núcleo, la pluralidad de las primeras tiras que tiene longitudes que se extienden completamente a lo largo de la longitud del núcleo; una pluralidad de segundas tiras de tejido preimpregnado apiladas en la segunda superficie del núcleo, la pluralidad de las segundas tiras de tejido que tiene longitudes que se extienden completamente a lo largo de la longitud del núcleo y una pluralidad de terceras tiras de tejido preimpregnado apiladas en la tercera superficie del núcleo, la pluralidad de las terceras tiras de tejido que tiene longitudes que se extienden completamente a lo largo de la longitud del núcleo, en donde: la pluralidad de las primeras tiras tiene diferentes espesores.

En términos más generales, la divulgación se refiere a un fideo de relleno de radio de material compuesto y a su método de construcción que impide la propagación de grietas a través del fideo. El fideo está construido básicamente a partir de cinta preimpregnada unidireccional de material compuesto y tiras de tejido preimpregnado de material compuesto. La cinta y las tiras se unen de acuerdo con el método de esta divulgación para construir un fideo donde, en caso de que se formen grietas en el núcleo del fideo, se impida que las grietas se propaguen a la superficie exterior del fideo y al resto de la estructura del larguero.

El núcleo de fideo tiene una configuración de sección transversal triangular y una longitud que es determinada para rellenar la longitud de un espacio en el larguero con el que se va a utilizar el fideo. La configuración triangular del núcleo proporciona la primera, segunda y tercera superficies exteriores del núcleo que se extienden a lo largo de la longitud del núcleo. El núcleo está construido con cinta preimpregnada unidireccional que se extiende a lo largo de la longitud del núcleo. De acuerdo con el método de fabricación del fideo, la cinta preimpregnada unidireccional podría ser pultrusionada o bien troquelada en la configuración de sección transversal triangular del núcleo.

Una primera tira de tejido preimpregnado cubre la primera superficie del núcleo. La primera tira tiene una longitud que se extiende completamente a lo largo de la longitud de la primera superficie del núcleo y un ancho que se extiende completamente a través de la primera superficie del núcleo.

Una segunda tira de tejido preimpregnado cubre la segunda superficie del núcleo. La segunda tira tiene una longitud que se extiende completamente a lo largo de la longitud de la segunda superficie del núcleo y un ancho que se extiende completamente a través de la segunda superficie del núcleo.

Una tercera tira de tejido preimpregnado cubre la tercera superficie del núcleo. La tercera tira tiene una longitud que se extiende completamente a lo largo de la longitud de la tercera superficie del núcleo y un ancho que se extiende completamente a través de la tercera superficie del núcleo.

Una cuarta tira de tejido preimpregnado cubre la primera tira en la primera superficie del núcleo. La cuarta tira tiene una longitud que se extiende completamente a través de la longitud de la primera tira. En un modo de realización la cuarta tira tiene un ancho que es mayor que el ancho de la primera tira. En otro modo de realización el ancho de la cuarta tira es más pequeño que el ancho de la primera tira.

Una quinta tira de tejido preimpregnado cubre la segunda tira en la segunda superficie del núcleo. La quinta tira tiene una longitud que se extiende completamente a lo largo de la longitud de la segunda tira. En un modo de realización, la quinta tira tiene un ancho que es mayor que el ancho de la segunda tira. En otro modo de realización la quinta tira tiene un ancho que es más pequeño que el ancho de la segunda tira.

Una sexta tira de tejido preimpregnado cubre la tercera tira en la tercera superficie del núcleo. La sexta tira de tejido tiene una longitud que se extiende completamente a lo largo de la longitud de la tercera tira. En un modo de realización, la sexta tira tiene un ancho que es mayor que el ancho de la tercera tira. En otro modo de realización la sexta tira tiene un ancho que es más pequeño que el ancho de la tercera tira.

Una séptima tira de tejido preimpregnado cubre la cuarta tira y la primera tira. La séptima tira tiene una longitud que se extiende completamente a lo largo de la longitud de la cuarta tira. En un modo de realización, la séptima tira tiene

un ancho que se extiende completamente a través de la cuarta tira. En otro modo de realización la séptima tira tiene un ancho que es más pequeño que el ancho de la cuarta tira.

5 Una octava tira de tejido preimpregnado cubre la quinta tira y la segunda tira. La octava tira tiene una longitud que se extiende completamente a lo largo de la longitud de la quinta tira. En un modo de realización, la octava tira tiene un ancho que se extiende completamente a través del ancho de la quinta tira. En otro modo de realización la octava tira tiene un ancho que es más pequeño que el ancho de la quinta tira.

10 Una novena tira de tejido preimpregnado cubre la sexta tira y la tercera tira. La novena tira tiene una longitud que se extiende completamente a lo largo de la longitud de la sexta tira. En un modo de realización, la novena tira tiene un ancho que se extiende completamente a través del ancho de la sexta tira. En otro modo de realización la novena tira tiene un ancho que es más pequeño que el ancho de la sexta tira.

15 En la construcción del fideo descrito anteriormente, las múltiples capas de tiras de tejido en la superficie exterior del núcleo del fideo permiten reducir el tamaño del núcleo del fideo, reduciendo de este modo la posibilidad de que se formen en el núcleo grietas de matriz inducidas térmicamente. La camisa de tejido producida por las múltiples capas de tiras de tejido en las superficies exteriores del núcleo proporciona un material de mayor resistencia a la fractura en el exterior del núcleo y una difícil trayectoria de grietas al exterior del fideo con el propósito de evitar que las grietas se propaguen fuera del núcleo del fideo. Todo esto se logra sin afectar la configuración del exterior del fideo. El núcleo unidireccional del fideo se puede producir a gran velocidad con las máquinas de pultrusión existentes, y las tiras de tejido de las superficies exteriores del núcleo se pueden instalar en las cargas del larguero o larguerillo al mismo tiempo que se instala el núcleo unidireccional. El número y la orientación de las tiras de tejido se pueden
20 ajustar para lograr el nivel deseado de resistencia mecánica. Cambiar el número de tiras de tejido en las superficies exteriores del núcleo también permite ajustar el tamaño del núcleo, lo cual es deseable para lograr un núcleo preferiblemente más pequeño con el fin de prevenir grietas, mientras se mantiene un núcleo lo suficientemente grande como para ser producido a altas velocidades por pultrusión. Las múltiples capas de tiras de tejido se pueden
25 ensamblar en las superficies exteriores del núcleo, o se pueden ensamblar en una herramienta plana en una configuración plana de las tiras antes de que se ensamblen en una superficie del núcleo.

Las propiedades, funciones y ventajas que han sido expuestas pueden lograrse independientemente en varios modos de realización o pueden combinarse en otros modos de realización, más detalles de los cuales pueden apreciarse haciendo referencia a la siguiente descripción y dibujos.

Breve descripción de los dibujos

30 Otras propiedades de la materia de esta divulgación se enuncian en la siguiente descripción y figuras de dibujo.

La figura 1 es un diagrama de flujo de la producción aeronáutica y la metodología de servicios.

La figura 2 es un diagrama de bloques de una aeronave.

35 La figura 3 es una representación de una vista en perspectiva parcial del fideo de relleno de radio de material compuesto de esta divulgación instalado en un espacio en forma de v formado por dos canales de material compuesto en forma de "c" adosados por el alma.

La figura 4 es una representación de una vista en alzado final del fideo que ha sido construida de acuerdo con un método de construcción.

La figura 5 es una representación de una vista en alzado de extremo de las capas de tiras de tejido preimpregnado empleadas en la práctica del método de construcción del fideo.

40 La figura 6 es una representación de una vista en alzado de extremo de las capas de tiras de tejido preimpregnado empleadas en el método de construcción del fideo.

La figura 7 es una representación de una vista en alzado de extremo de una variante del modo de realización del fideo.

La figura 8 es una representación de una variante de un modo de realización de construcción del fideo.

45 La figura 9 es una representación de una vista de extremo de una variante de un modo de realización del fideo construida de acuerdo con el método de la figura 8.

La figura 10 es una representación de una interacción entre un par de tiras de tejido preimpregnado que se unen a lo largo de un borde del vértice del fideo.

La figura 11 es una representación de una interacción entre un par de tiras de tejido preimpregnado que se unen a lo largo de un borde del vértice del fideo.

5 La figura 12 es una representación de una interacción entre un par de tiras de tejido preimpregnado que se unen a lo largo de un borde del vértice del fideo.

La figura 13 es una representación de una interacción entre un par de tiras de tejido preimpregnado que se unen a lo largo de un borde del vértice del fideo.

10 La figura 14 es una representación de una interacción entre un par de tiras de tejido preimpregnado que se unen a lo largo de un borde del vértice del fideo.

La figura 15 es una representación de la interacción entre un par de tiras de tejido preimpregnado que se unen a lo largo de un borde del vértice del fideo.

La figura 16 es una representación de la interacción entre un par de tiras de tejido preimpregnado que se unen a lo largo de un borde del vértice del fideo.

15 La figura 17 es una representación de la interacción entre un par de tiras de tejido preimpregnado que se unen a lo largo de un borde del vértice del fideo.

La figura 18 es una representación de la interacción entre un par de tiras de tejido preimpregnado que se unen a lo largo de un borde del vértice del fideo.

20 La figura 19 es una representación de la interacción entre un par de tiras de tejido preimpregnado que se unen a lo largo de un borde del vértice del fideo.

La figura 20 es una representación de la interacción entre un par de tiras de tejido preimpregnado que se unen a lo largo de un borde del vértice del fideo.

La figura 21 es una representación de la interacción entre un par de tiras de tejido preimpregnado que se unen a lo largo de un borde del vértice del fideo.

25 Descripción detallada

Refiriéndose más concretamente a los dibujos, los modos de realización de la divulgación pueden ser descritos en el contexto de un método 10 de fabricación y servicio de aeronaves como se muestra en la figura 1 y una aeronave 12 como se muestra en la figura 2. Durante la preproducción, el método 10 de ejemplo puede incluir la especificación y el diseño 14 de la aeronave 12 y la adquisición 16 de material. Durante la producción, se lleva a cabo la fabricación 18 de componentes y subconjuntos y la integración 20 de sistemas de la aeronave 12. A partir de ese momento, la aeronave 12 puede pasar por el proceso de certificación y entrega 22 para ser puesta en servicio 24. Mientras la aeronave 12 está en servicio por parte de un cliente, tiene programado un mantenimiento y un servicio 26 periódico (que también puede incluir modificación, reconfiguración, restauración, etc.).

35 Cada uno de los procesos del método 10 puede ser realizado o llevado a cabo por un integrador de sistemas, una tercera parte y/o un operador (por ejemplo, un cliente). Para los propósitos de esta descripción, un integrador de sistemas puede incluir, sin limitación, cualquier número de fabricantes de aeronaves y subcontratistas de los sistemas principales; una tercera parte puede incluir, sin limitación, cualquier número de vendedores, subcontratistas y proveedores; y un operador puede ser una aerolínea, una compañía de arrendamiento, una entidad militar, una organización de servicio, y demás.

40 Como se muestra en la figura 2, la aeronave 12 producida por el método 10 de ejemplo puede incluir un fuselaje 28 con una pluralidad de sistemas 30 y un interior 32. Ejemplos de sistemas 30 de alto nivel incluyen uno o más de un sistema 34 de propulsión, un sistema 36 eléctrico, un sistema 36 hidráulico y un sistema 38 ambiental. Se puede incluir cualquier otro número de sistemas. Aunque se muestra un ejemplo aeroespacial, los principios de la invención pueden aplicarse a otras industrias, como la industria automovilística.

45 Los aparatos y métodos incluidos en el presente documento pueden emplearse durante cualquiera o más de las etapas del método 10 de producción y servicio. Por ejemplo, los componentes o subconjuntos correspondientes al proceso 18 de producción pueden fabricarse o manufacturarse de manera similar a los componentes o subconjuntos

producidos mientras la aeronave 12 está en servicio. También, se pueden utilizar uno o más modos de realización de aparatos, modos de realización de métodos o una combinación de los mismos durante las etapas de producción 18 y 20, por ejemplo, agilizando sustancialmente el montaje de o reduciendo el coste de una aeronave 12. De manera similar, uno o más de los modos de realización de aparatos, modos de realización de métodos o una combinación de los mismos pueden utilizarse mientras la aeronave 12 está en servicio, por ejemplo y sin limitación, para mantenimiento y servicio 26.

La figura 3 es una representación de una vista en perspectiva parcial del fideo 40 de relleno de radio de material compuesto de esta divulgación instalado en un espacio 42 en forma de v formado por dos canales 44, 46 de material compuesto en forma de c adosados por el alma. Sólo las porciones superiores de los canales 44, 46 en forma de c están representadas en la figura 3. Los canales 44, 46 en forma de c se utilizan en la construcción normal de largueros o larguerillos de material compuesto para aeronaves. Los dos canales 44, 46 están cada uno construido de una pluralidad de capas preimpregnado. Los dos canales 14, 16 se juntan uno con otro para formar el alma 48 central del larguero y las alas superior 50 e inferior del larguero, mostrándose sólo el ala superior en la figura 3. Como se muestra en la figura 3, el fideo 40 de esta divulgación está construido para llenar el espacio 42 en forma de v formado en las alas superior e inferior del larguero.

Haciendo referencia a la figura 4, se representa una vista de extremo del fideo 40 mostrando detalles de su construcción. El fideo 40 se muestra girado 180° desde su orientación representada en la figura 3. El fideo está construido básicamente a partir de cinta preimpregnada unidireccional de material compuesto y tiras de tejido preimpregnado de material compuesto. La cinta y las tiras se unen de acuerdo con el método de esta divulgación para construir el fideo 40 donde, en caso de que se formen grietas en el núcleo del fideo, se impide que las grietas se propaguen a la superficie exterior del fideo.

El fideo 40 está construido con un núcleo 54 que tiene una configuración de sección transversal triangular. El núcleo 54 tiene una longitud que se determina para rellenar el espacio en forma de v en el larguero en el que se va a utilizar el fideo. La configuración triangular del núcleo 54 da al núcleo una primera 56, segunda 58 y tercera 60 superficies exteriores. Cada una de estas superficies exteriores se extiende por la longitud del núcleo 54. La primera superficie 56 del núcleo es plana. Esta superficie se extenderá a través de la parte superior del espacio 42 formado en el centro de la pestaña del larguero 50. La segunda 58 y la tercera 60 superficies son curvas. Estas superficies coincidirán con la curvatura de los radios formados en la parte inferior del espacio 12 en forma de v. El núcleo 54 está construido con cinta preimpregnada unidireccional que se extiende a lo largo de la longitud del núcleo. El núcleo 54 llena toda la zona dentro de las capas de tiras que se describirán, mientras que el núcleo 54 se extiende completamente hasta los vértices entre las tiras del fideo triangular. No se utilizan otros materiales en la construcción del núcleo 24. De acuerdo con un método de fabricación del fideo 10, la cinta preimpregnada unidireccional podría ser pultrusionada o bien troquelada en la configuración de sección transversal triangular del núcleo mostrado.

Una primera tira 64 de tejido preimpregnado cubre la primera superficie 56 del núcleo. La primera tira 64 tiene una longitud que se extiende completamente a lo largo de la longitud de la primera superficie 56 del núcleo y un ancho que se extiende completamente a través de la primera superficie 56 del núcleo. En el ejemplo del fideo 40 representado en las figuras de dibujo, el ancho de la primera tira 64 es de aproximadamente 0,738 pulgadas (1,874 cm).

Una segunda tira 66 de tejido preimpregnado cubre la segunda superficie 58 del núcleo. La segunda tira 66 tiene una longitud que se extiende completamente a lo largo de la longitud de la segunda superficie 58 del núcleo y un ancho que se extiende completamente a través de la segunda superficie 58 del núcleo. En el ejemplo del fideo 40 representado en las figuras de dibujo, el ancho de la segunda tira 66 es de aproximadamente 0,593 pulgadas (1,506 cm).

Una tercera tira 68 de tejido preimpregnado cubre la tercera superficie 60 del núcleo. La tercera tira 68 tiene una longitud que se extiende completamente a lo largo de la longitud de la tercera superficie 60 del núcleo y un ancho que se extiende completamente a través de la tercera superficie 60 del núcleo. En el ejemplo del fideo 40 representado en las figuras de dibujo, el ancho de la tercera tira 68 es esencialmente el mismo que el ancho de la segunda tira 66, 0,593 pulgadas (1,506 cm).

Una cuarta tira 72 de tejido preimpregnado cubre la primera tira 64 en la primera superficie 56 del núcleo. La cuarta tira 72 tiene una longitud que se extiende completamente a través de la longitud de la primera tira 64. En el modo de realización mostrado en la figura 4, la cuarta tira 72 tiene un ancho que es mayor que el ancho de la primera tira 64. En otro modo de realización el ancho de la cuarta tira 72' es más pequeño que el ancho de la primera tira 64'. Este modo de realización se representa en las figuras 8 y 9.

Una quinta tira 74 de tejido preimpregnado cubre la segunda tira 66 en la segunda superficie 58 del núcleo. La quinta tira 74 tiene una longitud que se extiende completamente a lo largo de la longitud de la segunda tira 66. En el modo de realización mostrado en la figura 4, la quinta tira 74 tiene un ancho que es mayor que el ancho de la

segunda tira 66. En otro modo de realización la quinta tira 74' tiene un ancho que es más pequeño que el ancho de la segunda tira 66'. Este modo de realización se representa en las figuras 8 y 9.

5 Una sexta tira 76 de tejido preimpregnado cubre la tercera tira 68 en la tercera superficie 60 del núcleo. La sexta tira 76 tiene una longitud que se extiende completamente a lo largo de la longitud de la tercera tira 68. En el modo de realización mostrado en la figura 4, la sexta tira 76 tiene un ancho que es mayor que el ancho de la tercera tira 68. En otro modo de realización la sexta tira 76' tiene un ancho que es más pequeño que el ancho de la tercera tira 68'. Este modo de realización se representa en las figuras 8 y 9.

10 Una séptima tira 80 de tejido preimpregnado cubre la cuarta tira 72 y la primera tira 64. La séptima tira 80 tiene una longitud que se extiende completamente a lo largo de la longitud de la cuarta tira 72. En el modo de realización mostrado en la figura 4, la séptima tira 80 tiene un ancho que es mayor que y se extiende completamente a través de la cuarta tira 72. En otro modo de realización la séptima tira 80' tiene un ancho que es más pequeño que el ancho de la cuarta tira 72'. Este modo de realización se representa en las figuras 8 y 9.

15 Una octava tira 82 de tejido preimpregnado cubre la quinta tira 74 y la segunda tira 66. La octava tira 82 tiene una longitud que se extiende completamente a lo largo de la longitud de la quinta tira 74. En el modo de realización mostrado en la figura 4, la octava tira 82 tiene un ancho que es mayor que y se extiende completamente a través del ancho de la quinta tira 74. En otro modo de realización la octava tira 82' tiene un ancho que es más pequeño que el ancho de la quinta tira 74'. Este modo de realización se representa en las figuras 8 y 9.

20 Una novena tira 84 de tejido preimpregnado cubre la sexta tira 76 y la tercera tira 68. La novena tira 84 tiene una longitud que se extiende completamente a lo largo de la longitud de la sexta tira 76. En el modo de realización mostrado en la figura 4, la novena tira 84 tiene un ancho que es mayor que y se extiende completamente a través del ancho de la sexta tira 76. En otro modo de realización la novena tira 84' tiene un ancho que es más pequeño que el ancho de la sexta tira 76'. Este modo de realización se representa en las figuras 8 y 9.

25 Aunque el modo de realización del fideo 40 descrito anteriormente y mostrado en la figura 4 está construido con tres capas de tiras de tejido preimpregnado en cada una de las tres superficies del núcleo 54, el fideo podría ser construido con menos o más capas de tejido. Por ejemplo, el fideo representado en la figura 7 está construido con cuatro capas de tiras de tejido preimpregnado en cada una de las tres superficies del núcleo del fideo.

30 Cada una de las tiras del fideo 40 son cortadas a medida con la ayuda de una plantilla láser óptica (OLT). La OLT es básicamente un sistema láser de control numérico que se monta en un pórtico sobre una superficie de herramienta plana o sobre el larguero que se está construyendo. La OLT proyecta el contorno de cada una de las tiras sobre la herramienta o pieza a medida que se cortan las tiras y luego se colocan. Las tiras se colocan sobre cada contorno proyectado a medida que se apilan las tiras. Las pilas de tiras se colocan planas (dos, tres o cuatro tiras de alto) y se instalan (bien volteadas o no volteadas) en las superficies del canal con forma de c 44, 46 y las superficies del ala 50 superior del larguero que están adyacentes a la cavidad media o espacio 42. Cualquier sobrellenado del núcleo 54 es variable en función del ancho de la cinta preimpregnada unidireccional utilizada para producir el núcleo. El núcleo 35 54 puede ser producido o formado por cualquier método. Como ya se ha mencionado, la pultrusión es la opción actual de producción basada en la velocidad de producción. El número de tiras y el ancho de las tiras también son variables. Esta combinación permite más espacio de diseño que otros fideos. Por ejemplo, los resultados de las pruebas del método de elementos finitos (MEF) pueden utilizarse para determinar que el núcleo 54 necesita ser de un área determinada para minimizar las tensiones máximas. A continuación, las tiras se pueden dimensionar para conseguir el sobrellenado adecuado del espacio 42 y adaptar la cantidad de protección contra grietas (más tiras equivalen a más protección) y también la rigidez del laminado de tira (los resultados del MEF basados en la orientación del laminado de tira se pueden integrar rápidamente). Como alternativa, es posible diseñar dos fideos de diferentes tamaños que utilizan el mismo núcleo.

45 La figura 5 es una representación de la pila de tiras 64, 72, 80 que se aplican a la primera superficie 56 del núcleo. La figura 6 es una representación de la pila de tiras 66, 74, 82 que se aplican a la segunda superficie 58 del núcleo. La pila de tiras 68, 76, 84 aplicada a la tercera superficie 60 del núcleo tendría el mismo aspecto que la pila mostrada en la figura 6. Al construir el modo de realización del fideo 40 representado en la figura 4, las tiras son primero apiladas y luego volteadas antes de ser aplicadas a las superficies respectivas 56, 58, 60 del núcleo 54.

50 La figura 8 es una representación de las tiras cortadas que se aplican a las superficies del núcleo donde las tiras más anchas de las pilas se aplican a las superficies del núcleo. Esto produce el modo de realización del fideo 40' representado en la figura 9.

55 Las capas de tiras de tejido que se unen a lo largo de los bordes distales del vértice del fideo 40 se unen básicamente de tres maneras. Estas están representadas en las figuras 10-21 que muestran posibles interacciones entre los bordes distales de las tiras más anchas del fideo 40 al juntarse en un borde distal del vértice del fideo. Las figuras 10-21 representan ejemplos de las interacciones del borde de la séptima tira 80, 80' o la tira de base del fideo

con la novena tira 84, 84' o la tira lateral derecha del fideo como se muestra en las figuras 4, 7 y 9. Cabe señalar que las interacciones de la séptima tira 80, 80' o la tira de base del fideo 40 y la octava tira 82, 82' en el extremo distal izquierdo del vértice del fideo, como se muestra en las figuras 4, 7 y 9, serían una copia exacta de las interacciones mostradas en las figuras 10-21.

5 Como se representa en las figuras 10-13, el borde de extremo de la tira lateral más ancha o novena tira 84, 84' interactúa con el borde de extremo de la tira de base más ancha o séptima tira 80, 80' en un mismo punto terminal 90.

10 Como alternativa, el borde de extremo de la tira lateral más ancha o novena tira 84, 84' se extiende ligeramente más allá del borde de extremo de la tira de base más ancha o de la séptima tira 80, 80' como se representa en las figuras 14-17.

Adicionalmente, el borde de extremo de la tira de base más ancha o séptima tira 80, 80' se extiende ligeramente más allá del borde de extremo de la tira lateral más ancha o novena tira 84, 84' como se representa en las figuras 18-21.

15 Para cada una de las interacciones entre el borde de extremo de la tira lateral más ancha o novena tira 84, 84' y el borde de extremo de la tira de base más ancha o de la séptima tira 80, 80', los bordes de extremo de la tira pueden cortarse en cualquier ángulo de manera que los bordes de extremo de la tira terminen en un borde biselado como se representa en las figuras 10, 11, 14, 15, 18 y 19, o en bordes cuadrados como se representa en las figuras 12, 13, 16, 17, 20 y 21.

20 Además, el borde de extremo de la tira lateral más ancha o novena tira 84, 84' puede unirse con el borde de extremo de la tira de base más ancha o la séptima tira 80, 80' a lo largo de una pequeña área de cotangencia 92 como se representa en las figuras 10, 12, 14, 16, 18 y 20, o los bordes de extremo pueden encontrarse en un solo punto 94 como se representa en las figuras 11, 13, 15, 17, 19 y 21.

25 En la construcción del fideo descrito anteriormente, las múltiples capas de tiras de tejido en la superficie exterior del núcleo del fideo permiten reducir el tamaño del núcleo del fideo, reduciendo de este modo la posibilidad de que se formen grietas matriciales inducidas térmicamente en el núcleo. La camisa de tejido producida por las múltiples capas de tiras de tejido en las superficies exteriores del núcleo proporciona un material de mayor resistencia a la fractura en el exterior del núcleo y una difícil trayectoria de grietas hacia el exterior del fideo con el propósito de evitar que las grietas se propaguen fuera del núcleo del fideo. Todo esto se logra sin afectar la configuración del exterior del fideo. El núcleo unidireccional del fideo se puede producir a gran velocidad con las máquinas de pultrusión existentes, y las tiras de tejido de las superficies exteriores del núcleo se pueden instalar en las cargas del larguero o larguerillo al mismo tiempo que se instala el núcleo unidireccional. El número, el espesor y la orientación de las fibras de las tiras de tejido se pueden ajustar para lograr el nivel deseado de resistencia mecánica. Por ejemplo, la pluralidad de las primeras tiras podría tener fibras orientadas en diferentes direcciones. De acuerdo con la invención, la pluralidad de las primeras tiras tiene diferentes espesores. Además, la pluralidad de las segundas tiras también podría tener fibras orientadas en diferentes direcciones, etc. Cambiar el número de tiras de tejido en las superficies exteriores del núcleo también permite ajustar el tamaño del núcleo, lo cual es deseable para lograr un núcleo idealmente más pequeño con el fin de prevenir grietas, mientras se mantiene un núcleo lo suficientemente grande como para ser producido a altas velocidades por pultrusión. Las múltiples capas de tiras de tejido se pueden ensamblar en las superficies exteriores del núcleo, o se pueden ensamblar en una herramienta plana en una configuración plana de las tiras antes de que se ensamblen en una superficie del núcleo.

45 De acuerdo con un aspecto de la presente divulgación se proporciona un fideo de relleno de radio de material compuesto que comprende un núcleo con una configuración de sección transversal triangular y una primera, segunda y tercera superficies que se extienden a lo largo de una longitud del núcleo, estando el núcleo construido con cinta preimpregnada unidireccional que se extiende a lo largo de la longitud del núcleo, habiendo sido la cinta preimpregnada unidireccional pultruida en la sección transversal triangular del núcleo; una tira de tejido preimpregnado en la primera superficie del núcleo, la primera tira que tiene una longitud que se extiende completamente a lo largo de la longitud del núcleo y un ancho que se extiende completamente a través de la primera superficie del núcleo; una segunda tira de tejido preimpregnado en la segunda superficie del núcleo, la segunda tira que tiene una longitud que se extiende completamente a lo largo de la longitud del núcleo y un ancho que se extiende completamente a través de la segunda superficie del núcleo; y una tercera tira de tejido preimpregnado en la tercera superficie del núcleo, la tercera tira que tiene una longitud que se extiende completamente a lo largo de la longitud del núcleo y un ancho que se extiende completamente a través de la tercera superficie del núcleo.

55 De manera ventajosa, el fideo de relleno de radio de material compuesto comprende además una cuarta tira de tejido preimpregnado en la primera tira, teniendo la cuarta tira una longitud que se extiende completamente a lo largo de la longitud de la primera tira y un ancho que se extiende completamente a través de la primera tira; una quinta tira de tejido preimpregnado en la segunda tira, teniendo la quinta tira una longitud que se extiende completamente a lo largo de la longitud de la segunda tira y un ancho que se extiende completamente a través de la segunda tira; y una

sexta tira de tejido preimpregnado en la tercera tira, teniendo la sexta tira una longitud que se extiende completamente a lo largo de la longitud de la tercera tira y un ancho que se extiende completamente a través de la tercera tira.

5 De manera ventajosa, el fideo de relleno de radio de material compuesto comprende además una cuarta tira de tejido preimpregnado en la primera tira, teniendo la cuarta tira una longitud que se extiende completamente a lo largo de la longitud de la primera tira y un ancho que es más pequeño que el ancho de la primera tira; una quinta tira de tejido preimpregnado en la segunda tira, teniendo la quinta tira una longitud que se extiende completamente a lo largo de la longitud de la segunda tira y un ancho que es más pequeño que el ancho de la segunda tira; y una sexta tira de tejido preimpregnado en la tercera tira, teniendo la sexta tira una longitud que se extiende completamente a lo largo de la longitud de la tercera tira y un ancho que es más pequeño que el ancho de la tercera tira.

15 De manera ventajosa, el fideo de relleno de radio de material compuesto comprende además una séptima tira de tejido preimpregnado en la cuarta tira, teniendo la séptima tira una longitud que se extiende completamente a lo largo de la longitud de la cuarta tira y un ancho que se extiende completamente a través del ancho de la cuarta tira; una octava tira de tejido preimpregnado en la quinta tira, teniendo la octava tira una longitud que se extiende completamente a lo largo de la longitud de la quinta tira y un ancho que se extiende completamente a través del ancho de la quinta tira; y una novena tira de tejido preimpregnado en la sexta tira, teniendo la novena tira una longitud que se extiende completamente a lo largo de la longitud de la sexta tira y un ancho que se extiende completamente a través del ancho de la sexta tira.

20 De manera ventajosa, el fideo de relleno de radio de material compuesto comprende además una séptima tira de tejido preimpregnado en la cuarta tira, teniendo la séptima tira una longitud que se extiende completamente a lo largo de la longitud de la cuarta tira y un ancho que es más pequeño que el ancho de la cuarta tira; una octava tira de tejido preimpregnado en la quinta tira, teniendo la octava tira una longitud que se extiende completamente a lo largo de la longitud de la quinta tira y un ancho que es más pequeño que el ancho de la quinta tira; y una novena tira de tejido preimpregnado en la sexta tira, teniendo la novena tira una longitud que se extiende completamente a lo largo de la longitud de la sexta tira y un ancho que es más pequeño que el ancho de la sexta tira.

De manera ventajosa, el fideo de relleno de radio de material compuesto comprende además la cuarta y primera tiras que tienen fibras orientadas en direcciones diferentes; teniendo la quinta y segunda tiras fibras orientadas en direcciones diferentes; y teniendo la sexta y tercera tiras fibras orientadas en direcciones diferentes.

30 De manera ventajosa, el fideo de relleno de radio de material compuesto comprende además la cuarta y primera tiras que tienen fibras orientadas en direcciones diferentes; teniendo la quinta y segunda tiras fibras orientadas en direcciones diferentes; y teniendo la sexta y tercera tiras fibras orientadas en direcciones diferentes.

De manera ventajosa, el fideo de relleno de radio de material compuesto comprende además la cuarta y primera tiras que tienen espesores diferentes; teniendo la quinta y segunda tiras espesores diferentes; y teniendo la sexta y tercera tiras espesores diferentes.

35 De manera ventajosa, el fideo de relleno de radio de material compuesto comprende además la cuarta y primera tiras que tienen espesores que son diferentes; teniendo la quinta y segunda tiras espesores que son diferentes; y teniendo la sexta y tercera tiras espesores que son diferentes.

40 Como se podrían hacer varias modificaciones en la construcción del aparato y su método de construcción descrito e ilustrado en el presente documento sin apartarse del alcance de la invención, se pretende que toda la materia contenida en la descripción anterior o mostrada en los dibujos que la acompañan se interpretará como ilustrativa en lugar de limitativa. Por tanto, la amplitud y el alcance de la presente divulgación no deberían estar limitados por ninguno de los modos de realización de ejemplo descritos anteriormente. El alcance de la invención está definido conforme a las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un fideo de relleno de radio de material compuesto que comprende:

un núcleo (54) que tiene una configuración de sección transversal triangular y una primera (56), segunda (58) y tercera (60) superficies que se extienden a lo largo de una longitud del núcleo;
- 5 una pluralidad de primeras tiras (64) de tejido preimpregnado apilada en la primera superficie del núcleo, teniendo la pluralidad de primeras tiras longitudes que se extienden completamente a lo largo de la longitud del núcleo;

una pluralidad de segundas tiras de (66) de tejido preimpregnado apilada en la segunda superficie del núcleo, teniendo la pluralidad de segundas tiras longitudes que se extienden completamente a lo largo de la longitud del núcleo; y,
- 10 una pluralidad de terceras tiras (68) de tejido preimpregnado apilada en la tercera superficie del núcleo, teniendo la pluralidad de terceras tiras longitudes que se extienden completamente a lo largo de la longitud del núcleo, caracterizadas porque: la pluralidad de primeras tiras (64) tiene espesores diferentes.
2. El fideo de relleno de radio de material compuesto de la reivindicación 1, que comprende, además:

15 el núcleo (54) que está construido con cinta preimpregnada unidireccional que se extiende a lo largo de la longitud del núcleo.
3. El fideo de relleno de radio de material compuesto de la reivindicación 2, que comprende, además:

la cinta preimpregnada unidireccional del núcleo (54) que ha sido pultruida en la sección transversal triangular del núcleo.
- 20 4. El fideo de relleno de radio de material compuesto de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende, además:

la pluralidad de primeras tiras (64) que es diferente en número de la pluralidad de segundas tiras (66).
5. El fideo de relleno de radio de material compuesto de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende, además:

la pluralidad de primeras tiras (64) que tiene fibras orientadas en diferentes direcciones.
- 25 6. El fideo de relleno de radio de material compuesto de la reivindicación 5, que comprende, además:

la pluralidad de segundas tiras (66) que tiene fibras orientadas en diferentes direcciones.
7. El fideo de relleno de radio de material compuesto de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende, además:

la pluralidad de primeras tiras (64) que tiene anchos crecientes en la pila de primeras tiras.
- 30 8. El fideo de relleno de radio de material compuesto de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende, además:

la pluralidad de primeras tiras (64) que tiene anchos decrecientes en la pila de primeras tiras.
9. Un método para construir un fideo de relleno de radio de material compuesto que comprende:

35 formar un núcleo (54) del fideo a partir de una cinta preimpregnada unidireccional con el núcleo que tiene una configuración de sección transversal triangular con una primera, segunda y tercera superficies que se extienden a lo largo del núcleo;

aplicar una pluralidad de primeras tiras (64) de tejido preimpregnado apiladas en la primera superficie del núcleo con longitudes de la pluralidad de primeras tiras que se extienden completamente a lo largo de la longitud del núcleo, en donde la pluralidad de primeras tiras tiene diferentes espesores;

aplicar una pluralidad de segundas tiras (66) de tejido preimpregnado apiladas en la segunda superficie del núcleo con la pluralidad de segundas tiras que tiene longitudes que se extienden completamente a lo largo de la longitud del núcleo; y,

5 aplicar una pluralidad de terceras tiras (68) de tejido preimpregnado apiladas en la tercera superficie del núcleo con la pluralidad de terceras tiras que tiene longitudes que se extienden completamente a lo largo de la longitud del núcleo.

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

formar el núcleo (54) de cinta preimpregnada unidireccional que ha sido pultruida en la sección transversal triangular del núcleo.

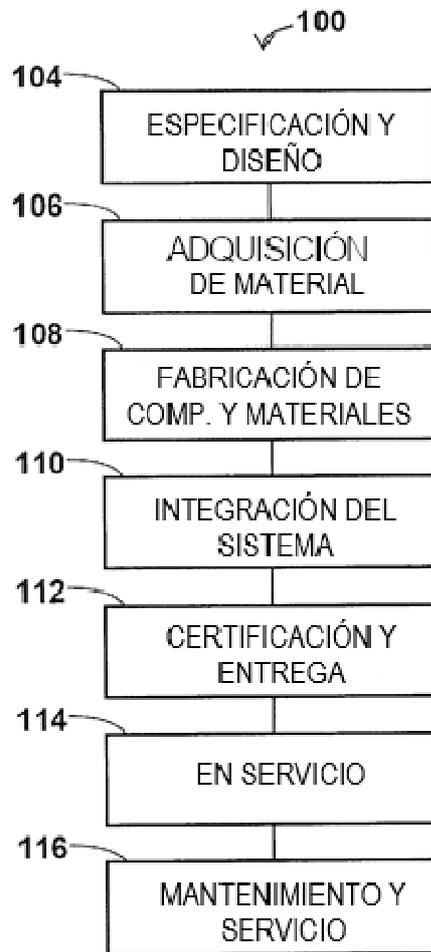


FIG. 1

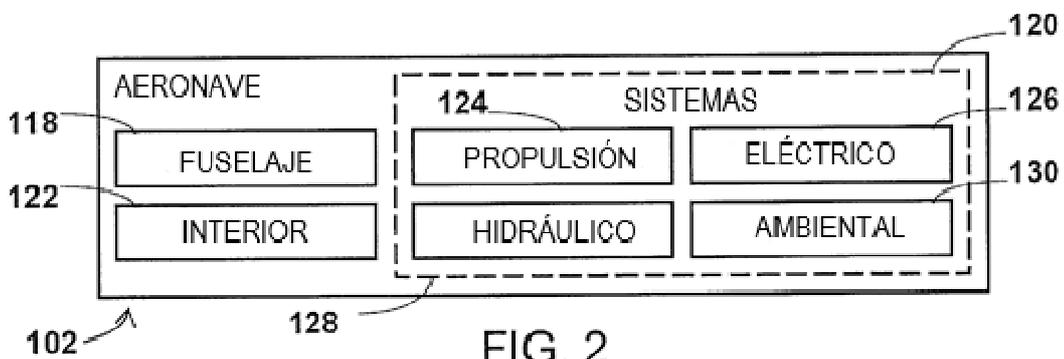


FIG. 2

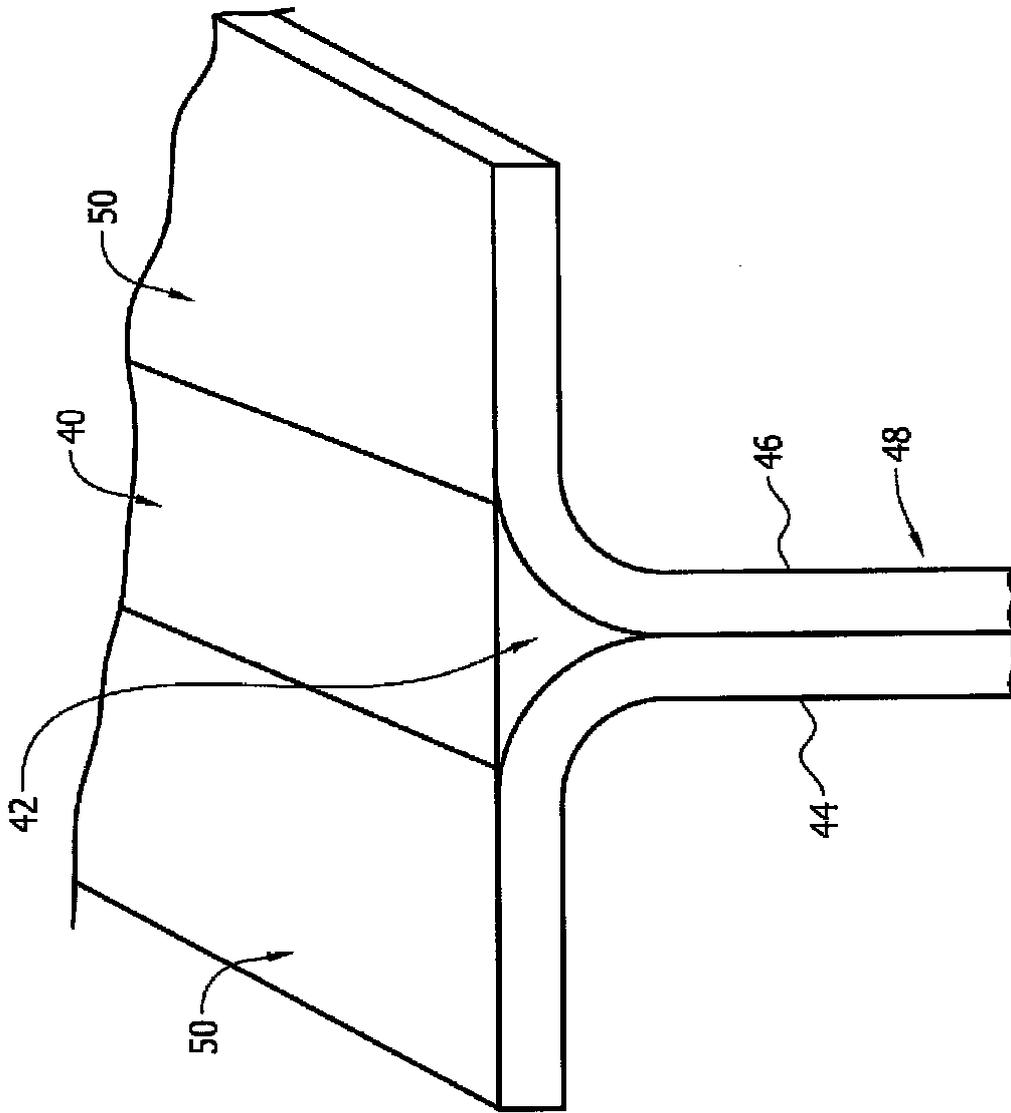


FIG. 3

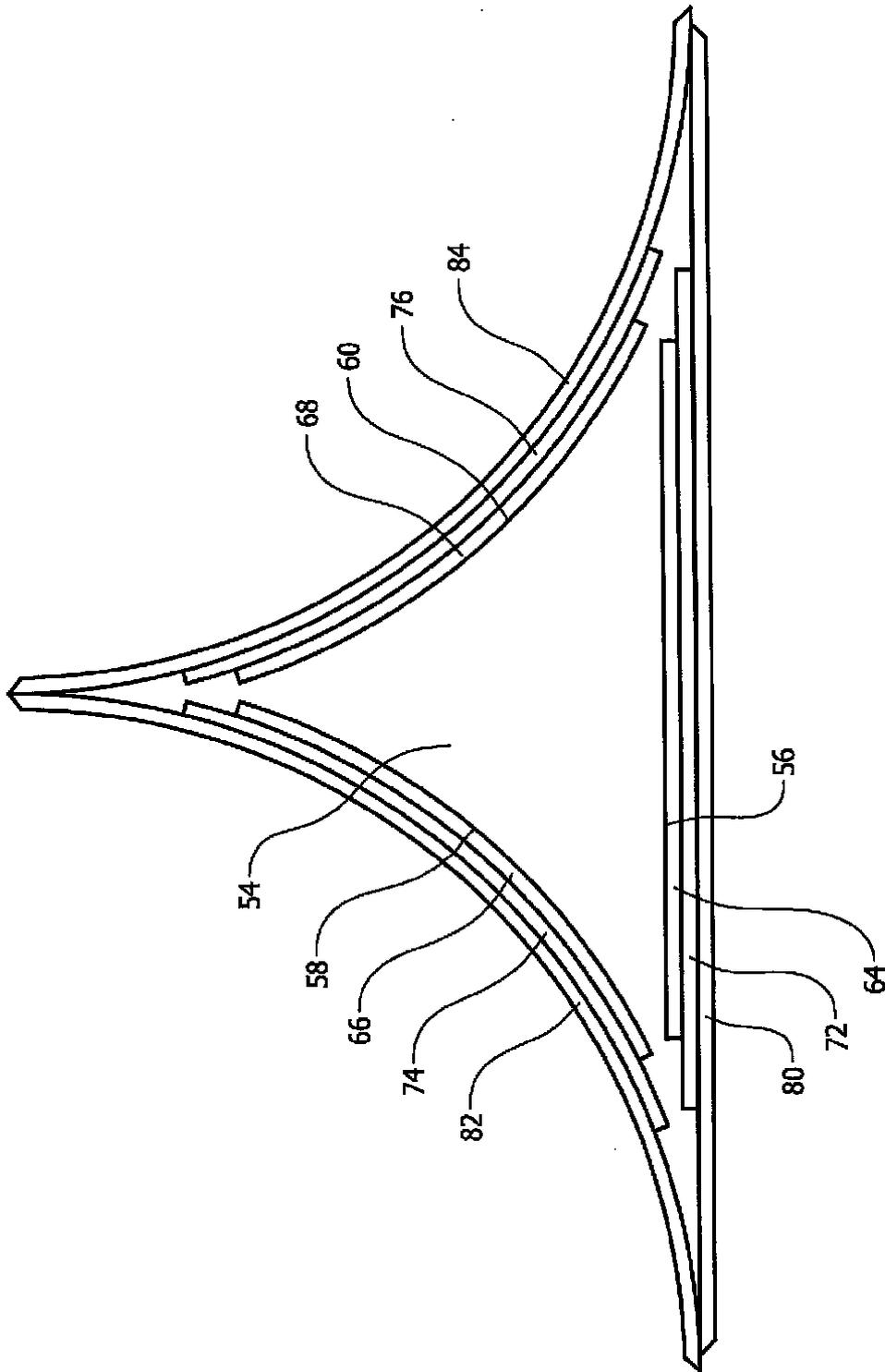


FIG. 4

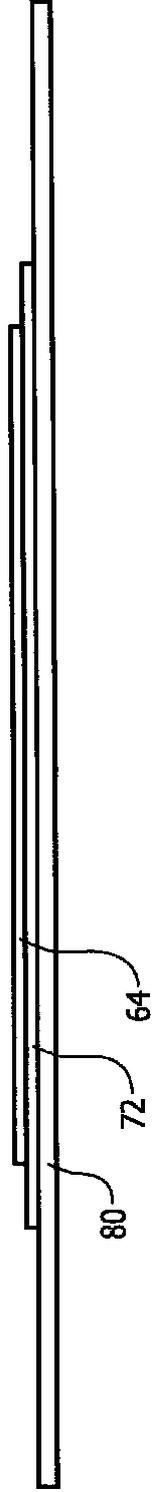


FIG. 5

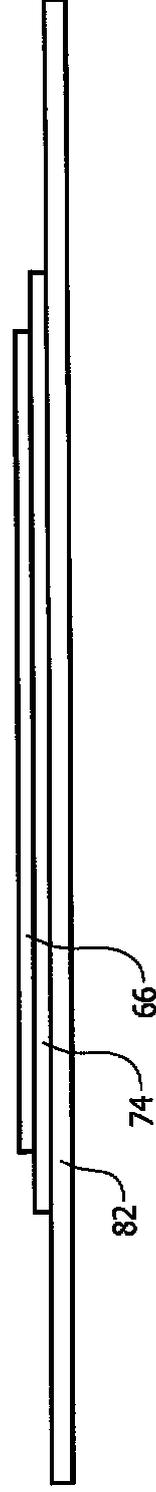


FIG. 6

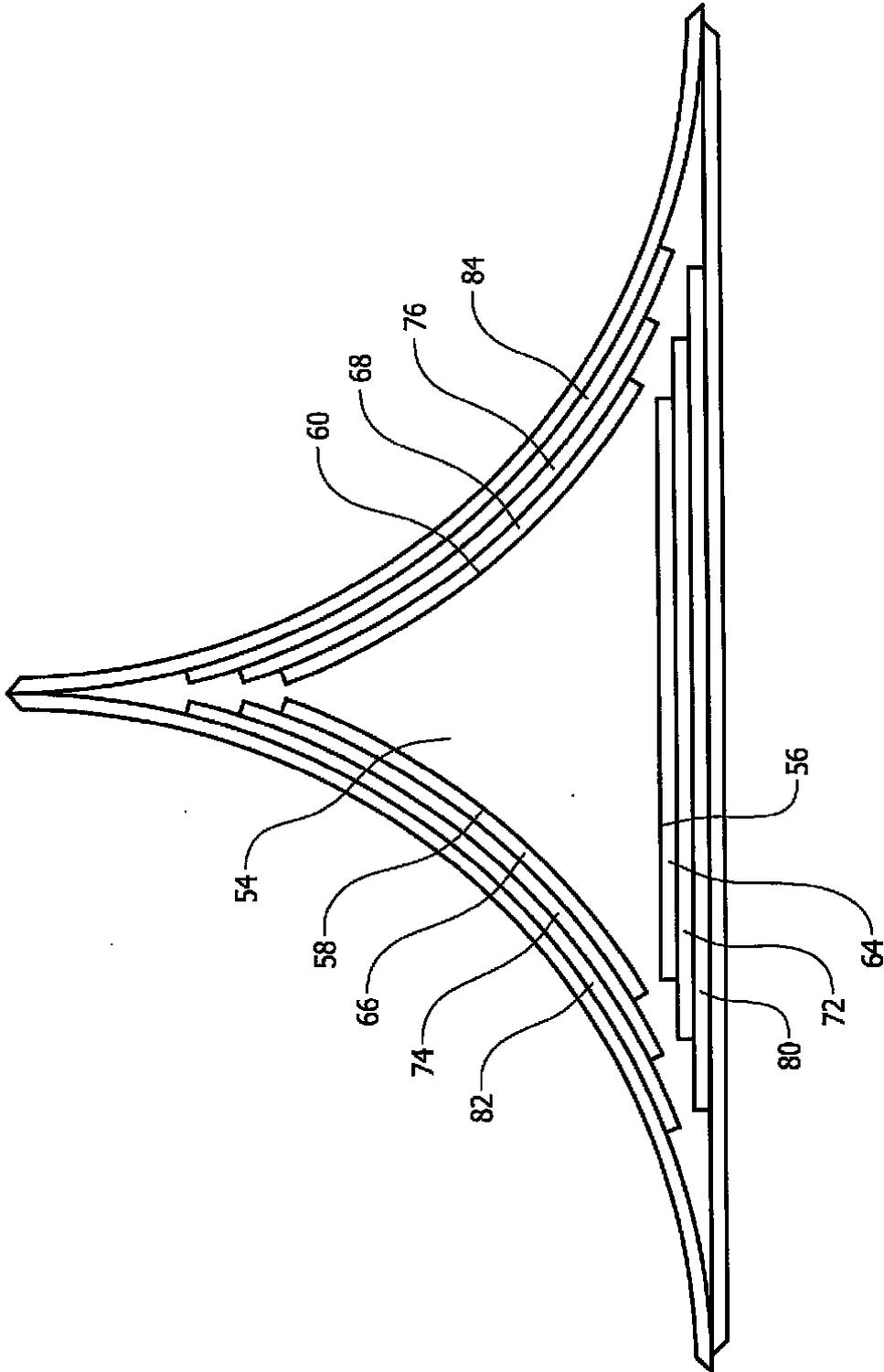


FIG. 7

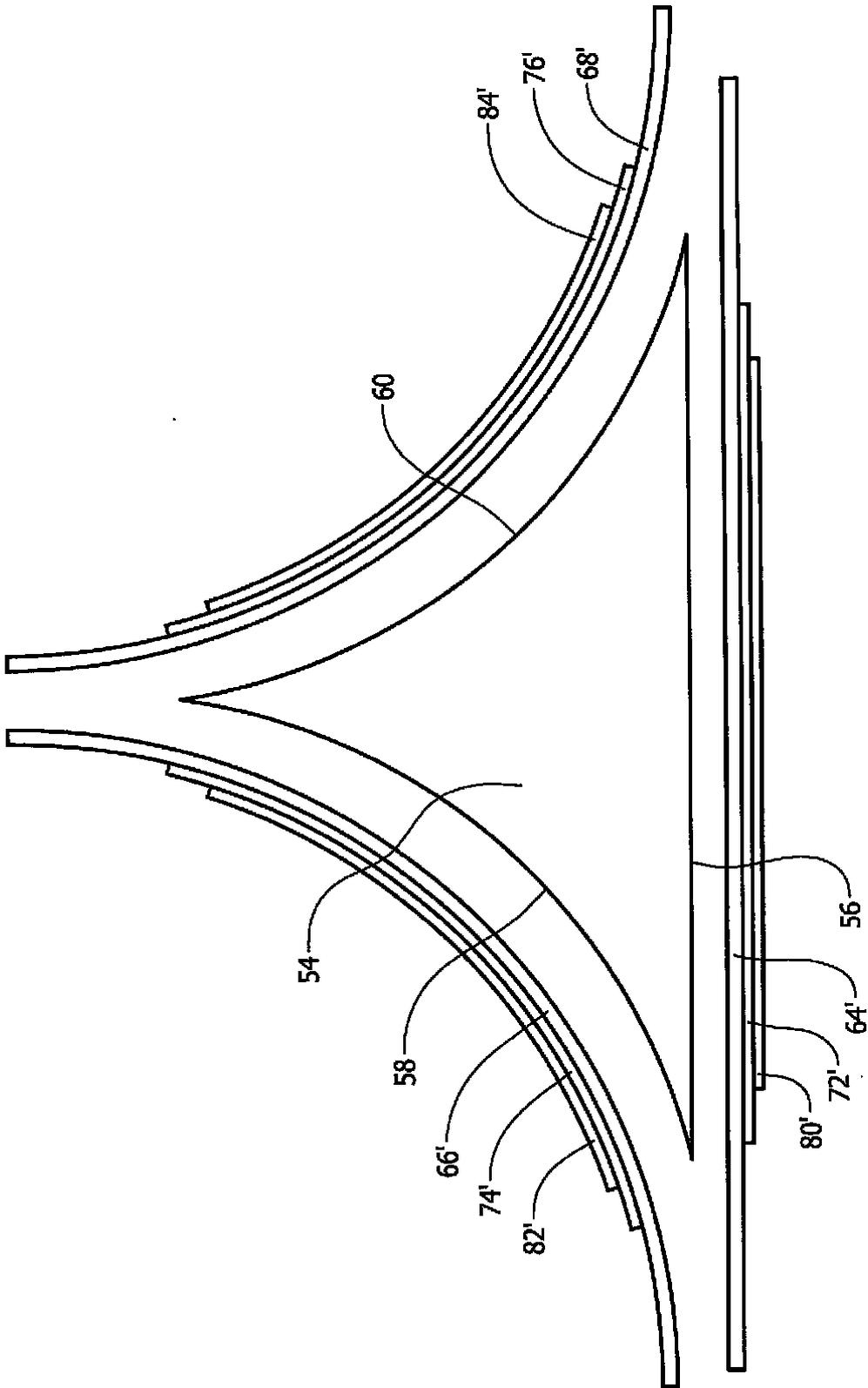


FIG. 8

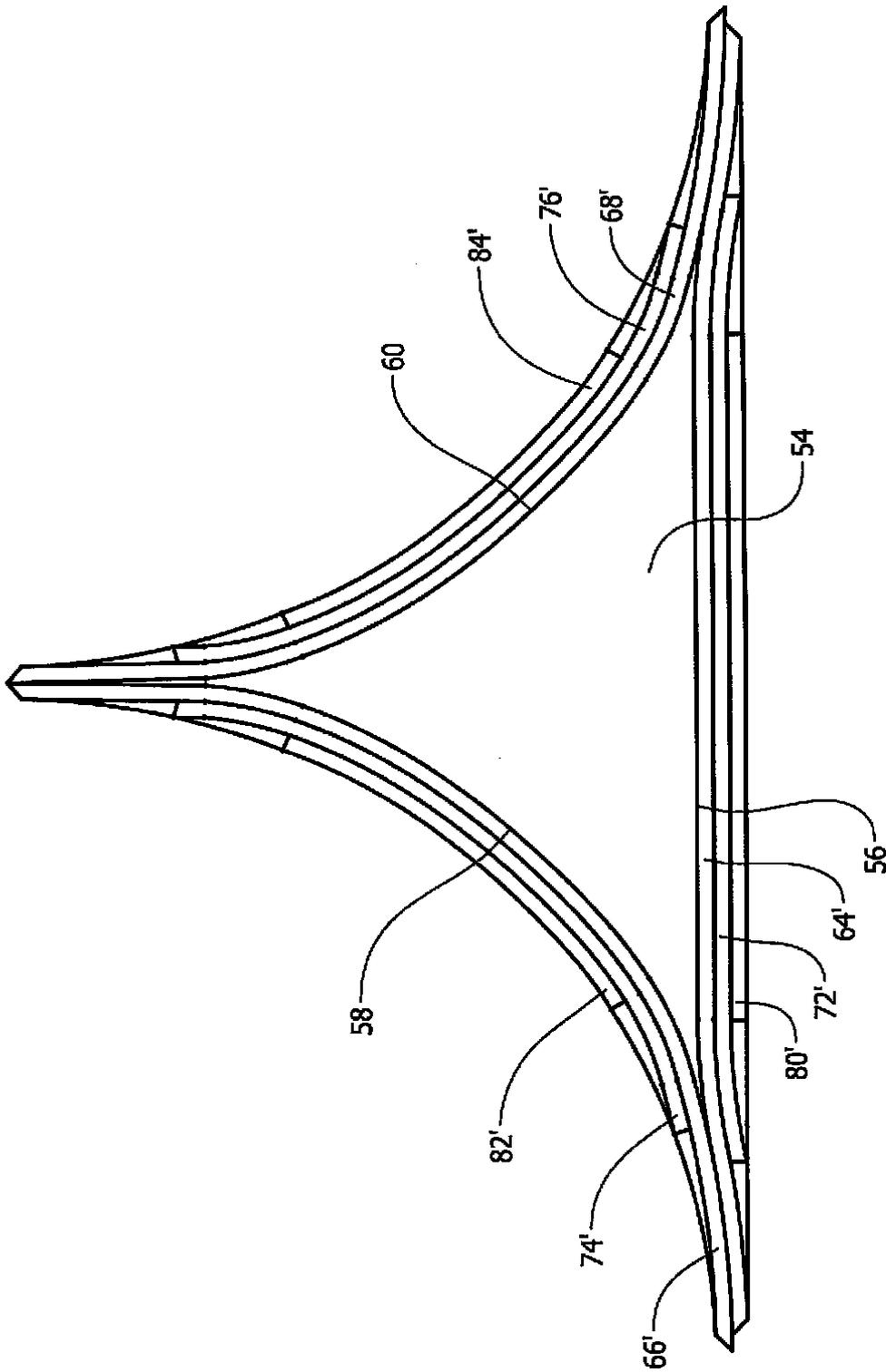


FIG. 9

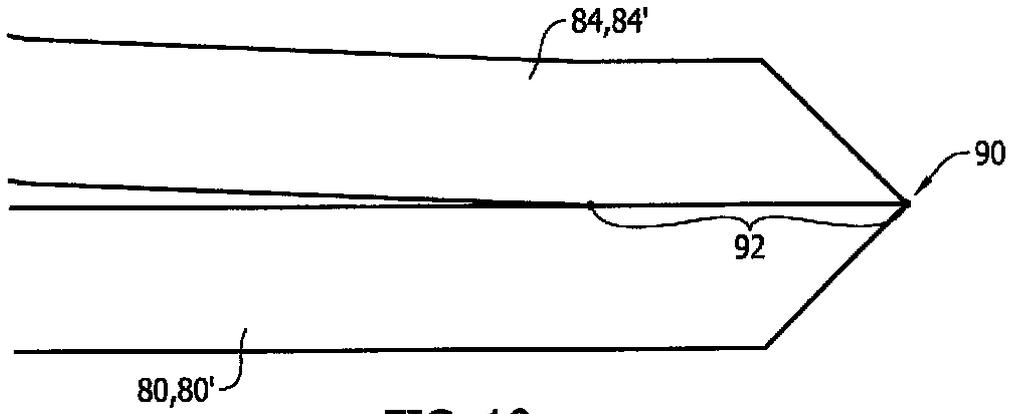


FIG. 10

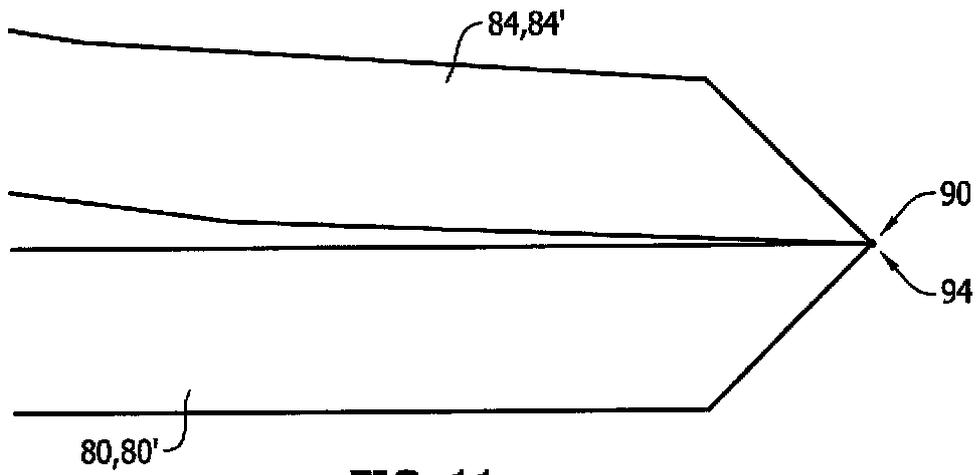


FIG. 11

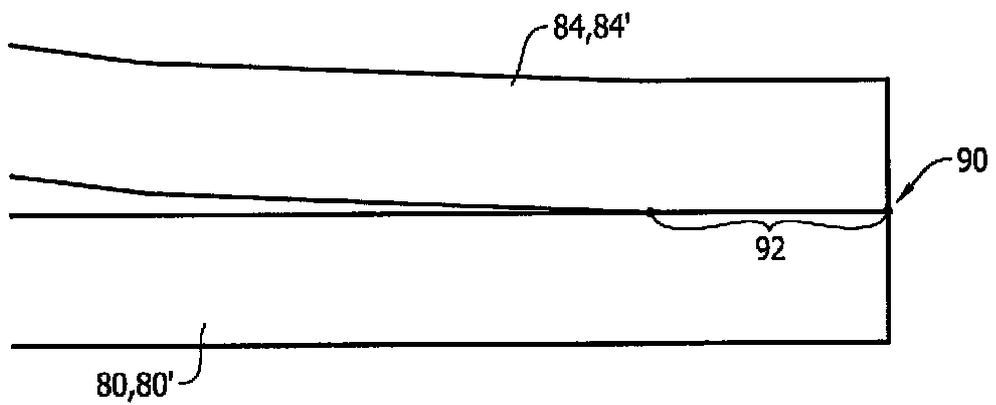


FIG. 12

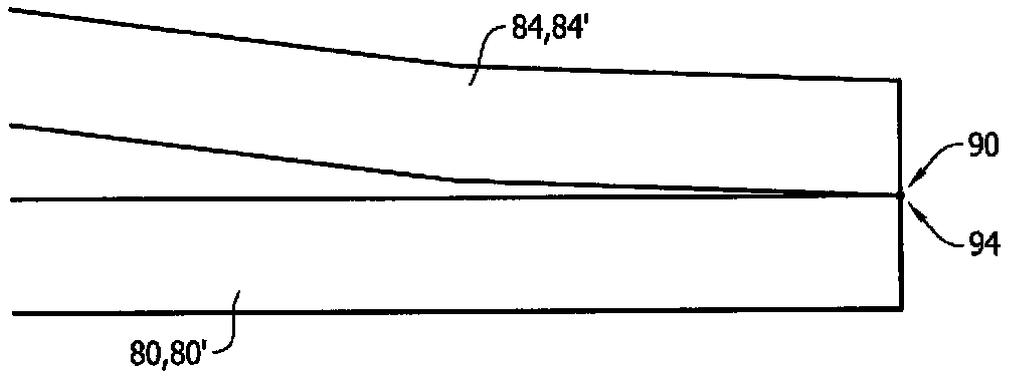


FIG. 13

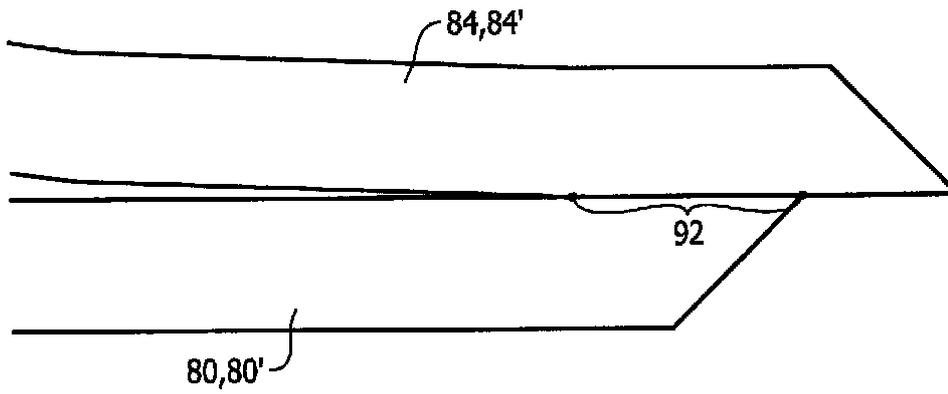


FIG. 14

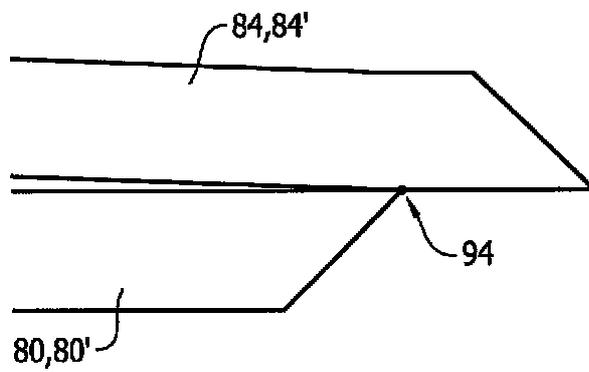


FIG. 15

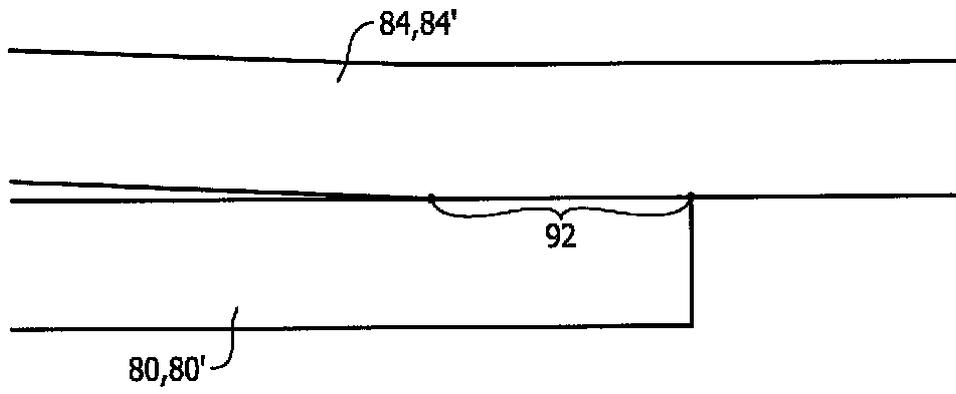


FIG. 16

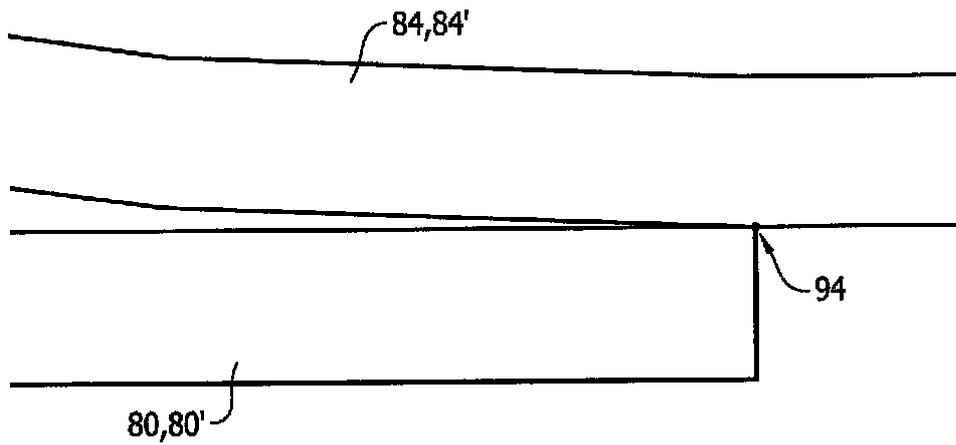


FIG. 17

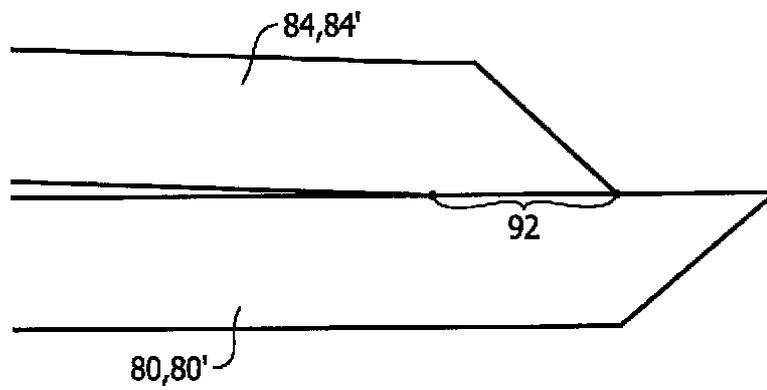


FIG. 18

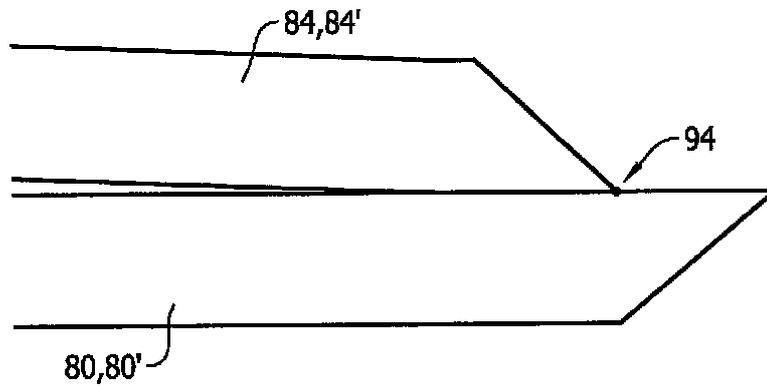


FIG. 19

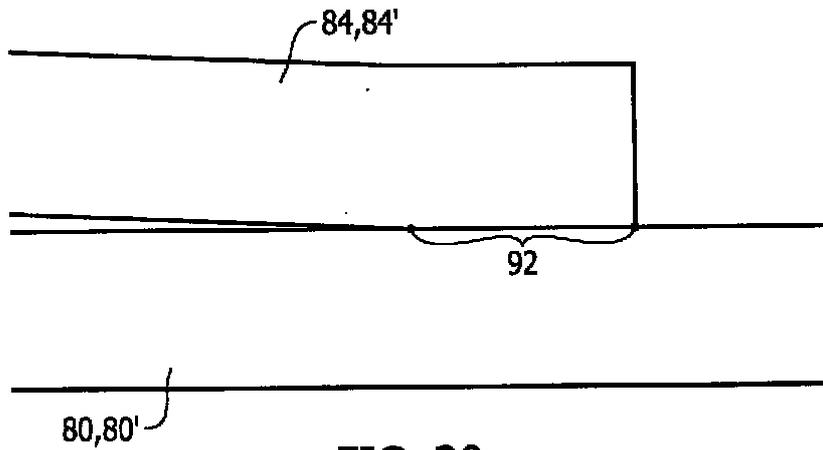


FIG. 20

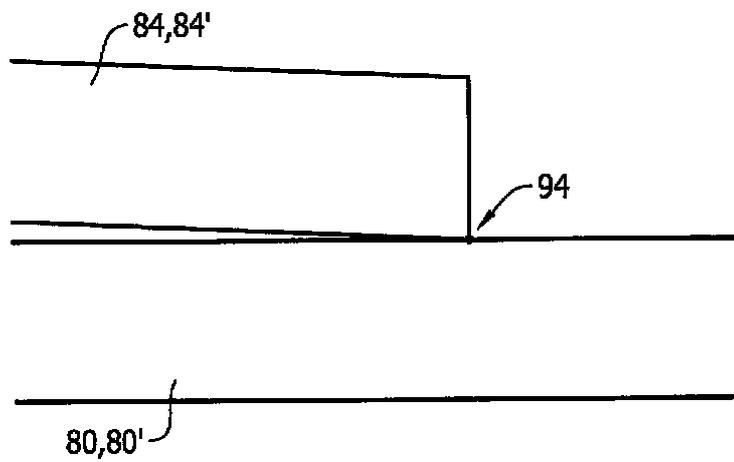


FIG. 21