

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 622 357**

51 Int. Cl.:

B29D 99/00 (2010.01)

B29C 70/30 (2006.01)

B29L 31/30 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.10.2014 E 14187241 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.01.2017 EP 2871050**

54 Título: **Relleno de radio de compuesto laminado con elemento de relleno con forma geométrica y método para formarlo**

30 Prioridad:

07.11.2013 US 201314074692

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

06.07.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**KAJITA, KIRK B. y
FRISCH, DOUGLAS A.**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 622 357 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

Relleno de radio de compuesto laminado con elemento de relleno con forma geométrica y método para formarlo

Antecedente

1) Campo de la divulgación

- 5 La divulgación se refiere de manera general a estructuras y métodos compuestos, y más específicamente, a rellenos de radio compuesto laminados para estructuras de compuestos, tal como estructuras para aeronaves, y métodos para formar las mismas.

2) Descripción de la técnica relacionada

- 10 Estructuras compuestas, tal como estructuras hechas de materiales plásticos reforzados con fibra de carbono (CFRP), se pueden utilizar en una amplia variedad de aplicaciones, que incluyen la fabricación de aeronaves, naves espaciales, helicópteros, embarcaciones, automóviles, camiones, y otros vehículos y estructuras, debido a su alta relación de resistencia a peso, resistencia a la corrosión y otras propiedades favorables. En particular, en la construcción de aeronaves, las estructuras compuestas se pueden utilizar para formar secciones de cola, ala, fuselaje y otros componentes.

- 15 Cuando los elementos estructurales compuestos se unen entre sí, tal como largueros o refuerzos de soporte unidos a paneles de piel compuesta, regiones de espacios o vacíos, denominadas normalmente como "regiones de relleno de radio" o "regiones tipo fideo", se pueden presentar a lo largo de líneas de unión entre elementos estructurales compuestos. Los elementos de relleno de radios o "tipo fideo" se fabrican de material compuesto o material adhesivo/epoxi y tienen una sección transversal generalmente triangular que se puede utilizar para rellenar las regiones de relleno de radio o las regiones tipo fideo con el fin de proporcionar soporte estructural adicional a dichas regiones.
- 20

Los documentos WO 2012/158301 o WO 01/62495 divulgan el conocimiento general común con respecto al relleno de radio laminado.

- 25 El elemento de relleno de radio o tipo fideo utilizado para rellenar la región de relleno de radio o la región tipo fideo puede estar en la forma de un relleno de radio compuesto laminado. Dichos rellenos de radio compuesto laminado conocidos se pueden elaborar de laminadas formadas de capas compuestas apiladas. Sin embargo, durante la fabricación las etapas de ciclo térmico y curado de dichos rellenos de radio compuesto laminado conocidos, tal como los utilizados en estructuras compuestas que incluyen largueros o refuerzos de soporte, puede ocurrir deslaminación o separación de capas en los rellenos de radio compuesto laminados. Por lo general, dicha deslaminación ocurre en un área del tercio superior cercano a la punta del relleno de radio compuesto laminado y puede ocurrir más frecuentemente en rellenos de radio compuesto laminado más grandes. Dicha deslaminación se provoca normalmente mediante una diferencia en el coeficiente de expansión térmico (CTE) entre las capas adyacentes al relleno de radio compuesto laminado, es decir, capas de envoltura, y el relleno de radio compuesto laminado.
- 30

- 35 Se conocen soluciones para superar dicha deslaminación del relleno de radio compuesto laminado. Por ejemplo, una de dichas soluciones conocidas implica mostrar que la deslaminación del relleno de radio compuesto laminado no es perjudicial. Sin embargo, dicha solución conocida puede agregar riesgo en razón a que puede ser difícil mostrar que la deslaminación no crecerá a un tamaño perjudicial bajo todas las condiciones de carga y ambientales a lo largo de la vida de una estructura de material compuesto.

- 40 De esta manera, es deseable ser capaz de solucionar el problema de deslaminación de rellenos de radio compuesto laminado utilizados en estructuras de material compuesto, tal como largueros y refuerzos. De acuerdo con lo anterior, subsiste la necesidad en la técnica de rellenos de radio compuesto laminado mejorados y métodos para formar los mismos que proporcionan las ventajas sobre elementos, ensambles y métodos conocidos.

Resumen

- 45 Se satisface esta necesidad de rellenos de radio compuesto laminado mejorados y métodos para formar los mismos. Como se discute en la descripción detallada adelante, las realizaciones de los rellenos de radio compuesto laminado mejorados y los métodos para formar los mismos pueden proporcionar ventajas significativas sobre elementos, ensambles y métodos conocidos.

- 50 En una realización de la divulgación, se proporciona un relleno de radio compuesto laminado para una estructura de material compuesto. El relleno de radio compuesto laminado comprende un ensamble de capas apiladas. El ensamble de capas apiladas comprende una pluralidad de pilas de capas de relleno de radio laminadas cortadas a un ancho deseado y que tienen una orientación de capa deseada.

El relleno de radio compuesto laminado comprende adicionalmente un elemento de relleno con forma geométrica posicionado en una ubicación deseada sobre una primera porción del ensamble de capa apilada. El elemento de relleno con forma geométrica deforma una segunda porción del ensamble de capa apilado también apilado sobre el

elemento de relleno con forma geométrica, de tal manera que las capas de relleno de radio laminado de la segunda porción del ensamble de capa apilado cambian de dirección y tienen un componente de dirección que comprende una dirección horizontal y una dirección vertical. El relleno de radio compuesto laminado tiene una forma que corresponde sustancialmente a una región de relleno de radio de la estructura de material compuesto.

- 5 En otra realización de la divulgación, se proporciona un ensamble de compuesto de aeronave. El ensamble de compuesto de aeronave comprende una estructura de compuesto. La estructura de compuesto comprende una región de relleno de radio y una pluralidad de capas de envoltura adyacentes a la región de relleno de radio.

10 El ensamble de compuesto de aeronave comprende adicionalmente un relleno de radio compuesto laminado que tiene una forma que corresponde sustancialmente con la región de relleno de radio y el relleno de la región de relleno de radio. El relleno de radio compuesto laminado comprende un ensamble de capas apiladas. El ensamble de capas apiladas comprende una pluralidad de pilas de capas de relleno de radio laminadas cortadas a un ancho deseado y que tienen una orientación de capas deseada.

15 El relleno de radio compuesto laminado comprende adicionalmente un elemento de relleno con forma geométrica posicionado en una ubicación deseada en una primera porción del ensamble de capa apilado. El elemento de relleno con forma geométrica se deforma en una segunda porción del ensamble de capas apilado también apilado sobre el elemento de relleno con forma geométrica, de tal manera que las capas de relleno de radio laminadas de la segunda porción del ensamble de capas apiladas cambian de dirección y tiene un componente de dirección que comprende una dirección horizontal y una dirección vertical.

20 En otra realización de la divulgación, se proporciona un método para formar un relleno de radio compuesto laminado para una estructura de material compuesto. El método comprende la etapa de ensamblar una pluralidad de pilas de capas de relleno de laminadas cortadas a un ancho deseado y que tienen una orientación de capas deseada para formar un ensamble de capas apilado. El método comprende adicionalmente la etapa de tender una primera porción del ensamble de capas apiladas sobre un aparato formador. El método comprende adicionalmente la etapa de posicionar un elemento de relleno con forma geométrica en una ubicación deseada sobre la primera porción del ensamble de capas apilado.

25 El método comprende adicionalmente la etapa de tender una segunda porción del ensamble de capas apiladas sobre el elemento de relleno con forma geométrica y la primera porción para formar un relleno de radio compuesto laminado. El elemento de relleno con forma geométrica se deforma de la segunda porción, de tal manera que las capas de relleno de radio laminadas de la segunda porción cambian de dirección y tienen un componente de dirección que comprende una dirección horizontal y una dirección vertical. El método comprende adicionalmente la etapa de ensamblar el relleno de radio compuesto laminado en una región de relleno de radio de una estructura compuesta.

30 Las características, funciones y ventajas que se han discutido se pueden alcanzar independientemente en diversas realizaciones de la divulgación o pueden combinar en aun otras realizaciones cuyos detalles adicionales se pueden ver con referencia a la siguiente descripción y dibujos.

Adicionalmente, la divulgación comprende realizaciones de acuerdo con las siguientes cláusulas:

35 Cláusula 1: Un ensamble de compuesto de aeronave que comprende: una estructura de material compuesto que comprende un región relleno de radio y una pluralidad de capas de envoltura adyacentes a la región de relleno de radio; y, un relleno de radio compuesto laminado que tiene una forma que corresponde sustancialmente a la región de relleno de radio y rellena la región de relleno de radio, el relleno de radio compuesto laminado comprende: un ensamble de capas apiladas que comprende una pluralidad de pilas de capas de relleno de radio laminado cortadas a un ancho deseado y que tienen una orientación de capa deseada; y un elemento de relleno con forma geométrica posicionado en una ubicación deseada sobre una primera porción del ensamble de capas apiladas, el elemento de relleno con forma geométrica deforma una segunda porción del ensamble de capas apiladas también apiladas sobre el elemento de relleno con forma geométrica, de tal manera que las capas de relleno de radio laminadas de la segunda porción del ensamble de capas apiladas cambia de dirección y tienen un componente de dirección que comprende una dirección horizontal y una dirección vertical.

40 Cláusula 2: El ensamble de material compuesto de aeronave de la cláusula 1 en el que el relleno de radio compuesto laminado comprende adicionalmente un elemento de punta posicionado sobre una porción superior del ensamble de capas apiladas, el elemento de punta comprende una pluralidad de fibras unidireccionales, una cinta de fibra unidireccional, una cinta unidireccional preimpregnada, una cable de material compuesto unidireccional, una cinta unidireccional para ranura, una cinta de plástico reforzada con fibra de carbono (CFRP), una tela plástica reforzada con fibra de carbono (CFRP), una tela preimpregnada, una tela tejida que incluye una tela de fibra de carbono tejida, fibra picada, o una combinación de las mismas.

55 Cláusula 3: El ensamble de material compuesto de aeronave de la cláusula 1 en el que el relleno de radio compuesto laminado comprende adicionalmente uno o más elementos de relleno con forma geométrica adicionales, cada uno posicionado en una ubicación deseada de una o más porciones adicionales del ensamble de capas apilado, y cada uno de uno o más de los elementos de relleno con forma geométrica adicionales deforman

adicionalmente una o más porciones adicionales respectivas del ensamble de capas apilado también apilados sobre uno o más de los elementos de relleno con forma geométrica respectivos.

5 Cláusula 4: El ensamble de material compuesto de aeronave de la cláusula 1, en el que el elemento de relleno con forma geométrica comprende una pluralidad de fibras unidireccionales, una cinta de fibra unidireccional, una cinta unidireccional preimpregnada, una cable de material compuesto unidireccional, una cinta unidireccional para ranura, una cinta de plástico reforzada con fibra de carbono (CFRP), una tela plástica reforzada con fibra de carbono (CFRP), una tela preimpregnada, una tela tejida que incluye una tela de fibra de carbono tejido, fibra picada, o una combinación de las mismas.

10 Cláusula 5: El ensamble de material compuesto de aeronave de la cláusula 1 en el que el elemento de relleno con forma geométrica tiene una forma geométrica que comprende una de una forma de triángulo, un triángulo con esquinas redondeadas, una forma de cabeza de flecha, un triángulo sin esquinas, un triángulo con una o más formas curvas, una forma de relleno de radio, y una forma de medio círculo.

15 Cláusula 6: El ensamble de material compuesto de aeronave de la cláusula 1 en el que cambiar la dirección de las capas de relleno de radio laminadas de la segunda porción minimiza una diferencia en el coeficiente de expansión térmico (CTE) y el estrés de tensión intralaminar entre el relleno de radio compuesto laminado y la pluralidad de capas de envoltura adyacentes al relleno de radio compuesto laminado, resultan en la eliminación de deslaminación o una deslaminación reducida en el relleno de radio compuesto laminado.

Breve descripción de los dibujos

20 La divulgación se puede entender mejor con referencia a la siguiente descripción detallada tomada en conjunto con los dibujos acompañantes que ilustran realizaciones de ejemplo y preferidas, pero que no necesariamente se trazan a escala, en las que:

La figura 1 es una ilustración de una vista en perspectiva de una aeronave que puede incorporar uno o más ensambles de material compuesto que tienen una o más estructuras de material compuesto con una realización de un relleno de radio compuesto laminado de la divulgación;

25 La figura 2A es una ilustración de un diagrama de flujo de una producción de aeronave y método de servicio;

La figura 2B es una ilustración de un diagrama de bloques de una aeronave;

La figura 3 es una ilustración de un diagrama de bloques de un ensamble de material compuesto que muestra una realización de un relleno de radio compuesto laminado de la divulgación;

30 La figura 4A es una ilustración de una vista en perspectiva de una estructura de material compuesto en la forma de un refuerzo T que tiene una región de relleno de radio rellena con una realización de un relleno de radio compuesto laminado de la divulgación;

La figura 4B es una ilustración de una vista de sección delantera, fragmentaria, magnificada, de relleno de radio compuesto laminado de la figura 4A en un ensamble compuesto;

35 La figura 5 es una ilustración de una vista de sección delantera magnificada de una de las realizaciones de un relleno de radio compuesto laminado de la divulgación que tiene un elemento de relleno con forma geométrica y un elemento de punta;

La figura 6 es una ilustración de una vista de sección delantera magnificada de otra de las realizaciones de un relleno de radio compuesto laminado de la divulgación que tiene dos elementos de relleno con forma geométrica y un elemento de punta;

40 La figura 7 es una ilustración de una vista de sección delantera, magnificada de otra de las realizaciones del relleno de radio compuesto laminado de la divulgación que tiene dos elementos de relleno con forma geométrica y no tiene elemento de punta; y,

La figura 8 es una ilustración de un diagrama de flujo de una realización de ejemplo del método de la divulgación.

Descripción detallada

45 Ahora se describirán realizaciones más completamente con referencia a los dibujos acompañantes, en los que algunas, pero no todas realizaciones divulgadas se muestran. De hecho, se pueden proporcionar diversas realizaciones y no se deben interpretar como limitantes de las realizaciones establecidas aquí. Por el contrario, estas realizaciones se proporcionan de tal manera que esta divulgación sea a fondo y traspase completamente el alcance de la divulgación a aquellos expertos en la técnica.

50 Ahora con referencia a las figuras, la figura 1 es una ilustración de una vista en perspectiva de una aeronave 10 que puede incorporar uno o más ensambles 26 de compuesto con una o más estructuras 28 de material compuesto. La

estructura 28 del material compuesto (véase figura 1) puede incorporar una realización de un relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figuras 3, 4A-4B, 5-7), tal como, por ejemplo, un relleno 70a de radio compuesto laminado (véase figura 5), un relleno 70b de radio compuesto laminado (véase figura 6), o un relleno 70c de radio de compuesto laminado (véase figura 7), formado por una o más realizaciones de un método 150 (véase figura 8) de la divulgación.

Como se muestra en la figura. 1, la aeronave 10 comprende un fuselaje 12, una nariz 14, una cabina 16, alas 18, una o más unidades 20 de propulsión, una porción 22 de cola vertical, y porciones 24 de cola horizontal. La aeronave 10 mostrada en la figura 1 es generalmente representativa de una aeronave de pasajeros comercial que tiene uno o más ensambles 26 de material compuesto con una o más estructuras 28 de material compuesto. Sin embargo, se pueden aplicar las enseñanzas de las realizaciones divulgadas a otra aeronave de pasajeros, aeronaves de carga, aeronaves militares, helicópteros, y otros tipos de aeronaves o vehículos aéreos, así como vehículos aeroespaciales, satélites, vehículos para lanzamiento al espacio, cohetes, y otros vehículos aeroespaciales, así como también botes y otras embarcaciones, trenes, automóviles, camiones, buses u otras estructuras adecuadas que tengan uno o más ensambles 26 de material compuesto con una o más estructuras 28 de material compuesto que se pueden incorporar en una realización del relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figuras 3, 4A-4B, 5-7) hecha con una o más realizaciones del método 150 (véase figura 8) de la divulgación.

La figura 2A es una ilustración de un diagrama de flujo de un método 30 de servicio y producción de aeronave. La figura 2B es una ilustración de un diagrama de bloques de una aeronave 50. Con referencia a las figuras 2A-2B, las realizaciones de la divulgación se pueden describir en el contexto de la producción de aeronaves y el método 30 de servicio, como se muestra en la figura 2A, y la aeronave 50, como se muestra en la figura 2B. Durante la preproducción, la producción de aeronaves de ejemplo y el método 30 de servicio pueden incluir el diseño 32 y especificación de la aeronave 50 y la adquisición 34 de material. Durante la producción, tiene lugar la fabricación 36 de subensamble y componente y la integración 38 de sistema de la aeronave 50. Después de eso, la aeronave 50 puede pasar a certificación y entrega 40 con el fin de ser puesta en servicio 42. Mientras está en servicio 42 por un cliente, la aeronave 50 puede ser programada para mantenimiento de rutina y servicio 44, que también puede incluir la modificación, reconfiguración, refabricación y otros servicios adecuados.

Cada uno de los procesos de la producción de aeronaves y método 30 de servicio se pueden realizar o llevar a cabo por un integrador de sistema, un tercero 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 sistemas mayores; un tercero puede incluir sin limitación cualquier número de vendedores, subcontratistas y proveedores; y, un operador puede ser una aerolínea, compañía de arrendamiento, entidad militar, organización de servicio u otros operadores adecuados.

Como se muestra en la figura. 2B, la aeronave 50 producida mediante la producción de aeronaves de ejemplo y el método 30 de servicio puede incluir una estructura de aeronave 52 con una pluralidad de sistemas 54 de alto nivel y un interior 56. Ejemplos de la pluralidad de sistemas 54 de alto nivel pueden incluir uno o más de un sistema 58 de propulsión, un sistema 60 eléctrico, un sistema 62 hidráulico, y un sistema 64 ambiental. También se pueden incluir cualquier número de otros sistemas. Aunque se muestra un ejemplo aeroespacial, los principios de la invención se pueden aplicar a otras industrias, tal como la industria automotriz.

Métodos y sistemas incorporados aquí se pueden emplear durante una cualquiera o más de las etapas de producción y método 30 de servicio. Por ejemplo, componentes de subensambles que corresponden a fabricación 36 de subensambles y componentes se pueden fabricar o manufacturar de una forma similar a los componentes o subensambles producidos mientras la aeronave 50 está en servicio 42. También, una o más realizaciones de aparatos, realizaciones de métodos, o una combinación de los mismos, se pueden utilizar durante la fabricación 36 de subensambles y componentes de material e integración 38 de sistemas, por ejemplo, al ensamblar sustancialmente rápido o reducir el costo de la aeronave 50. De manera similar, una o más realizaciones de aparatos, realizaciones de método, o una combinación de las mismas se puede utilizar mientras que la aeronave 50 está en servicio 42, por ejemplo y sin limitación, para mantenimiento rutinario y servicio 44.

En una realización de la divulgación, se proporciona un relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figuras 3, 4A-4B, 5-7), es decir, "tipo fideos", para rellenar una región 72 de relleno de radio (véase figuras 3, 4A-4B), es decir, "región tipo fideos", para una estructura 28 de material compuesto (véase figuras 3, 4A-4B) en un ensamble 26 de material compuesto (véase figuras 3, 4B). La figura 3 es una ilustración de un diagrama de bloques de un ensamble 26 de material compuesto, tal como un ensamble 26a de material compuesto de aeronave, que muestra una realización de un relleno 70 de radio compuesto laminado de la divulgación.

Como se muestra en la figura. 3, el ensamble 26 de material compuesto comprende una estructura 28 de material compuesto que tiene una región 72 de relleno de radio. Como se muestra en la figura 3 la estructura 28 de material compuesto comprende un relleno 70 de radio compuesto laminado que están adyacentes a las capas 84a de envoltura, capas 84b de envoltura y capas 92a de envoltura de la estructura 28 de material compuesto.

La figura 4A es una ilustración de una vista en perspectiva de una estructura 28 de material compuesto, tal como en la forma de un refuerzo 76 T, que tiene una región 72 de relleno de radio rellena con una realización de un relleno

70 de radio compuesto laminado de la divulgación. La figura 4B es una ilustración de una vista de sección delantera, fragmentaria, agrandada del relleno 70 de radio compuesto laminado de la figura 4A en un ensamble 26 de material compuesto, tal como un ensamble 26a compuesto de aeronave. Como se muestra en la figura 4B, el relleno 70 de radio compuesto laminado, tal como en la forma del relleno 70a de radio compuesto laminado, tiene preferiblemente una configuración 74 que corresponde sustancialmente al tamaño y forma de la región 72 de relleno de radio de la estructura 28 de material compuesto.

Como se muestra en la figura 4A, la estructura 28 de material compuesto, tal como en la forma de refuerzo 76 T, comprende hojas 78 verticales, rebordes 80 horizontales y transiciones 82 de reborde-hoja que rodean radialmente el relleno 70 de radio compuesto laminado. Las hojas 78 verticales (véase figuras 4A-4B) y los rebordes 80 horizontales (véase figuras 4A-4B) comprenden preferiblemente capas 84 de material compuesto apiladas (véase figuras 4A-4B), tal como capas 84a, 84b de envoltura (véase figuras 3, 4B), adyacentes al relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figuras 3, 4A-4B). Las capas 84a, 84b de envoltura (véase figura 4B) tiene preferiblemente una orientación 86 radial (véase figura 4B) que se extiende en una dirección 118b vertical (véase figura 4B) o una dirección sustancialmente vertical. Como se muestra adicionalmente en la figura 4A, los rebordes 80 horizontales del refuerzo 76 T se pueden unir en una interfaz 88 a uno o más laminados 90 base y/o paneles 96 de piel, por ejemplo, una interfaz de refuerzo-piel.

Como se muestra en la figura. 4B, uno o más laminados 90 de base pueden comprender capas 92 de base de compuesto apiladas, tal como en la forma de capas 92a de envoltura, adyacentes al relleno 70 de radio de compuesto laminado. Las capas 92a de envoltura (véase figuras 3, 4B) tienen preferiblemente una orientación 94 radial (véase figuras 4B, 5-7) que se extienden en una dirección 118a horizontal (véase figura 4B). Como se muestra adicionalmente en la figura 4B, el ensamble 26 de material compuesto, tal como en la forma del ensamble 26a del material compuesto de aeronave, muestra el relleno 70 de radio compuesto laminado que es rodeado por los travesaños 98.

Como se muestra en las figuras 3, 4B, el relleno 70 de radio compuesto laminado comprende un elemento 100 de relleno con forma geométrica que tiene una forma 102 geométrica (véase figura 4B), un elemento 104 de punta opcional, porciones 106a, 106b base (véase figura 4B), porción 106c superior (véase figura 4B), y un ensamble 108 de capa apilada. El relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figuras 3, 4B, 5-7) puede incorporar uno o más elementos 100 de relleno con forma geométrica (véase figuras 3, 4B, 5-7) posicionados dentro del ensamble 108 de capa apilada (véase figuras 3, 4B, 5-7) del relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figuras 3, 4B, 5-7).

El relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figuras 3, 4B, 5-7) se puede formar de un material compuesto mediante cualquier medio adecuado que incluye, pero no se limita a, pultrusión, extrusión, tendido a mano, tendido automatizado o cualquier otro proceso de formación adecuado, como se describe en más detalle adelante. El relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figuras 3, 4B, 5-7) se puede formar al diseñar primero el ensamble 108 de capa apilada (véase figuras 3, 4B, 5-7). Como se muestra en la figura 3, el ensamble 108 de capa apilada preferiblemente comprende una pluralidad de pilas 110 (véase también figuras 4B, 5-7) de capas 110a de relleno de radio laminado (véase también figura 4B), 110b (véase también figura 4B), 110c (véase también figura 6), y/o 110d (véase también figura 7) cortada a un ancho 132 deseado y que tiene una orientación 134 de capa deseada.

El ancho 132 deseado (véase figura 3) puede ser seleccionado de un ancho grande a pequeño y puede ser seleccionado para conformar el tamaño y forma de un radio 114 (véase figura 4B) del relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figura 4B) que se forma finalmente. La orientación 134 de capa deseada (véase figura 3) se puede diseñar para cualquier dirección de capa deseada. Por ejemplo, la orientación 134 de capa deseada puede incluir sin limitación, dichas orientaciones de capa como +45 grados/-45 grados, +50 grados/-50 grados, 0 grados, 90 grados, u otra orientación de capa adecuada. Por vía de ejemplo, como se utiliza aquí, "+45 grado" significa que una capa se hace girar 45 grados en dirección horario y "-45 grados" significa que se hace girar una capa 45 grados en dirección contrahoraria. Seleccionar la orientación 134 de capa deseada (véase figura 3) para el ensamble 108 de capa apilada (véase figuras 3, 4B) depende de la rigidez deseada del relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figuras 3, 4B) con relación a la rigidez de las capas 84a, 84b, 92a de envoltura circundantes (véase figuras 3, 4B).

Como se muestra en las figuras 3, 4B, el ensamble 108 de capa apilada comprende preferiblemente una primera porción 108a y una segunda porción 108b. Cuando más de un elemento 100 de relleno con forma geométrica (véase figuras 6, 7) se forman en el relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figuras 6, 7), una o más porciones 108c adicionales (véase figura 6), porción 108d adicional (véase figura 7), u otras porciones adicionales, se pueden formar a partir de la segunda porción 108b (véase figuras 5-7).

El ensamble 108 de capa apilada (véase figuras. 3, 4B) del relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figuras 3, 4B) se pueden elaborar del mismo material de fibra y resina similar utilizado para formar componentes del ensamble 26 de material compuesto (véase figuras 3, 4B), tal como la estructura 28 de material compuesto (véase figuras 3, 4B), los travesaños 98 (véase figura 4B), los laminados 90 base (véase figura 4B) y el panel 96 de piel (véase figura 4B). Por ejemplo, las capas 84 de material compuesto apilado, la capas 92 de base de material compuesto apilado, y la pluralidad de pilas 110 (véase figura 3) de capas 110a de relleno de radio laminado (véase figura 4B), 110b (véase figura 4B), 110c (véase figura 6), y/o 110d (véase figura 7) se pueden formar a partir de un material de soporte rodeado por y respaldado con un material matriz, tal como, por ejemplo, un material preimpregnado.

5 El material de refuerzo puede comprender fibras de alta resistencia, tal como fibras de vidrio o carbono, grafito, fibra de poliamida aromática, fibra de vidrio, o cualquier otro material de soporte adecuado. El material de matriz puede comprender diversos materiales de resina o polímero, tal como epoxi, poliéster, resinas viniléster, polímeros de polieteretercetona (PEEK), polímeros de poliétercetocetona (PEKK), bismaleimida u otro material de matriz adecuado. Como se utiliza aquí, "preimpregnado" significa un material de cinta similar a tela o tela trenzada, por ejemplo, fibras de vidrio o fibras de carbono, que han sido impregnados con una resina curada parcialmente o no curada, que es flexible aunque se forma en un diseño deseado, luego se "cura", por ejemplo, mediante la aplicación de calor en un horno o un autoclave u otros medios de calefacción, para endurecer la resina en una estructura fuerte, rígida, de fibra reforzada.

10 Las capas 84 de compuesto apiladas, las capas 92 de base de compuesto apiladas, y la pluralidad de pilas 110 (véase figura 3) de capas 110a de relleno de radio de laminado (véase figura 4B), 110b (véase figura 4B), 110c (véase figura 6) y/o 110d (véase figura 7) pueden estar en la forma de una cinta unidireccional preimpregnada una cinta de fibra unidireccional, una cinta plástica reforzada con fibra de carbono (CFRP), u otra cinta adecuada; una tela plástica reforzada con fibra de carbono (CFRP), una tela preimpregnada, una tela tejida que incluye una tela de fibra de carbono tejida, u otra tela adecuada; una combinación de una cinta o una tela de las mismas; u otro material compuesto adecuado.

20 Como se discute en más detalle a delante con respecto al método 150, la primera porción 108a (véase figura 3) del ensamble 108 de capa apilada (véase figura 3) puede comprender tres o cuatro capas preferiblemente con por lo menos una capa que tiene un grado de orientación de capa de cero grados (0°). Si se utiliza un proceso de tendido automatizado para formar el ensamble 108 de capa apilada (véase figura 3), la pluralidad de pilas 110 que comprenden las capas 110a de relleno de radio de laminado (véase figura 4B), 110b (véase figura 4B), 110c (véase figura 6) y/o 110d (véase figura 7) se pueden tender con capas sencillas en cualquier orientación 134 de capa deseada (véase figura 3).

25 Como se mostró adicionalmente en las figuras. 3, 4B, 5-6 el relleno 70 de radio compuesto laminado puede comprender opcionalmente un elemento 104 de punta. El elemento 104 de punta (véase figuras 3, 4B, 5-6) está comprendido preferiblemente de una pluralidad de fibras unidireccionales, una cinta de fibra unidireccional, una cinta unidireccional preimpregnada, un cable de material compuesto unidireccional, una cinta unidireccional para ranura, una cinta de plástico reforzada con fibra de carbono (CFRP), una tela plástica reforzada con fibra de carbono (CFRP), una tela preimpregnada, una tela tejida que incluye una tela de fibra de carbono tejido, fibra picada, una combinación de las mismas, u otro material de fibra adecuado.

35 El elemento 104 de punta (véase figuras. 3, 4B, 5-6) preferiblemente tienen una configuración 105 (véase figuras 4B, 5-6) que comprenden uno de una configuración 105a sustancialmente de cabeza de flecha (véase figura 5), una configuración 105b multitrángulo (véase figura 6) u otra configuración adecuada. Como se muestra en la figura 5, el elemento 104 de punta, tal como en la forma del elemento 104a de punta, sobre una porción 122 superior del ensamble 108 de capas apiladas, tal como la porción 122 superior de la segunda porción 108b del ensamble 108 de capa apilada. Como se muestra adicionalmente en la figura 5, el elemento 104a de punta tiene una configuración 105 en la forma de una configuración 105a sustancialmente de cabeza de flecha. 0041

40 Como se muestra en la figura. 6, el elemento 104 de punta, tal como en la forma del elemento 104b de punta, se posiciona sobre una porción 122 superior del ensamble 108 de capas apiladas, tal como la porción 122 superior de la porción 108c adicional del ensamble 108 de capa apilada. Como se muestra adicionalmente en la figura 6, el elemento 104b de punta tiene una configuración 105 en la forma de una configuración 105b multitrángulo.

45 Como se muestra adicionalmente en las figuras. 3, 4B, 5-7, el relleno 70 de radio compuesto laminado comprende el elemento 100 de relleno con forma geométrica, tal como en la forma de un primer elemento 100a de relleno con forma geométrica, posicionado en una ubicación 120 deseada (véase figuras 5-7) sobre una primera porción 108a (véase figuras 5-7) del ensamble 108 de capa apilada. Como se muestra en la figura 5, en una realización, la ubicación 120 deseada en la primera porción 108a del ensamble 108 de capa apilada esta preferiblemente en una ubicación 120a central o una ubicación sustancialmente central, sobre la primera porción 108a. Sin embargo, también se pueden seleccionar otras ubicaciones adecuadas deseadas. En razón a que la eliminación o formación de grietas en rellenos de radio compuestos laminados pueden normalmente empiezan en la porción superior, tal como en la porción media superior o porción de tercera porción superior, del relleno de relleno compuesto laminado, preferiblemente uno o más elementos 100 de relleno con forma geométrica (véase figuras 4B, figuras 5-7) se posicionan o ubican en la porción superior, tal como la porción media superior o la porción de tercera porción superior, del relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figuras 4B, figuras 5 - 7).

55 Adicionalmente, preferiblemente la segunda porción 108b (véase figuras 4B, 5-7) del ensamble 108 de capa apilada (véase figuras 4B, 5-7) en la porción superior, tal como la porción media o la porción de tercera porción superior, del relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figuras 4B, 5-7), se deforma o diseña mediante uno o más elementos 100 de relleno con forma geométrica (véase figuras 4B, 5-7). Uno o más elementos 100 de relleno con forma geométrica (véase figuras 4B, 5-7) preferiblemente se deforman o doblan la segunda porción 108b (véase figuras 4B, 5-7), y cualquier porción 108c adicional (véase figura 6), 108d (véase figura 7), del ensamble 108 de capa apilada (véase figuras 4B, 5-7) que se apilan sobre los elementos 100 de relleno con forma geométrica

respectiva (véase figuras 4B, 5-7). Esta deformación provoca que las capas 110b de relleno de radio laminado (véase figuras 4B, 4-7), 110c (véase figura 6) y/o 110d (véase figura 7) de la segunda porción 108b (véase figuras 4B, 5-7), y cualesquier porciones 108c adicionales (véase figura 6), 108d (véase figura 7), del ensamble 108 de capa apilada (véase figuras 4B, 5), para doblarse y cambiar la dirección y tienen un componente de dirección 116 (véase figuras 3, 4B, 5-7) que comprenden una dirección 118a horizontal (véase figuras 3, 4B, 5-7) y una dirección 118b vertical (véase figuras 3, 4B, 5-7), con el fin de hacer coincidir sustancialmente la dirección 118b vertical (véase figura 4B) de las capas 84a, 84b de envoltura (véase figura 4B) adyacente al relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figuras 3, 4B, 5-7). Como se utiliza aquí, "dirección horizontal" significa una dirección horizontal o sustancialmente horizontal, y paralela o sustancialmente paralela a un nivel del piso, y perpendicular o sustancialmente perpendicular a una dirección vertical. Como se utiliza aquí, "dirección vertical" significa una dirección vertical o sustancialmente vertical, y normal o perpendicular o sustancialmente normal o sustancialmente perpendicular, a una dirección horizontal.

Como se muestra en la figura. 3, el relleno 70 de radio compuesto laminado puede comprender adicionalmente uno o más elementos 100 de relleno con forma geométrica, tal como el elemento 100b de relleno con forma geométrica adicional (véase también figura 6), o elemento 100c de relleno con forma geométrica (véase también figura 7) u elemento 100 de relleno con forma geométrica adicional adecuado. Como se muestra en la figura 6, el elemento 100b de relleno con forma geométrica adicional se posiciona preferiblemente en una ubicación 124 deseada en la segunda porción 108b en y por debajo de la porción 108c adicional. Adicionalmente, como se muestra en la figura 7, el elemento 100c de relleno con forma geométrica adicional se posiciona preferiblemente en una ubicación deseada 126 en la segunda porción 108b y en y por debajo de la porción 108d adicional.

El elemento 100, 100a de relleno con forma geométrica (véase figura 3) y cualesquier elementos 100, 100b, 100c de relleno con forma geométrica adicional (véase figura 3) cada uno está comprendido preferiblemente de una pluralidad de fibras 101 unidireccionales (véase figura 3), una cinta de fibra unidireccional, una cinta unidireccional preimpregnada, un cable de material compuesto unidireccional, una cinta unidireccional para ranura, una cinta plástica reforzada con fibra de carbono, (CFRP), una tela plástica reforzada con fibra de carbono (CFRP), una tela preimpregnada, una tela tejida que incluye una tela de fibra de carbono tejido, fibra picada, una combinación de las mismas, u otro material de fibra adecuado. Las fibras 101 unidireccionales (véase figura 3) preferiblemente corren sustancialmente hacia abajo hacia una longitud de la estructura 28 de material compuesto (véase figura 4A).

En una realización, el elemento 100, 100a de relleno con forma geométrica (véase figura 3) y cualquier elementos 100, 100b, 100c de relleno con forma geométrica adicional (véase figura 3) pueden estar comprendidos de fibras 101a unidireccionales pultruidas (véase figura 3) que tiene una orientación de capas de cero grados (0°). Preferiblemente, las fibras 101a unidireccionales pultruidas (véase figura 3) se forman utilizando un proceso de pultrusión y un aparato 130 de pultrusión (véase figura 3), como se discute en más detalle adelante.

El elemento 100, 100a de relleno con forma geométrica (véase figura 3) y cualesquier elemento 100, 100b, 100c de relleno con forma geométrica adicional (véase figura 3) cada uno preferiblemente tienen una forma 102 geométrica (véase figuras 4B, 5-7). la forma 102 geométrica (véase figuras 4B, 5-7) puede comprender uno de una forma 102a de triángulo (véase figuras 4B, 5), un triángulo con forma 102b de esquinas curvas (véase figura 6), una forma 102c de cabeza de flecha (véase figura 7), un triángulo con forma de esquinas removidas (no mostradas), un triángulo con una o más formas de lados curvos (no mostrados), una forma de llenado de radio (no mostrado), una forma de medio círculo (no mostrado), u otra forma geométrica adecuada.

El propósito del elemento 100, 100a de relleno con forma geométrica (véase figura 3) y cualesquier elementos 100, 100b, 100c de relleno con forma geométrica adicional (véase figura 3), como se discutió anteriormente, es cambiar la dirección respectiva de las capas 110b de relleno de radio laminado (véase figura 4B), 100c (véase figura 6), y/o 110d (véase figura 7) de la segunda porción 108b (véase figura 3) y cualesquier porciones 108c, 108d adicionales (véase figura 3) para doblarse y cambiar la dirección y tener un componente de dirección 116 que comprende la dirección 118a horizontal (véase figuras 3, 4B, 5-7) y la dirección 118b vertical (véase figuras 3, 4B, 5-7).

Se muestran diversas realizaciones del relleno 70 de radio compuesto laminado en las figuras. 5-7. Dichas realizaciones no significan que sean limitantes.

La figura 5 es una ilustración de una vista de sección delantera, magnificada con una de las realizaciones del relleno 70 de radio compuesto laminado, tal como en la forma de un relleno 70a de radio compuesto laminado, de la divulgación. El relleno 70a de radio compuesto laminado mostrado en la figura 5 tiene un elemento 100 de relleno con forma geométrica, tal como en la forma de primeros elementos 100a de relleno con forma geométrica. El primer elemento 100a de relleno con forma geométrica (véase figura 5) tiene preferiblemente una forma 102 geométrica (véase figura 5) en la forma de un triángulo 102a (véase figura 5). Sin embargo, el elemento 100 de relleno con forma geométrica, tal como en la forma del primer elemento 100a de relleno con forma geométrica, puede tener otra forma geométrica adecuada.

La figura 5 muestra las porciones 106a, 106b base y la porción 106c superior del relleno 70 de radio compuesto laminado, tal como en la forma del relleno 70a de radio compuesto laminado. La figura 5 muestra, adicionalmente, capas 84 de material compuesto apilado, tal como en la forma de capas 84a, 84b de envoltura, y capas 92 de base

de compuesto apiladas del laminado 90 base, tal como en la forma de capas 92a de envoltura. Las capas 84a, 84b de envoltura y las capas 92a de envoltura rodean el relleno 70 de radio compuesto laminado, tal como en la forma del relleno 70a de radio de compuesto laminado.

5 El relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figura 5), tal como en la forma de relleno 70a de radio compuesto laminado (véase figura 5), tiene preferiblemente una configuración 74 (véase figura 5) que corresponde sustancialmente a la forma y tamaño de la región 72 de relleno de radio (véase figura 4B) de la estructura 28 compuesta (véase figura 4B). Como se muestra en la figura 5, la configuración 74 del relleno 70 de radio compuesto laminado tiene sustancialmente forma triangular. Sin embargo, el relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figura 5) puede tener otra forma o configuración adecuada.

10 El relleno 70a de radio compuesto laminado mostrado en la figura 5 tiene adicionalmente un elemento 104 de punta, tal como en la forma del elemento 104a de punta. El elemento 104a de punta (véase figura 5) tiene una configuración 105 (véase figura 5) en la forma de una configuración 105a sustancialmente de cabeza de flecha (véase figura 5). Como se muestra adicionalmente en la figura 5, elemento 104a de punta se posiciona preferiblemente en una ubicación 112 de punta del relleno 70 de radio compuesto laminado, tal como el relleno 70a de radio compuesto laminado. Como se muestra adicionalmente en la figura 5, el elemento 104 de punta se posiciona preferiblemente sobre una porción 122 superior del ensamble 108 de capas apiladas, tal como la porción 122 superior de la segunda porción 108b del ensamble 108 de capa apilada.

La figura 5 muestra el elemento 100 de relleno con forma geométrica, tal como la forma de un primer elemento 100a de relleno con forma geométrica, posicionado en la ubicación 120 deseada, tal como en la ubicación 120a central o la ubicación sustancialmente central, en la primera porción 108a del ensamble 108 de capa apilada. Sin embargo, el elemento 100 de relleno con forma geométrica (véase figura 5), tal como en la forma del primer elemento 100a de relleno con forma geométrica (véase figura 5), se puede posicionar en otra ubicación deseada 120 adecuada (véase figura 5) en la primera porción 108a (véase figura 5).

20 Como se muestra en la figura 5, el elemento 100 de relleno con forma geométrica, tal como en la primera forma de elemento 100a de relleno con forma geométrica, deforma preferiblemente la segunda porción 108b del ensamble 108 de capa apilada también apilada sobre el primer elemento 100a de relleno con forma geométrica. Esto provoca la pluralidad de pilas 110 (véase figura 5) de capas de relleno de radio laminado 110b (véase figura 5) de la segunda porción 108b (véase figura 5) para cambiar de dirección. Como se mostró adicionalmente en la figura 5, las capas 110a de relleno de radio laminado cada una tienen preferiblemente un componente de dirección 116 que comprende una dirección 118a horizontal y una dirección 118b vertical. Preferiblemente, cambiar la dirección de la capa 110b de relleno de radio laminado (véase figura 5) de la segunda porción 108b (véase figura 5) minimiza una diferencia en coeficiente de expresión térmico (CTE) 136 (véase figura 3) y estrés 138 de tensión intralaminar (véase figura 3) entre el relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figura 5) y las capas 84a, 84b de envoltura (véase figura 5) adyacente al relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figura 5).

25 Como se utiliza aquí, "coeficiente de expansión térmico (CTE)" significa una medida del cambio en tamaño o volumen de un material en respuesta a un cambio en la temperatura del material. Como se utiliza aquí, "estrés de tensión intralaminar" significa el estrés normal a una pluralidad de capas, por ejemplo, capas de tela o cinta, que tienden a empujar las capas separadas o deslaminarlas. Minimizar la diferencia en CTE 136 (véase figura 3) y el estrés 138 de tensión intralaminar (véase figura 3) elimina preferiblemente la deslaminación o resulta en una deslaminación 140 reducida (véase figura 3) del relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figura 5). Dicha deslaminación puede resultar del estrés térmico que ocurre durante las etapas de ciclo térmico y curado de la fabricación de la estructura 28 de material compuesto (véase figura 4B) y/o el ensamble 26 de material compuesto (véase figura 4B).

30 De esta manera, en cambio de ser apiladas en una dirección 118a horizontal (véase figura 4B) a través del relleno 70 de radio compuesto laminado, las capas 110b de relleno de radio laminado (véase figura 5) apiladas sobre el elemento 100 de relleno con forma geométrica (véase figura 5) empiezan deformarse o doblarse para que tengan un componente de dirección 116 (véase figura 5) que comprenden la dirección 118a horizontal (véase figura 5) y la dirección 118b vertical (véase figura 5) para que coincidan o coincidan sustancialmente o sigan la dirección 118b vertical (véase figura 4B) de las capas 84a, 84b de envoltura (véase figuras 4B, 5) adyacentes al relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figura 5).

35 Esto minimiza preferiblemente la diferencia en el CTE 136 (véase figura 3) entre el relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figura 5) y las capas 84a, 84b de envoltura (véase figura 5) adyacente al relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figura 5). Esto se debe a que las capas 110b de relleno de radio laminado (véase figura 5) del relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figura 5) y las dos capas 84a, 84b de envoltura (véase figura 5) tienen la misma orientación vertical. Adicionalmente, para las capas 110b de relleno de radio laminado (véase figura 5) apiladas sobre el elemento 100a de relleno con forma geométrica (véase figura 5), una orientación 114 radial (véase figura 5) del segundo 108b (véase figura 5) del relleno 70 del radio compuesto laminado (véase figura 5) coincide preferiblemente sustancialmente con una orientación 86 radial (véase figura 5) de las capas 84 de compuesto apiladas (véase figura 5), tal como las capas 84a, 84b de envoltura (véase figura 5).

La figura 6 es una ilustración de una vista de sección delantera magnificada de otra de las realizaciones del relleno 70 de radio compuesto laminado, tal como en la forma de relleno 70b de radio compuesto laminado, de la divulgación. El relleno 70b de radio compuesto laminado mostrado en la figura 6 tiene dos elementos 100 de relleno con forma geométrica, tal como en la forma de primeros elementos 100a de relleno con forma geométrica, y elemento 100b de relleno con forma geométrica adicional. El primer elemento 100a de relleno con forma geométrica (véase figura 6) tiene preferiblemente una forma 102 geométrica (véase figura 6) en la forma de triángulo 102a (véase figura 6). El elemento 100b de relleno con forma geométrica adicional (véase figura 6) tiene preferiblemente una forma 102 geométrica (véase figura 6) en la forma de triángulo con esquinas 102b curvas (véase figura 6). Sin embargo, los elementos 100 de relleno con forma geométrica, tal como en la forma de primer elemento 100a de relleno con forma geométrica y elementos 100b de relleno con forma geométrica adicional, cada uno puede tener otra forma geométrica adecuada.

La figura 6 muestra las porciones 106a, 106b base y la porción 106c superior del relleno 70 de radio compuesto laminado, tal como en la forma del relleno 70b de radio compuesto laminado. La figura 6 muestra adicionalmente las capas 84 de compuesto apilado, tal como en la forma de capas 84a, 84b de envoltura, y la capas 92 de base de material de compuesto apiladas del laminado 90 base, tal como en la forma de capas 92a de envoltura. Como se muestra en la figura 6, la capas 84a, 84b de envoltura y las capas 92a de envoltura rodean el relleno 70 de radio compuesto laminado, tal como en la forma del relleno 70b de radio compuesto laminado.

El relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figura 6), tal como en la forma de relleno 70b de radio compuesto laminado (véase figura 6), tiene preferiblemente una configuración 74 (véase figura 6) que corresponde sustancialmente a la forma y tamaño de la región 72 de relleno de radio (véase figura 4B) de la estructura 28 compuesta (véase figura 4B). Como se muestra en la figura. 6, la configuración 74 del relleno 70 de radio compuesto laminado tiene una forma sustancialmente de triángulo. Sin embargo, el relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figura 6) puede tener otra configuración o forma adecuada.

El relleno 70b de radio compuesto laminado mostrado en la figura 6 tiene adicionalmente un elemento 104 de punta, tal como en la forma de elemento 104b de punta. Como se muestra en la figura. 6, el elemento 104b de punta tiene una configuración 105 en la forma de una configuración 105b multitriángulo. Como se muestra adicionalmente en la figura 6, elemento 104b de punta se posiciona preferiblemente en una ubicación 112 del relleno 70 de radio compuesto laminado, tal como en la forma del relleno 70b de radio compuesto laminado. Como se muestra adicionalmente en la figura 6, el elemento 104b de punta se posiciona preferiblemente en la porción 122 superior del ensamble 108 de capas apiladas, tal como la porción 122 de la porción 108c adicional del ensamble 108 de capa apilada. El elemento 104b de punta (véase figura 6) puede ser formar a través de procesos de pultrusión u otros procesos adecuados. Si se utiliza una boquilla, una capa 125 vertical (véase figura 6) o tela o cinta orientada con la altura en la dirección 118b vertical (véase figura 6) y el ancho en la dirección 118a horizontal (véase figura 6), se pueden utilizar además de, o en cambio de, el elemento 104 de punta (véase figura 6) que es pultruida. La capa 125 vertical (véase figura 6) preferiblemente sería una primera porción del relleno 70b de radio compuesto laminado que se va a colocar en una boquilla.

La figura 6 muestra el elemento 100 de relleno con forma geométrica, tal como en la forma de primeros elementos 100a de relleno geométricos, posicionados en la ubicación 120 deseada, tal como la ubicación 120a central o la ubicación sustancialmente central, en la primera porción 108a del ensamble 108 de capa apilada. Sin embargo, el elemento 100 de relleno con forma geométrica (véase figura 6), tal como en la forma de primeros elementos 100 de relleno de forma geométrica (véase figura 6), se pueden posicionar en otra ubicación deseada adecuada en la primera porción 108a (véase figura 6).

La figura 6 muestra adicionalmente el elemento 100 de relleno con forma geométrica, tal como en la forma de elemento 100b de relleno con forma geométrica adicional, posicionado en la ubicación 124 deseada en la segunda porción 108b del ensamble 108 de capa apilada. Preferiblemente, la ubicación 124 deseada (véase figura 6) es una ubicación central o ubicación sustancialmente central en la segunda porción 108b (véase figura 6). Sin embargo, el elemento 100 de relleno con forma geométrica (véase figura 6), tal como en la forma de elemento 100b de relleno con forma geométrica adicional (véase figura 6), se puede posicionar en otra ubicación deseada adecuada en la segunda porción 108b (ver Figura 6).

Como se muestra en la figura 6, el elemento 100 de relleno de forma geométrica, tal como en la forma de un primer elemento 100a de relleno con forma geométrica, deforma preferiblemente la segunda porción 108b del ensamble 108 de capas apiladas también apiladas sobre el primer elemento 100a de relleno con forma geométrica. Esto provoca que la pluralidad de pilas 110 (véase figura 6) de capas 110b de relleno de radio laminado (véase figura 6) de la segunda porción 108b (véase figura 6) cambie de dirección. Las capas 110a de relleno de radio laminado (véase figura 6) se orientan en la dirección 118a horizontal (véase figura 6) y cambian de dirección o se deforman para laminar las capas 110b de radio laminado (véase figura 6) que tiene un componente de dirección 116 (véase figura 6) que comprenden la dirección 118a horizontal y la dirección 118b vertical (véase figura 6).

Como se muestra adicionalmente en la figura 6, el elemento 100 de relleno con forma geométrica, tal como en la forma de un elemento 100b de relleno con forma geométrica adicional, preferiblemente deforma la porción 108c adicional apilada sobre el elemento 100b de relleno con forma geométrica adicional. Esto provoca que la pluralidad

de pilas 110 (véase figura 6) de las capas 100c de relleno de radio laminado (véase figura 6) de la porción 108c adicional (véase figura 6) cambie de dirección. Las capas 110c de relleno de radio laminado (véase figura 6) se deforman o doblan para que tengan un componente de dirección 116 (véase figura 6) que comprende la dirección 118a horizontal (véase figura 6) y la dirección 118b vertical (véase figura 6).

- 5 Preferiblemente, cambiar la dirección de las capas 110b de relleno de radio laminado (véase figura 6) de la segunda porción 108b (véase figura 6) y cambiar la dirección de las capas 110c de relleno de radio laminado (véase figura 6) de la porción 108c adicional (véase figura 6), ayudan a minimizar una diferencia en el CTE 136 (véase figura 3) y el estrés 138 de tensión intralaminar (véase figura 3) entre el relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figura 6) y las capas 84a, 84b de envoltura (véase figura 6) adyacente al relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figura 6). Minimizar la diferencia en CTE 136 (véase figura 3) y el estrés 138 de tensión intralaminar (véase figura 3) preferiblemente elimina la deformación o resulta en un deslaminación 140 reducida (véase figura 3) del relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figura 5). Dicha deslaminación puede resultar del estrés térmico que ocurre durante las etapas de ciclo térmico y curado de la fabricación de la estructura 28 de material compuesto (véase figura 4B) y/o el ensamble 26 de material compuesto (véase figura 4B).
- 10
- 15 De esta manera, en lugar de estar apiladas en la dirección 118a horizontal (véase figura 4B) a través del relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figura 6), las capas 110b de relleno de radio laminado (véase figura 6) apiladas sobre el primer elemento 100a de relleno con forma geométrica (véase figura 6) y las capas 110c de relleno de radio laminado (véase figura 6) apiladas sobre el elemento 100b de relleno con forma geométrica adicional (véase Figura 6) empiezan a deformarse o doblarse para que tengan un componente de dirección 116 (véase figura 6) que comprende la dirección 118a horizontal y la dirección 118b vertical (véase figura 6) para que coincidan o coincida sustancialmente o sigan la dirección 118a vertical (véase figura 4B) de las capas 84a, 84b de envoltura (véase figuras 4B, 6) adyacente al relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figura 6).
- 20

25 Esto minimiza preferiblemente la diferencia en el CTE 136 (véase figura 3) entre el relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figura 6) y las capas 84a, 84b de envoltura (véase figura 6) adyacente al relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figura 6). Esto se debe a que las capas 110b de relleno de radio laminado (véase figura 6) y las capas 110c de relleno de radio laminado (véase figura 6) del relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figura 6), y las capas 84a, 84b de envoltura (véase figura 6), tienen la misma orientación vertical o una orientación similar.

30 Adicionalmente, para las capas 110b de relleno de radio laminado (véase figura 6) el elemento 100a de relleno con forma geométrica (véase figura 6), y para las capas 110c de relleno radio laminado (véase figura 6) apiladas sobre el elemento 100b de relleno con forma geométrica adicional (véase figura 6), la orientación 114 radial (véase figura 6) de la segunda porción 108b (véase figura 6) y la porción adicional 108c (véase figura 6) del relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figura 5) preferiblemente coincide sustancialmente con la orientación 86 radial (véase figura 6) de las capas 84 de compuesto apiladas (véase figura 6), tal como las capas 84a, 84b de envoltura (véase figura 6).

35

La figura 7 es una ilustración de una vista sección delantera, magnificada de otra de las realizaciones del relleno 70 de radio compuesto laminado, tal como en la forma de relleno 70c de radio compuesto laminado, de la divulgación. El relleno 70c de radio compuesto laminado mostrado en la figura 7 tiene dos elementos 100 de relleno con forma geométrica, tal como en las formas del primer elemento 100a de relleno con forma geométrica, y elemento 100c de relleno con forma geométrica adicional.

40

El primer elemento 100a de relleno con forma geométrica (véase figura 7) tienen preferiblemente una forma 102 geométrica (véase figura 7) en la forma de un diseño 102a de triángulo (véase figura 7). El elemento 100c de relleno con forma geométrica adicional (véase figura 7) tiene preferiblemente una forma 102 geométrica (véase figura 7) en la forma de un diseño 102c de cabeza de flecha (véase figura 7). Sin embargo, el elemento 100 de relleno con forma geométrica, tal como en la forma del primer elemento 100a de relleno con forma geométrica y el elemento 100c de relleno con forma geométrica adicional, cada uno puede tener otra forma geométrica adecuada.

45

La figura 7 muestra las porciones 106a, 106b base y la porción 106c superior del relleno 70 de radio compuesto laminado, tal como en la forma del relleno 70c de radio compuesto laminado. La figura 7 muestra adicionalmente capas 84 de compuesto apiladas, tal como en la forma de capas 84a, 84b de envoltura y capas 92 de base de compuesto apiladas del laminado 90 base, tal como en la forma de capas 92a de envoltura. Como se muestra en la figura 7, las capas 84a, 84b de envoltura y las capas 92 de envoltura rodean el relleno 70 de radio compuesto laminado, tal como en la forma de relleno 70c de radio compuesto laminado.

50

El relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figura 7), tal como en la forma de relleno 70c de radio compuesto laminado (véase figura 7), tiene preferiblemente una configuración 74 (véase figura 7) que corresponde sustancialmente con la forma y tamaño de la región 72 de relleno de radio (véase figura 4B) de la estructura 28 de material compuesto (véase figura 4B). Como se muestra en la figura 7, la configuración 74 del relleno 70 de radio compuesto laminado tiene sustancialmente forma de triángulo. Sin embargo, el relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figura 7) puede tener otra configuración o forma adecuada.

55

- La figura 7 muestra el elemento 100 de relleno con forma geométrica, tal como en la forma del primer elemento 100a de relleno con forma geométrica, posicionado en la ubicación 120 deseada, tal como la ubicación 120a central o ubicación sustancialmente central, sobre la primera porción 108a del ensamble 108 de capas apiladas. Sin embargo, el elemento 100 de relleno con forma geométrica, tal como en la forma del primer elemento 100a de relleno con forma geométrica, se puede posicionar en otra ubicación adecuada sobre la primera porción 108a (véase figura 7).
- El relleno 70c de radio compuesto laminado mostrado en la figura 7 no tiene un elemento 104 de punta (véase figuras 5-6). En el lugar del elemento 104 de punta (véase figuras 5-6), la figura 7 muestra el relleno 70c de radio compuesto laminado que tiene el elemento 100 de relleno con forma geométrica, tal como en la forma del elemento 100c de relleno con forma geométrica adicional, posicionado en una ubicación 126 deseada en la segunda porción 108b del ensamble 108 de capas apiladas. Preferiblemente, la ubicación 126 deseada (véase figura 7) es una ubicación central o ubicación sustancialmente central en la segunda porción 108b (véase figura 7). Sin embargo, el elemento 100 de relleno con forma geométrica, tal como en la forma del elemento 100c de relleno con forma geométrica adicional, se puede posicionar en otra ubicación deseada adecuada en la segunda porción 108b (véase figura 7).
- Como se muestra en la figura 7, el elemento 100 de relleno con forma geométrica, tal como en la forma del primer elemento 100a de relleno con forma geométrica, preferiblemente deforma la segunda porción 108b del ensamble 108 de capas apiladas también apiladas sobre el primer elemento 100a de relleno con forma geométrica. Esto provoca que la pluralidad de pilas 110 (véase figura 7) de capas 110b de relleno de radio laminado (véase figura 7) de la segunda porción 108b (véase figura 7) cambien de dirección. La pluralidad de pilas 110 (véase figura 7) de capas 110a de relleno de radio laminado (véase figura 7) se obtienen en la dirección 118b horizontal (véase figura 4B) y cambien de dirección o se deformen para laminar las capas 110b de relleno de radio laminado (véase la figura 7) que tienen un componente de dirección 116 (véase figura 7) que comprenden la dirección 118a horizontal y la dirección 118b vertical (véase la figura. 7).
- Como se muestra adicionalmente en la figura 7, el elemento 100 de relleno con forma geométrica, tal como en la forma de elemento 100c de relleno con forma geométrica adicional, preferiblemente deforma una porción 108d adicional del ensamble 108 de capas apiladas sobre el elemento 100c de relleno con forma geométrica adicional. Esto provoca que la pluralidad de pilas 110 (véase figura 7) de capas 110d de relleno de radio laminado (véase figura 7) de la porción 108d adicional (véase figura 7) cambien de dirección. Las capas 110d de relleno de radio laminado (véase figura 7) se deforman o doblan para que tengan un componente de dirección 116 (véase figura 7) que comprenden la dirección 118a horizontal (véase figura 7) y la dirección 118b verticales (véase la figura. 7).
- Preferiblemente, cambiar la dirección de las capas 110b de relleno de radio laminado (véase figura 7) de la segunda porción 108b (véase figura 7) y cambiar la dirección de las capas 110d de relleno de radio laminado (véase figura 7) de la porción 108d adicional (véase figura 7) ayudan a minimizar una diferencia en el CTE 136 (véase figura 3) y el estrés 138 de tensión intralaminar (véase figura 3) entre el relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figura 7) y las capas 84a, 84b de envoltura (véase figura 7) adyacente al relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figura 7). Minimizar la diferencia en CTE 136 (véase figura 3) y el estrés 138 de tensión intralaminar (véase figura 3) elimina preferiblemente la deslaminación o resulta en una deslaminación 140 reducida (véase figura 3) del relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figura 7). Dicha deslaminación puede resultar en que ocurra estrés térmico durante las etapas de ciclo térmico y curado de la fabricación de la estructura 28 de material compuesto (véase figura 4b) y/o el ensamble 26 de material compuesto (véase figura 4B).
- De esta manera, en cambio de ser apilado en la dirección 118a horizontal (véase figura 4B) a través del relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figura 7), las capas 110b de relleno de radio laminado (véase figura 7) apiladas sobre el primer elemento 100a de relleno con forma geométrica (véase figura 7) y las capas 110d de relleno de radio laminado (véase figura 7) apiladas sobre el elemento 100c de relleno con forma geométrica adicional (véase figura 7) ambos empiezan a deformarse o doblarse para que tengan un componente de dirección 116 (véase figura 7) que comprende la dirección 118a horizontal (véase figura 7) y la dirección 118b vertical (véase figura 7) para que coincidan o coincidan sustancialmente o sigan la dirección 118b vertical (véase figura 4B) de las capas 84a, 84b de envoltura (véase figuras 4B, 7) adyacente al relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figura 7).
- Esto minimiza preferiblemente la diferencia en el CTE 136 (véase figura 3) entre el relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figura 7) y las capas 84a, 84b de envoltura (véase figura 7) adyacente al relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figura 7). Esto se debe a que las capas 110b de relleno de radio laminado (véase figura 7) y las capas 110d de relleno de radio laminado (véase figura 7) del relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figura 7), y la capas 84a, 84b de envoltura (véase figura 7), que tienen la misma orientación o una orientación vertical similar.
- Adicionalmente, para las capas 110b de relleno de radio laminado (véase figura 7) apiladas sobre el primer elemento 100a de relleno de forma geométrica (véase figura 7), y para las capas 110d de relleno de radio laminado (véase figura 7) apiladas sobre el elemento 100c de relleno con forma geométrica adicional (véase figura 7), la orientación 114 radial (véase figura 7) de la segunda porción 108b (véase figura 7) y la porción 108d adicional (véase figura 7) del relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figura 7) preferiblemente coincide sustancialmente con la

orientación 86 radial (véase figura 7) de las capas 84 de material compuesto apilado (véase figura 7), tal como las capas 84a, 84b de envoltura (véase figura 7).

5 En otra realización de la divulgación, se proporciona aquí un ensamble 26a de material compuesto para aeronaves (véase figuras 1, 4B) para uso en una aeronave 10 (véase figura 1). El ensamble 26a de material compuesto de aeronave (véase figuras 1, 4B) comprende una estructura 28 de material compuesto (véase figuras 1, 4B). La estructura 28 de material compuesto (véase figura 4B) comprende una región 72 de relleno de radio (véase figura 4B) y una pluralidad de capas 84a, 84b, 92a de envoltura (véase figura 4B) adyacente a la región 72 de relleno de radio (véase figura 4B).

10 El ensamble 26a de material compuesto de aeronave (véase figura 4B) comprende adicionalmente el relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figura 4B) que tiene una configuración 74 (véase figura 4B) que corresponde sustancialmente con la región 72 de relleno de radio (véase figura 4B) y rellenar la región 72 de relleno de radio (véase figura 4B). El relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figura 4B) comprende el ensamble 108 de capas apiladas (véase figura 4B). El ensamble 108 de capas apiladas (véase figura 4B) comprende la pluralidad de pilas 110 (véase figura 4B) de capas 110a de relleno de radio laminado (véase figura 4B), 110b (véase figura 4B), 110c (véase figura 6), 110d (véase figura 7), cortada a ancho 132 deseado (véase figura 3) y que tiene la orientación 134 de capa deseada (véase figura 3). Detalles específicos del ensamble 108 de capa apilada (véase figura 4B) se discutieron en detalle anteriormente y aplican igualmente a esta realización del ensamble 26a de material compuesto para aeronave (véase figura 4B).

20 El relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figura 4B) comprende adicionalmente el elemento 100 de relleno de forma geométrica (véase figura 4B) posicionado en la ubicación 120 deseada (véase figura 5) sobre la primera porción 108a (véase figuras 4B, 5) del ensamble 108 de capa apilada (véase figura 4B). El elemento 100 de relleno de forma geométrica 100 (véase figura 4B) deforma la segunda porción 108b (véase figura 4B) del ensamble 108 de capa apilada (véase figura 4B) apilado sobre el elemento 100 de relleno con forma geométrica (véase figura 4B), de tal manera que las capas 110b de relleno de radio laminadas (véase figura 4B) de la segunda porción 108b (véase figura 4B) del ensamble 108 de capas apiladas (véase figura 4B) cambia la dirección y tiene un componente de dirección 116 (véase figura 4B) que comprende la dirección 118a horizontal (véase figuras 4B, 5) y la dirección 118b vertical (véase figuras 4B, 5).

30 El relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figuras 6-7) del relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figura 4B) del ensamble 26a compuesto de aeronave (véase figura 4B) puede comprender adicionalmente uno o más elementos 100b de relleno con forma geométrica adicional (véase figura 6) 100c (véase figura 7). Cada uno de uno o más de los elementos 100b de relleno de forma geométrica adicional (véase figura 6), 100 C (véase figura 7), se pueden posicionar preferiblemente en una ubicación 124 deseada (véase figura 6) o una ubicación 126 deseada (véase figura 7), respectivamente, en una o más porciones 108c adicionales (véase figura 6), 108d (véase figura 7), respectivamente, del ensamble 108 de capas apiladas (véase figuras 6-7). Adicionalmente, cada uno de uno o más de los elementos 100b de relleno con forma geométrica adicional (véase figura 6), 100c (véase figura 7) deforma adicionalmente una o más porciones 108c adicionales respectivas (véase figura 6), 108d (véase figura 7) del ensamble 108 de capas apiladas (véase figuras 6-7) apilados sobre uno o más de los elementos 100b de relleno de forma geométrica adicional respectivos (véase figura 6), 100c (véase figura 7).

40 Como se discutió anteriormente, cada elemento 100 de relleno de forma geométrica (véase figuras 5 a 7) está comprendido preferiblemente de una pluralidad de fibras 101 unidireccionales (véase figura 3), una cinta de fibra unidireccional, una cinta unidireccional preimpregnada, un cable de material compuesto unidireccional, una cinta unidireccional para ranura, una cinta plástica reforzada con fibra de carbono (CFRP), una tela plástica reforzada con fibra de carbono (CFRP), un tela preimpregnada, una tela tejida que incluye una tela de fibra de carbono tejido, fibra picada, una combinación de las mismas, u otro material de fibra adecuado.

45 Más preferiblemente, cada elemento 100 de relleno con forma geométrica (véase figuras 5-7) puede estar comprendido de fibras 101a unidireccionales pultruidas (véase figura 3) que tiene un grado de orientado de cero grados (0°). Preferiblemente, las fibras 101a unidireccionales pultruidas (véase figura 3) se forman utilizando un proceso de pultrusión y un aparato 130 de pultrusión (véase figura 3), como se discute adelante en más detalle.

50 Como se discutió anteriormente, el elemento 100 de relleno con forma geométrica (véase figuras 3, 4B, 5-7) tiene preferiblemente una forma 102 geométrica (véase figuras 4B, 5-7). La forma 102 geométrica (véase figuras 4B, 5-7) puede comprender una forma 102a de triángulo (véase figuras 4B, 5), un triángulo con esquinas curvas 102b (véase figura 6), una forma 102c de cabeza de flecha (véase figura 7), una forma de triángulo sin esquinas (no mostrado), un triángulo con una o más formas curvas (no mostradas), una forma de relleno de radio (no mostrado), una forma de medio círculo (no mostrado), u otra forma geométrica adecuada.

55 El relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figuras 4B, 5) del ensamble 26a de material compuesto de aeronave (véase figura 4B) puede comprender adicionalmente un elemento 104 de punta (véase figuras 4B, 5) posicionado en una porción superior 122 (véase figura 5) del ensamble 108 de capas apiladas (véase figura 5), tal como la porción 122 superior (véase figura 5) de la segunda porción 108b (véase figura 5) del ensamble 108 de capas apiladas (véase figura 5). El elemento 104 de punta (véase figuras 4B, 5) está comprendido preferiblemente

de una pluralidad de fibras unidireccionales, una cinta de fibra unidireccional, una cinta unidireccional preimpregnada, un cable de material compuesto unidireccional, una cinta unidireccional para ranura, una cinta plástica reforzada con fibra de carbono (CFRP), una tela plástica reforzada con fibra de carbono (CFRP), una tela preimpregnada, una tela tejida que incluye una tela de fibra de carbono tejido, fibra picada, una combinación de las mismas, u otro material de fibra adecuado.

Preferiblemente, cambiar la dirección de las capas 110b de relleno de radio laminado (véase figura 5), 110c (véase figura 6), 110d (véase figura 7) de la segunda porción 108b respectiva (véase figura 5), porción 108c adicional (véase figura 6), y/o porción 108d adicional (véase figura 7), minimiza una diferencia en CTE 136 (véase figura 3) y estrés 138 de tensión intralaminar (véase figura 3) entre el relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figuras 4B, 5) y capas 84a, 84b de envoltura (véase figuras 4B, 5) adyacentes al relleno 70 de radio de material compuesto laminado (véase figuras 4B, 5). Minimizar la diferencia en CTE 136 (véase figura 3) y estrés 138 de tensión intralaminar (véase figura 3) elimina preferiblemente la deslaminación o resulta en una deslaminación 140 reducida (véase figura 3) del relleno 70 de radio de material compuesto laminado (véase figura 7). Dicha deslaminación puede resultar en que ocurra estrés térmico durante las etapas de ciclo térmico y curado de fabricación de la estructura 28 de material compuesto (véase figura 4B) y/o ensamble 26 de material compuesto (véase figura 4B).

En otra realización de la divulgación, se proporciona un método 150 para formar un relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figuras 3, 4B, 5-7) para una estructura 28 de material compuesto (véase figuras 4A-4B). La figura 8 es una ilustración de un diagrama de flujo de una realización de ejemplo del método 150 de la divulgación. Las etapas enumeradas para el método 150 se pueden realizar en un orden diferente al presentado. Algunas etapas se pueden realizar simultáneamente. Algunas etapas pueden ser opcionales o se pueden omitir. Se pueden agregar diferentes etapas a las anteriores.

El relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figuras 3, 4B, 5-7) se pueden formar de un material compuesto mediante cualquier medio que incluye, pero no se limita a, pultrusión, extrusión, tendido a mano, tendido automatizado, o cualquier otro proceso de formación como se describe en más detalle adelante. El relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figuras 3, 4B, 5-7) se forma con el fin de llenar el volumen de y asumir la forma y geometría de la región 72 de relleno de radio (véase figuras 3, 4A) que se va a llenar. La configuración 74 (véase figuras 4B, 5-7) del relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figuras 4B, 5-7) pueden comprender preferiblemente una configuración sustancialmente de forma de triángulo y puede tener preferiblemente una sección transversal generalmente triangular. Sin embargo, el relleno 70 de radio compuesto laminado puede tener otras formas sección transversal y configuración adecuada.

Como se muestra en la figura. 8, el método 150 comprende la etapa 152 de ensamblar de una pluralidad de pilas 110 (véase figura 3) de capas 110a, 110b, 110c, 110d de filtro de radio laminado (véase figura 3) cortada a un ancho 132 deseado (véase figura 3) y que tiene una orientación 134 de capas deseada (véase figura 3) para formar un ensamble 108 de capas apiladas (véase figuras 3, 4B, 5-7). La pluralidad de pilas 110 (véase figura 3) de capas 110a, 110b, 110c, 110d de relleno de radio laminado (véase figura 3) puede ser compactado para comprimir o consolidar la pluralidad de pilas 110 (véase figura 3) con el fin de eliminar vacíos, tal como aire u otros gases, que pueden estar atrapados entre capas de la pluralidad de pilas 110 (véase figura 3).

Como se muestra en la figura 8, el método 150 comprende adicionalmente la etapa 154 de tender una primera porción 108a (véase figuras 3, 4B, 5-7) del ensamble 108 de capas apiladas (véase figuras 3, 4B, 5-7) sobre un aparato 128 de formación (véase figura 3). El aparato 128 de formación (véase figura 3) puede comprender una herramienta de formación, un molde, un mandril, una plataforma de máquina para tender, una máquina de colocación de fibra automatizada (AFP), u otro aparato de formación adecuado. Tender la pluralidad de pilas 110 (véase figura 3) en el aparato 128 de formación (véase figura 3) se puede realizar a través de un proceso manual o a través de un proceso automatizado, sin una máquina o aparato de tendido conocidos.

La primera porción 108a (véase figura 3) del ensamble 108 de capas apiladas (véase figura 3) puede comprender una pila de tres o cuatro capas con preferiblemente por lo menos una capa que tiene una orientación de capas grado cero (0°) y otras capas que tienen una orientación de capas de +50 grados/-50 grados u otra orientación 134 de capas deseada (véase figura 3). Si se utiliza un proceso de tendido automatizado para formar el ensamble 108 de capas apiladas (véase figura 3), las capas 110a de relleno de radio laminado (véase figura 4B) de la primera porción 108a (véase figura 3) se puede tender con capas sencillas en cualquier orientación 134 de capas deseada (véase figura 3).

La pluralidad de pilas 110 (véase figuras 3, 4B, 5-7) se pueden cortar en tiras de una carga de capas con anchos que varían de anchos grandes a anchos pequeños para conformar una orientación 114 radial (véase figuras 5-7) del relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figuras 5-7). La pluralidad de pilas 110 (véase figuras 3, 4B, 5-7) se puede cortar utilizando un dispositivo de corte conocido y un proceso de corte conocido, tal como un dispositivo de corte ultrasónico y un proceso de corte ultrasónico, un dispositivo de corte de tela y proceso de corte de tela, un dispositivo de corte de láser y un proceso de corte láser, o cualquier dispositivo de corte adecuado y proceso de corte.

La pluralidad de pilas 110 (véase figuras 3, 4B, 5-7) se pueden ensamblar luego, tal como por ejemplo, empezando con la pila más ancha y el procedimiento para una pila final sobre uno o más elementos 100 de relleno con forma geométricas (véase figuras 4B, 5-7) para formar la configuración 74 (véase figuras 4B, 5-7) del relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figuras 4B, 5-7).

5 Como se muestra en la figura 8, el método 150 comprende adicionalmente la etapa 156 de posicionar un elemento 100 de relleno de forma geométrica (véase figuras 3, 4B, 5-7), por ejemplo, en una ubicación 120 deseada (véase figura 5) en la primera porción 108a (véase figura 5) del ensamble 108 de capas apiladas (véase figura 5), en una ubicación 124 deseada (véase figura 6) en la segunda porción 108b (véase figura 6) del ensamble 108 de capa apilada (véase figura 6), y/o en una ubicación 126 deseada (véase figura 7) en la segunda porción 108b (véase figura 7) del ensamble 108 de capas apiladas (véase figura 7). Preferiblemente, la ubicación 120 deseada (véase figura 5) es una ubicación 120a central o ubicación sustancialmente central (véase figura 5) en la primera porción 108a (véase figura 5). Sin embargo, también se pueden utilizar otras ubicaciones adecuadas. Preferiblemente, la ubicación 124 deseada y la ubicación 126 deseada también son ubicaciones centrales o ubicaciones sustancialmente centrales. Preferiblemente, uno o más elementos 100 de relleno con forma de geométrica (véase figuras 3, 4B, 5-7) se posicionan en la porción superior, tal como la porción de mitad superior o porción de tercera parte superior, del relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figuras 4B, 5-7).

20 El método 150 puede comprender adicionalmente antes de la etapa 156 de posicionar el elemento 100 de relleno con forma geométrica (véase figura 5) en la ubicación 120 deseada (véase figura 5), la etapa de formar el elemento 100 de relleno de forma geométrica (véase figuras 3, 4B, 5-7) de un material que comprende una pluralidad de fibras 101 unidireccionales (véase figura 3), una cinta de fibra unidireccional, una cinta unidireccional preimpregnada, un cable de material compuesto unidireccional, una cinta unidireccional de ranura, una cinta plástica reforzada con fibra de carbono (CFRP), una tela plástica reforzada con fibra de carbono (CFRP), un tela preimpregnada, una tela tejida que incluye un tela de fibra de carbono tejida, fibra picada, una combinación de los mismos, u otro material compuesto adecuado.

25 El método 150 puede comprender adicionalmente antes de la etapa 156 de posicionamiento del elemento 100 de relleno con forma geométrica (véase figuras 3, 4B, 5-7) la ubicación 120 deseada (véase figura 5), la etapa de formar adicionalmente el elemento 100 de relleno con forma geométrica (véase figuras 3, 4B, 5-7) en una forma 102 geométrica (véase figuras 3, 4B, 5-7). La forma 102 geométrica (véase figuras 3, 4B, 5-7) puede comprender una forma 102a de triángulo (véase figuras 4B, 5), un triángulo 102b con esquinas curvas (véase figura 6), una forma 30 102c de cabeza de flecha (véase figura 7), un triángulo sin esquinas (no mostrado), un triángulo con uno o más lados curvos (no mostrado), una forma de relleno de radio (no mostrado), una forma de medio círculo (no mostrado), u otra forma geométrica adecuada.

35 El método 150 (véase figura 8) puede comprender adicionalmente antes de la etapa 156 de posicionar el elemento 100 de relleno con forma geométrica (véase figura 5) en la ubicación 120 deseada (véase figura 5), la etapa de fabricar el elemento 100 de relleno con forma geométrica (véase figura 3). En una realización, el elemento 100 de relleno con forma geométrica (ver figura 3) se puede fabricar con un proceso de pultrusión conocido utilizando un aparato 130 de pultrusión conocido (véase figura 3). Los procesos de pultrusión conocidos que utilizan el aparato 130 de pultrusión conocido (véase figura 3) se pueden utilizar para ensamblar una cantidad deseada de fibras 101 unidireccionales (véase figura 3) que tiene una orientación de capa de cero grados (0°), tal como en la forma de cable de material compuesto unidireccional o cinta para ranura, por ejemplo, de ancho 1/8 de pulgada, y tirarlas a través de una boquilla caliente de una forma deseada. El proceso de pultrusión crea un perfil de material compuesto continuo consolidado de un elemento 100 de relleno con forma geométrica (véase figura 3) comprendido de fibras 101 unidireccionales pultruidas (véase figura 3). El elemento 100 de relleno con forma geométrica (véase figura 3) que ha sido pultruido se puede utilizar para fabricar una superficie de herramienta suelta para tender las capas 110b de relleno de radio laminada, 110c, 110d (véase figura 3). Alternativamente, el elemento 100 de relleno con forma geométrica (véase figura 3) se puede fabricar con otro método adecuado, por ejemplo, con fibra picada y un molde.

50 Como se muestra en la figura 8, el método 150 comprende adicionalmente la etapa 158 de tender una segunda porción 108b (véase figuras 3, 4B, 5-7) del ensamble 108 de capas apiladas (véase figuras 3, 4B, 5-7) sobre el elemento 100 de relleno con forma geométrica (véase figuras 3, 4B, 5-7) y la primera porción 108a (véase figuras 3, 4B, 5-7) del ensamble 108 de capas apiladas (véase figuras 3, 4B, 5-7) para un relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figuras 3, 4B, 5-7). Como se muestra en la figura 5, el elemento 100 de relleno con forma geométrica preferiblemente deforma la segunda porción 108b del ensamble 108 de capas apiladas, de tal manera que las capas 110b de relleno de radio laminado de la segunda porción 108b cambien de dirección y tienen una componente de dirección 116 que comprende el componente 118a horizontal y la componente 118b vertical.

55 Como se muestra en la figura 8, el método 150 comprende adicionalmente la etapa 160 opcional de posicionar uno o más elementos 100b de relleno con forma geométrica (véase figura 6), 100c (véase figura 7), en una ubicación 124 deseada (véase figura 6) o una ubicación 126 deseada (véase figura 7), respectivamente, en cada uno de uno o más de la porción 108c adicional (véase figura 6) y/o la porción 108d adicional (véase figura 7), respectivamente, del ensamble 108 de capas apiladas (véase figura 5). Cada uno de uno o más de los elementos 100b de relleno con forma geométrica adicional (véase figura 6), 100c (véase figura 7), puede deformar adicionalmente una o más porciones 108c adicionales respectivas (véase figura 6), 108d (véase figura 7), respectivamente, del ensamble 108

de capas apiladas (véase figura 6) apiladas sobre uno o más elementos 100b de relleno con forma geométrica adicional respectivos (véase figura 6), 100c (véase figura 7).

Como se muestra en la figura 8, el método 150 comprende adicionalmente la etapa 162 opcional de posicionar de un elemento 104 de punta (véase figuras 5, 6) sobre una porción 122 superior (véase figuras 5, 6) del ensamble 108 de capas apiladas (véase figuras 5, 6), tal como, por ejemplo, la porción 122 superior (véase figura 5) de la segunda porción 108b (véase figura 5) del ensamble 108 de capas apiladas (véase figura 5), o la porción 122 superior (véase figura 6) de la porción 108c adicional (véase figura 6) del ensamble 108 de capas apiladas (véase figura 6). El elemento 104 de punta (véase figuras 5, 6) comprende preferiblemente una pluralidad de fibras 101 unidireccionales (véase figura 3), una cinta de fibra unidireccional, una cinta unidireccional preimpregnada, un cable de material compuesto unidireccional, una cinta unidireccional para ranura, una cinta plástica reforzada con fibra de carbono (CFRP), una tela plástica reforzada con fibra de carbono (CFRP), una tela preimpregnada, una tela no tejida que incluye una tela de fibra de carbono tejida, fibra picada, una combinación de las mismas, o cualquier otro material de fibra adecuado.

En una realización, elemento 104 de punta (véase figuras 5, 6) se puede fabricar con un proceso de pultrusión conocido utilizando un aparato 130 de pultrusión conocido (véase figura 3). El proceso de pultrusión conocido que utiliza el aparato 130 de pultrusión conocido (véase figura 3) se puede utilizar para ensamblar una cantidad deseada de fibras 101 unidireccionales (véase figura 3) que tiene orientación de capa de cero grados (0°), tal como la forma de un cable de material compuesto unidireccional o cinta de ranura, por ejemplo, de ancho 1/8 pulgadas, y tirarlas a través de una boquilla caliente de una forma deseada. El proceso de pultrusión crea un perfil de material compuesto continuo, consolidado de un elemento 104 de punta (véase figuras 5, 6) comprendidos de fibras 101a unidireccionales pultruidas (véase figura 3). Alternativamente, el elemento 104 de punta (véase figuras 5, 6) se puede fabricar con otro método adecuado, por ejemplo, con fibra picada y un molde.

Una vez el elemento 104 de punta (véase figuras 5, 6) se fabrica, se puede posicionar sobre una porción 122 superior (véase figuras 5, 6) ensamble 108 de capa apilada (véase figuras 5, 6), tal como, por ejemplo, la porción 122 superior (véase figura 5) de la segunda porción 108b (véase figura 5) del ensamble 108 de capas apiladas (véase figura 5), o la porción 122 superior (véase figura 6) de la porción 108c adicional (véase figura 6) del ensamble 108 de capas apiladas (véase figura 6), que depende de cuantos elementos 100 de relleno con forma geométrica (véase figuras 5, 6) en el relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figuras 5, 6).

Como se muestra en la figura 8, el método 150 comprende adicionalmente la etapa 164 de ensamblar o instalar el relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figuras 3, 4B, 5-7) en una región 72 de relleno de radio (véase figuras 3, 4A-4B) de una estructura 28 de material compuesto (véase figuras 3, 4A). La etapa 164 de ensamblar el relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figuras 3, 4B, 5-7) pueden comprender adicionalmente ensamblar el relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figuras 3, 4B, 5-7) con una pluralidad de capas 84a, 84b, 92a de envoltura (véase figura 4B) posicionadas adyacentes a la región 72 de relleno de radio (véase figura 4B).

Como se muestra en la figura 8, el método 150 puede comprender adicionalmente las etapas 166 opcionales de curar el relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figuras 3, 4B, 5-7) con una pluralidad de capas 84a, 84b, 92a de envoltura (véase figura 4B) posicionado adyacente a la región 72 de relleno de radio (véase figura 4B), que resulta en eliminación de deslaminación o una deslaminación 140 reducida (véase figura 3) en el relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figuras 3, 4B, 5-7). El relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figuras 3, 4B, 5-7) y las capas 84a, 84b, 92a de envoltura (véase figura 4B) de la estructura 28 de material compuesto (véase figura 4B) se curan preferiblemente juntos bajo una presión y calor adecuadas. La estructura 28 de material compuesto se puede ensamblar adicionalmente en un ensamble 26 de material compuesto.

La etapa 166 de curado puede opcionalmente comprender colocar el relleno 70 de radio compuesto laminado formado (véase figuras 3, 4B, 5-7) en una boquilla de longitud completa que tiene una forma y radio deseados y que presiona el relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figuras 3, 4B, 5-7) con el fin de consolidar el relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figuras 3, 4B, 5-7). Alternativamente, no se realiza la consolidación del relleno 70 de radio compuesto laminado formado (véase figuras 3, 4B, 5-7) en una boquilla.

El curado puede comprender un proceso de curado conocido, tal como un proceso de curado en autoclave, un proceso de curado de bolsa de vacío, una combinación de proceso de curado de bolsa de vacío y autoclave, u otro proceso de curado adecuado. El curado puede preferiblemente tener lugar en a una temperatura y presión elevada según se requiera según especificaciones materiales para curar efectivamente el relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figuras 3, 4B, 5-7) y la estructura 28 de material compuesto (véase figuras 3, 4B) y/o el ensamble 26 de material compuesto (véase figuras 3, 4B). Durante curado, el material compuesto del relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figuras 3, 4B, 5-7) se endurece, y preferiblemente retiene la forma y la región 72 de relleno de radio dentro de la estructura 28 de material compuesto y/o el ensamble 26 de material compuesto. La estructura 28 de material compuesto se puede ensamblar en el ensamble 26 de material compuesto y se puede curar conjuntamente, tal como en un autoclave bajo un proceso de embolsado a presión, u otro proceso o aparato adecuado, como se conoce en la técnica.

En otra realización, el relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figuras 3, 4B, 5-7) se puede curar antes de ensamblar o instalar en la región 72 de relleno de radio (véase figura 4A) de la estructura 28 de material compuesto (véase figura 4A) y/o el ensamble 26 de material compuesto (véase figura 4B), y relleno 70 de radio compuesto laminado curado (véase figuras 3, 4B, 5-7) se pueden unir o unir conjuntamente dentro de la región 72 de relleno de radio de una estructura 28 de material compuesto no curada y/o ensamble 26 de material compuesto a través de unión con adhesivos curados conjuntamente, pegado secundario, u otro proceso de pegado o pegados conjuntamente conocidos. El proceso de pegado puede tener lugar a una presión y temperatura elevadas, según se requiera por las especificaciones de material, para unir o unir conjuntamente efectivamente relleno 70 de radio material compuesto laminado (véase figuras 3, 4B, 5-7) dentro de la región 72 de relleno de radio de una estructura 28 de material compuesto curado o no curado y/o ensamble 26 de material compuesto. Por ejemplo, la estructura 28 de material compuesto (véase figura 4B) que comprende el relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figura 4B) y las capas 84a, 84b, 92a de envoltura (véase figura 4B) se pueden curar por separado y luego se pueden unir a un panel 96 de piel completamente curado (véase figura 4B) con el fin de formar un ensamble 26 de material compuesto (véase figura 4B) adecuado para uso, por ejemplo, en las alas 18 (véase figura 1) de una aeronave 10 (véase figura 1).

Como apreciarán aquellos expertos en la técnica, incorporar el relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figuras 3, 4B, 5-7), tal como en la forma de relleno 70a de radio compuesto laminado (véase figuras 3, 4B, 5), el relleno 70b de radio compuesto laminado (véase figura 6), o relleno 70c de radio compuesto laminado (véase figura 7), formado por realizaciones del método 150 divulgado (véase figura 8), en estructuras 28 de material compuesto (véase figuras 1, 4A), por ejemplo, alas 18 (véase figura 1) de una aeronave 10 (véase figura 1), resulta en una serie de beneficios sustanciales. Realizaciones divulgadas del relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figuras 3, 4B, 5-7) y el método 150 (véase figura 8) utilizan uno o más elementos 100 de relleno con forma geométrica (véase figuras 3, 4B, 5-7) para minimizar la diferencia en el coeficiente de expansión térmico (CTE) 136 (véase figura 3) y estrés 138 de tensión intralaminar (véase figura 3). Esto se puede minimizar al cambiar la dirección de las capas 110b de relleno de radio laminado (véase figura 5), 110c (véase figura 6), y/o 110d (véase figura 7) de la segunda porción 108b respectiva (véase figura 5), porción 108c adicional (véase figura 6), y porción 108d adicional (véase figura 7), de tal manera que tienen un componente 116 de dirección (véase figura 3) que comprende el componente 118a horizontal (véase figura 3) y el componente 118b vertical (véase figura 3). La minimización mejorada en la diferencia en CTE 136 (véase figura 3) y el estrés 138 de tensión intralaminar (véase figura 3) se pueden optimizar al cambiar el tamaño y forma de cada elemento 100 de relleno con forma geométrica (véase figuras 3, 4B, 5-7) y la ubicación en cada elemento 100 de relleno con forma geométrica (véase figuras 3, 4B, 5-7) dentro del relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figuras 3, 4B, 5-7).

Adicionalmente, realizaciones divulgadas de relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figuras 3, 4B, 5-7) y método 150 (véase figura 8) proporcionan una solución a la ocurrencia de deslaminación durante las etapas de ciclo térmico y curado de fabricación de determinados rellenos de radio compuesto laminados existentes, por ejemplo, determinados rellenos de radio compuestos laminado en largueros de aeronaves, mientras que continúa permitiendo el uso de relleno de radio compuesto laminado, que pueden tener ventajas en diversas aplicaciones sobre otros tipos de rellenos de radio. El uso de uno o más elementos 100 de rellenos con forma geométrica (véase figuras 3, 4B, 5-7) en relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figuras 3, 4B, 5-7) pueden eliminar o reducir la deslaminación en el relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figuras 3, 4B, 5-7). Dicha deslaminación puede resultar de estrés térmico que se producen durante las etapas de fabricación de ciclo térmico y curado. El diseño mejorado puede reducir el estrés 138 de tensión intralaminar (véase figura 3) en el relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figuras 3, 4B, 5-7). A su vez, una reducción estrés 138 de tensión intralaminar residual (véase figura 3) también puede mejorar la resistencia a arrancarse o la capacidad del relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figuras 3, 4B, 5-7). Al reducir el estrés 138 de tensión intralaminar residual (véase figura 3) en el relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figuras 3, 4B, 5-7), el relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figuras 3, 4B, 5-7) puede ser mejor capaz de manejar cargas transmitidas al relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figuras 3, 4B, 5-7). Adicionalmente, las capas 110b, 110c, 110d de relleno de radio laminado (véase figura 3) que se pueden deformar mediante uno o más elementos 100 de relleno con forma geométrica (véase figuras 3, 4B, 5-7) se pueden doblar fuera de plano con la carga de retiro y pueden de esta manera reaccionar a la carga de retiro.

Más aún, las realizaciones divulgadas del relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figuras 3, 4B, 5-7) y el método 150 (véase figura 8) proporcionan una pluralidad de pilas 110 (véase figura 3) de capas 110a, 110b, 110c, 110d de relleno de radio laminado (véase figura 3) que se pueden adaptar para que tengan cualquier orientación de capa deseada, opuesto a requerir solo uso de capas con una orientación de capa de cero grados (0°). Adicionalmente, preferiblemente el ensamble 108 de capas apiladas (véase figuras 3, 4B, 5-7) en la porción superior del relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figuras 3, 4B, 5-7), en donde empieza normalmente la formación de grietas o deslaminación, se puede deformar o forma mediante uno o más de los elementos 100 con forma geométrica (véase figuras 3, 4B, 5-7) para doblarse para que tenga una dirección de componente que comprende la dirección 118a horizontal (véase figuras 5-7) y la dirección 118b vertical (véase figuras 5-7), con el fin de que coincida sustancialmente la dirección 118b vertical (véase figura 4B) de las capas 84a, 84b de envoltura (véase figura 4B) adyacente al relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figuras 3, 4B, 5-7). Al cambiar la dirección del ensamble 108 de capas apiladas (véase figuras 3, 4B, 5-7) en la porción superior del relleno 70 de radio

5 compuesto laminado (véase figuras 3, 4B, 5-7) para alinear más cercanamente con la dirección de las capas 84a, 84b de envoltura (véase figura 4B) adyacente a relleno 7 de radio compuesto laminado (véase figuras 3, 4B, 5-7), la diferencia en el CTE 136 (véase figura 3) del relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figuras 3, 4B, 5-7) y de las capas 84a, 84b de envoltura (véase figura 4B) adyacente al relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figuras 3, 4B, 5-7) se pueden minimizar.

10 Adicionalmente, las realizaciones divulgadas del relleno 70 de radio compuesto laminado (véase figuras 3, 4B, 5-7) y método 150 (véase figura 8) pueden proporcionar un elemento 100 de relleno de forma geométrica (véase figura 3) que ha sido pultruido a través de un proceso de pultrusión que utiliza un aparato 130 de pultrusión (véase figura 3) y que está comprendido de fibras 101a unidireccionales (véase figura 3). Dicho elemento 100 de relleno con forma geométrica (véase figura 3) preferiblemente tiene una forma 102 geométrica (véase figura 4B) en la forma de un triángulo 102a (véase figura 4B) para crear una superficie de herramienta suelta para tender capas 110b, 110c, 110d de relleno de radio laminado (véase figura 3).

15 Muchas modificaciones y otras realizaciones de la divulgación serán evidentes para el experto en la técnica a la que pertenece la divulgación que tiene el beneficio de las enseñanzas presentadas en las anteriores descripciones y los dibujos asociados. Las realizaciones descritas aquí significan que son de ilustración y no se pretende que sean limitantes o exhaustivas. Aunque se emplean términos específicos aquí se utilizan solo en un sentido genérico y descriptivo que no tiene propósito de limitación.

REIVINDICACIONES

1. Un relleno (70) de radio compuesto laminado para una estructura (28) de material compuesto que comprende:

un ensamble (108) de capa apilada que comprende una pluralidad de pilas (110) de capas de relleno de radio laminadas cortadas a un ancho (132) deseado, y que tiene una orientación (134) de capa deseada; y,

5 un elemento (100) de relleno con forma geométrica posicionado en una ubicación deseada sobre una primera porción del ensamble (108) de capas apiladas, el elemento (100) de relleno con forma geométrica deforma una segunda porción del ensamble (108) de capas apiladas también apiladas sobre el elemento (100) de relleno con forma geométrica, de tal manera que las capas de relleno de radio laminadas de la segunda porción del ensamble (108) de capas apiladas cambia la dirección y tiene un componente de dirección que comprende una dirección horizontal y una dirección vertical, el relleno de radio compuesto laminado tiene una forma sustancialmente que correspondiente a una región de relleno de radio de la estructura de material compuesta.

2. El relleno de radio compuesto laminado de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente un elemento de punta posicionado sobre una porción superior del ensamble (108) de capas apiladas, el elemento de punta comprende una pluralidad de fibras unidireccionales, una cinta de fibra unidireccional, un cinta unidireccional preimpregnada, un cable de material compuesto unidireccional, una cinta unidireccional para ranura, una cinta plástica reforzada con fibra de carbono (CFRP), una tela plástica reforzada con fibra de carbono (CFRP), una tela preimpregnada, una tela tejida que incluye una tela de fibra de carbono tejida, fibra picada, o una combinación de las anteriores.

3. El relleno de radio compuesto laminado de cualquier reivindicación precedente, que comprende adicionalmente uno o más elementos (100) de relleno con forma geométrica adicionales, cada uno posicionado en una ubicación deseada en una o más de las porciones adicionales del ensamblaje (108) de capas apiladas, y cada uno o más de los elementos (100) de relleno con forma geométrica adicional que deforman adicionalmente una o más porciones adicionales respectivas del ensamble (108) de capas apiladas también apiladas sobre uno o más elementos (100) de relleno con forma geométrica.

4. El relleno de radio compuesto laminado de cualquier reivindicación precedente, en donde el elemento (100) de relleno con forma geométrica comprende una pluralidad de fibras unidireccionales, una cinta de fibras unidireccionales, un cinta unidireccional preimpregnada, un cable de material compuesto unidireccional, una cinta unidireccional para ranura, una cinta plástica reforzada con fibra de carbono (CFRP), una tela plástica reforzada con fibra de carbono (CFRP), una tela preimpregnada, una tela tejida que incluye una tela de fibra de carbono tejida, fibra picada, o una combinación de las mismas

5. El relleno de radio de material compuesto laminado de cualquier reivindicación precedente, en el que el elemento (100) de relleno con forma geométrica está comprendido de fibras unidireccionales pultruidas que tienen una orientación de capa de cero grados (0°).

6. El relleno de radio compuesto laminado de cualquier reivindicación precedente, en el que el elemento (100) de relleno con forma geométrica tiene una forma geométrica que comprende uno de una forma de triángulo, un triángulo con forma de esquinas curvas, una forma de cabeza de flecha, un triángulo sin esquinas, un triángulo con una o más formas de lados curvos, una forma de relleno de radio y una forma de medio círculo.

7. El relleno de radio compuesto laminado de cualquier reivindicación precedente, en el que cambiar la dirección de las capas de relleno de radio laminadas de la segunda porción minimiza una diferencia en coeficiente de expansión térmico (CTE) y estrés por tensión intralaminar entre el relleno de radio compuesto laminado y una pluralidad de capas de envoltura adyacentes al relleno de radio compuesto laminado.

8. El relleno de radio compuesto laminado de cualquier reivindicación precedente, en el que la ubicación deseada en la primera porción del ensamble (108) de capas apiladas es una ubicación central.

9. Un método (150) para formar un relleno (70) de radio compuesto laminado para una estructura (28) de material compuesto, el método que comprende las etapas de:

ensamblar una pluralidad de pilas (110) de capas de relleno de radio laminadas cortadas a un ancho deseado y que tienen una orientación de capa deseada para formar un ensamble (108) de capas apiladas;

tender una primera porción del ensamble (108) de capas apiladas sobre un aparato de formación;

50 posicionar un elemento (100) de relleno con forma geométrica en una ubicación deseada sobre la primera porción del ensamble (108) de capas apiladas;

tender una segunda porción del ensamble (108) de capas apiladas sobre el elemento (100) de relleno con forma geométrica y la primera porción para formar un relleno de radio compuesto laminado, el elemento (100) de relleno con forma geométrica deforma la segunda porción, de tal manera que las capas de relleno de radio laminadas de la segunda porción cambian de dirección y tienen un componente de dirección que comprende una dirección horizontal

y una dirección vertical; y, ensamblar el relleno (70) de radio compuesto laminado en una región de relleno de radio de una estructura (28) de material compuesto.

- 5 10. El método de la reivindicación 9, que comprende adicionalmente antes de la etapa de ensamblar el relleno de radio de compuesto laminado en la región de relleno de radio de la estructura de compuesto, la etapa de posicionar uno o más elementos de relleno (100) con forma geométrica adicional en una ubicación deseada en cada uno o más de las porciones adicionales del ensamble (108) de capas apiladas, cada uno o más de los elementos (100) de relleno de forma geométrica adicional que deforman adicionalmente uno o más de las porciones adicionales respectivas del ensamble (108) de capas apiladas también apilada sobre uno o más de los elementos (100) de relleno de forma geométrica respectivos.
- 10 11. El método de la reivindicación 9 o 10, que comprende adicionalmente antes de la etapa de ensamblar el relleno de radio compuesto laminado en la región de relleno de radio de la estructura de material compuesto, la etapa de posicionar un elemento de punta sobre una porción superior del ensamble (108) de capas apiladas, el elemento de punta comprende una pluralidad de fibras unidireccionales, una cinta de fibra unidireccional, una cinta unidireccional preimpregnada, un cable de material compuesto unidireccional, una cinta unidireccional para ranura, una cinta de plástico reforzada con fibra de carbono (CFRP), una tela plástica reforzada con fibra de carbono (CFRP), una tela preimpregnada, una tela tejida que incluye una tela de fibra de carbono tejida, fibra picada, o una combinación de las mismas.
- 15 12. El método de cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, que comprende adicionalmente después de la etapa de ensamblar el relleno de radio compuesto laminado en la región de relleno de radio de la estructura de material compuesto, la etapa de curar el relleno radio compuesto laminado con una pluralidad de capas de envoltura posicionadas adyacentes a la región de relleno de radio, que resulta en la eliminación de deslaminación o una deslaminación reducida en el relleno de radio compuesto laminado.
- 20 13. El método de cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, que comprende adicionalmente antes de la etapa de posicionar el elemento (100) de relleno de forma geométrica en la ubicación deseada, la etapa de formar el elemento (100) de relleno con forma geométrica de un material comprende una pluralidad de fibras unidireccionales, una cinta de fibra unidireccional, una cinta unidireccional preimpregnada, un cable de material compuesto unidireccional, una cinta unidireccional para ranura, una cinta plástica reforzada con fibra de carbono (CFRP), una tela plástica reforzada con fibra de carbono (CFRP), una tela preimpregnada, una tela tejida que incluye una tela de fibra de carbono tejido, fibra picada, o una combinación de las mismas, y adicionalmente formar el elemento de relleno (100)
- 25 30 con forma geométrica en una forma geométrica que comprende uno de una forma de triángulo, un triángulo con esquinas curvas, una forma de cabeza de flecha, un triángulo sin esquinas, un triángulo con una o más curvas, una forma de relleno de radio, y una forma de medio círculo.
- 35 14. El método de cualquiera de las reivindicaciones 9 a 13, que comprende adicionalmente antes de la etapa de posicionar el elemento (100) de relleno de forma geométrica en la ubicación deseada, la etapa de pultruir fibras unidireccionales que tienen una orientación de capa de cero grados (0°) a través de un proceso de pultrusión para formar el elemento (100) de relleno con forma geométrica.

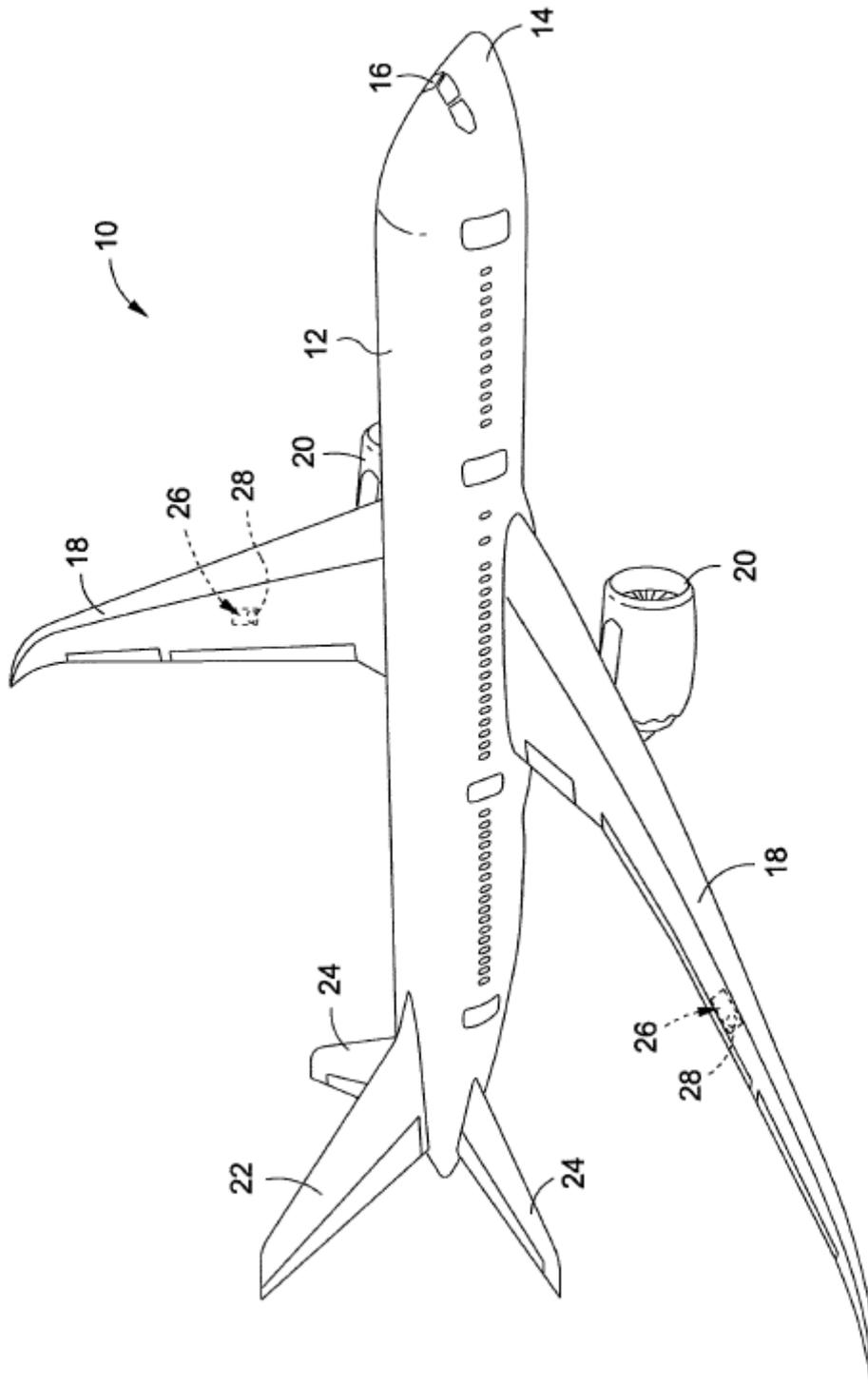


FIG. 1

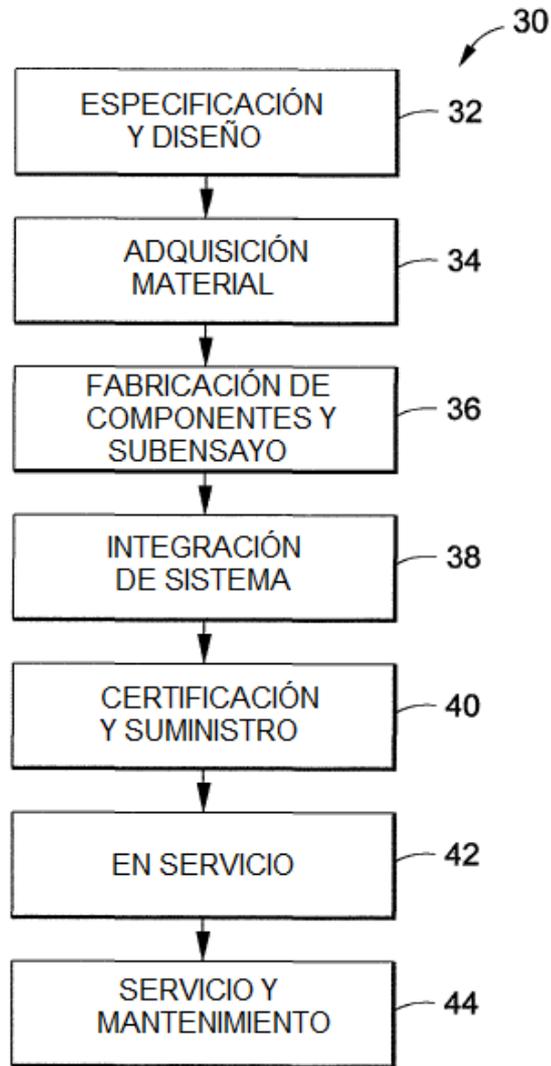


FIG. 2A

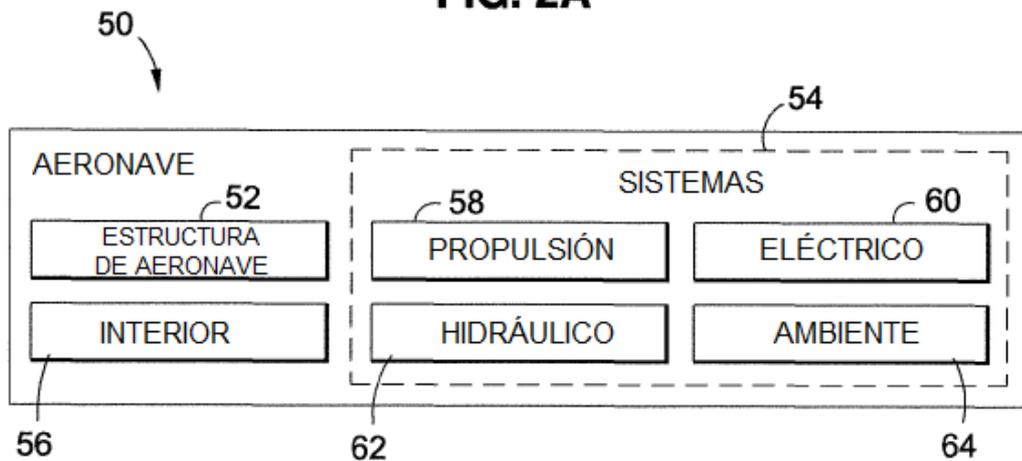


FIG. 2B

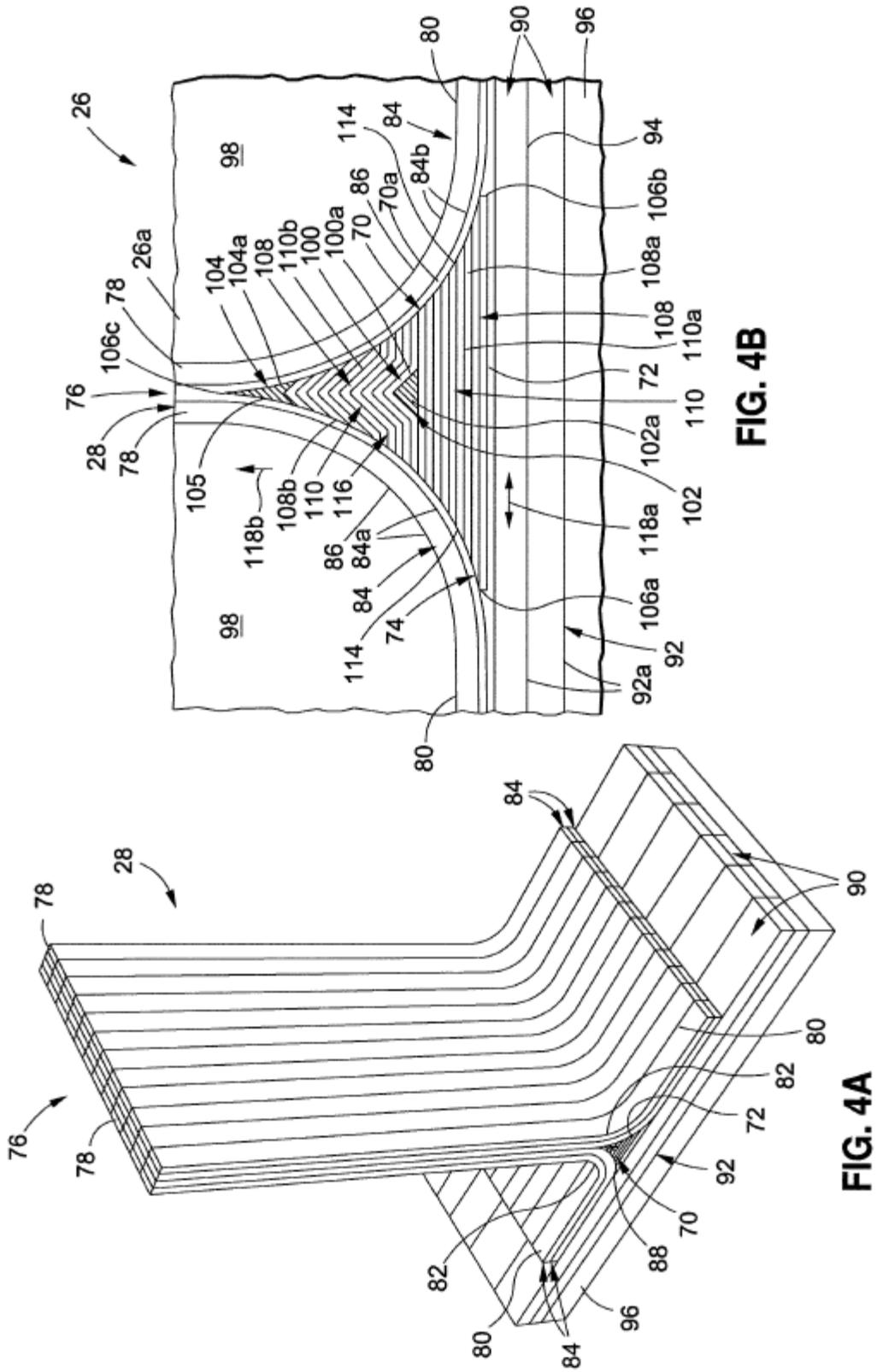


FIG. 4B

FIG. 4A

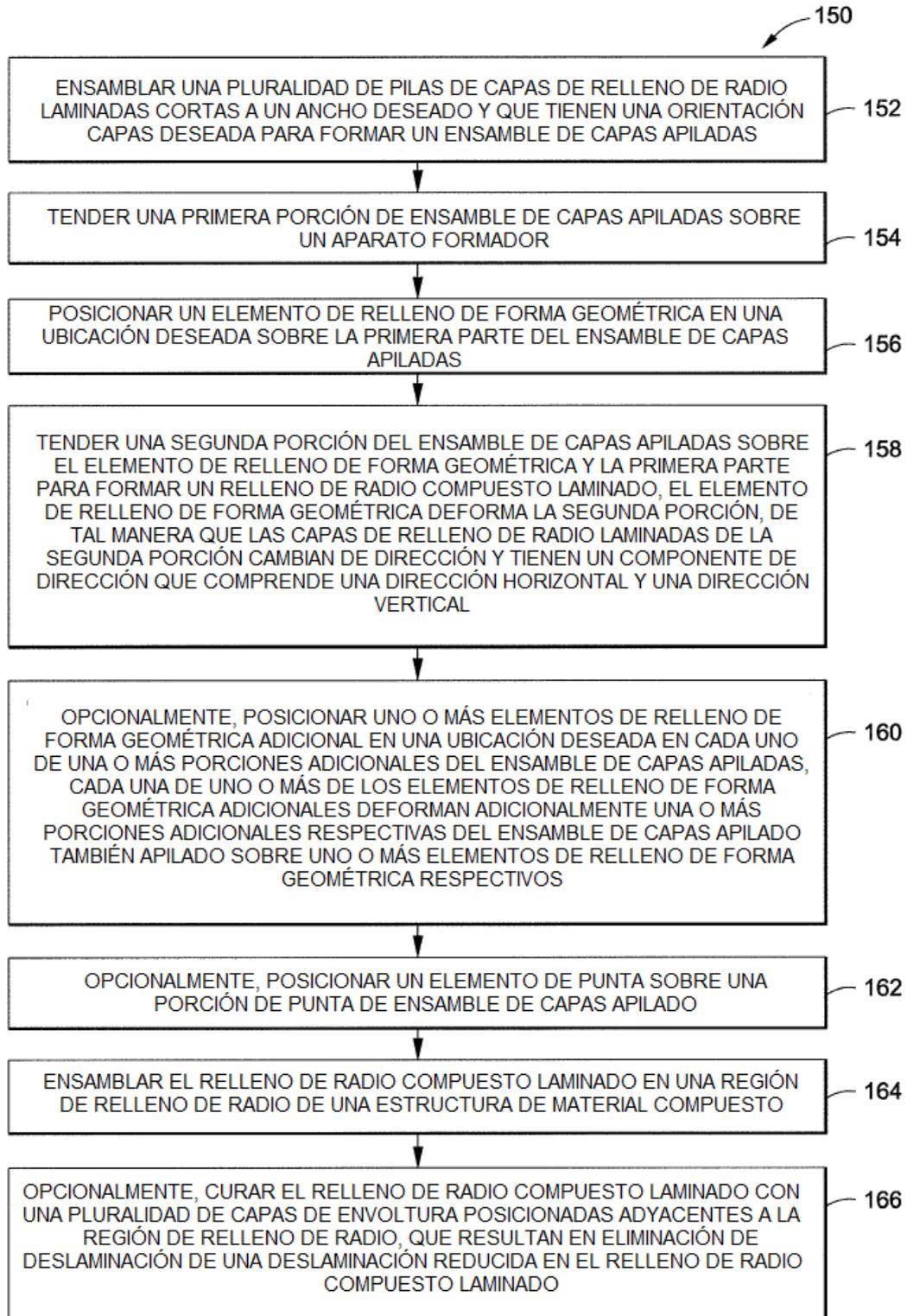


FIG. 8