

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 732 364**

51 Int. Cl.:

**B29C 53/06** (2006.01)

**B26D 3/06** (2006.01)

**B29C 70/02** (2006.01)

**B32B 3/12** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.10.2014 E 14187328 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.03.2019 EP 2860018**

54 Título: **Codos en paneles compuestos**

30 Prioridad:

**11.10.2013 US 201314052256**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**22.11.2019**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**YOUNG, STEPHEN M;  
DAVISON, CARL AARON y  
PFEFFER, WILL GEORGE**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 732 364 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**

Codos en paneles compuestos

**Información de antecedentes****1. Campo:**

- 5 La presente divulgación se refiere en general a aeronaves y, en particular, a componentes de fabricación para una aeronave. Aún más particularmente, la presente divulgación se refiere a un método y a un aparato para crear codos en paneles compuestos para una aeronave.

**2. Antecedentes:**

- 10 Las aeronaves se están diseñando y fabricando con porcentajes cada vez mayores de materiales compuestos. Algunas aeronaves pueden tener más del cincuenta por ciento de su estructura primaria hecho de materiales compuestos. Los materiales compuestos pueden usarse en una aeronave para disminuir el peso de la aeronave. Esta disminución de peso puede mejorar la capacidad de carga útil y la eficiencia del combustible. Además, los materiales compuestos pueden proporcionar una vida útil más larga para varios componentes en una aeronave.

- 15 Los materiales compuestos pueden ser materiales duros y ligeros, creados mediante la combinación de dos o más componentes diferentes. Por ejemplo, sin limitación, un compuesto puede incluir fibras y resinas. Las fibras y resinas pueden combinarse para formar un material compuesto curado. Al utilizar materiales compuestos, pueden crearse porciones de una aeronave en piezas o secciones más grandes. Por ejemplo, un fuselaje en una aeronave puede crearse en secciones cilíndricas que pueden juntarse para formar el fuselaje de la aeronave. Otros ejemplos pueden incluir, sin limitación, secciones de ala unidas para formar un ala o secciones de estabilizador unidas para formar un estabilizador.

- 20 Además, los componentes interiores de la aeronave también pueden estar hechos de materiales compuestos. Por ejemplo, los paneles compuestos pueden usarse, sin limitación, en paneles de suelo, lavabos, paredes, armarios, divisores entre secciones de asientos y cabeceras sobre puertas en una aeronave. En el interior de una aeronave, los paneles compuestos pueden tener una forma en ángulo. Esta forma en ángulo también se conoce como un codo, y puede crearse por la intersección de dos paneles compuestos separados. En otros ejemplos, la forma en ángulo puede crearse a partir de un solo panel.

- 25 Actualmente, un panel compuesto, en el que se desea una forma en ángulo, puede doblarse para formar la forma en ángulo. Esta forma en ángulo puede ser, por ejemplo, sin limitación, una forma de L o un ángulo de aproximadamente noventa grados. El panel compuesto puede colocarse sobre un molde u otra herramienta adecuada en la forma curvada o en ángulo. Este material compuesto puede curarse posteriormente para formar el panel compuesto con la forma en ángulo. Sin embargo, este tipo de proceso puede requerir un molde separado u otra herramienta adecuada para cada parte en particular.

- 30 Tener un molde u otra herramienta adecuada para cada configuración de un panel compuesto puede ser costoso y complejo. Además, si la ubicación o el ángulo de un codo cambian para un panel compuesto, puede usarse un molde nuevo u otra herramienta adecuada para crear el panel compuesto con el cambio. Este cambio requiere tiempo y coste adicional.

Por consiguiente, existe la necesidad de un método y de un aparato para reducir la complejidad necesaria para crear paneles compuestos con un codo, que supere los problemas mencionados anteriormente. Las realizaciones de la divulgación están concebidas para satisfacer esta necesidad.

- 40 En la solicitud de patente del Reino Unido GB 2 054 086, se describe una estructura plegable y un método para fabricar una estructura plegable que, cuando se pliega, produce un borde o esquina curvado.

En la patente de Estados Unidos 2.026.650 se describen codos de esquinas redondeadas y juntas de esquina o de tope para tablas de madera. Las conexiones de las esquinas pueden ser redondeadas o afiladas y en varios ángulos.

- 45 En la patente de Estados Unidos 2.155.969 se describen estructuras de pared y, en particular, la formación de juntas de esquina redondas para construcciones de muebles.

En la publicación de solicitud de patente de Estados Unidos 2009/0110879, se describe un panel compuesto con un codo en el mismo formado por secciones de panel adyacentes primera y segunda que tienen una lámina frontal

común que forma un radio exterior del codo, y una junta sustancialmente libre de huecos entre las secciones de panel adyacentes.

### Sumario

5 Se describe un método para formar un codo en un panel compuesto, en el que el panel compuesto comprende una capa de relleno entre una primera capa compuesta y una segunda capa compuesta, comprendiendo el método: formar una ranura que tiene una pestaña curvada en el panel compuesto; insertar una lámina en la pestaña curvada; y doblar el panel compuesto con la ranura y la lámina dentro de la pestaña curvada alrededor de un eje longitudinal de la ranura para formar el codo, en el que la pestaña curvada tiene una anchura de tolerancia de doblado mayor que una anchura de ranura de doblado y en el que la anchura de ranura de doblado se configura de tal manera que se evita que los bordes de la primera capa compuesta entren en contacto entre sí después de doblar el panel compuesto para formar el codo.

15 También se describe un aparato que comprende: una primera capa compuesta; una capa de relleno; una segunda capa compuesta, en la que una ranura que tiene una pestaña curvada está presente dentro de la primera capa y de la capa de relleno, y en el que la primera capa, la capa de relleno y la segunda capa forman un panel compuesto; y una lámina colocada en la pestaña curvada de la ranura; en el que la ranura que tiene la pestaña curvada tiene una anchura de tolerancia de doblado mayor que una anchura de ranura de doblado, y en el que la anchura de ranura de doblado se configura de tal manera que se evita que los bordes de una primera capa compuesta entren en contacto entre sí después de doblar el panel compuesto para formar el doblado.

20 En un ejemplo, se divulga un método para formar un codo en un panel compuesto que se presenta. El método comprende formar una ranura que tiene una pestaña curvada en el panel compuesto, insertar una lámina en la pestaña curvada y doblar el panel compuesto con la ranura y la lámina dentro de la pestaña curvada alrededor de un eje longitudinal de la ranura para formar el codo.

25 Otro ejemplo de la presente divulgación presenta un aparato. El aparato comprende una primera capa, una capa de relleno y una segunda capa. Una ranura que tiene una pestaña curvada está presente dentro de la primera capa y de la capa de relleno. Se coloca una lámina en la pestaña curvada de la ranura.

30 En otro ejemplo más, se presenta un método para formar un codo en un panel compuesto. El método comprende formar una ranura que tiene una pestaña curvada en el panel compuesto, insertar una lámina en la pestaña curvada y doblar el panel compuesto con la ranura y la lámina dentro de la pestaña curvada alrededor de un eje longitudinal de la ranura para formar el codo. El panel compuesto comprende una capa de relleno entre una primera capa compuesta y una segunda capa compuesta, la ranura tiene una anchura de ranura de doblado y la pestaña curvada tiene una anchura de tolerancia de doblado mayor que la anchura de ranura de doblado, en el que formar la ranura comprende cortar la ranura con una herramienta, y en el que la herramienta es un cortador que tiene una forma que se corresponde con la anchura de tolerancia de doblado y con la anchura de ranura de doblado. La lámina comprende fibra de vidrio curada y un material decorativo adherido a la fibra de vidrio curada, comprendiendo el material decorativo al menos uno de una textura deseada o de un color deseado. La anchura de ranura de doblado se configura de tal manera que los bordes de la primera capa compuesta entren en contacto con la lámina después de doblar el panel compuesto para formar el codo.

40 En un ejemplo adicional, se presenta un aparato. El aparato comprende una primera capa, una capa de relleno, una segunda capa, una lámina y una herramienta de doblado. Una ranura que tiene una pestaña curvada está presente dentro de la primera capa y de la capa de relleno, en el que la primera capa, la capa de relleno y la segunda capa forman un panel compuesto. La ranura tiene una anchura de ranura de doblado y la pestaña curvada tiene una anchura de tolerancia de doblado mayor que la anchura de ranura de doblado. La lámina se coloca en la pestaña curvada de la ranura, comprendiendo la lámina fibra de vidrio curada y un material decorativo adherido a la fibra de vidrio curada, comprendiendo el material decorativo al menos uno de una textura deseada o de un color deseado. La herramienta de doblado se configura para doblar el panel compuesto con la ranura que tiene una pestaña curvada para formar un codo en el panel compuesto, en el que la anchura de ranura de doblado se configura de tal manera que los bordes de una primera capa compuesta entren en contacto con la lámina después de doblar el panel compuesto para formar el codo.

50 En resumen, de acuerdo con un ejemplo, se proporciona un método para formar un codo en un panel compuesto, incluyendo el método formar una ranura que tiene una pestaña curvada en el panel compuesto; insertar una lámina en la pestaña curvada; y doblar el panel compuesto con la ranura y la lámina dentro de la pestaña curvada alrededor de un eje longitudinal de la ranura para formar el codo.

Ventajosamente, el método en el que la pestaña curvada tiene una anchura de tolerancia de doblado mayor que una anchura de ranura de doblado.

Ventajosamente, el método en el que la etapa de formación incluye cortar la ranura con una herramienta, en el que la herramienta es un cortador que tiene una forma que se corresponde con la anchura de tolerancia de doblado y con la anchura de ranura de doblado.

Ventajosamente, el método en el que la lámina comprende un material reforzado con fibra.

5 Ventajosamente, el método en el que la lámina comprende fibra de vidrio curada.

Ventajosamente, el método en el que la lámina comprende además un material adherido a la fibra de vidrio curada que comprende al menos uno de un color deseado o de una textura deseada.

Ventajosamente, el método en el que la anchura de ranura de doblado es:

10  $BS > BA - 2K(R - T)$  donde BS es la anchura de ranura de doblado, BA es la anchura de tolerancia de doblado, R es un radio de esquina, K es  $\tan(A/2)$ , A es un ángulo de doblado y T es un espesor del panel compuesto.

Ventajosamente, el método en el que el panel compuesto comprende una capa de relleno entre una primera capa compuesta y una segunda capa compuesta.

Ventajosamente, el método en el que la ranura se forma en la primera capa compuesta y en la capa de relleno.

15 Ventajosamente, el método en el que la anchura de ranura de doblado se configura de tal manera que los bordes de la primera capa compuesta entren en contacto con la lámina después de doblar el panel compuesto para formar el codo.

Ventajosamente, el método en el que la anchura de ranura de doblado se configura de tal manera que se evita que los bordes de la primera capa compuesta entren en contacto entre sí después de doblar el panel compuesto para formar el codo.

20 Ventajosamente, el método en el que la capa de relleno es un panel alveolado.

Ventajosamente, el método en el que el panel compuesto con el codo es una parte para una aeronave.

De acuerdo con otro ejemplo, se proporciona un aparato que incluye una primera capa; una capa de relleno; una segunda capa, en la que está presente una ranura que tiene una pestaña curvada dentro de la primera capa y de la capa de relleno; y una lámina colocada en la pestaña curvada de la ranura.

25 Ventajosamente, el aparato, en el que la primera capa es una primera capa compuesta y la segunda capa es una segunda capa compuesta.

Ventajosamente, el aparato en el que la primera capa, la capa de relleno y la segunda capa forman un panel compuesto.

30 Ventajosamente, el aparato incluye además una herramienta de doblado configurada para doblar el panel compuesto con la ranura que tiene la pestaña curvada para formar un codo en el panel compuesto.

Ventajosamente, el aparato en el que la ranura que tiene la pestaña curvada tiene una anchura de tolerancia de doblado mayor que una anchura de ranura de doblado.

35 Ventajosamente, el aparato en el que la anchura de ranura de doblado es:  $BS > BA - 2K(R - T)$ , donde BS es la anchura de ranura de doblado, BA es la anchura de tolerancia de doblado, R es un radio de esquina, K es  $\tan(A/2)$ , A es un ángulo de doblado y T es un espesor del panel compuesto.

Ventajosamente, el aparato en el que la anchura de ranura de doblado se configura de tal manera que los bordes de una primera capa compuesta entren en contacto con la lámina después de doblar el panel compuesto para formar el codo.

40 Ventajosamente, el aparato en el que la anchura de ranura de doblado se configura de tal manera que se evita que los bordes de una primera capa compuesta entren en contacto entre sí después de doblar el panel compuesto para formar el codo.

De acuerdo con aún otro ejemplo, se proporciona un método para formar un codo en un panel compuesto, incluyendo el método formar una ranura que tiene una pestaña curvada en el panel compuesto, en el que el panel compuesto comprende una capa de relleno entre una primera capa compuesta y una segunda capa compuesta, la

5 ranura tiene una anchura de ranura de doblado y la pestaña curvada tiene una anchura de tolerancia de doblado mayor que la anchura de ranura de doblado, en el que formar la ranura comprende cortar la ranura con una herramienta, en el que la herramienta es un cortador que tiene una forma que se corresponde con la anchura de tolerancia de doblado y con la anchura de ranura de doblado; insertar una lámina en la pestaña curvada, comprendiendo la lámina de fibra de vidrio curada y un material decorativo adherido a la fibra de vidrio curada, comprendiendo el material decorativo al menos uno de una textura deseada o de un color deseado; y doblar el panel compuesto con la ranura y la lámina dentro de la pestaña curvada alrededor de un eje longitudinal de la ranura para formar el codo, en el que la anchura de ranura de doblado se configura de tal manera que los bordes de la primera capa compuesta entren en contacto con la lámina después de doblar el panel compuesto para formar el codo.

10 De acuerdo con aún otro ejemplo, se proporciona un aparato que incluye una primera capa; una capa de relleno; una segunda capa, en la que una ranura que tiene una pestaña curvada está presente dentro de la primera capa y de la capa de relleno, en el que la primera capa, la capa de relleno, y la segunda capa forman un panel compuesto, la ranura tiene una anchura de ranura de doblado y la pestaña curvada tiene una anchura de tolerancia de doblado mayor que la anchura de ranura de doblado; una lámina colocada en la pestaña curvada de la ranura, comprendiendo la lámina fibra de vidrio curada y un material decorativo adherido a la fibra de vidrio curada, comprendiendo el material decorativo al menos uno de una textura deseada o de un color deseado; y una herramienta de doblado configurada para doblar el panel compuesto con la ranura que tiene la pestaña curvada para formar un codo en el panel compuesto, en el que la anchura de ranura de doblado se configura de tal manera que los bordes de una primera capa compuesta entren en contacto con la lámina después de doblar el panel compuesto para formar el codo.

Las peculiaridades, funciones y ventajas pueden lograrse independientemente en varias realizaciones de la presente divulgación o pueden combinarse en otras realizaciones en las que pueden verse detalles adicionales con referencia a la siguiente descripción y dibujos.

#### Breve descripción de los dibujos

25 Las peculiaridades novedosas que se consideran características de las realizaciones ilustrativas se exponen en las reivindicaciones adjuntas. Sin embargo, las realizaciones ilustrativas, así como un modo de uso preferido, los objetivos adicionales y las ventajas de las mismas, se entenderán mejor haciendo referencia a la siguiente descripción detallada de una realización ilustrativa de la presente divulgación cuando se lea junto con los dibujos adjuntos, en los que:

30 la **figura 1** es una ilustración de un diagrama de bloques de un entorno de formación de paneles compuestos de acuerdo con una realización ilustrativa;

la **figura 2** es una ilustración de un cortador de acuerdo con una realización ilustrativa;

la **figura 3** es una ilustración de una vista en sección transversal de un panel compuesto de acuerdo con una realización ilustrativa;

35 la **figura 4** es una ilustración de una ranura de acuerdo con una realización ilustrativa;

la **figura 5** es una ilustración de una vista superior de un panel compuesto de acuerdo con una realización ilustrativa;

la **figura 6** es una ilustración de una ranura con una lámina de acuerdo con una realización ilustrativa;

la **figura 7** es una ilustración de un panel compuesto en una configuración doblada de acuerdo con una realización ilustrativa;

40 la **figura 8** es una ilustración de un diagrama de flujo de un proceso para formar un codo en un panel compuesto de acuerdo con una realización ilustrativa;

la **figura 9** es una ilustración de un diagrama de flujo de un proceso para formar un codo en un panel compuesto de acuerdo con una realización ilustrativa;

45 la **figura 10** es una ilustración de un diagrama de bloques de un método de fabricación y servicio de aeronaves en el que puede implementarse una realización ilustrativa; y

la **figura 11** es una ilustración de un diagrama de bloques de una aeronave de acuerdo con una realización ilustrativa.

### Descripción detallada

Las realizaciones ilustrativas reconocen y tienen en cuenta una o más consideraciones diferentes. Por ejemplo, las realizaciones ilustrativas reconocen y tienen en cuenta que los codos tradicionales pueden tener limitaciones en los ángulos de doblado. Por ejemplo, puede ser indeseable tener una capa de relleno expuesta en un codo. Por consiguiente, los codos tradicionales pueden tener limitaciones en los ángulos de doblado basadas en la capa de relleno y en el espesor de la lámina frontal. Específicamente, el radio de doblado exterior puede estar limitado por el espesor de la capa de relleno y la lámina frontal.

Las realizaciones ilustrativas reconocen y tienen en cuenta que el espesor de un panel compuesto puede aumentarse para aumentar el radio de doblado exterior sin exponer la capa de relleno. Sin embargo, aumentar el espesor de un panel compuesto puede aumentar indeseablemente el peso del panel compuesto.

Además, las realizaciones ilustrativas reconocen y tienen en cuenta que puede ser deseable cubrir una capa de relleno expuesta. Por ejemplo, puede ser más agradable estéticamente cubrir una capa de relleno expuesta en un codo. Las realizaciones ilustrativas también reconocen y tienen en cuenta que asegurar una cubierta sobre el codo del panel compuesto puede añadir peso de forma indeseable a un panel compuesto de un aerona ve. Específicamente, las realizaciones ilustrativas reconocen y tienen en cuenta que el uso de sujetadores o adhesivos para asegurar una cubierta sobre el codo del panel compuesto puede aumentar de manera indeseable el peso del panel compuesto. Las realizaciones ilustrativas reconocen y tienen en cuenta además que el uso de sujetadores o adhesivos puede dar como resultado una unión con una durabilidad indeseable.

Por lo tanto, las realizaciones ilustrativas proporcionan un método y un aparato para formar un codo en un panel compuesto. El método para formar un codo en un panel compuesto comprende formar una ranura que tiene una pestaña curvada en el panel compuesto, insertar una lámina en la pestaña curvada y doblar el panel compuesto con la ranura y la lámina, dentro de la pestaña curvada, alrededor de un eje longitudinal de la ranura para formar el codo.

Con referencia ahora a las figuras y, en particular, con referencia a **figura 1**, se representa una ilustración de un entorno de formación de paneles compuestos de acuerdo con una realización ilustrativa. En este ejemplo ilustrativo, el entorno de formación **100** de paneles compuestos puede usarse para formar panel compuesto **101** con el codo **114**.

Como se representa, el entorno de formación **100** de paneles compuestos tiene el panel compuesto **101** y el sistema de formación **120** de paneles compuestos. El panel compuesto **101** que tiene el codo **114** puede formarse usando el sistema de formación **120** de paneles compuestos. En este ejemplo ilustrativo, sistema de formación **120** de paneles compuestos incluye una herramienta de formación de ranuras **102** y una herramienta de doblado **104**.

En este ejemplo, la herramienta de formación de ranuras **102** puede incluir un cortador **106**. La herramienta de formación de ranuras **102**, con el cortador **106**, puede usarse para cortar la ranura **108** con la pestaña curvada **110** en el panel compuesto **101**. La lámina **111** puede insertarse en la pestaña curvada **110**. La lámina **111** puede formarse del material deseado **113**. En algunos ejemplos ilustrativos, el material deseado **113** puede ser lo suficientemente flexible como para doblarse en el codo **114**. Además, el material deseado **113** puede ser lo suficientemente duradero para soportar el uso en una aeronave sin una degradación significativa. En algunos ejemplos ilustrativos, la lámina **111** puede ser un material reforzado con fibra. En algunos ejemplos ilustrativos, la lámina **111** puede ser una lámina compuesta que ya esté curada. En un ejemplo ilustrativo, el material deseado **113** puede ser fibra de vidrio curada. En otros ejemplos ilustrativos, el material deseado **113** puede comprender un material polimérico. El panel compuesto **101** con la ranura **108** y la lámina **111** dentro de la pestaña curvada **110** puede doblarse posteriormente alrededor del eje longitudinal **112** de la ranura **108** para formar el codo **114**. El eje longitudinal **112** discurre a lo largo de la ranura **108**. El codo **114** tiene una longitud de radio exterior **116** y un ángulo **117**. La lámina **111** puede permitir que la longitud de radio exterior **116** sea mayor que un radio exterior limitado por el espesor **118** de panel compuesto **101**.

En estos ejemplos puede no requerirse la herramienta de doblado **104**. El panel compuesto **101** puede doblarse a mano en la forma deseada, sin ninguna otra herramienta. En algunas realizaciones, la herramienta de doblado **104** puede ser, por ejemplo, sin limitación, un ordenador o una máquina controlada por el hombre que dobla el panel compuesto **101** en la forma deseada para su ensamblaje con otros componentes. En otro ejemplo, la herramienta de doblado **104** puede ser un molde en el que el panel compuesto **101** puede doblarse para su posterior procesamiento.

En estos ejemplos, la herramienta de formación de ranuras **102** puede tomar varias formas. Por ejemplo, sin limitación, la herramienta de formación de ranuras **102** puede ser un enrutador de control numérico computarizado (CNC). Un ejemplo no limitativo de un control numérico computarizado que puede implementarse como herramienta de formación de ranuras **102** puede ser un enrutador de control numérico computarizado de 1 acceso de Cincinnati Milacron, que está disponible en MAG Cincinnati. Por supuesto, puede usarse cualquier

control numérico (NC) o enrutador manual capaz de cortar las ranuras **108**. En otros ejemplos no limitativos, la herramienta de formación de ranuras **102** puede implementarse usando un enrutador portátil o un enrutador controlado manualmente.

5 En las diferentes realizaciones ilustrativas, la ranura **108** con la pestaña curvada **110** puede formarse con un cortador **106**. El cortador **106** puede tener una forma para la ranura **108** con la pestaña curvada **110**, de modo que los movimientos del cortador **106** a través del panel compuesto **101** forman la ranura **108** con la pestaña curvada **110**. En estos ejemplos, el panel compuesto **101** puede estar ya curado.

10 La ilustración del entorno de formación **100** de paneles compuestos en la figura 1 no pretende implicar limitaciones físicas o arquitectónicas a la manera en la que puede implementarse una realización ilustrativa. Pueden usarse otros componentes además de o en lugar de los ilustrados. Algunos componentes pueden ser innecesarios. Además, los bloques se presentan para ilustrar algunos componentes funcionales. Uno o más de estos bloques pueden combinarse, dividirse o combinarse y dividirse en bloques diferentes cuando se implementan en una realización ilustrativa. Por ejemplo, sin limitación, el entorno de formación **100** de paneles compuestos puede incluir además un sistema de fabricación de paneles compuestos. Este sistema de fabricación de paneles compuestos puede usarse para fabricar el panel compuesto **101** antes de doblar el panel compuesto **101**. Además, aunque no se muestra en la figura 1, el panel compuesto **101** puede estar formado por una primera capa compuesta, una capa de relleno y una segunda capa compuesta.

20 Volviendo ahora a la figura 2, se representa una ilustración del cortador **200** de acuerdo con una realización ilustrativa. El cortador **200** puede ser una realización física del cortador **106** usado por la herramienta de formación de ranuras **102** de la figura 1. En este ejemplo, el cortador **200** tiene un árbol **202** y un extremo pestañado **204**. El cortador **200** puede usarse para crear una ranura, como la ranura **108** de la figura 1. El árbol **202** puede tener un espesor **208**. El extremo pestañado **204** puede tener una anchura **210**. La anchura **210** del extremo pestañado **204** puede usarse para formar una ranura que tenga una anchura deseable. El borde **206** del extremo pestañado **204** puede tener un espesor **212** y una anchura **214**. En este ejemplo, las dimensiones del cortador **200** pueden usarse para procesar un panel compuesto para formar un codo como se desee. El cortador **200** puede estar hecho de diferentes materiales, como, por ejemplo, sin limitación, acero, compuesto de aluminio o cualquier otro material adecuado. Estas y otras dimensiones proporcionadas en las diversas realizaciones ilustrativas son simplemente ejemplos de una implementación. Otras realizaciones ilustrativas pueden usar otras dimensiones o parámetros.

30 Volviendo ahora a la figura 3, se representa una ilustración de una vista en sección transversal del panel compuesto **300** de acuerdo con una realización ilustrativa. En este ejemplo, el panel compuesto **300** puede ser una implementación física del panel compuesto **101** de la figura 1. El panel compuesto **300** puede incluir la capa compuesta **302**, también denominada como primera lámina frontal, la capa de relleno **304** y la capa compuesta **306** o segunda lámina frontal.

35 La capa compuesta **302** puede formarse a partir de dos chapas compuestas, las chapas **308** y **310**. De manera similar, la capa compuesta **306** también puede incluir dos chapas compuestas, la chapa **312** y la chapa **314**. El número de chapas o subcapas que forman la capa compuesta **302** y la capa compuesta **306** puede variar, dependiendo de la implementación particular. Por ejemplo, sin limitación, en algunas implementaciones, puede usarse una chapa, mientras que en otras implementaciones pueden usarse tres chapas. El número exacto de chapas puede variar, dependiendo de al menos uno de los usos o implementaciones particulares.

40 Como se usa en el presente documento, la frase "al menos uno de", cuando se usa con una lista de artículos, significa que pueden usarse diferentes combinaciones de uno o más de los artículos enumerados y solo puede necesitarse uno de cada artículo de la lista. Por ejemplo, "al menos uno del artículo A, el artículo B o el artículo C" puede incluir, sin limitación, el artículo A, el artículo A y el artículo B, o el artículo B. Este ejemplo también puede incluir el artículo A, el artículo B y el artículo C o el artículo B y el artículo C. Por supuesto, puede estar presente cualquier combinación de estos artículos. En otros ejemplos, "al menos uno de" puede ser, por ejemplo, sin limitación, dos del artículo A, uno del artículo B y diez del artículo C; cuatro del artículo B y siete del artículo C; y otras combinaciones adecuadas. El artículo puede ser un objeto, una cosa o una categoría en particular. En otras palabras, al menos uno de significa que puede usarse cualquier combinación de artículos y número de artículos de la lista, pero no son necesarios todos los artículos de la lista.

50 La capa compuesta **302** puede estar formada por chapas que tienen una serie de orientaciones. Ejemplos de orientaciones incluyen, por ejemplo, sin limitación, direcciones de chapa de 0 grados, +/- 45 grados y 90 grados; y direcciones de chapa de 0 grados, +/- 30 grados, +/- 60 grados y 90 grados.

55 En estos ejemplos, los materiales que pueden usarse en la capa compuesta **302** y en la capa compuesta **306** puede tomar la forma de una tela preimpregnada de resina. Este tipo de telas también puede denominarse tela prepreg. Estos tipos de refuerzos pueden tomar la forma de telas tejidas, mechas y cintas unidireccionales. Con este tipo de tela, la resina y el agente de curado pueden impregnarse en una fibra o material de refuerzo antes de la colocación. En estos ejemplos particulares, la capa compuesta **302** y la capa compuesta **306** pueden ser, por ejemplo, sin

limitación, telas preimpregnadas de resina con poliéster y fibra de vidrio, fenólica y fibra de vidrio, epoxi y fibra de carbono, epoxi, fibra de vidrio, fibra metálica, lámina metalizada, rejilla, o cualquier otro material adecuado.

5 La capa de relleno **304** puede formarse usando varios materiales diferentes. Por ejemplo, sin limitación, pueden usarse fibras nomex®, fibra de vidrio, aramida, fibra metálica u otros materiales adecuados para la capa de relleno **304**. En estos ejemplos, la capa de relleno **304** también puede tener una forma de matriz alveolar para formar un panel alveolar. La capa de relleno **304** puede proporcionar una estructura para crear el espesor deseado para el panel compuesto **300** sin usar materiales pesados, como los que pueden encontrarse en la capa compuesta **302** y en la capa compuesta **306**. En algunos ejemplos ilustrativos, la capa de relleno **304** también puede llamarse núcleo. En algunos ejemplos ilustrativos en los que la capa de relleno **304** tiene forma de matriz alveolar, la capa de relleno **304** puede denominarse núcleo alveolar.

15 La capa de relleno **304** puede proporcionar un panel compuesto **300** con una resistencia equivalente o superior a un laminado sólido. La capa de relleno **304** puede proporcionar un panel compuesto **300** con un peso inferior a un laminado sólido. En algunos ejemplos ilustrativos, separar la capa compuesta **302** y la capa compuesta **306** con una capa de relleno **304** proporciona una resistencia deseable y un peso deseable. Al menos uno del material de la capa de relleno **304** y de la forma de la capa de relleno **304** puede afectar a la resistencia y al peso del panel compuesto **300**.

20 En este ejemplo, el panel compuesto **300** tiene un espesor **316**. El espesor **316** puede ser de aproximadamente una pulgada de espesor. El espesor **316** del panel compuesto **300** puede variar, dependiendo de la implementación particular. Ejemplos de intervalos incluyen, por ejemplo, sin limitación, entre aproximadamente 0,375 pulgadas y aproximadamente 1,5 pulgadas, o cualquier otro intervalo adecuado.

25 El panel compuesto **300** puede tener, en otros ejemplos, un intervalo de aproximadamente 0,25 pulgadas a aproximadamente 2,5 pulgadas de espesor. En estos ejemplos, el doblado del radio puede ser de aproximadamente 3,4 veces el espesor del panel compuesto **300**. Con estos intervalos, el panel compuesto **300** puede tener un radio de doblado de hasta aproximadamente 1,7 pulgadas cuando el panel compuesto **300** es de aproximadamente 0,5 pulgadas de espesor. Cuando el panel compuesto **300** tiene aproximadamente 1 pulgada de espesor, este panel puede tener un radio de doblado de hasta aproximadamente 3,47 pulgadas cuando el panel compuesto **300** es de aproximadamente 0,5 pulgadas de espesor. Estos ejemplos son meramente para fines de ilustración y las dimensiones pueden variar a medida que las implementaciones varíen.

30 Con referencia ahora a la **figura 4**, se representa una ilustración de la ranura **400** de acuerdo con una realización ilustrativa. En estos ejemplos, la ranura **400** puede formarse después de curar el panel compuesto **300**. Puede usarse una herramienta, como el cortador **200** de la **figura 2**, para formar una ranura dentro del panel compuesto **300** de la **figura 3**.

35 En este ejemplo, la ranura **400** puede formarse dentro del panel compuesto **300**. La ranura **400** puede formarse en una sola pasada de una herramienta, como el cortador **200** de la **figura 2**, a través del panel compuesto **300** de la **figura 3**. La ranura **400** puede tener una anchura de ranura **402** a lo largo de la sección **404**. A partir de entonces, la ranura **400** se ensancha en anchura a la anchura de tolerancia de doblado **406**. El ensanchamiento de la anchura de la ranura **400** aumenta para formar la pestaña curvada **408**. En este ejemplo particular, la anchura de tolerancia de doblado **406** puede tener una anchura correspondiente a la anchura del extremo pestañado **204** en el cortador **200** de la **figura 2**.

40 Las dimensiones del cortador **200** pueden seleccionarse para formar la ranura **400** con las dimensiones deseadas. Las dimensiones de la ranura **400** pueden influir en las dimensiones de un codo formado en panel compuesto **300**. En consecuencia, las dimensiones del cortador **200** pueden seleccionarse de manera que un codo en el panel compuesto **300** tenga al menos uno de un ángulo deseado y de una longitud de radio exterior deseada. La curva **410** de la superficie **412** puede seleccionarse para formar un codo en el panel compuesto **300** que tenga al menos uno de un ángulo deseado y de una longitud de radio exterior deseada junto con la anchura de ranura de doblado **402**. La curva **414** de la superficie **416** puede seleccionarse para formar un codo en el panel compuesto **300** que tenga al menos uno de un ángulo deseado y de una longitud de radio exterior deseada junto con la anchura de ranura de doblado **402**.

50 Volviendo ahora a la **figura 5**, se representa una ilustración de una vista superior de un panel compuesto de acuerdo con una realización ilustrativa. Específicamente, se muestra una vista superior del panel compuesto **300** en la dirección de la línea 5-5 de la **figura 4**. Como puede verse en este ejemplo particular, la ranura **400** puede extenderse del lado **500** al lado **502** del panel compuesto **300**. En la creación de la ranura **400**, una herramienta de corte, como el cortador **200** de la **figura 2**, puede moverse a lo largo del panel compuesto **300** del lado **500** al lado **502** para crear la ranura **400**. La línea discontinua **504** y la línea discontinua **506** pueden ilustrar las ubicaciones de los bordes de la anchura de tolerancia de doblado **406**, que no es visible en esta vista. La ranura **400** tiene un eje longitudinal **508**. Como se muestra, el eje longitudinal **508** puede discurrir la longitud de la ranura **400** del lado **500** al lado **502**. En algunas realizaciones ilustrativas, el panel compuesto **300** puede doblarse alrededor del eje

longitudinal **508**.

Con referencia ahora a la **figura 6**, se representa una ilustración de una ranura con una lámina de acuerdo con una realización ilustrativa. Específicamente, una vista de panel compuesto **300** con una lámina dentro de la pestaña curvada **408** de la ranura **400**. La lámina **602** puede ser una realización física de la lámina **111** de la **figura 1**. La **figura 6** es una vista en la dirección de la línea 6-6, de la **figura 5**, que es también la vista desde la **figura 3** y la **figura 4**.

La lámina **602** tiene un espesor **604**. Como se representa, el espesor **604** es menor que el espesor **606** de la ranura **400** en el borde de la anchura de tolerancia de doblado **406**. El espesor **606** de la ranura **400** en el borde de la anchura de tolerancia de doblado **406** puede formarse por el espesor del borde **206** del extremo pestañado **204** de la **figura 2**.

La **figura 7** es una ilustración de un panel compuesto en una configuración doblada de acuerdo con una realización ilustrativa. En estos ejemplos, el panel compuesto **300** y la lámina **602** pueden doblarse alrededor del eje longitudinal **508** de la ranura **400**. Puede usarse una herramienta, como la herramienta de doblado **104** de la **figura 1**, para doblar el panel compuesto **300** y la lámina **602**.

En este ejemplo, el panel compuesto **300** tiene un codo **700**. El panel compuesto **300** puede tener un ángulo **702**. En este ejemplo, este ángulo puede ser de aproximadamente noventa grados. El ángulo **702**, por supuesto, puede variar, dependiendo de la realización particular. Por ejemplo, el ángulo **702** puede ser de setenta y cinco grados, ochenta grados, ciento veinte grados, o cualquier otro ángulo adecuado. Como se representa, el codo **700** se extiende desde el punto **704** al punto **706**. Longitud de radio exterior **708** del codo **700** es la distancia desde el punto **704** al punto **706**.

Como se representa, las dimensiones de la ranura **400** afectan al menos a uno del ángulo **702** y de la longitud de radio exterior **708**. Las dimensiones del cortador **200** de la **figura 2** afectan a las dimensiones de la ranura **400**. En consecuencia, las dimensiones del cortador **200** pueden seleccionarse para formar un codo **700** que tenga una longitud de radio exterior **708**. Las dimensiones del cortador **200** pueden seleccionarse para formar un ángulo **702**. Cambiando las dimensiones del cortador **200**, puede cambiarse al menos uno de la longitud de radio exterior **708** y del ángulo **702** del codo **700**. Como se representa, la lámina **602** y la capa compuesta **302** forman la superficie interior **710** del codo **700**.

La anchura de ranura de doblado **402** de la ranura **400** de las **figuras 4-6** puede seleccionarse para formar el codo **700**. La anchura de la ranura de doblado **402** puede configurarse de tal manera que los bordes de la capa compuesta **302** entren en contacto con la lámina **602** después de doblar el panel compuesto **300** para formar el codo **700**. La anchura de ranura de doblado **402** puede configurarse de tal manera que se evite que los bordes de la capa compuesta **302** entren en contacto entre sí después de doblar el panel compuesto **300** para formar el codo **700**. En estos ejemplos, la anchura de ranura de doblado **402** puede caracterizarse de la siguiente manera:

$$BA > 2\pi R * \frac{A}{360}$$

BA puede ser la anchura de tolerancia de doblado **406** y R puede ser el radio de esquina. En este ejemplo, A puede ser un ángulo de doblado, como el ángulo **702**.

En estos ejemplos, la anchura de ranura de doblado **402** puede caracterizarse de la siguiente manera:

$$3S > BA - 2K(R - T)$$

BS puede ser la anchura de ranura de doblado **402**, BA puede ser la anchura de tolerancia de doblado **406**, K puede ser TAN (A/2) y T puede ser el espesor del panel compuesto **300**.

Al insertando la lámina **602** en la pestaña curvada **408** de la ranura **400**, el espesor **316** del panel compuesto **300** puede no limitar la longitud de radio exterior **708**. Al doblar el panel compuesto **300** con la ranura **400** y la lámina **602** dentro de la pestaña curvada **408** alrededor del eje longitudinal **508** de la ranura **400**, la lámina **602** puede estar contenida dentro de la ranura **400** sin adhesivos ni sujetadores. La lámina **602** puede cubrir la capa de relleno **304** expuesta.

La lámina **602** puede comprender un material deseado y una capa decorativa. En algunos ejemplos ilustrativos, el material deseado comprende fibra de vidrio curada. En estos ejemplos ilustrativos, puede adherirse una capa decorativa a la fibra de vidrio curada. La capa decorativa puede proporcionar al menos uno de un color deseado o de

una textura deseada.

En otros ejemplos ilustrativos, la lámina **602** puede incluir información como texto, una señal u otros indicadores gráficos. En algunos ejemplos ilustrativos, la capa decorativa puede incluir información como texto, una señal u otros indicadores gráficos. La lámina **602** puede contener o formar una porción de una pantalla de diodo emisor de luz orgánica flexible (OLED). De esta manera, la lámina **602** también puede proporcionar luz, información, o realizar otras funciones adecuadas. En estos ejemplos ilustrativos, la capa decorativa puede formar una superficie interna **710** del codo **700**.

Los diferentes componentes que se muestran en las **figuras 2-7** pueden combinarse con componentes de la **figura 1**, usarse con componentes de la **figura 1**, o una combinación de los dos. Adicionalmente, algunos de los componentes de las **figuras 2-7** pueden ser ejemplos ilustrativos de cómo los componentes que se muestran en forma de bloque en la **figura 1** pueden implementarse como estructuras físicas.

Volviendo ahora a la **figura 8**, se representa una ilustración de un diagrama de flujo de un proceso para formar un codo en un panel compuesto de acuerdo con una realización ilustrativa. El proceso ilustrado en la **figura 8** puede implementarse en un entorno de formación **100** de paneles compuestos. El proceso puede implementarse usando un sistema de formación **120** de paneles compuestos en el entorno de formación **100** de paneles compuestos para formar el panel compuesto **101**. En particular, este proceso puede formar el codo **114** en el panel compuesto **101** de la **figura 1**.

El proceso puede comenzar formando una ranura que tiene una pestaña curvada en el panel compuesto (operación **802**). La ranura puede ser la ranura **108** de la **figura 1**. La ranura puede ser la ranura **400** de la **figura 4**. En algunos ejemplos ilustrativos, la etapa de formación comprende cortar la ranura **400** con una herramienta, en la que la herramienta es el cortador **200** que tiene una forma que se corresponde con la anchura de tolerancia de doblado **406** y con la anchura de ranura de doblado **402**. La ranura **400** puede formarse en la capa compuesta **302** y en la capa de relleno **304**. La ranura **400** puede formarse cortando una porción de la capa compuesta **302**, y porciones de la capa de relleno **304** del panel compuesto **300**. En un ejemplo ilustrativo, la ranura **400** con la pestaña curvada **408** puede cortarse en el panel compuesto **300**. El proceso puede entonces insertar una lámina en la pestaña curvada (operación **804**). La lámina puede ser la lámina **111** de la **figura 1**. En algunos ejemplos ilustrativos, la lámina puede estar formada por fibra de vidrio curada. A continuación el proceso puede doblar el panel compuesto **300** con la ranura **400** y la lámina **111** dentro de la pestaña curvada **408** alrededor del eje longitudinal **508** de la ranura **400** para formar el codo (operación **806**). Al doblar el panel compuesto **300** con la ranura **400** y la lámina **111** dentro de la pestaña curvada **408** alrededor del eje longitudinal **508** de la ranura **400**, la lámina **111** puede estar contenida dentro de la ranura **108** sin adhesivos ni sujetadores.

Con referencia ahora a la **figura 9**, se representa una ilustración de un diagrama de flujo de un proceso para formar un codo en un panel compuesto de acuerdo con una realización ilustrativa. El proceso ilustrado en la **figura 9** puede implementarse para formar un codo **114** en panel compuesto **101** de la figura 1.

El proceso puede comenzar formando una ranura **400** que tiene una pestaña curvada **408** en el panel compuesto **300**, en el que el panel compuesto **300** comprende una capa de relleno **304** entre una primera capa compuesta y una segunda capa compuesta, la ranura **400** tiene una anchura de ranura de doblado **402** y la pestaña curvada **408** tiene una anchura de tolerancia de doblado **406** mayor que la anchura de ranura de doblado **402**, en el que la formación comprende cortar la ranura **400** con una herramienta, en el que la herramienta es un cortador **200** que tiene una forma que se corresponde con la anchura de tolerancia de doblado **406** y con la anchura de ranura de doblado **402** (operación **902**). La herramienta puede ser una herramienta de formación de ranuras **102**. La primera capa compuesta puede ser la capa compuesta **302**. La segunda capa compuesta puede ser la capa compuesta **306**. La ranura puede ser la ranura **108** de la figura 1. La ranura puede formarse eliminando una porción de la primera capa compuesta y una porción de la capa de relleno. En algunos ejemplos ilustrativos, el panel compuesto puede ser el panel compuesto **300** que tiene la capa compuesta **302**, la capa de relleno **304** y la capa compuesta **306**.

Posteriormente, el proceso puede insertar una lámina en la pestaña curvada, comprendiendo la lámina fibra de vidrio curada y un material decorativo adherido a la fibra de vidrio curada, comprendiendo el material decorativo al menos uno de una textura deseada o de un color deseado (operación **904**). La lámina puede ser la lámina **602** de la **figura 6**.

El proceso puede entonces doblar el panel compuesto con la ranura y la lámina dentro de la pestaña curvada alrededor del eje longitudinal de la ranura para formar el codo **700**, en el que la anchura de ranura de doblado se configura de tal manera que los bordes de la primera capa compuesta entren en contacto con la lámina después de doblar el panel compuesto para formar el codo (operación **906**). Al doblar el panel compuesto con la ranura y la lámina dentro de la pestaña curvada alrededor del eje longitudinal de la ranura, la lámina puede estar contenida dentro de la ranura sin adhesivos o sujetadores. Específicamente, el contacto entre la lámina y al menos una de la capa de relleno, la primera capa compuesta y la segunda capa compuesta mantiene la lámina dentro de la ranura. El proceso termina a partir de entonces.

Los diagramas de flujo y los diagramas de bloques en las diferentes realizaciones representadas ilustran la arquitectura, la funcionalidad y la operación de algunas implementaciones posibles de aparatos y métodos en una realización ilustrativa. A este respecto, cada bloque en los diagramas de flujo o en los diagramas de bloques puede representar un módulo, un segmento, una función y/o una porción de una operación o etapa.

- 5 En algunas implementaciones alternativas de una realización ilustrativa, la función o funciones anotadas en los bloques pueden ocurrir fuera del orden indicado en las figuras. Por ejemplo, sin limitación, en algunos casos, dos bloques que se muestran en sucesión pueden ejecutarse de manera sustancialmente concurrente, o los bloques pueden realizarse en el orden inverso, dependiendo de la funcionalidad involucrada. Además, pueden añadirse otros bloques además de los bloques ilustrados en un diagrama de flujo o en un diagrama de bloques.
- 10 Las realizaciones ilustrativas de la divulgación pueden describirse en el contexto del método de fabricación y servicio de aeronaves **1000** como se muestra en la **figura 10** y de la aeronave **1100** como se muestra en la **figura 11**. Volviendo primero a la **figura 10**, se representa una ilustración de un diagrama de bloques de un método de fabricación y servicio de una aeronave de acuerdo con una realización ilustrativa. Durante la preproducción, el método de fabricación y servicio de aeronaves **1000** puede incluir la especificación y diseño **1002** de la
- 15 aeronave **1100** de la **figura 11** y la adquisición de material **1004**.

Durante la producción, tiene lugar la fabricación de componentes y subconjuntos **1006** y la integración de sistemas **1008** de la aeronave **1100** de la **figura 11**. A partir de entonces, la aeronave **1100** de la **figura 11** puede pasar por certificación y entrega **1010** para ponerla en servicio **1012**. Mientras está en servicio **1012** por un cliente, la aeronave **1100** de la **figura 11** está programada para el mantenimiento y servicio de rutina **1014**, que puede incluir

20 modificación, reconfiguración, renovación y otro mantenimiento o servicio.

Cada uno de los procesos del método de fabricación y servicio de aeronaves **1000** puede realizarse o llevarse a cabo por un integrador de sistemas, un tercero y/o un operador. En estos ejemplos, el operario puede ser un cliente. Para los fines de esta descripción, un integrador de sistemas puede incluir, sin limitación, cualquier número de fabricantes de aeronaves y subcontratistas de sistemas principales; un tercero puede incluir, sin limitación, cualquier

25 número de vendedores, subcontratistas y proveedores; y un operador puede ser una aerolínea, una compañía de leasing, una entidad militar, una organización de servicios, etc.

Con referencia ahora a la **figura 11**, se representa una ilustración de una aeronave en la que puede implementarse una realización ilustrativa. En este ejemplo, la aeronave **1100** se produce mediante el método de fabricación y servicio de aeronaves **1000** de la **figura 10** y puede incluir el fuselaje **1102** con una pluralidad de sistemas **1104** y el interior **1106**. Ejemplos de sistemas **1104** incluyen uno o más sistemas de propulsión **1108**, el sistema eléctrico **1110**, el sistema hidráulico **1112** y el sistema ambiental **1114**. Puede incluirse cualquier cantidad de otros sistemas. Aunque se muestra un ejemplo aeroespacial, diferentes realizaciones ilustrativas pueden aplicarse a otras

30 industrias, como la industria automotriz.

Los aparatos y métodos incorporados en el presente documento pueden emplearse durante al menos una de las fases del método de fabricación y servicio de aeronaves **1000** de la **figura 10**. Pueden usarse una o más realizaciones ilustrativas durante la fabricación de componentes y subconjuntos **1006**. Por ejemplo, el panel compuesto **101** con el codo **114** de la **figura 1** puede utilizarse durante al menos uno de la fabricación de componentes y subconjuntos **1006** o de la integración de sistemas **1008**. Específicamente, panel compuesto **101** con el codo **114** de la **figura 1** puede formarse durante al menos uno de de la fabricación de componentes y

35 subconjuntos **1006** o de la integración de sistemas **1008**. El panel compuesto **101** con el codo **114** puede ser una parte para la aeronave **1100**. Específicamente, el panel compuesto **101** con el codo **114** de la **figura 1** puede ser una parte del interior **1106** de la aeronave **1100**. Además, panel compuesto **101** con el codo **114** de la **figura 1** puede unirse con otras partes durante la fabricación de componentes y subconjuntos **1006**. Aún más, el panel compuesto **101** con el codo **114** de la **figura 1** también puede usarse para realizar reemplazos y actualizaciones

40 durante el mantenimiento y servicio **1014**. En particular durante el mantenimiento y servicio **1014**, pueden formarse codos en paneles compuestos que se usan durante el mantenimiento de rutina, las actualizaciones, la renovación y otras operaciones que pueden realizarse durante el mantenimiento y servicio **1014**. Por ejemplo, la aeronave **1100** puede inspeccionarse durante el mantenimiento programado para la aeronave **1100**.

Además, pueden usarse una o más realizaciones del aparato, realizaciones del método o una combinación de las mismas durante la integración de sistemas **1008** y la certificación y entrega **1010**, por ejemplo, al acelerar sustancialmente el ensamblaje o reducir el coste de la aeronave **1100**. De manera similar, una o más de las realizaciones del aparato, de las realizaciones del método, o de una combinación de las mismas pueden usarse mientras la aeronave **1100** está en servicio, por ejemplo y sin limitación, para mantenimiento y servicio **1016**.

Las realizaciones ilustrativas proporcionan un método y un aparato para formar un codo en un panel compuesto. Específicamente, las realizaciones ilustrativas proporcionan un método y un aparato para formar un codo en un panel compuesto en el que la longitud de radio exterior del codo no está limitada por el espesor del panel

55 compuesto.

Al insertar la lámina **602** en la pestaña curvada **408** de la ranura **400**, la lámina **602** puede formar parte de la superficie interna **710** del codo **700**. La lámina **602** puede cubrir porciones expuestas de la capa de relleno **304**. Además, la lámina **602** puede proporcionar al menos uno de un color deseado y de una textura deseada.

5 La anchura de ranura de doblado **402** puede configurarse de tal manera que los bordes de la capa compuesta **302** entren en contacto con la lámina **602** después de doblar el panel compuesto **300** para formar el codo **700**. Por consiguiente, la lámina **602** puede mantenerse dentro de la ranura **400** sin adhesivo ni sujetadores. El uso de la lámina **602** puede permitir que el panel compuesto **300** tenga un peso menor que el espesor del panel compuesto **300** que se incrementó para que los bordes de la capa compuesta **302** se toquen unos con otros. El uso de la lámina **602** puede permitir que el panel compuesto **300** tenga un peso menor que si una cubierta estuviera  
10 sujeta o adherida sobre una capa de relleno expuesta.

La descripción de las diferentes realizaciones ilustrativas se ha presentado con fines de ilustración y descripción, y no pretende ser exhaustiva o limitada a las realizaciones en la forma divulgada. Muchas modificaciones y variaciones serán evidentes para los expertos en la materia. Además, diferentes realizaciones ilustrativas pueden proporcionar diferentes peculiaridades en comparación con otras realizaciones ilustrativas. La realización o realizaciones seleccionadas se eligen y describen para explicar mejor los principios de las realizaciones, la aplicación práctica, y para permitir que otros expertos en la materia entiendan la divulgación de diversas realizaciones con diversas modificaciones que sean adecuadas para el uso particular contemplado.  
15

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para formar un codo en un panel compuesto (300), en el que el panel compuesto comprende una capa de relleno (304) entre una primera capa compuesta y una segunda capa compuesta, comprendiendo el método:

5 formar una ranura (400) que tiene una pestaña curvada (408) en el panel compuesto;  
 insertar una lámina (602) en la pestaña curvada; y  
 doblar el panel compuesto con la ranura y la lámina dentro de la pestaña curvada alrededor de un eje longitudinal (508) de la ranura para formar el codo, en el que la pestaña curvada tiene una anchura de tolerancia de doblado (406) mayor que una anchura de ranura de doblado (402) y en el que la anchura de ranura de doblado se configura de tal manera que se evita que los bordes de la primera capa compuesta entren en  
 10 contacto entre sí después de doblar el panel compuesto para formar el codo.

2. El método de la reivindicación 1, en el que la etapa de formación comprende:  
 cortar la ranura con una herramienta, en el que la herramienta es un cortador que tiene una forma que se corresponde con la anchura de tolerancia de doblado y con la anchura de ranura de doblado.

3. El método de la reivindicación 1, en el que la lámina comprende un material reforzado con fibra, en el que la lámina comprende fibra de vidrio curada, en el que la lámina comprende además un material adherido a la fibra de vidrio curada que comprende al menos uno de un color deseado o de una textura deseada.

4. El método de la reivindicación 1, en el que la ranura se forma en la primera capa compuesta y en la capa de relleno.

5. El método de la reivindicación 1, en el que la anchura de ranura de doblado se configura de tal manera que los bordes de la primera capa compuesta entren en contacto con la lámina después de doblar el panel compuesto para formar el codo.

6. Un aparato que comprende:

una primera capa compuesta;  
 una capa de relleno (304);  
 25 una segunda capa compuesta, en la que una ranura (400) que tiene una pestaña curvada (408) está presente dentro de la primera capa y de la capa de relleno, y en el que la primera capa, la capa de relleno y la segunda capa forman un panel compuesto (300); y  
 una lámina (602) colocada en la pestaña curvada de la ranura;  
 30 en el que la ranura que tiene la pestaña curvada tiene una anchura de tolerancia de doblado (406) mayor que la anchura de ranura de doblado (402), y en el que la anchura de ranura de doblado se configura de tal manera que se evita que los bordes de una primera capa compuesta entren en contacto entre sí después de doblar el panel compuesto para formar el codo.

7. El aparato de la reivindicación 6, que comprende además:  
 una herramienta de doblado configurada para doblar el panel compuesto con la ranura que tiene la pestaña curvada para formar un codo en el panel compuesto.

8. El aparato de la reivindicación 6 o de la reivindicación 7, en el que la anchura de ranura de doblado se configura de tal manera que los bordes de una primera capa compuesta entren en contacto con la lámina después de doblar el panel compuesto para formar el codo.

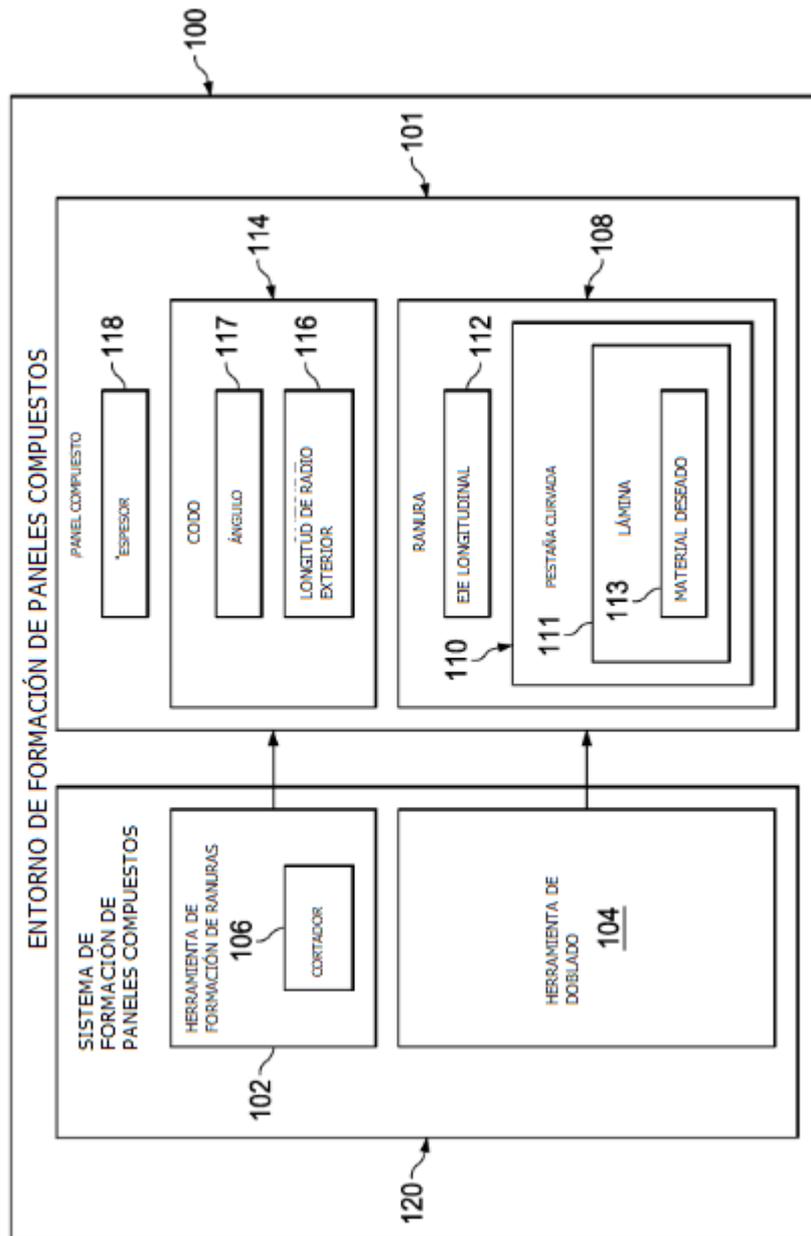


FIG. 1

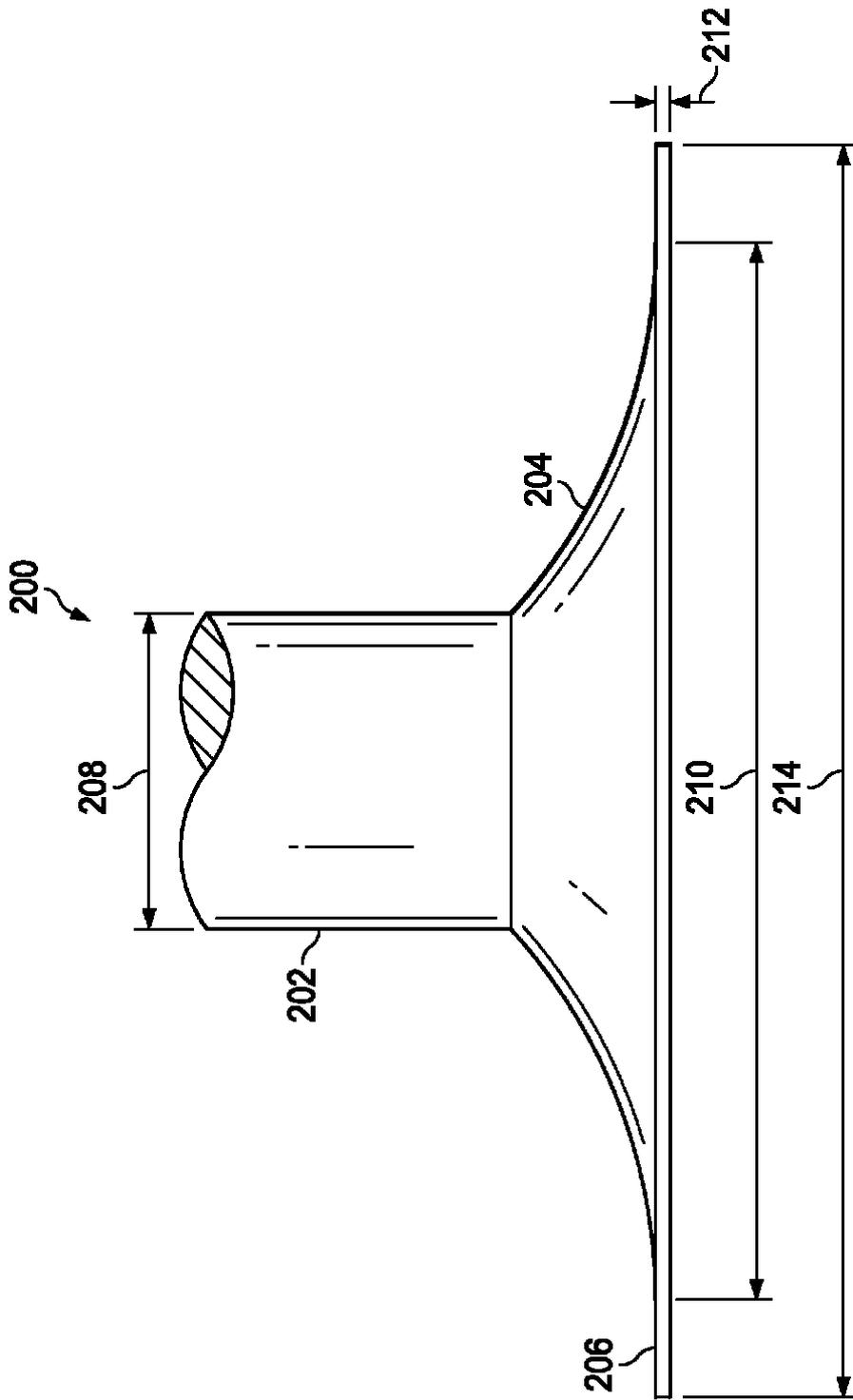
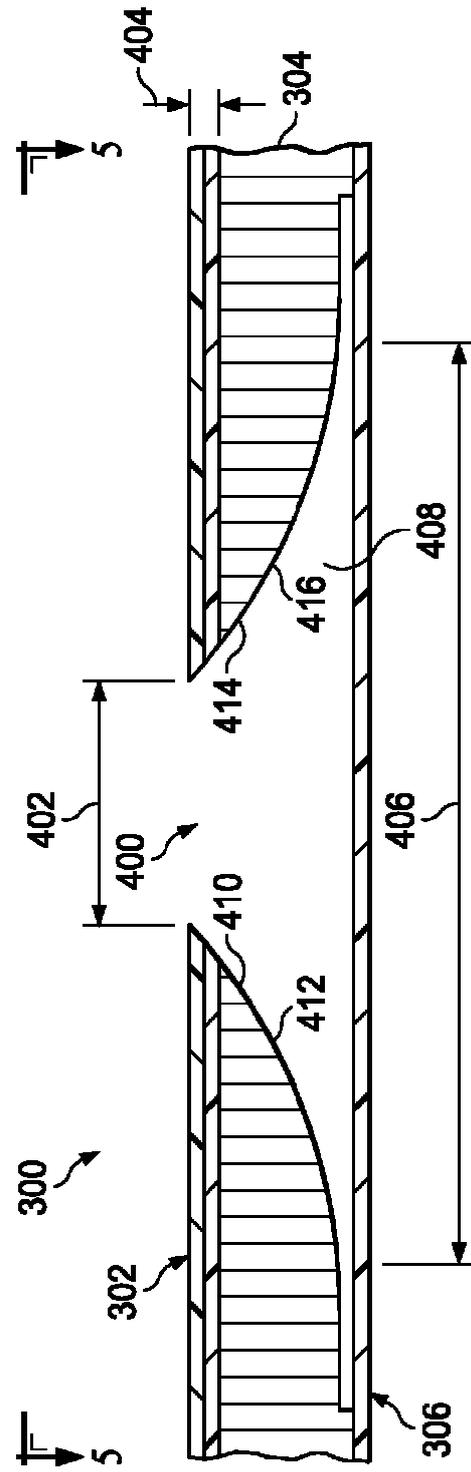
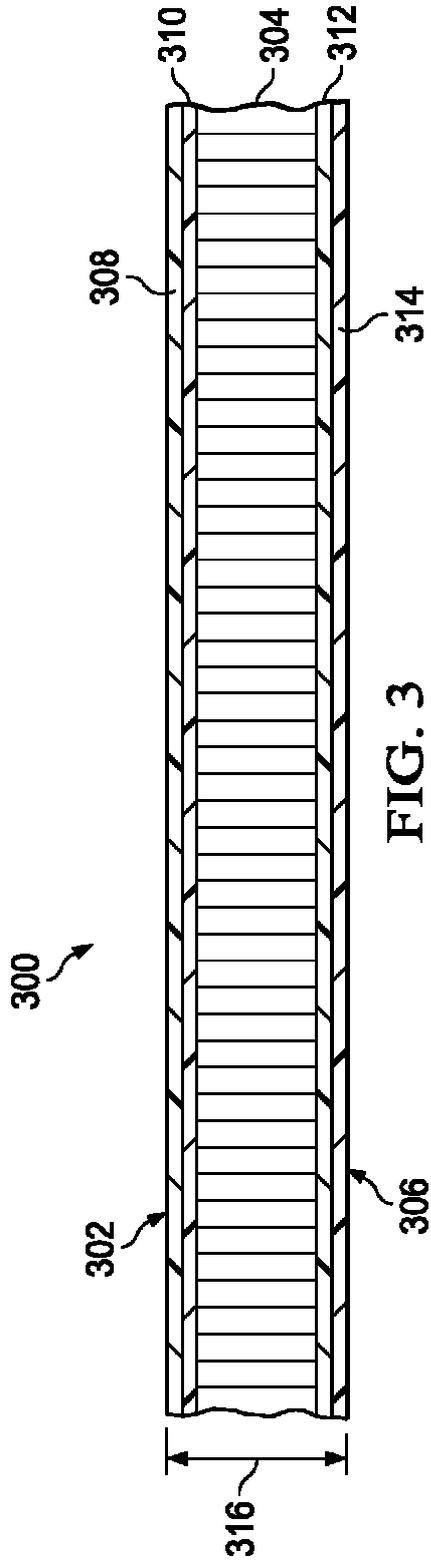


FIG. 2



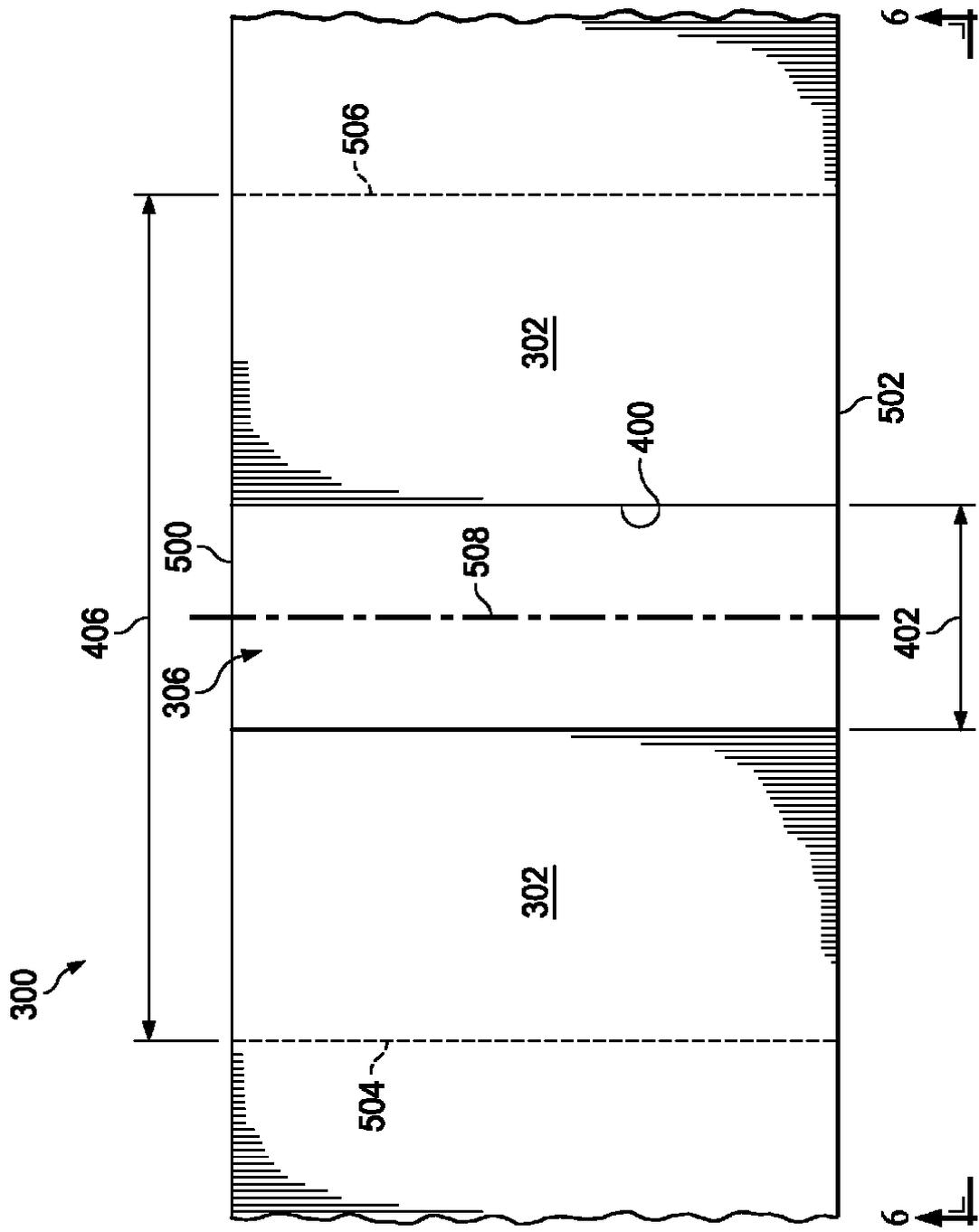


FIG. 5

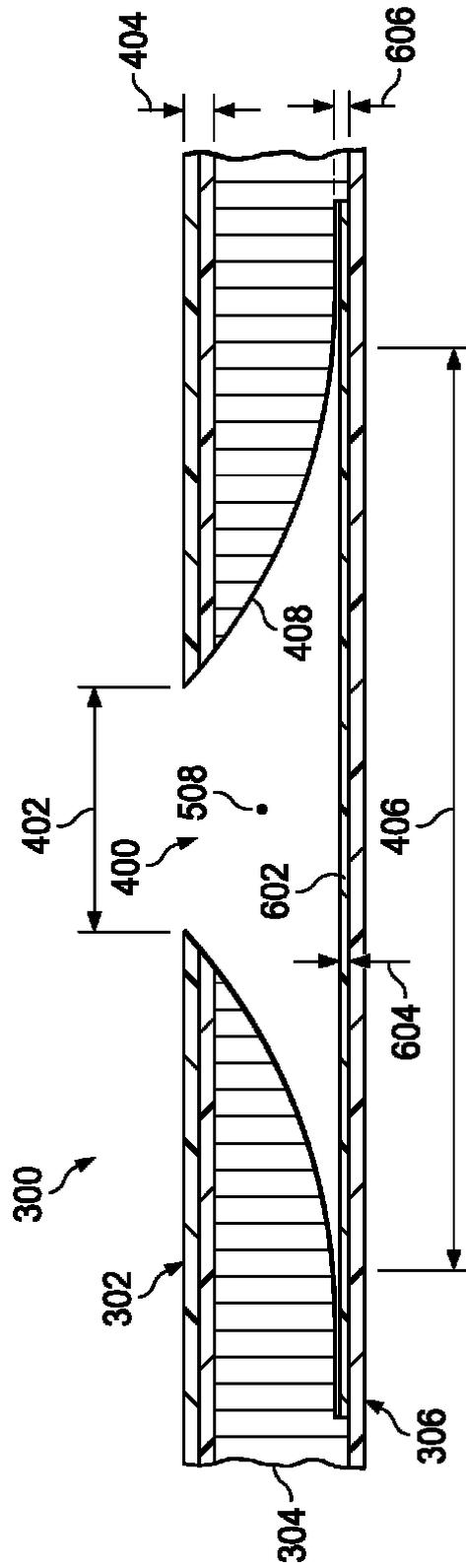


FIG. 6

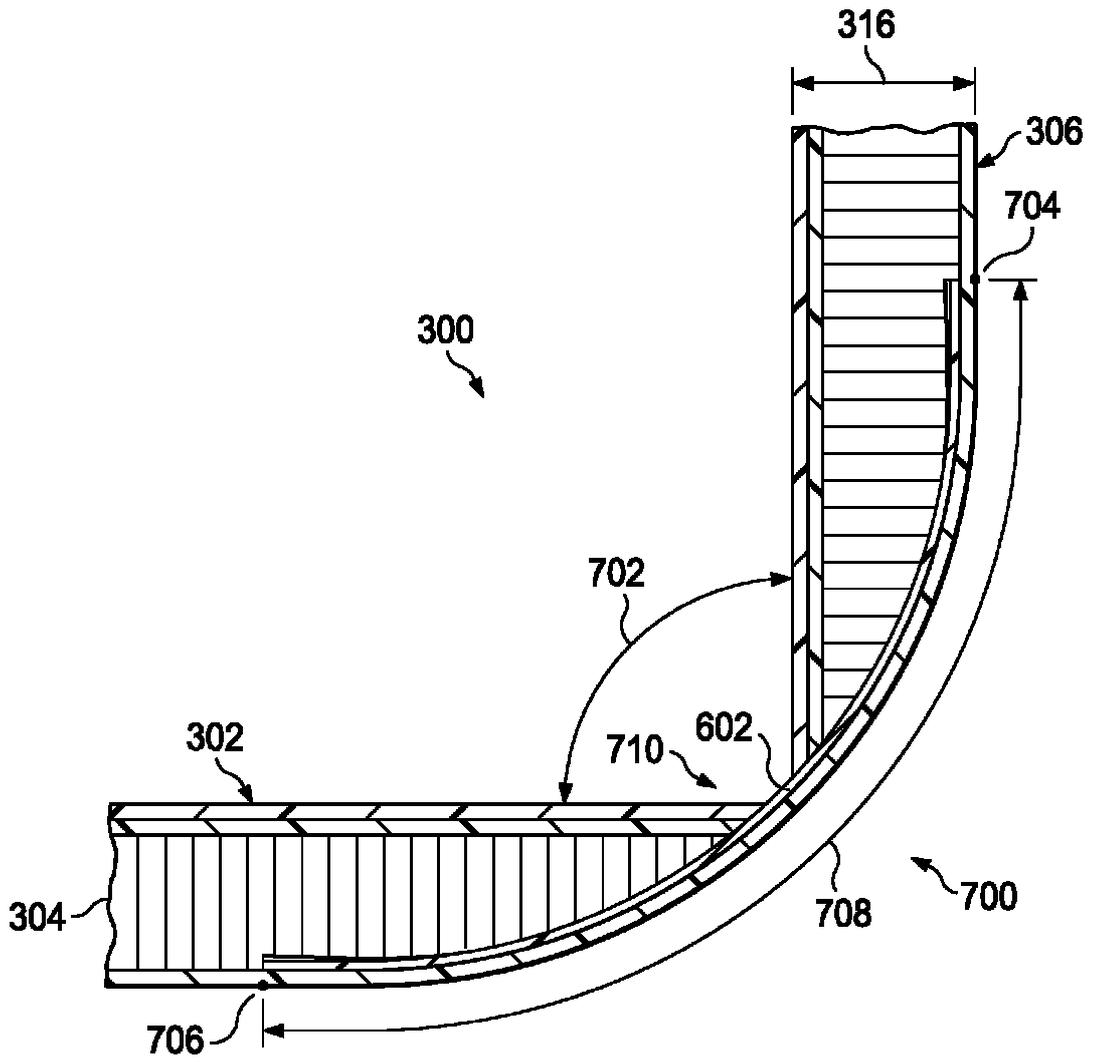


FIG. 7

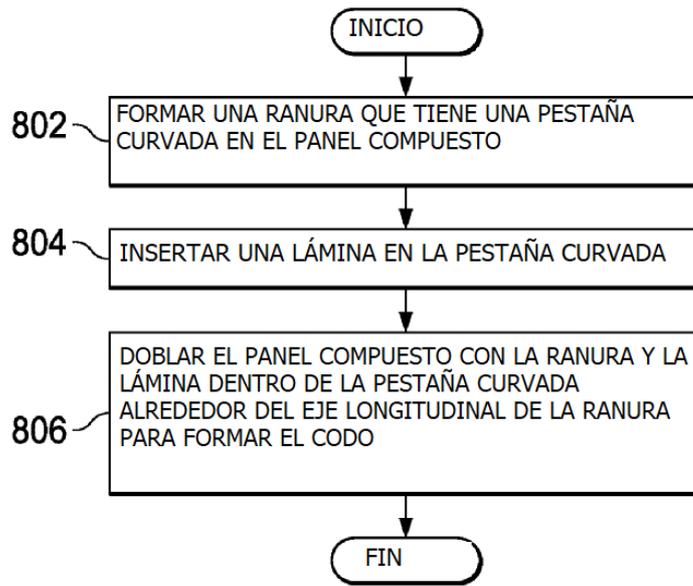


FIG. 8

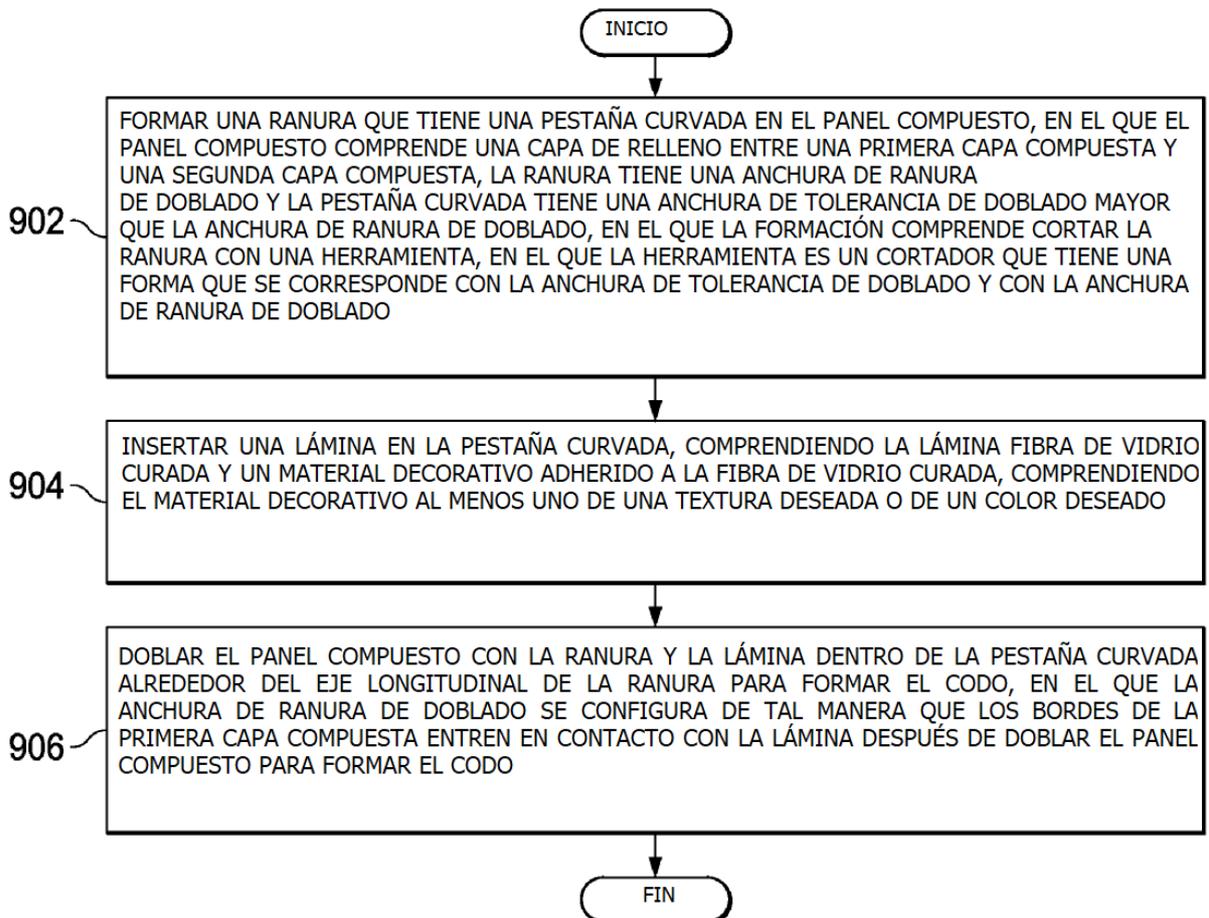


FIG. 9

