

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 744 478**

51 Int. Cl.:

**B29C 70/34** (2006.01)

**B29L 31/00** (2006.01)

**B29L 31/30** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.04.2012 PCT/US2012/034257**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.11.2012 WO12158301**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.04.2012 E 12717011 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.06.2019 EP 2709830**

54 Título: **Estructura de aeronave para un retorno de gran capacidad**

30 Prioridad:

**19.05.2011 US 201113111375**

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

**25.02.2020**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**KAMARAJ, MALMURUGAN y  
MATHESON, DONALD PAUL**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 744 478 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

Estructura de aeronave para un retorno de gran capacidad

### Antecedentes

#### 1. Campo:

- 5 La presente divulgación se refiere en general a aeronaves y, en particular, a estructuras de aeronaves. Aún más particularmente, la presente divulgación se refiere a miembros horizontales y a otros diseños estructurales 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 50 por ciento de sus estructuras primarias fabricadas de materiales compuestos. Se pueden usar materiales compuestos en aeronaves para reducir el peso de la aeronave. Esta disminución de peso puede mejorar la capacidad de carga útil y la eficiencia en el uso del combustible.

- 15 Además, los materiales compuestos pueden proporcionar una vida útil más larga para varios componentes en una aeronave. Los materiales compuestos pueden ser materiales resistentes y livianos creados mediante la combinación de dos o más componentes diferentes. Por ejemplo, un material compuesto puede incluir fibras y resinas. Las fibras y las resinas se pueden combinar para formar un material compuesto curado.

- 20 Además, mediante el uso de materiales compuestos, se pueden crear partes de una aeronave en piezas o secciones más grandes. Por ejemplo, un fuselaje en una aeronave puede ser creado en secciones cilíndricas que se pueden juntar 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.

- 25 Un larguero es un ejemplo de un componente que puede fabricarse a partir de materiales compuestos. Un larguero es un miembro alargado y está configurado para acoplarse a otra estructura, tal como un panel. Por ejemplo, un larguero puede estar fijado a un panel de revestimiento para una aeronave. Este panel de revestimiento se puede usar en un ala, fuselaje u otro componente de la aeronave. El larguero también puede ayudar a transportar y/o transferir cargas. Por ejemplo, un larguero puede transferir una carga desde un panel de revestimiento a otra estructura. Esta otra estructura puede ser, por ejemplo, un armazón o una costilla. Diseñar largueros con un peso y características de rendimiento deseados puede suponer un reto. Por ejemplo, un larguero con características de rendimiento deseadas puede ser más complejo o pesar más de lo deseado. Con una mayor complejidad, el tiempo y el costo de fabricación de un larguero también pueden aumentar.

- 30 Si el larguero tiene un peso deseado, las características de rendimiento pueden ser tales que se pueden requerir largueros adicionales cuando se desea un solo larguero.

- 35 El documento de la técnica anterior WO 01/62495 A2, que refleja el trabajo anterior del solicitante, desvela un relleno de radio compuesto laminado (multiplegue) que incluye una pluralidad de pliegues de tejido reforzado con telas cortadas para rellenar un hueco de radio (incluyendo, si procede, el sobrellenado intencional) para aumentar la resistencia absoluta, para aumentar la resistencia específica, o para reducir el coste reduciendo el agrietamiento y la distorsión en el radio de un conjunto compuesto. El documento de la técnica anterior describe también el método de fabricación y el método de uso para este tipo de relleno de radio compuesto laminado.

- 40 En el documento WO 01/62495 A2, se desvelan varios tipos de dicho relleno de radio, incluyendo un simple apilamiento triangular de pliegues con una orientación de +/-45°, o un apilamiento que se ajusta perfectamente a la forma del embutido superficial. Este documento de la técnica anterior desvela además un relleno de radio compuesto laminado que tiene un cuerpo de fibra laminado y una punta unidireccional. En esta realización, el cuerpo de relleno laminado tiene dos secciones distintas que son trapezoidales en sección transversal y que se corresponden con el segmento de base y el segmento intermedio de la presente invención. Cada una de estas secciones tiene un determinado número de pliegues con una orientación de +/- 45°.

- 45 Por lo tanto, sería ventajoso disponer de un método y un aparato que tenga en cuenta al menos algunos de los problemas discutidos anteriormente, así como posiblemente otros problemas.

### Sumario

En una realización ventajosa, un sistema estructural comprende:

un miembro alargado compuesto que tiene un lado configurado para fijarse a una estructura;  
 un canal en el lado que se extiende a lo largo de una longitud del miembro alargado compuesto; y  
 un determinado número de estructuras compuestas configuradas para su colocación en el canal y configuradas  
 5 para fijar una porción del lado del miembro alargado compuesto a la estructura;  
 en el que el determinado número de estructuras compuestas está configurado para aumentar una capacidad del  
 miembro alargado compuesto para resistir las fuerzas que alejan al miembro alargado compuesto de la  
 estructura,  
 en el que el determinado número de estructuras compuestas comprende capas de material compuesto que  
 10 tienen una primera disposición en la que los diferentes porcentajes de las capas de material compuesto se  
 disponen en diferentes ángulos relativos a un eje que atraviesa el miembro alargado compuesto de tal manera  
 que una segunda disposición para el miembro alargado compuesto tiene esencialmente los mismos porcentajes  
 dispuestos esencialmente al igual que la primera disposición, y  
 en el que la primera disposición comprende aproximadamente un 50 por ciento de las capas dispuestas  
 15 alrededor de cero grados con respecto al eje, alrededor del 40 por ciento de las capas dispuestas  
 aproximadamente 45 grados con respecto al eje, y alrededor del 10 por ciento de las capas dispuestas  
 aproximadamente 90 grados con respecto al eje.

Realizaciones ventajosas adicionales se definen en las reivindicaciones dependientes 2-8.

Las características, funciones y ventajas se pueden lograr de forma independiente en diversas realizaciones de la  
 presente divulgación o se pueden combinar en otras realizaciones en las que se pueden ver más detalles con  
 20 referencia a la siguiente descripción y dibujos.

### Breve descripción de los dibujos

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

La **Figura 1** es una ilustración de un método de fabricación y servicio de aeronaves de acuerdo con una realización  
 ventajosa;

La **Figura 2** es una ilustración de una aeronave en la que se puede implementar una realización ventajosa;

La **Figura 3** es una ilustración de un sistema estructural de acuerdo con una realización ventajosa;

30 La **Figura 4** es una ilustración de una vista en perspectiva de un sistema estructural de acuerdo con una realización  
 ventajosa;

La **Figura 5** es una ilustración de una vista en sección transversal de un sistema estructural de acuerdo con una  
 realización ventajosa;

La **Figura 6** es una ilustración de un lineal de acuerdo con una realización ventajosa;

35 La **Figura 7** es una ilustración de una tabla de valores para las características de las capas compuestas de acuerdo  
 con un ejemplo que no forma parte de la invención;

La **Figura 8** es una ilustración de una tabla de valores de características para capas compuestas de acuerdo con un  
 ejemplo que no forma parte de la invención;

La **Figura 9** es una ilustración de un sistema estructural en un ala de acuerdo con una realización ventajosa;

40 La **Figura 10** es una ilustración de un sistema estructural en un ala de acuerdo con una realización ventajosa;

Las **Figuras 11-14** son ilustraciones de un sistema estructural durante las diferentes etapas de conformación del  
 sistema estructural de acuerdo con una realización ventajosa;

Las **Figuras 15-17** son ilustraciones de paneles a partir de los cuales se forman estructuras compuestas para  
 lineales de acuerdo con una realización ventajosa;

45 La **Figura 18** es una ilustración de un diagrama de flujo de un proceso para aumentar la capacidad de retorno para  
 un miembro alargado compuesto de acuerdo con una realización ventajosa;

La **Figura 19** es una ilustración de un diagrama de flujo de un proceso de conformación de un sistema estructural de acuerdo con una realización ventajosa; y

La **Figura 20** es una ilustración de un diagrama de flujo de un proceso de conformación de una estructura de relleno de acuerdo con una realización ventajosa.

## 5 Descripción detallada

Con referencia más particularmente a los dibujos, las realizaciones de la divulgación pueden describirse en el contexto del método **100** de fabricación y servicio de aeronaves como se muestra en la **Figura 1** y una aeronave **200** como se muestra en la **Figura 2**. Volviendo primero a la **Figura 1**, se representa una ilustración de un método de fabricación y servicio de aeronaves de acuerdo con una realización ventajosa. Durante la preproducción, el método **100** de fabricación y servicio de aeronaves puede incluir la especificación y el diseño **102** de una aeronave **200** en la **Figura 2** y el aprovisionamiento de material **104**.

Durante la producción, tiene lugar la fabricación del subconjunto **106** y la integración del sistema **108** de una aeronave **200**. A partir de entonces, la aeronave **200** puede pasar por la certificación y entrega **110** con el fin de ser puesta en servicio **112**. Mientras está en servicio **112** por un cliente, la aeronave **200** está programada para mantenimiento y servicio de rutina **114**, que pueden incluir modificación, reconfiguración, renovación y otro mantenimiento o servicio.

Cada uno de los procesos de fabricación de aeronaves y método de servicio **100** puede ser realizado o llevado a cabo por un integrador de sistemas, un tercero y/o un operador. En estos ejemplos, el operador puede ser un cliente. Para 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 número de vendedores, subcontratistas y proveedores; y un operador puede ser una aerolínea, una empresa de alquiler, una entidad militar, una organización de servicios, etc.

Con referencia ahora a la **Figura 2**, se representa una ilustración de una aeronave en la que se puede implementar una realización ventajosa. En este ejemplo, la aeronave **200** se produce mediante el método **100** de fabricación y servicio de aeronaves en la **Figura 1** y puede incluir la aeroestructura **202** con una pluralidad de sistemas **204** y el interior **206**. Los ejemplos de sistemas **204** incluyen uno o más del sistema de propulsión **208**, el sistema eléctrico **210**, el sistema hidráulico **212** y el sistema ambiental **214**. Se puede incluir cualquier número de otros sistemas. Aunque se muestra un ejemplo aeroespacial, se pueden aplicar diferentes realizaciones ventajosas a otras industrias, tales como la industria automotriz.

Los aparatos y métodos incorporados en la presente memoria pueden emplearse durante al menos una de las etapas del método de fabricación y servicio de aeronaves **100**. Como se usa en la presente memoria, la expresión "al menos uno de", cuando se usa con un listado de artículos, significa que pueden usarse diferentes combinaciones de uno o más de los artículos enumerados y solo se puede necesitar uno de cada artículo del listado. Por ejemplo, "al menos uno del artículo A, artículo B y artículo C" puede incluir, por ejemplo, sin limitación, artículo A, o artículo A y artículo B. Este ejemplo también puede incluir artículo A, artículo B y artículo C, o artículo B y artículo C.

En un ejemplo ilustrativo, los componentes o subconjuntos producidos en la fabricación de componentes y subconjuntos **106** en la **Figura 1** pueden fabricarse o elaborarse de manera similar a los componentes o subconjuntos producidos mientras la aeronave **200** está en servicio **112** en la **Figura 1**. Como otro ejemplo, se pueden usar varias realizaciones de aparatos, realizaciones de métodos o una combinación de las mismas durante las etapas de producción, tales como la fabricación **106** de componentes y subconjuntos y la integración del sistema **108** en la **Figura 1**. Un determinado número, cuando se refiere a artículos, significa uno o más artículos. Por ejemplo, varias realizaciones de aparatos representan una o más realizaciones de aparatos. Puede ser usada una serie de realizaciones de aparatos, realizaciones de método o una combinación de las mismas, mientras la aeronave **200** está en servicio **112** y/o durante el mantenimiento y servicio **114** en la **Figura 1**. El uso de varias de las diferentes realizaciones ventajosas puede acelerar esencialmente el ensamblaje y/o reducir el costo de la aeronave **200**.

Las diferentes realizaciones ventajosas reconocen y tienen en cuenta una serie de consideraciones diferentes. Por ejemplo, las diferentes realizaciones ventajosas reconocen y tienen en cuenta que el diseño actual de largueros emplea el uso de materiales compuestos denominados lineales. Un lineal es un material compuesto que puede colocarse en un área o canal que se extiende a lo largo del larguero u otro tipo de miembro alargado.

Las diferentes realizaciones ventajosas reconocen y tienen en cuenta que actualmente, estos lineales están diseñados para facilitar la fabricación de largueros. Las diferentes realizaciones ventajosas reconocen y tienen en cuenta que diferentes características o parámetros sobre los lineales pueden no coincidir con características o parámetros en el resto del larguero con este tipo de objetivo en mente.

Las diferentes realizaciones ventajosas reconocen y tienen en cuenta que este tipo de diseño de lineal en el larguero puede reducir las características de rendimiento deseadas, tales como la cantidad de fuerza necesaria para alejar el larguero de un panel de revestimiento.

5 Por lo tanto, las diferentes realizaciones ventajosas proporcionan un método y un aparato para un larguero que tiene una mayor capacidad para resistir fuerzas que pueden alejar el larguero de otra estructura a la que está fijado el larguero. Las diferentes realizaciones ventajosas reconocen y tienen en cuenta que una realización ventajosa puede aplicarse a cualquier tipo de miembro alargado que tenga una base en la que esté presente un lineal.

10 En una realización ventajosa, un aparato comprende un miembro alargado compuesto, un canal y varias estructuras compuestas. El miembro alargado compuesto tiene un lado configurado para fijarse a una estructura. El canal se encuentra en el lado del miembro alargado compuesto y se extiende a lo largo de una longitud del miembro alargado compuesto. El determinado número de estructuras compuestas está configurado para su colocación en el canal y para fijar una porción del lado del miembro alargado compuesto a la estructura. El determinado número de estructuras compuestas está configurado para aumentar la capacidad del miembro alargado compuesto para resistir las fuerzas que alejan al miembro alargado compuesto de la estructura.

15 Con referencia ahora a la **Figura 3**, se representa una ilustración de un sistema estructural de acuerdo con una realización ventajosa. En estos ejemplos ilustrativos, el sistema estructural **300** se representa en forma de bloque. El sistema estructural **300** está ubicado en la aeronave **301** en estos ejemplos ilustrativos. Como se representa, el sistema estructural **300** comprende el miembro alargado compuesto **302**, el determinado número de estructuras compuestas **304** y la estructura **306**.

20 En estos ejemplos representados, el miembro alargado compuesto **302** se forma a partir de las capas **312** del material compuesto **314**. Por ejemplo, las capas **312** del material compuesto **314** se colocan y conforman en la forma **316** para el miembro alargado compuesto **302**. La forma **316** puede tener forma en T **317** en estos ejemplos ilustrativos.

25 Como se representa, la forma en T **317** para el miembro alargado compuesto **302** está formada por una primera sección **320** y una segunda sección **322** del miembro alargado compuesto **302**. En estos ejemplos ilustrativos, la primera sección **320** puede denominarse sección de base, y la segunda sección **322** puede denominarse sección vertical. La primera sección **320** y la segunda sección **322** pueden formar parte de la misma estructura en estos ejemplos. Por supuesto, en otros ejemplos ilustrativos, la primera sección **320** y la segunda sección **322** pueden formarse a partir de diferentes estructuras.

30 La segunda sección **322** se coloca esencialmente perpendicular a la primera sección **320** para formar una forma en T **317** para el miembro alargado compuesto **302**. En particular, la segunda sección **322** es la porción del miembro alargado compuesto **302** que se extiende lejos de la primera sección **320** en una dirección que es esencialmente perpendicular a la primera sección **320**.

35 En estos ejemplos ilustrativos, la primera sección **320** es esencialmente plana. Además, la primera sección **320** es una sección discontinua. En particular, la primera sección **320** puede ser discontinua cuando la segunda sección **322** se une con la primera sección **320**.

40 La segunda sección **322** se une con la primera sección **320** en la primera ubicación **321** y la segunda ubicación **323** de la segunda sección **322**. La primera ubicación **321** de la segunda sección **322** tiene una primera forma curvada **324** con un primer radio **326**. La segunda ubicación **323** de la segunda sección **322** tiene una segunda forma curvada **328** con un segundo radio **330**.

El primer radio **326** es un radio para un círculo que se ajusta esencialmente a la primera forma curvada **324**. El segundo radio **330** es un radio para un círculo que se ajusta esencialmente a la segunda forma curvada **328**. En estos ejemplos ilustrativos, el primer radio **326** puede ser esencialmente igual al segundo radio **330**.

45 La primera sección **320** y la segunda sección **322** están colocadas una respecto de la otra para formar un canal **332**. En particular, el canal **332** está formado entre la primera ubicación **321** y la segunda ubicación **323** de la segunda sección **322**. El primer radio **326** de la primera forma curvada **324** para la primera ubicación **321** y el segundo radio **330** de la segunda forma curvada **328** para la segunda ubicación **323** determinan la forma **333** del canal **332**.

50 En estos ejemplos ilustrativos, el canal **332** se forma en el primer lado **334** del miembro alargado compuesto **302**. El canal **332** se extiende a lo largo de una longitud del miembro alargado compuesto **302** en estos ejemplos. El miembro alargado compuesto **302** también tiene un segundo lado **331** opuesto al primer lado **334**.

El primer lado **334** puede ser, por ejemplo, un lado de base para tanto la primera sección **320** como la segunda sección **322**. El primer lado **334** está configurado para fijarse a la estructura **306**. La estructura **306** puede ser, por

ejemplo, sin limitación, un panel de revestimiento, una costilla, un larguero de ala, una carga de base, una placa de base y/o algún otro tipo adecuado de estructura.

5 En un ejemplo ilustrativo, el primer lado **334** de la primera sección **320** del miembro alargado compuesto **302** es esencialmente plano. La estructura **306** puede estar fijada al primer lado **334** de la primera sección **320** de modo que la superficie **337** de la estructura **306** contacte directamente el primer lado **334** de la primera sección **320** en este ejemplo ilustrativo.

10 En estos ejemplos ilustrativos, un primer componente, tal como la estructura **306**, puede estar fijado a un segundo componente, tal como el miembro alargado compuesto **302**, de varias maneras diferentes. Por ejemplo, un primer componente puede estar fijado a un segundo componente por unión, curado, sujeción, encolado, conexión y/o fijación, de alguna otra manera adecuada de los dos componentes entre sí.

15 El primer lado **334** de la segunda sección **322** en la primera ubicación **321** y la segunda ubicación **323** forman una primera pared **338** y una segunda pared **340** del canal **332**. De esta manera, el primer lado **334** de la segunda sección **322** en la primera ubicación **321** y la segunda ubicación **323** pueden no contactar directamente con la superficie **337** de la estructura **306** cuando la estructura **306** está fijada al miembro alargado compuesto **302**. Además, cuando se fija al miembro alargado compuesto **302**, la superficie **337** de la estructura **306** forma una tercera pared **341**.

20 El determinado número de estructuras compuestas **304** se puede colocar en el canal **332**. El determinado número de estructuras compuestas **304** puede estar compuesto por capas **346** de material compuesto **348**. Como se representa, el determinado número de estructuras compuestas **304** tiene una forma **350** que se ajusta esencialmente a la forma **333** del canal **332**. El determinado número de estructuras compuestas **304** forma la estructura de relleno **336** para el canal **332**. La estructura de relleno **336** se puede denominar lineal en estos ejemplos ilustrativos. Cada número de estructuras compuestas **304** es un segmento de la estructura de relleno **336**.

25 Por ejemplo, el determinado número de estructuras compuestas **304** puede comprender un segmento de base, un segmento superior y un conjunto de segmentos intermedios ubicados entre el segmento de base y el segmento superior. Como se usa en la presente memoria, un "conjunto de artículos" significa ningún artículo o más artículos. Por ejemplo, un conjunto de segmentos intermedios puede ser un conjunto vacío o un conjunto nulo.

30 En estos ejemplos ilustrativos, el determinado número de estructuras compuestas **304** tiene el primer número de características **352** que coinciden esencialmente con el segundo número de características **354** para el miembro alargado compuesto **302**. El primer número de características **352** y el segundo número de características **354** pueden comprender, por ejemplo, sin limitación, al menos uno de un coeficiente de expansión térmica, un módulo de Young, y otras características adecuadas.

35 Como un ejemplo ilustrativo, las capas **346** para el determinado número de estructuras compuestas **304** pueden tener una configuración **351**. La configuración **351** para las capas **346** se selecciona de modo que el primer número de características **352** para el determinado número de estructuras compuestas **304** coincida esencialmente con el segundo número de características **354** para el miembro alargado compuesto **302**. Por ejemplo, con la configuración **351**, un valor para un módulo de Young para el determinado número de estructuras compuestas **304** puede estar dentro de un intervalo deseado de un valor para un módulo de Young para el miembro alargado compuesto **302**.

40 Además, las capas **346** para el determinado número de estructuras compuestas **304** pueden tener una primera disposición **353** que es esencialmente igual a la segunda disposición **355** para las capas **312** para el miembro alargado compuesto **302**. La primera disposición **353** para las capas **346** del determinado número de estructuras compuestas **304** es una disposición de capas **346** con respecto al eje **357** a través del miembro alargado compuesto **302**. En particular, la primera disposición **353** para las capas **346** es una disposición de fibras en capas **346** con respecto al eje **357** a través del miembro alargado compuesto **302**.

45 Según la invención, la primera disposición **353** comprende aproximadamente un 50 por ciento de las capas **346** dispuestas a aproximadamente cero grados con respecto al eje **357**, aproximadamente un 40 por ciento de las capas **346** dispuestas a aproximadamente 45 grados con respecto al eje **357**, y aproximadamente un 10 por ciento de las capas **346** dispuestas a aproximadamente 90 grados con respecto al eje **357**. La segunda disposición **355** para las capas **312** del miembro alargado compuesto **302** tiene esencialmente los mismos porcentajes de capas **312** dispuestas esencialmente igual que la primera disposición **353**.

50 El determinado número de estructuras compuestas **304** está configurado para fijar la estructura **306** al miembro alargado compuesto **302**. Más específicamente, el determinado número de estructuras compuestas **304** fija una porción de la superficie **337** de la estructura **306** a las porciones del primer lado **334** en la primera ubicación **321** y la segunda ubicación **323** de la segunda sección **322** para el miembro alargado compuesto **302**.

Cuando el primer número de características **352** y el segundo número de características **354** coinciden

esencialmente, aumenta la capacidad **356** del miembro alargado compuesto **302** para resistir las fuerzas **358**. Las fuerzas **358** se generan cuando se aplica presión al miembro alargado compuesto **302** y a la estructura **306**. Por ejemplo, se puede aplicar una presión al miembro alargado compuesto **302** y a la estructura **306** cuando está en funcionamiento la aeronave **301**.

5 Como un ejemplo ilustrativo, la presurización en una cabina de aeronave **301** puede hacer que se aplique una presión al miembro alargado compuesto **302** y a la estructura **306** cuando el miembro alargado compuesto **302** y la estructura **306** forman parte de un fuselaje de la aeronave **301**. Como otro ejemplo ilustrativo, se puede aplicar presión al miembro alargado compuesto **302** y a la estructura **306** en respuesta al movimiento de combustible en un depósito de combustible en un ala de la aeronave **301** cuando el miembro alargado compuesto **302** y la estructura **306** forman parte del ala de la aeronave **301**.

15 La presión aplicada al miembro alargado compuesto **302** y a la estructura **306** puede ocurrir en una dirección esencialmente perpendicular a la superficie **337** de la estructura **306** en estos ejemplos ilustrativos. Esta presión genera fuerzas **358**. Las fuerzas **358** pueden incluir cualquier fuerza que aleje el miembro alargado compuesto **302** de la estructura **306** cuando la estructura **306** esté fijada al miembro alargado compuesto **302** en el primer lado **334**. En otras palabras, las fuerzas **358** incluyen cualquier fuerza que cree un esfuerzo de tracción cuando el miembro alargado compuesto **302** esté fijado a la estructura **306**.

20 Las fuerzas **358** pueden ser esencialmente perpendiculares a la superficie **337** de la estructura **306** en estos ejemplos ilustrativos. Además, las fuerzas **358** pueden ser esencialmente perpendiculares al primer lado **334** de la primera sección **320** del miembro alargado compuesto **302**.

La ilustración del sistema estructural **300** en la **Figura 3** no implica limitaciones físicas o arquitectónicas en la forma en que una realización ventajosa puede ser implementada. Se pueden usar otros componentes además de y/o en lugar de los ilustrados. Algunos componentes pueden ser innecesarios. Además, los bloques son presentados para ilustrar algunos componentes funcionales. Uno o más de estos bloques pueden combinarse y/o dividirse en diferentes bloques cuando se implementan en una realización ventajosa.

25 Por ejemplo, en algunos ejemplos ilustrativos, se puede fijar más de una estructura al miembro alargado compuesto **302** en el primer lado **334**. Como un ejemplo ilustrativo, la segunda estructura **360** puede estar fijada a la estructura **306**. Por ejemplo, cuando la estructura **306** adopta la forma de una carga de base, la segunda estructura **360** puede ser un panel de revestimiento que está fijado a la carga de base. En algunos ejemplos ilustrativos, la carga de base puede tener la misma disposición que la segunda disposición **355** para el miembro alargado compuesto **302**.

30 Como otro ejemplo ilustrativo, la tercera estructura **362** puede estar fijada al segundo lado **331** de la segunda sección **322** del miembro alargado compuesto **302**. La tercera estructura **362** puede ser, por ejemplo, una costilla, un larguero de ala o algún otro tipo adecuado de estructura.

35 En otros ejemplos ilustrativos, el sistema estructural **300** puede incluir uno o más miembros compuestos además o en lugar del miembro alargado compuesto **302** fijado a la estructura **306**. Por ejemplo, se puede fijar una pluralidad de largueros a la estructura **306** en forma de un panel de revestimiento para formar el sistema estructural **300**.

40 En algunos casos, el sistema estructural **300** puede estar ubicado en una plataforma distinta de la aeronave **301**. Por ejemplo, el sistema estructural **300** puede ubicarse en una plataforma seleccionada entre al menos una de una plataforma móvil, una plataforma estacionaria, una estructura terrestre, una estructura acuática, una estructura espacial, una aeronave, un buque de superficie, un tanque, un transporte de tropa, un tren, una nave espacial, una estación espacial, un satélite, un submarino, un automóvil, una central eléctrica, un puente, una presa, una fábrica y un edificio.

45 Con referencia ahora a la **Figura 4**, se representa una ilustración de una vista en perspectiva de un sistema estructural de acuerdo con una realización ventajosa. En este ejemplo ilustrativo, el sistema estructural **400** es un ejemplo de una implementación para el sistema estructural **300** en la **Figura 3**. Los diferentes componentes mostrados en esta figura y en las **Figuras 5, 6 y 9-17** pueden combinarse con los componentes de la **Figura 3**, usarse con componentes en la **Figura 3**, o una combinación de los dos. Adicionalmente, algunos de los componentes en esta figura pueden ser ejemplos ilustrativos de cómo los componentes mostrados en forma de bloque en la **Figura 3** pueden implementarse como estructuras físicas.

50 Como se representa, el sistema estructural **400** incluye el larguero **402**, la carga de base **404**, el revestimiento **407**, y el lineal **406**. El larguero **402** es un ejemplo de una implementación para el miembro alargado compuesto **302** en la **Figura 3**. La carga de base **404** es un ejemplo de una implementación para la estructura **306** en la **Figura 3**, y el lineal **406** es un ejemplo de una implementación para la estructura de relleno **336** en la **Figura 3**.

En este ejemplo ilustrativo, el larguero **402** es un larguero de cuchilla. El larguero **402** tiene primer lado **403** y el segundo lado **405**. Además, el larguero **402** tiene una primera sección **408** y una segunda sección **410**. La primera

sección **408** y la segunda sección **410** forman parte de la misma estructura en este ejemplo. Como se representa, la primera sección **408** es una sección discontinua.

5 La segunda sección **410** está colocada con relación a la primera sección **408** de tal manera que la segunda sección **410** se extiende lejos de la primera sección **408** en la dirección de la flecha **411**. La flecha **411** tiene una dirección que es esencialmente perpendicular a la primera sección **408**.

En este ejemplo representado, la segunda sección **410** se une con la primera porción **412** de la primera sección **408** en la primera ubicación **414** de la segunda sección **410** y la segunda porción **416** de la primera sección **408** en la segunda ubicación **418** de la segunda sección **410**. La primera ubicación **414** tiene una primera forma curvada **422**. La segunda ubicación **418** tiene una segunda forma curvada **424**.

10 En este ejemplo ilustrativo, la carga de base **404** está fijada al primer lado **403** del larguero **402**. En particular, la primera superficie **426** de la carga de base **404** contacta con el primer lado **403** de la primera sección **408**. El revestimiento **407** está fijado a la segunda superficie **427** de la carga de base **404**. Como se representa, la primera superficie **426** no entra en contacto con el primer lado **403** de la segunda sección **410**.

15 El canal **428** está formado en el primer lado **403** del larguero **402** entre la primera ubicación **414** y la segunda ubicación **418** de la segunda sección **410**. El primer lado **403** en la primera ubicación **414** forma la primera pared **415** para el canal **428**, y el primer lado **403** en la segunda ubicación **418** forma la segunda pared **417** para el canal **428**. Además, la primera superficie **426** de carga de base **404** forma la tercera pared **419** para el canal **428**. De esta manera, el canal **428** tiene una forma **430** que es cónica en este ejemplo ilustrativo.

20 El lineal **406** se encuentra en el canal **428**. El lineal **406** comprende varias estructuras compuestas **431**. El determinado número de estructuras compuestas **431** es un ejemplo de una implementación para el determinado número de estructuras compuestas **304** en la **Figura 3**. El determinado número de estructuras compuestas **431** está comprendido por capas compuestas **432**. Las capas compuestas **432** son capas de material compuesto. La configuración de las capas compuestas **432** se selecciona de modo que la forma **433** del lineal **406** se ajusta esencialmente a la forma **430** del canal **428**. Además, con el lineal **406**, la capacidad del larguero **402** para resistir las fuerzas que alejan el larguero **402** de la carga de base **404** y/o el revestimiento **407** aumenta en comparación con cuando el lineal **406** está ausente o cuando está presente un tipo diferente de lineal. Estas fuerzas están en la dirección de la flecha **411**.

25 Como se representa, las capas compuestas **432** para el lineal **406** pueden colocarse esencialmente perpendiculares al primer lado **403** y la primera superficie **426** de la carga de base **404**. Además, cada una de las capas compuestas **432** puede disponerse con un ángulo particular con respecto al eje **438** a través del larguero **402**.

30 Con referencia ahora a la **Figura 5**, se representa una ilustración de una vista en sección transversal de un sistema estructural de acuerdo con una realización ventajosa. En este ejemplo ilustrativo, se representa una vista en sección transversal del sistema estructural **400** de la **Figura 4** tomada a lo largo de las líneas **5-5** en la **Figura 4**. La segunda sección **410** del larguero **402** está colocada esencialmente perpendicular con respecto a la primera sección **408** del larguero **402**.

35 Como se representa en este ejemplo, la primera forma curvada **422** tiene un primer radio **500**. Además, la segunda forma curvada **424** tiene un segundo radio **502**. El primer radio **500** es una distancia desde la porción del primer lado **403** en la primera ubicación **414** que forma la primera forma curvada **422** hasta el punto **504**. De manera similar, el segundo radio **502** es una distancia desde la porción del primer lado **403** en la segunda ubicación **418** que forma la segunda forma curvada **424** hasta el punto **506**.

40 La primera forma curvada **422** es un ejemplo de una implementación para la primera forma curvada **324** en la **Figura 3**. La segunda forma curvada **424** es un ejemplo de una implementación para la segunda forma curvada **328** en la **Figura 3**. En este ejemplo ilustrativo, cada una de la primera forma curvada **422** y la segunda forma curvada **424** adoptan la forma de una porción de un círculo. Por supuesto, en otros ejemplos ilustrativos, cada una de la primera forma curvada **422** y la segunda forma curvada **424** puede adoptar alguna otra forma adecuada, tal como, por ejemplo, una porción de un óvalo, un arco, una porción de una elipse u otra tipo adecuado de forma curvada.

45 Volviendo ahora a la **Figura 6**, se representa una ilustración de un lineal de acuerdo con una realización ventajosa. En este ejemplo ilustrativo, el lineal **406** de las **Figuras 4-5** se representa con mayor detalle. Como se representa, el lineal **406** tiene una configuración **601** para el determinado número de estructuras compuestas **431** que comprenden capas compuestas **432**. En particular, el determinado número de estructuras compuestas **431** incluye la estructura compuesta **602**, la estructura compuesta **604** y la estructura compuesta **606**.

50 La estructura compuesta **602** está configurada para contactar con la tercera pared **419** del canal **428** y una porción de base de la primera pared **415** y la segunda pared **417** en la **Figura 4**. La estructura compuesta **606** está configurada para contactar una porción apical de la primera pared **415** y la segunda pared **417** del canal **428** en la



**Figura 4.** La estructura compuesta **604** está situada entre la estructura compuesta **602** y la estructura compuesta **609**. Estas estructuras compuestas conforman la forma **433** para el lineal **406** que se ajusta esencialmente a la forma **430** del canal **428** en la **Figura 4**.

5 La estructura compuesta **602**, la estructura compuesta **604** y la estructura compuesta **606** también pueden denominarse segmentos. Por ejemplo, la estructura compuesta **602** puede ser un segmento de base, la estructura compuesta **606** puede ser un segmento superior y la estructura compuesta **604** puede ser un segmento intermedio entre el segmento de base y el segmento superior.

10 En este ejemplo ilustrativo, la estructura compuesta **602** se forma a partir de las capas compuestas **608**, la estructura compuesta **604** se forma a partir de las capas compuestas **610**, y la estructura compuesta **606** se forma a partir de las capas compuestas **612**.

15 La configuración **601** para el lineal **406** se selecciona de modo que la forma **433** del lineal **406** se ajuste esencialmente a la forma **430** del canal **428** en las **Figuras 4-5**. Como se representa, la base **614** de la estructura compuesta **602** tiene una longitud **616**. La base **618** de la estructura compuesta **604** tiene una longitud **620**, y la base **622** de la estructura compuesta **606** tiene una longitud **624**.

Además, la estructura compuesta **602** tiene una altura **626**, la estructura compuesta **604** tiene una altura **628** y la estructura compuesta **606** tiene una altura **630**. Adicionalmente, la estructura compuesta **602** tiene un ángulo **632** en la base **614**. La estructura compuesta **604** tiene un ángulo **634** en la base **618**. La estructura compuesta **606** tiene un ángulo **636** en la base **622**.

20 Con referencia ahora a la **Figura 7**, se representa una ilustración de una tabla de valores para características para capas compuestas de acuerdo con un ejemplo que no forma parte de la invención. En este ejemplo ilustrativo, la tabla **700** proporciona valores para las características de las capas compuestas **608** para la estructura compuesta **602** en el lineal **406** en la **Figura 6**.

25 Como se representa, la tabla **700** incluye la capa **702**, el material **704**, el ángulo **706** y el espesor **708**. La capa **702** identifica la capa particular dentro de las capas compuestas **608**. En estos ejemplos ilustrativos de realizaciones para capas compuestas **608**, las capas compuestas **608** incluyen aproximadamente 20 capas de material compuesto.

30 Además, el material **704** identifica el tipo particular de material a partir del cual se forma una capa. En este ejemplo ilustrativo, todas las capas compuestas **608** están comprendidas por el mismo tipo de material. El ángulo **706** identifica el ángulo en el que se dispone una capa con respecto al eje **438** a través del larguero **402** en la **Figura 4**. Como se representa, se pueden disponer diferentes capas en diferentes ángulos con respecto al eje **438**. El espesor **708** identifica el espesor de una capa. En estos ejemplos ilustrativos, todas las capas compuestas **608** tienen esencialmente el mismo espesor.

35 Las capas compuestas **610** para la estructura compuesta **604** en la **Figura 6** pueden tener esencialmente las mismas características que las capas compuestas **608**. Por ejemplo, las capas compuestas **610** también pueden incluir aproximadamente 20 capas que comprenden esencialmente el mismo material y tienen esencialmente el mismo espesor. Además, las diferentes capas en las capas compuestas **610** pueden estar dispuestas teniendo esencialmente los mismos ángulos con respecto al eje **438** en la **Figura 4** que las capas compuestas **608**.

40 Con referencia ahora a la **Figura 8**, se representa una ilustración de una tabla de valores para las características de las capas compuestas de acuerdo con un ejemplo que no forma parte de la invención. En este ejemplo ilustrativo, la tabla **800** proporciona valores para las características de las capas compuestas **612** para la estructura compuesta **606** en el lineal **406** en la **Figura 6**. Similar a la tabla **700** en la **Figura 7**, la tabla **800** incluye la capa **802**, el material **804**, el ángulo **806** y el espesor **808**. Las realizaciones de cada una de las características para las capas descritas en cada una de la primera forma curvada **422** y la segunda forma curvada **424** en la **Figura 4** se pueden combinar con cada una de las características para las capas descritas en la **Figura 7**.

45 Con referencia ahora a la **Figura 9**, se representa una ilustración de un sistema estructural en un ala de acuerdo con una realización ventajosa. En este ejemplo ilustrativo, el sistema estructural **900** está ubicado dentro del ala **901** de una aeronave, tal como la aeronave **301** en la **Figura 3**. El sistema estructural **900** incluye largueros **902** fijados al panel de revestimiento **904**. Los largueros **902**, en este ejemplo ilustrativo, son largueros de sombrero. En este ejemplo representado, las estructuras de relleno (no mostradas en esta vista), tales como la estructura de relleno **336** en la **Figura 3**, pueden fijar al menos una parte de cada uno de los largueros **902** a una carga de base (no mostrada en esta vista). Las cargas de base (no mostradas) para los largueros **902** conectan los largueros **902** al panel de revestimiento **904**.

50 Además, como se ilustra, la costilla **906** está fijada a los largueros **902** y al panel de revestimiento **904**. La costilla **906** es una costilla tirante en este ejemplo ilustrado. Las estructuras de relleno (no mostradas) proporcionan una mayor capacidad para los largueros **902** para resistir las fuerzas que alejan los largueros **902** y/o la costilla **906** del

panel de revestimiento **904** en la dirección de la flecha **908**.

Volviendo ahora a la **Figura 10**, se representa una ilustración de un sistema estructural en un ala de acuerdo con una realización ventajosa. En este ejemplo ilustrativo, el sistema estructural **1000** está ubicado dentro del ala **1001** de una aeronave, tal como la aeronave **301** en la **Figura 3**.

5 El sistema estructural **1000** incluye largueros **1002** fijados al panel de revestimiento **1004**. Los largueros **1002** son largueros de sombrero en este ejemplo representado.

10 El uso de estructuras de relleno (no mostradas), tal como la estructura de relleno **336** en la **Figura 3**, para fijar porciones de largueros **1002** al panel de revestimiento **1004** proporciona una mayor capacidad para los largueros **1002** para resistir las fuerzas que alejan los largueros **1002** del panel de revestimiento **1004** en la dirección de la flecha **1008**. Esta mayor capacidad para resistir estas fuerzas permite que la costilla **1006** se fije a los largueros **1002** sin fijarse al panel de revestimiento **1004**.

Con referencia ahora a las **Figuras 11-14**, se representan ilustraciones de las diferentes etapas de formación de un sistema estructural de acuerdo con una realización ventajosa. Estas figuras proporcionan un ejemplo de formación de un sistema estructural, tal como el sistema estructural **300** en la **Figura 3**.

15 Volviendo ahora a la **Figura 11**, se colocan las capas compuestas **1100**. Las capas compuestas **1100** son ejemplos de una implementación para las capas **312** del material compuesto **314** en la **Figura 3**. Las capas compuestas **1100** pueden usarse para conformar una forma para un miembro alargado compuesto, tal como la forma **316** para el miembro alargado compuesto **302** en la **Figura 3**. En la **Figura 12**, el elemento calefactor **1200** se coloca sobre las capas compuestas **1100**. El elemento calefactor **1200** es una manta eléctrica en este ejemplo ilustrativo. Además, el elemento de aislamiento **1202** se coloca sobre el elemento calefactor **1200**. El elemento de aislamiento **1202** es una manta de aislamiento en este ejemplo ilustrativo. Con el elemento calefactor **1200** y el elemento de aislamiento **1202** sobre las capas compuestas **1100**, las capas compuestas **1100** se calientan. En un ejemplo ilustrativo, las capas compuestas **1100** se calientan a aproximadamente 110 grados Fahrenheit para dar forma a las capas compuestas **1100** para conformar una forma de un larguero.

20 25 Con referencia ahora a la **Figura 13**, las capas compuestas **1100** se han calentado para conformar la forma **1300**. Las capas compuestas **1100** con forma **1300** forman el larguero **1302**. En este ejemplo ilustrativo, el canal **1304** se forma en el larguero **1302**.

30 En la **Figura 14**, el lineal **1400** se coloca en el canal **1304**. El lineal **1400** puede implementarse usando, por ejemplo, el lineal **406** en la **Figura 6**. Se puede colocar una carga de base (no se muestra) sobre el lineal **1400** y el larguero **1302**. Luego se puede colocar un panel de revestimiento (no mostrado) sobre la carga de base. El larguero **1302**, el lineal **1400**, la carga de base y el panel de revestimiento se curan entre sí. Este curado puede realizarse calentando estos diferentes componentes entre sí. Por ejemplo, estos componentes diferentes se pueden curar en un horno, un autoclave o algún otro dispositivo adecuado configurado para calentar componentes.

35 En algunos casos, los componentes pueden colocarse en una bolsa. Estos componentes pueden luego calentarse, mientras que se aplica un vacío a la bolsa para generar presión y calor para formar un sistema estructural a partir del ensamblaje de los componentes.

Con referencia ahora a las **Figuras 15-17**, se representan ilustraciones de paneles a partir de los cuales se forman estructuras compuestas para lineales de acuerdo con una realización ventajosa. Estas estructuras compuestas se pueden cortar para formar varios lineales, tales como el lineal **406** en la **Figura 6**.

40 Volviendo ahora a la **Figura 15**, el panel **1500** está comprendido por capas compuestas. El panel **1500** tiene una altura **1501**. Los cortes se realizan en el panel **1500** para formar estructuras compuestas **1502**, **1504** y **1506**. Estas estructuras compuestas tienen esencialmente la misma forma y tamaño. La estructura compuesta **602** en la **Figura 6** se puede formar de una manera similar a la forma en que se forman las estructuras compuestas **1502**, **1504** y **1506**. Por supuesto, se pueden cortar estructuras compuestas adicionales del panel **1500**.

45 En la **Figura 16**, el panel **1600** está comprendido por capas compuestas. El panel **1600** tiene una altura **1601**. Los cortes se realizan en el panel **1600** para formar estructuras compuestas **1602**, **1604** y **1606**. Estas estructuras compuestas tienen esencialmente la misma forma y tamaño. La estructura compuesta **604** en la **Figura 6** se puede formar de una manera similar a la forma en que se forman las estructuras compuestas **1602**, **1604** y **1606**.

50 Adicionalmente, en la **Figura 17**, el panel **1700** está comprendido por capas compuestas. El panel **1700** tiene una altura **1701**. Los cortes se realizan en el panel **1700** para formar estructuras compuestas **1702** y **1704**. Estas estructuras compuestas tienen esencialmente la misma forma y tamaño. La estructura compuesta **606** en la **Figura 6** se puede formar de una manera similar a la forma en que se forman las estructuras compuestas **1702** y **1704**.

Las estructuras compuestas formadas en las **Figuras 15, 16 y 17** pueden apilarse una encima de la otra para formar

lineales. En un ejemplo ilustrativo, la estructura compuesta **1502** puede apilarse encima de la estructura compuesta **1602**, que puede apilarse encima de la estructura compuesta **1702** para formar un lineal. Estas estructuras compuestas se apilan para formar un lineal que tiene una forma que se ajusta esencialmente a un canal particular en un miembro alargado compuesto.

- 5 Como otro ejemplo, la estructura compuesta **1504** puede apilarse encima de la estructura compuesta **1604**, que puede apilarse encima de la estructura compuesta **1704** para formar otro lineal. Este lineal tiene esencialmente el mismo tamaño y forma que el lineal formado al apilar las estructuras compuestas **1502**, **1602** y **1702**.

En otros ejemplos ilustrativos, se pueden realizar otros cortes en otras porciones del panel **1700**, tal como la porción **1706**, para formar otras estructuras compuestas para el lineal. Como un ejemplo ilustrativo, se pueden realizar cortes en el panel **1700** para formar la estructura compuesta **1708**. La estructura compuesta **1708** puede usarse en el mismo lineal que las estructuras compuestas **1502**, **1602** y **1702**, o en un lineal diferente.

Con referencia ahora a la **Figura 18**, se representa una ilustración de un diagrama de flujo de un proceso para aumentar la capacidad de retorno para un miembro alargado compuesto de acuerdo con una realización ventajosa. El proceso ilustrado en la **Figura 18** puede implementarse para aumentar la capacidad de retorno para el miembro alargado compuesto **302** en la **Figura 3**.

El proceso comienza operando una aeronave (operación **1800**). En particular, en la operación **1800**, el proceso aplica una presión al miembro alargado compuesto y una estructura fijada a un lado del miembro alargado compuesto. El miembro alargado compuesto puede ser, por ejemplo, un larguero. La estructura puede ser, por ejemplo, un panel de revestimiento.

20 En respuesta a la operación de la aeronave, el proceso genera fuerzas configuradas para alejar el miembro alargado compuesto de una estructura (operación **1802**), y el proceso termina después. Las fuerzas están en una dirección esencialmente perpendicular a una superficie de la estructura. En este ejemplo ilustrativo, un canal se extiende a lo largo de una longitud del miembro alargado compuesto en el lado del miembro alargado compuesto fijado a la estructura.

25 El determinado número de estructuras compuestas está configurado para fijar una parte del lado del miembro alargado compuesto a la estructura de tal manera que aumenta la capacidad del miembro alargado compuesto para resistir las fuerzas que alejan al miembro alargado compuesto de la estructura. La capacidad del miembro alargado compuesto para resistir las fuerzas que alejan al miembro alargado compuesto de la estructura es la capacidad de retorno para el miembro alargado compuesto.

30 Con referencia ahora a la **Figura 19**, se representa una ilustración de un diagrama de flujo de un proceso de formación de un sistema estructural de acuerdo con una realización ventajosa. El proceso ilustrado en la **Figura 19** puede implementarse para formar el sistema estructural **300** en la **Figura 3**.

El proceso comienza colocando capas para un miembro alargado compuesto (operación **1900**). Estas capas pueden ser, por ejemplo, capas de material compuesto. El miembro alargado compuesto puede ser, por ejemplo, un larguero, un refuerzo, o algún otro tipo adecuado de miembro alargado compuesto. El proceso luego da forma a las capas para conformar una forma para el miembro alargado compuesto con un lado configurado para la fijación a una estructura (operación **1902**). La operación **1902** se puede realizar, por ejemplo, calentando las capas para conformar la forma del miembro alargado compuesto. La estructura puede ser, por ejemplo, un panel de revestimiento, una carga de base y/o alguna otra estructura que tenga una superficie esencialmente plana. Un canal que se extiende a lo largo de una longitud del miembro alargado compuesto está presente en el lado configurado para la fijación a la estructura.

Posteriormente, el proceso coloca una serie de estructuras compuestas en el canal (operación **1904**). El determinado número de estructuras compuestas forma una estructura de relleno que está configurada para fijar una porción del lado del miembro alargado compuesto a la estructura. El determinado número de estructuras compuestas aumenta la capacidad del miembro alargado compuesto para resistir las fuerzas que alejan el miembro alargado compuesto de la estructura.

El proceso luego coloca la estructura con respecto al lado del miembro alargado compuesto (operación **1906**).

Por ejemplo, en la operación **1906**, la estructura puede colocarse sobre el miembro alargado compuesto de modo que una superficie de la estructura contacte directamente al menos con una porción del lado de la estructura compuesta. Luego, el proceso cura las capas en la forma para el miembro alargado compuesto con el determinado número de estructuras compuestas en el canal y la estructura para formar el sistema estructural (operación **1908**), con el proceso que termina después.

Con referencia ahora a la **Figura 20**, se representa una ilustración de un diagrama de flujo de un proceso de conformación de una estructura de relleno de acuerdo con una realización ventajosa. El proceso ilustrado en la

**Figura 20** puede implementarse para formar la estructura de relleno **336** en la **Figura 3**.

El proceso establece capas compuestas para formar una estructura compuesta para su colocación en una porción de un canal en un miembro alargado compuesto (operación **2000**). La estructura compuesta sirve para colocar una estructura de relleno en el canal del miembro alargado compuesto. Las capas compuestas para la estructura compuesta se compactan para formar un panel (operación **2002**). Esta compactación se realiza aplicando presión a las capas compuestas para formar el panel. El panel tiene una altura que es esencialmente la altura deseada para la estructura compuesta.

Posteriormente, el proceso realiza cortes en el panel para formar la estructura compuesta (operación **2004**). En la operación **2004**, los cortes pueden realizarse en ángulos seleccionados para formar la estructura compuesta que tiene un tamaño y una forma que se ajusta esencialmente a la porción correspondiente del canal.

Acto seguido, el proceso determina si se necesitan estructuras compuestas adicionales para formar varias estructuras compuestas necesarias para la estructura de relleno (operación **2006**). Si no se necesitan estructuras compuestas adicionales, el proceso determina si se ha formado más de una estructura compuesta para la estructura de relleno (operación **2008**). Si no se ha formado más de una estructura compuesta para la estructura de relleno, el proceso finaliza. Si se ha formado más de una estructura compuesta, el proceso fija las estructuras compuestas entre sí (operación **2010**), y el proceso finaliza posteriormente. En la operación **2010**, las estructuras compuestas pueden estar fijadas entre sí de forma apilada, una al lado de la otra, y/o de alguna otra manera adecuada, de modo que una forma general de las estructuras compuestas se ajuste esencialmente a la forma del canal del miembro alargado compuesto.

Con referencia nuevamente a la operación **2006**, si se necesitan estructuras compuestas adicionales para la estructura de relleno, el proceso vuelve a la operación **2000** como se ha descrito anteriormente para formar una nueva estructura compuesta.

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

En algunas implementaciones alternativas de una realización ventajosa, la función o funciones indicadas en el bloque pueden ocurrir fuera del orden indicado en las figuras. Por ejemplo, en algunos casos, dos bloques mostrados en sucesión pueden ejecutarse de manera esencialmente concurrente o los bloques a veces pueden ejecutarse en el orden inverso, dependiendo de la funcionalidad involucrada. Además, se pueden añadir otros bloques además de los bloques ilustrados en un diagrama de flujo o diagrama de bloques.

Por lo tanto, las diferentes realizaciones ventajosas proporcionan un larguero que tiene una mayor capacidad para resistir fuerzas que pueden alejar el larguero de otra estructura a la que está fijado el larguero. En una realización ventajosa, un sistema estructural comprende un miembro alargado compuesto, varias estructuras compuestas y una estructura. El miembro alargado compuesto tiene un lado configurado para la fijación a la estructura y un canal en el lado del miembro alargado compuesto. El canal se extiende a lo largo de una longitud del miembro alargado compuesto. El determinado número de estructuras compuestas está configurado para su colocación en el canal. Además, el determinado número de estructuras compuestas está configurado para fijar una parte del lado del miembro alargado compuesto a la estructura. El determinado número de estructuras compuestas está configurado para aumentar la capacidad del miembro alargado compuesto para resistir las fuerzas que alejan el miembro alargado compuesto de la estructura.

De esta manera, las diferentes formas de realización ventajosas proporcionan un sistema estructural que permite un mayor número de costillas intermedias en comparación con las costillas tirantes que se van a usar en el ala de una aeronave. Las costillas intermedias tienen un peso reducido en comparación con las costillas tirantes. Con los largueros que tienen una mayor capacidad para resistir las fuerzas que pueden alejar los largueros de un panel de revestimiento en el que están fijados los largueros, se pueden usar costillas intermedias además de y/o en lugar de costillas tirantes en un ala para reducir el peso del ala.

En una realización, se desvela un sistema estructural para una aeronave que incluye un miembro compuesto que tiene una sección de base y una sección vertical en el que la sección vertical se extiende lejos de la sección de base en una dirección esencialmente perpendicular a la sección de base para conformar una forma en T.

En una variante, la sección vertical se une con la sección de base en una primera ubicación de la sección vertical y una segunda ubicación de la sección vertical en la que la primera ubicación tiene una primera forma curvada y la segunda ubicación tiene una segunda forma curvada en la que la primera la forma curvada y la segunda forma curvada tienen un radio esencialmente idéntico.

5 En una variante adicional, se forma un canal entre la primera ubicación y la segunda ubicación y se extiende a lo largo de una longitud del miembro compuesto; y en el que el miembro compuesto tiene un primer módulo de Young. En otra variante, una estructura de relleno incluye segmentos configurados para ajustarse a una forma del canal y en el que los segmentos tienen un segundo módulo de Young que está dentro de un intervalo deseado desde el primer módulo de Young. Además, el miembro compuesto puede tener un primer coeficiente de expansión térmica y la estructura de relleno tiene un segundo coeficiente de expansión térmica que es esencialmente igual al primer coeficiente de expansión térmica.

10 En una realización, se desvela un aparato que incluye un miembro alargado compuesto que tiene un lado configurado para fijarse a una estructura, un canal en el lado que se extiende a lo largo de una longitud del miembro alargado compuesto, y una serie de estructuras compuestas configuradas para su colocación en el canal y configuradas para fijar una parte del lado del miembro alargado compuesto a la estructura.

15 En una variante, el determinado número de estructuras compuestas se puede configurar para aumentar la capacidad del miembro alargado compuesto para resistir las fuerzas que alejan el miembro alargado compuesto de la estructura. En otra variante, el determinado número de estructuras compuestas tiene un primer número de características que coinciden esencialmente con un segundo número de características para el miembro alargado compuesto de tal manera que aumenta la capacidad del miembro alargado compuesto para resistir las fuerzas que alejan el miembro alargado compuesto de la estructura.

20 En otra variante, el determinado número de estructuras compuestas comprende capas que tienen una configuración que da como resultado un valor para un primer módulo de Young para el determinado número de estructuras compuestas que está dentro de un intervalo deseado a partir de un valor para un segundo módulo de Young para el miembro alargado compuesto.

25 En otra variante, el miembro alargado compuesto y la estructura se ubican en una plataforma seleccionada entre una plataforma móvil, una plataforma estacionaria, una estructura terrestre, una estructura acuática, una estructura espacial, una aeronave, un buque de superficie, un tanque, un transporte de tropa, un tren, una nave espacial, una estación espacial, un satélite, un submarino, un automóvil, una central eléctrica, un puente, una presa, una fábrica y un edificio. En una variante, el miembro alargado compuesto se selecciona entre uno de un larguero y un refuerzo.

30 La descripción de las diferentes realizaciones ventajosas se ha presentado con fines ilustrativos y descriptivos y no pretende ser exhaustiva o limitada a las realizaciones en la forma desvelada. Muchas modificaciones y variaciones resultarán evidentes para los expertos en la materia. Además, diferentes realizaciones ventajosas pueden proporcionar diferentes ventajas en comparación con otras realizaciones ventajosas. La realización o las realizaciones seleccionadas se eligen y describen con el fin de 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.

## REIVINDICACIONES

## 1. Un sistema estructural que comprende:

un miembro alargado compuesto (302) que tiene un lado configurado para fijarse a una estructura (306); un canal (332) en el lado que se extiende a lo largo de una longitud del miembro alargado compuesto (302); y un determinado número de estructuras compuestas (304) configuradas para su colocación en el canal (332) y configuradas para fijar una porción del lado del miembro alargado compuesto (302) a la estructura (306);

en el que el determinado número de estructuras compuestas (304) está configurado para aumentar la capacidad (356) del miembro alargado compuesto (302) para resistir las fuerzas que alejan el miembro alargado compuesto (302) de la estructura (306),

en el que el determinado número de estructuras compuestas (304) comprende capas (346) de material compuesto que tienen una primera disposición (353) en el cual varios porcentajes de las capas (346) de material compuesto (348) están dispuestos en diferentes ángulos con respecto a un eje (357) a través del miembro alargado compuesto (302) de modo que una segunda disposición (355) para el miembro alargado compuesto (302) tiene esencialmente los mismos porcentajes dispuestos esencialmente igual que la primera disposición (353), y

en el que la primera disposición (353) comprende aproximadamente un 50 por ciento de las capas (346) dispuestas a aproximadamente cero grados con respecto al eje (357), aproximadamente un 40 por ciento de las capas (346) dispuestas a aproximadamente 45 grados con respecto al eje (357), y aproximadamente un 10 por ciento de las capas (346) dispuestas a aproximadamente 90 grados con respecto al eje (357).

2. El sistema estructural de la reivindicación 1, en el que una porción del miembro alargado compuesto (302,402) se extiende en una dirección que es esencialmente perpendicular a la porción del lado.

3. El sistema estructural de la reivindicación 1 o 2, en el que el determinado número de estructuras compuestas (304,431) tiene un coeficiente de expansión térmica que coincide esencialmente con un coeficiente de expansión térmica para el miembro alargado compuesto (302,402), de modo que aumenta la capacidad (356) del miembro alargado compuesto (302,402) para resistir las fuerzas que alejan el miembro alargado compuesto (302,402) de la estructura (306,404).

4. El sistema estructural de cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que el determinado número de estructuras compuestas (304,431) tiene un módulo de Young que coincide esencialmente con un módulo de Young para el miembro alargado compuesto (302,402), de modo que aumenta la capacidad (356) del miembro alargado compuesto (302,402) para resistir las fuerzas que alejan el miembro alargado compuesto (302,402) de la estructura (306,404).

5. El sistema estructural de cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que el miembro alargado compuesto (302,402) comprende:

una primera sección (320,420); y

una segunda sección (322,422) colocada esencialmente perpendicular a la primera sección (320,420), en el que la segunda sección (322,422) une la primera sección (320,408) en una primera ubicación (321,414) de la segunda sección (322,410) que tiene una primera forma curvada (324,422) con un primer radio (326,500) y una segunda ubicación (323,418) de la segunda sección (322,410) que tiene una segunda forma curvada (328,424) con un segundo radio (330,502), en el que el primer radio (326,500) y el segundo el radio (330,502) son esencialmente iguales, y en el que la primera sección (320,420) y la segunda sección (322,410) se colocan una con respecto a la otra para formar el canal (332,428) entre la primera ubicación (321,414) y la segunda ubicación (323,414).

6. El sistema estructural de cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que el miembro alargado compuesto (302) se selecciona entre uno de un larguero (402, 1302) y un refuerzo.

7. El sistema estructural de cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en el que la estructura (306) se selecciona entre uno de un panel de revestimiento (904,1004), un larguero de ala, una costilla (906,1006) y una carga de base (404).

8. El sistema estructural de las reivindicaciones 6 y 7, en el que el miembro alargado compuesto (302) es un larguero (402,1302), un lado del larguero (402,1302) es un primer lado (334,403), la estructura (306) es un panel de revestimiento (904,1004) fijado al primer lado (334,403) del larguero (402,1302), y una costilla (906,1006) está fijada a un segundo lado (331,405) del larguero (402,1302) que es esencialmente opuesto al primer lado (334,403).

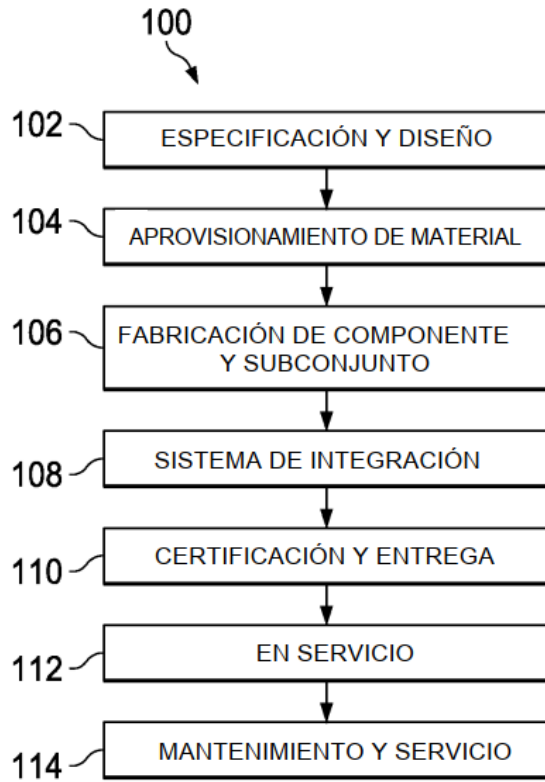


FIG. 1

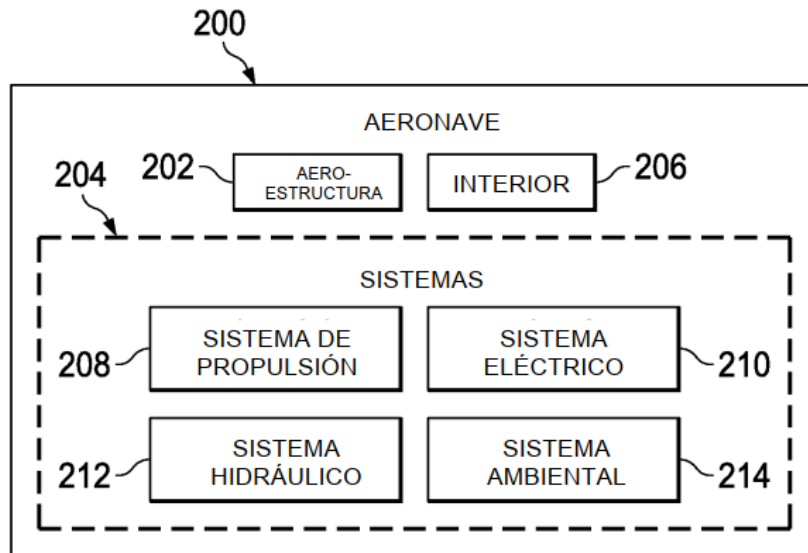
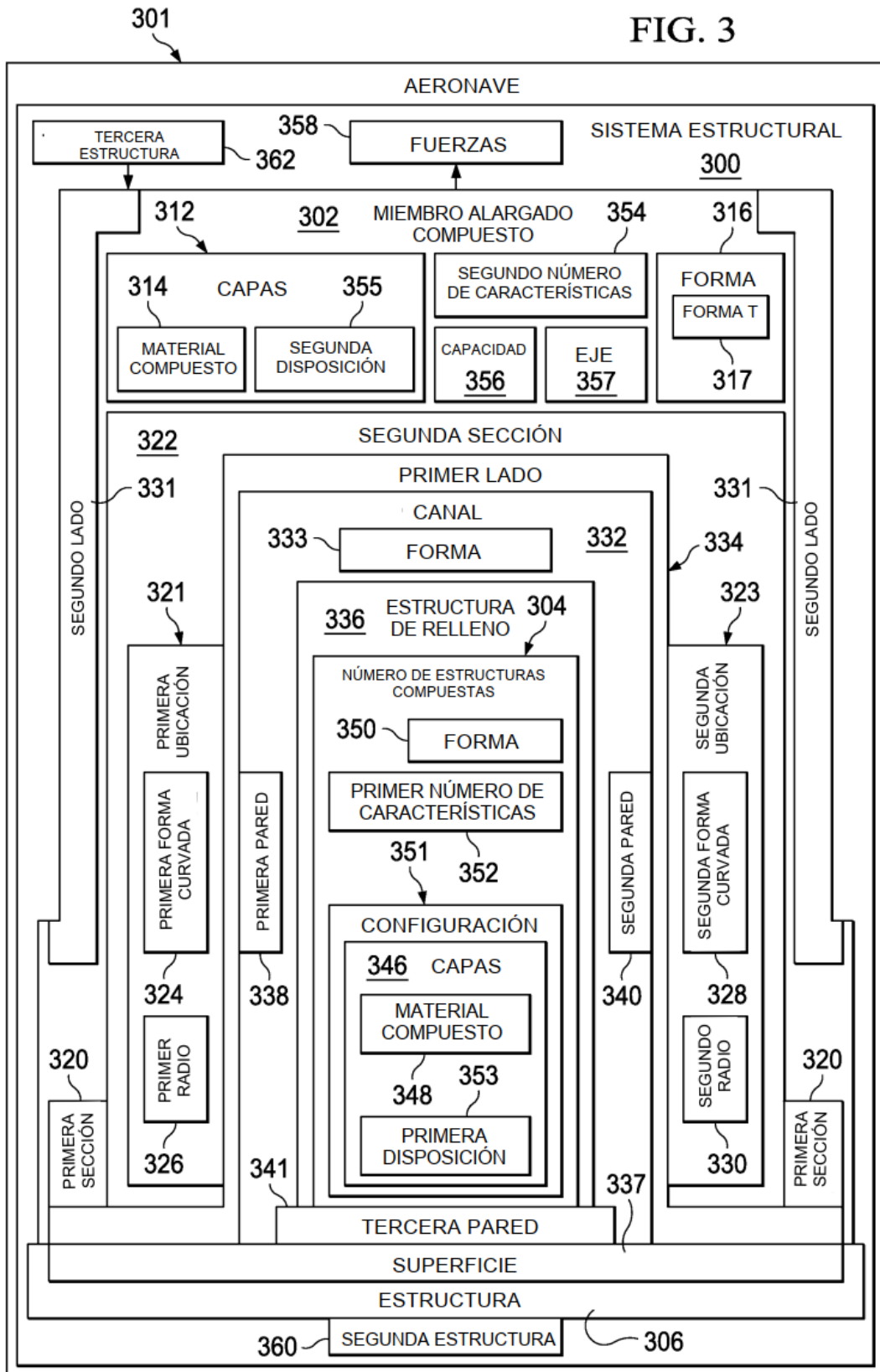


FIG. 2

FIG. 3





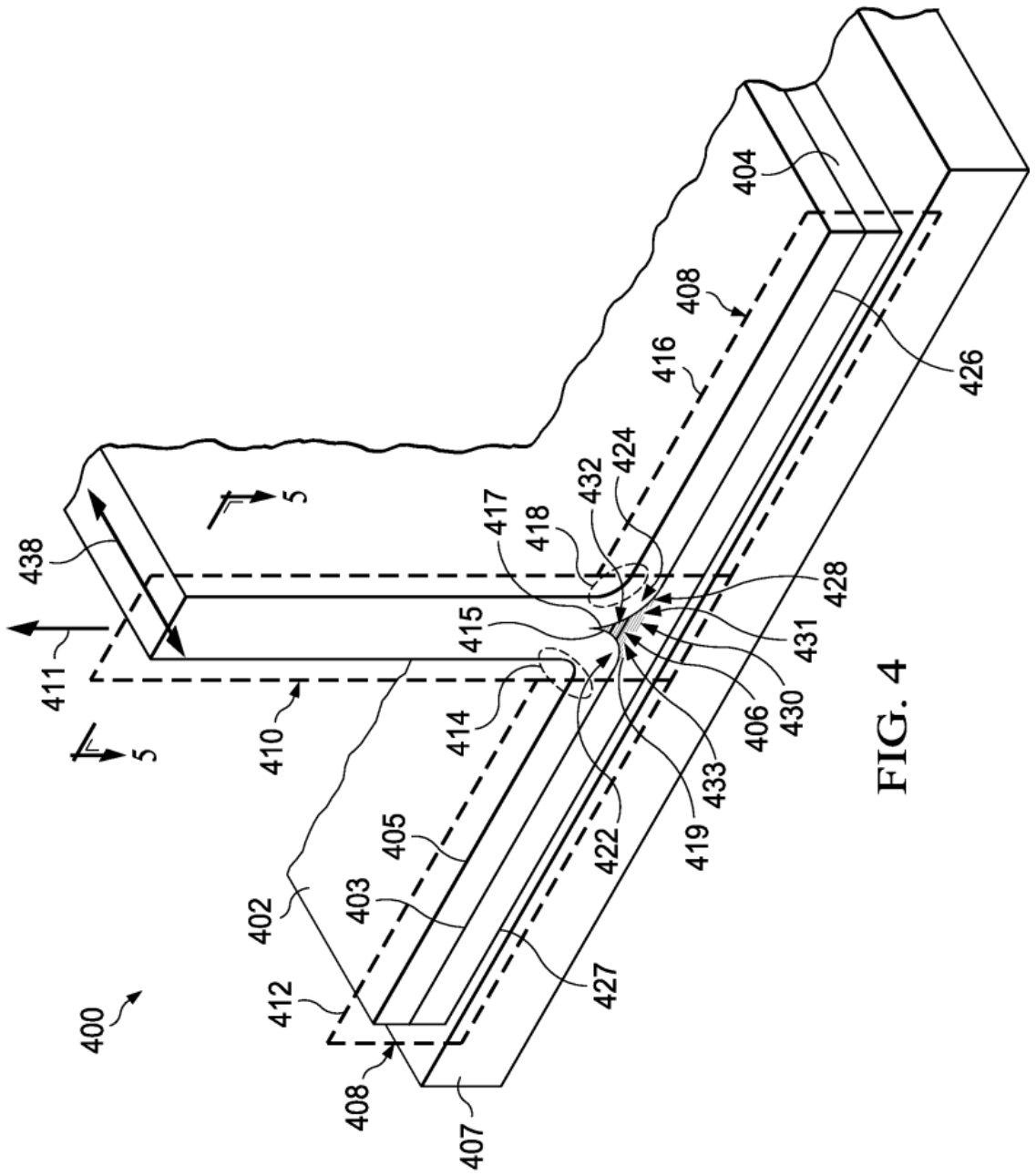


FIG. 4

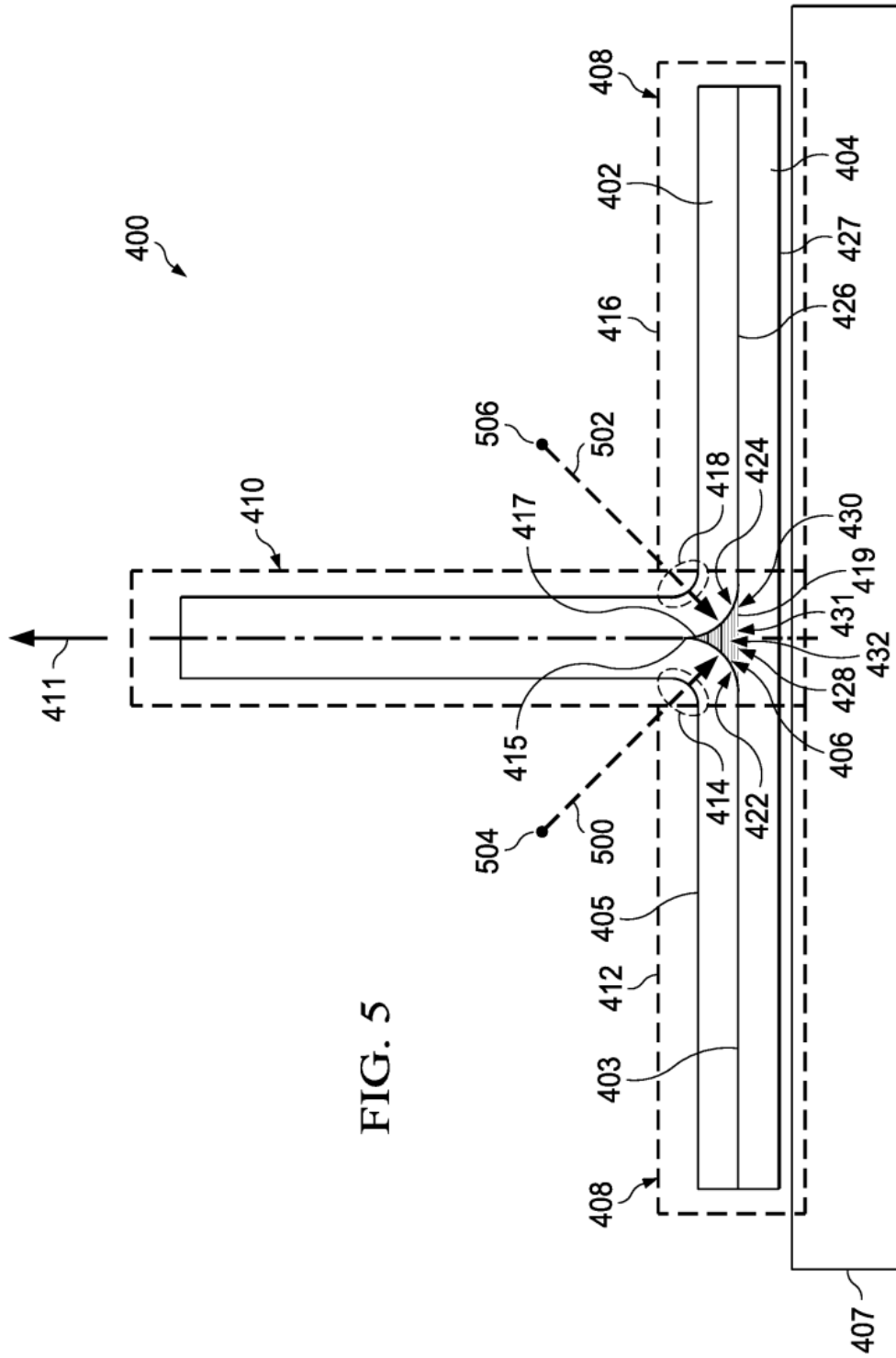


FIG. 5

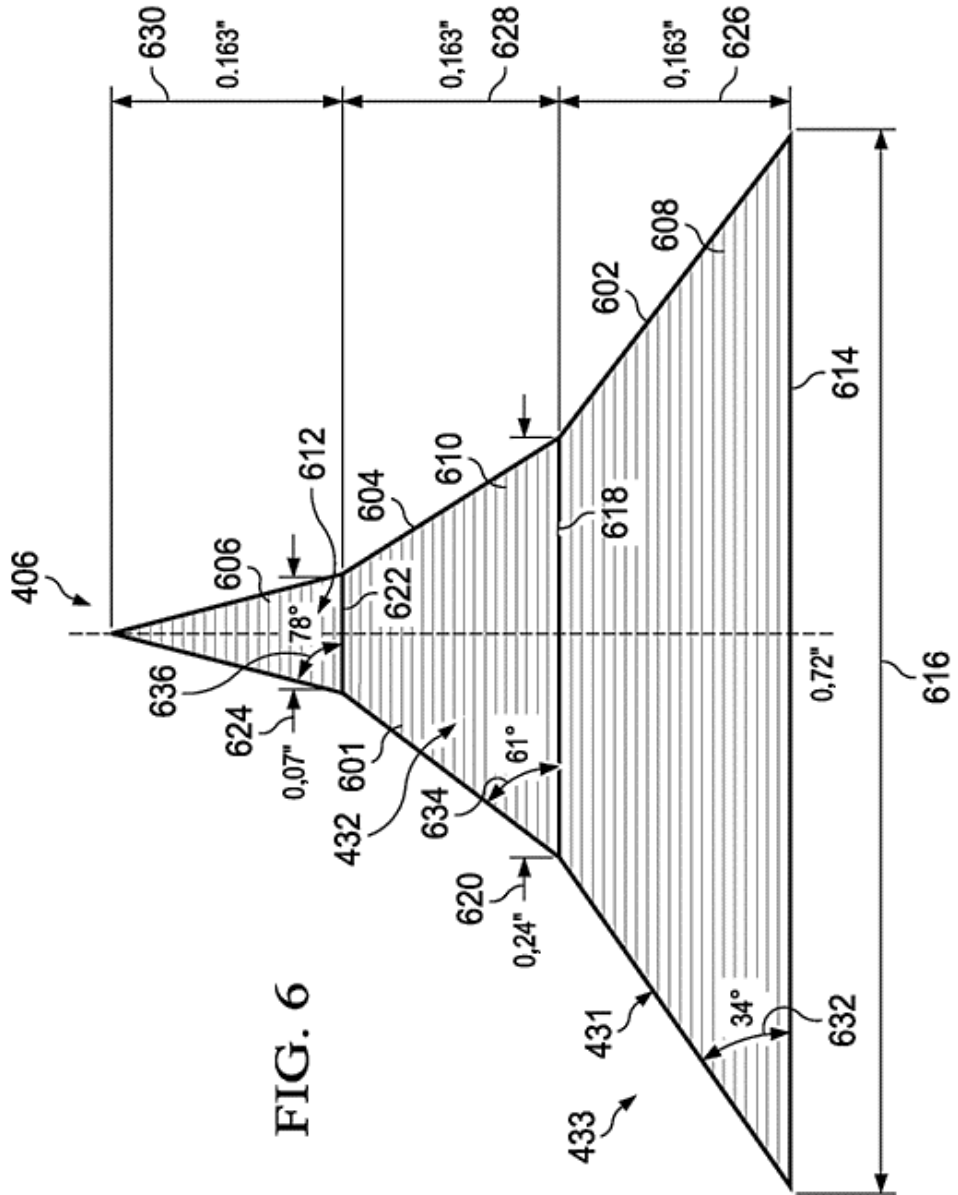


FIG. 6

**FIG. 7**

CAPA	MATERIAL	ÁNGULO	ESPEJOR
1	CINTA BMS8-276	0	0,0075
2	CINTA BMS8-276	0	0,0075
3	CINTA BMS8-276	-45	0,0075
4	CINTA BMS8-276	90	0,0075
5	CINTA BMS8-276	90	0,0075
6	CINTA BMS8-276	45	0,0075
7	CINTA BMS8-276	90	0,0075
8	CINTA BMS8-276	45	0,0075
9	CINTA BMS8-276	-45	0,0075
10	CINTA BMS8-276	0	0,0075
11	CINTA BMS8-276	0	0,0075
12	CINTA BMS8-276	-45	0,0075
13	CINTA BMS8-276	45	0,0075
14	CINTA BMS8-276	90	0,0075
15	CINTA BMS8-276	45	0,0075
16	CINTA BMS8-276	90	0,0075
17	CINTA BMS8-276	90	0,0075
18	CINTA BMS8-276	-45	0,0075
19	CINTA BMS8-276	0	0,0075
20	CINTA BMS8-276	0	0,0075

**FIG. 8**

CAPA	MATERIAL	ÁNGULO	ESPESOR
1	CINTA BMS8-276	0	0,0075
2	CINTA BMS8-276	0	0,0075
3	CINTA BMS8-276	0	0,0075
4	CINTA BMS8-276	0	0,0075
5	CINTA BMS8-276	0	0,0075
6	CINTA BMS8-276	0	0,0075
7	CINTA BMS8-276	0	0,0075
8	CINTA BMS8-276	0	0,0075
9	CINTA BMS8-276	0	0,0075
10	CINTA BMS8-276	0	0,0075
11	CINTA BMS8-276	0	0,0075
12	CINTA BMS8-276	0	0,0075
13	CINTA BMS8-276	45	0,0075
14	CINTA BMS8-276	-45	0,0075
15	CINTA BMS8-276	45	0,0075
16	CINTA BMS8-276	-45	0,0075
17	CINTA BMS8-276	90	0,0075
18	CINTA BMS8-276	-45	0,0075
19	CINTA BMS8-276	45	0,0075
20	CINTA BMS8-276	0	0,0075

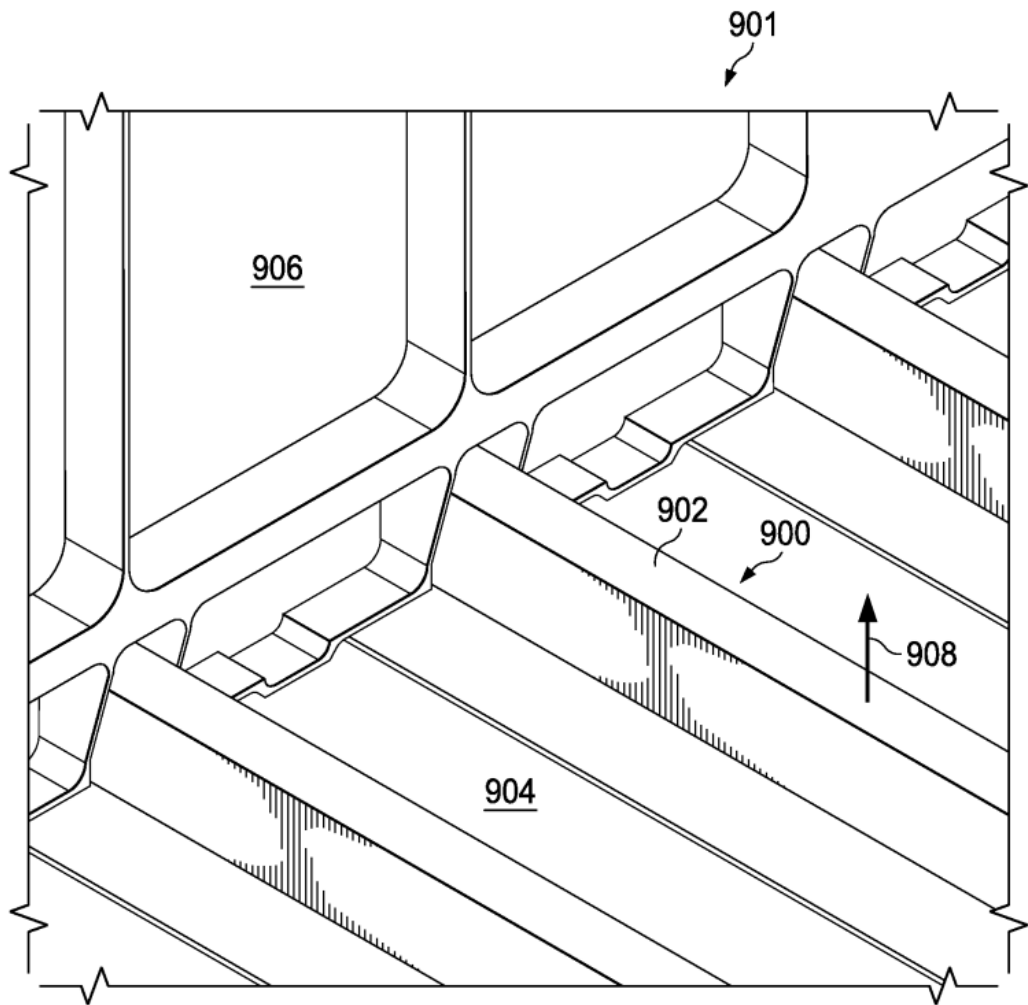


FIG. 9

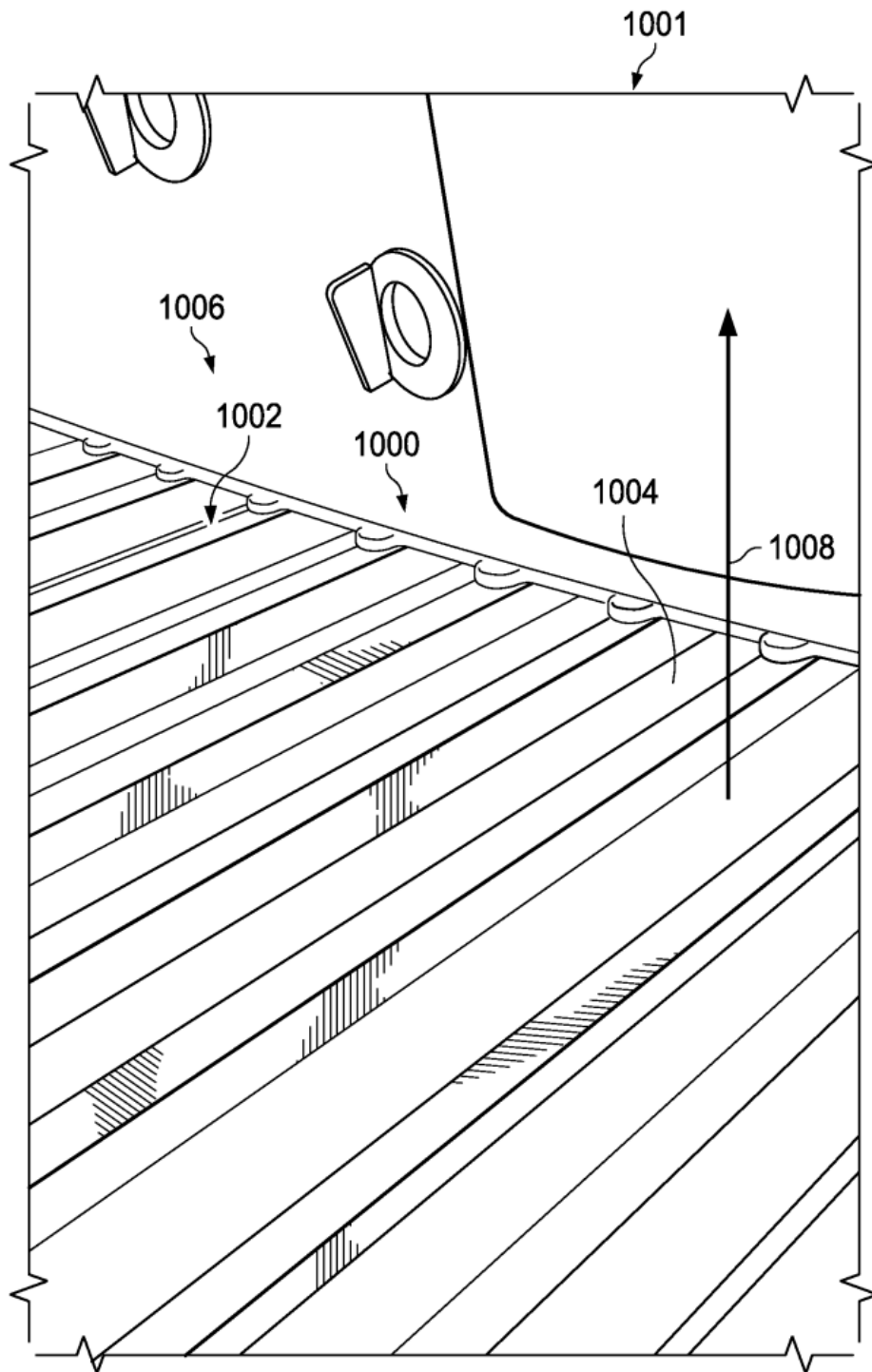


FIG. 10

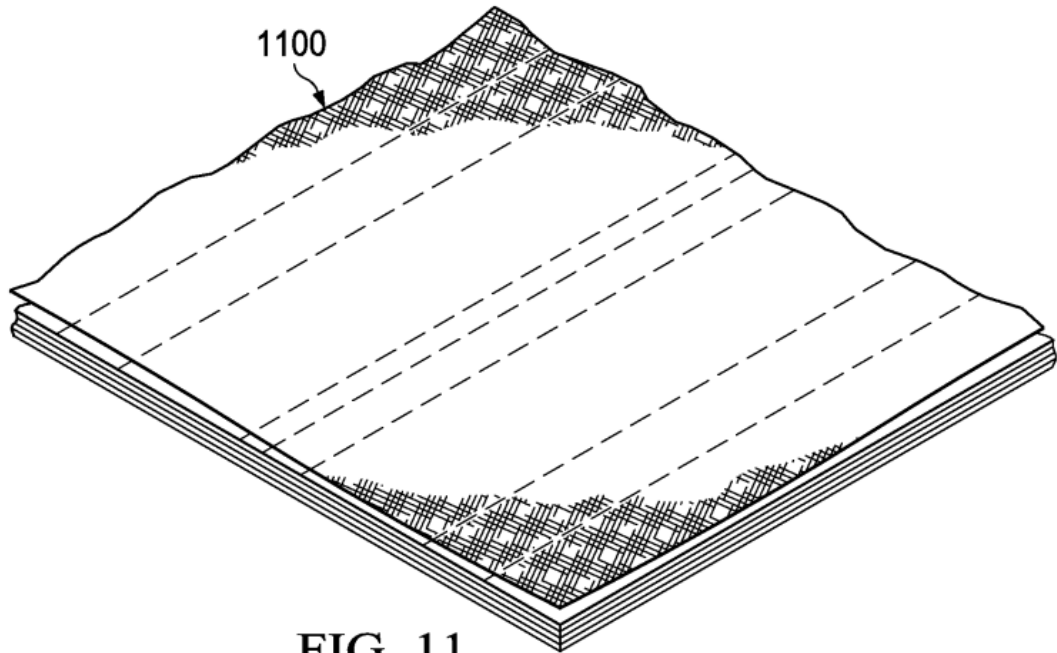


FIG. 11



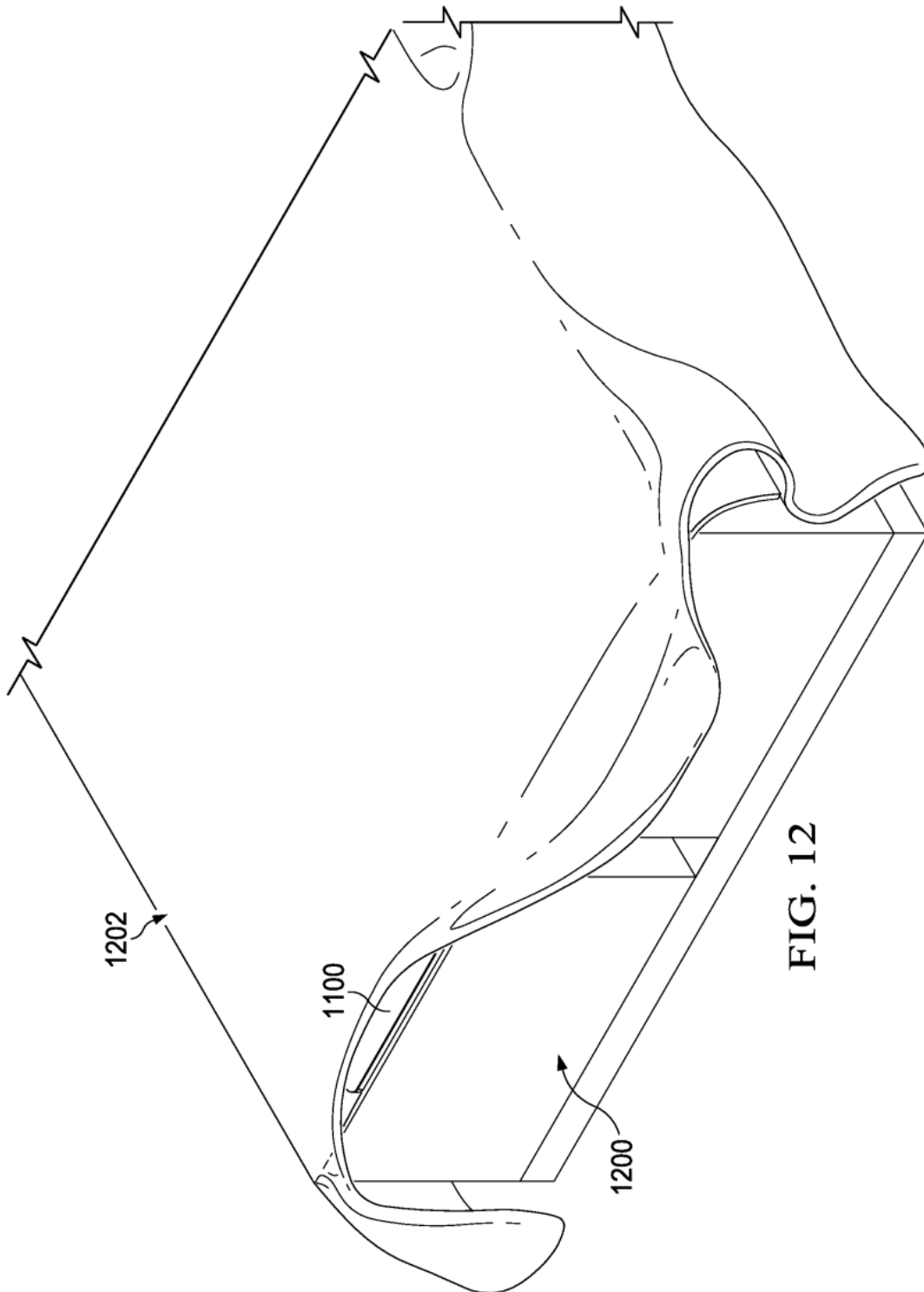


FIG. 12

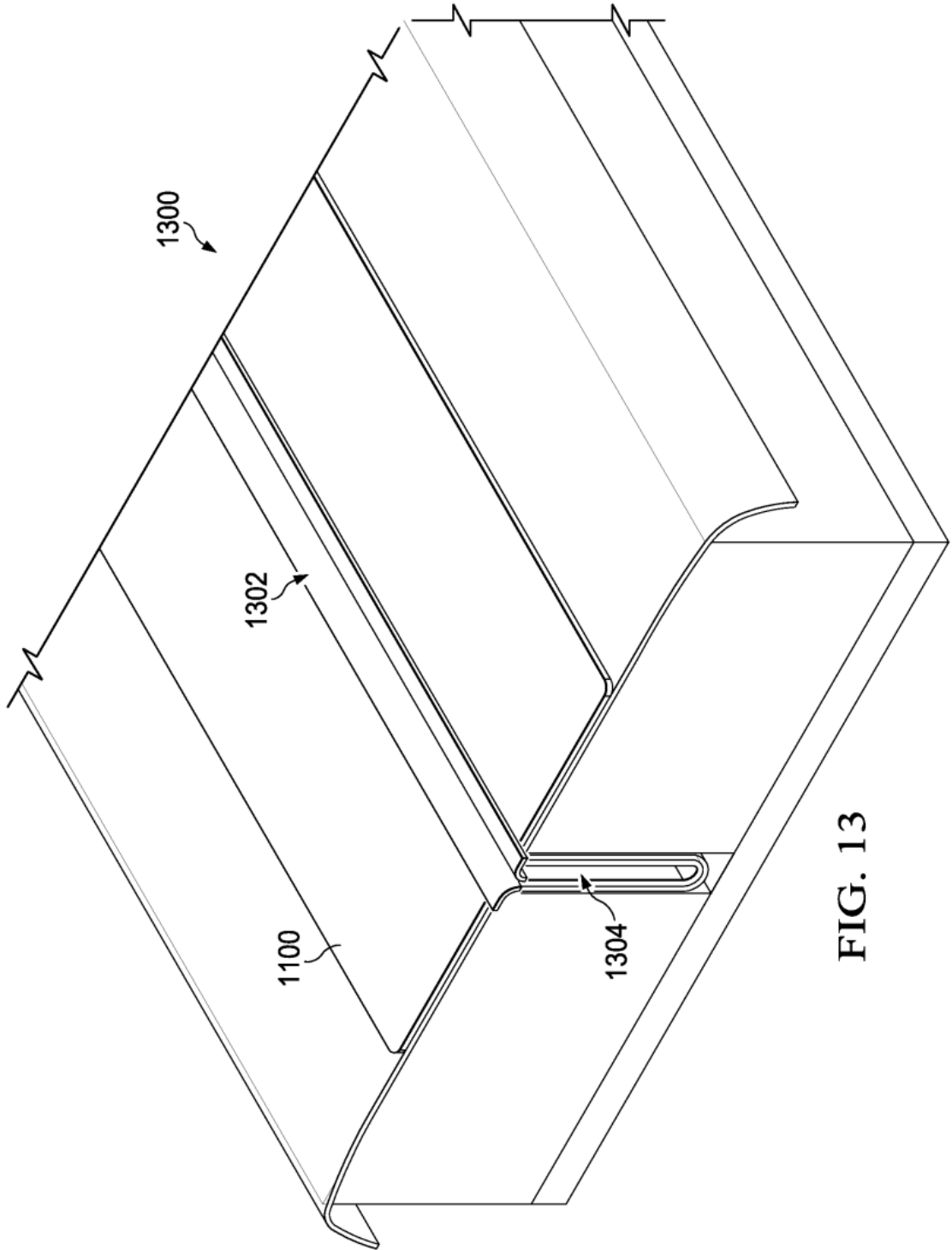


FIG. 13

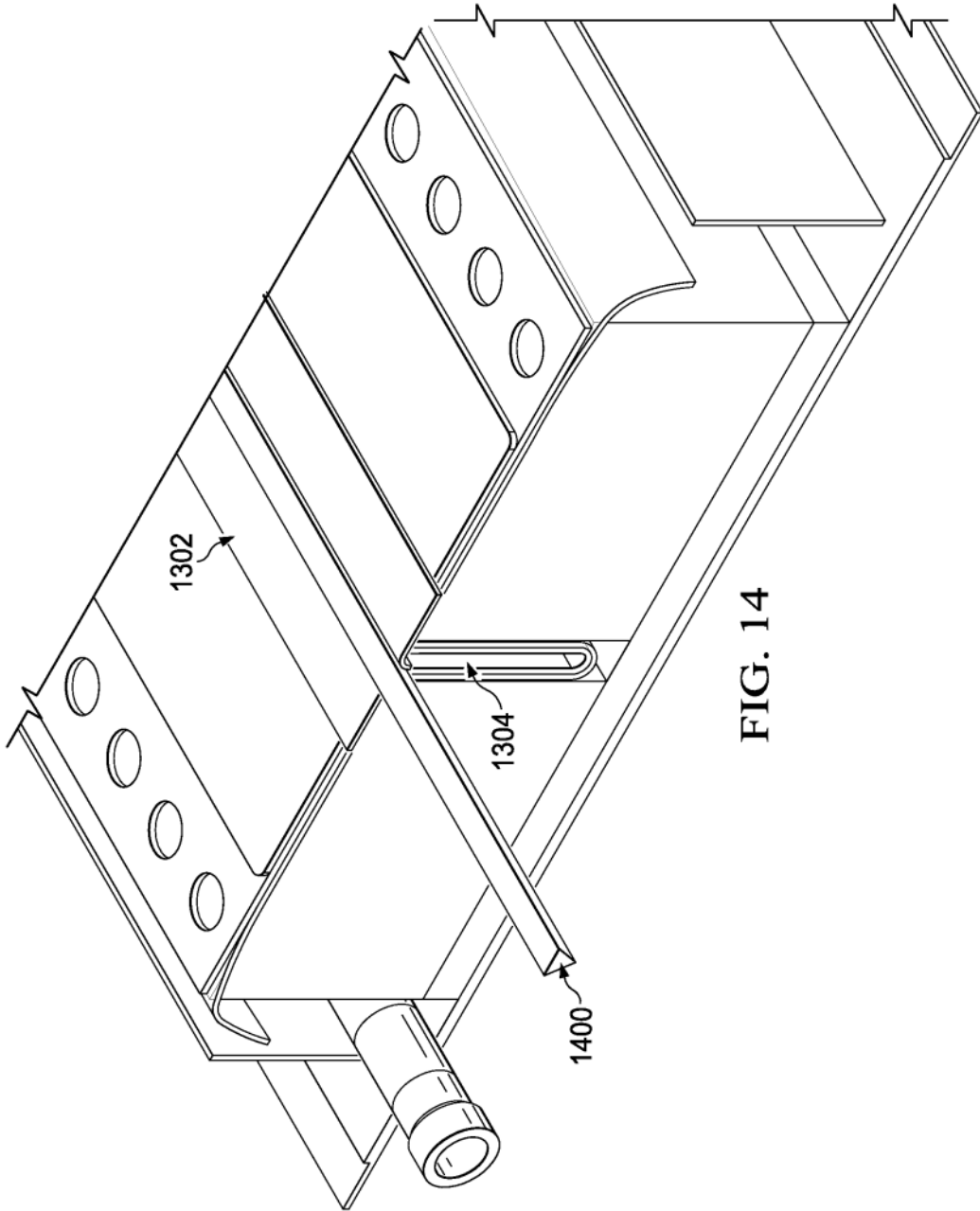


FIG. 14



FIG. 15

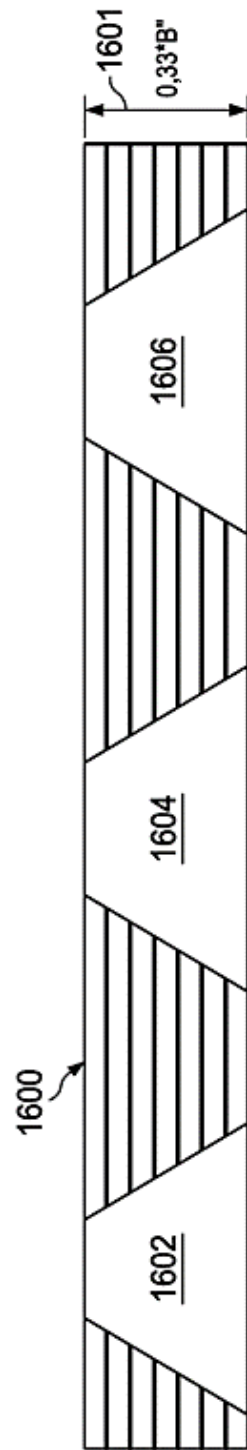


FIG. 16

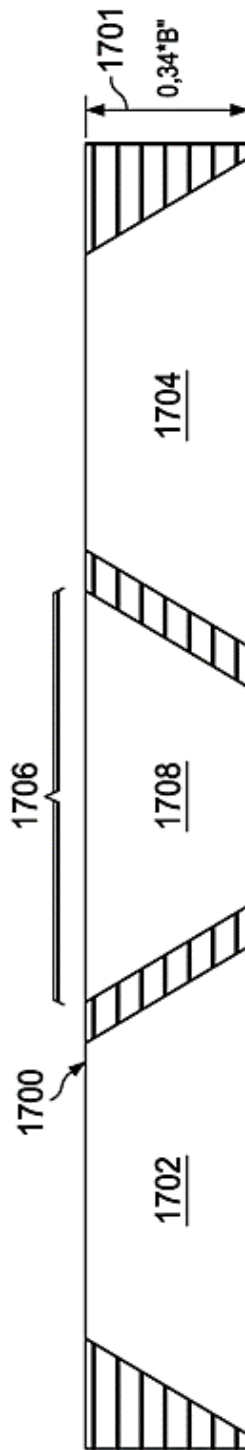


FIG. 17

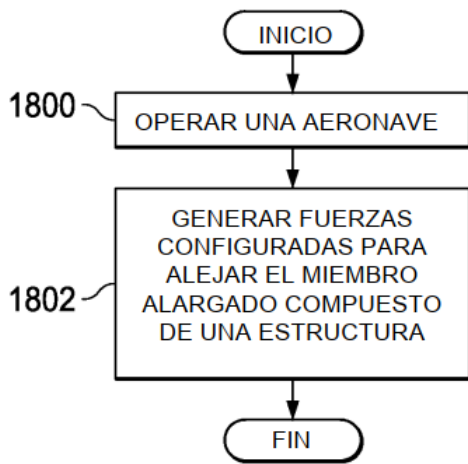


FIG. 18

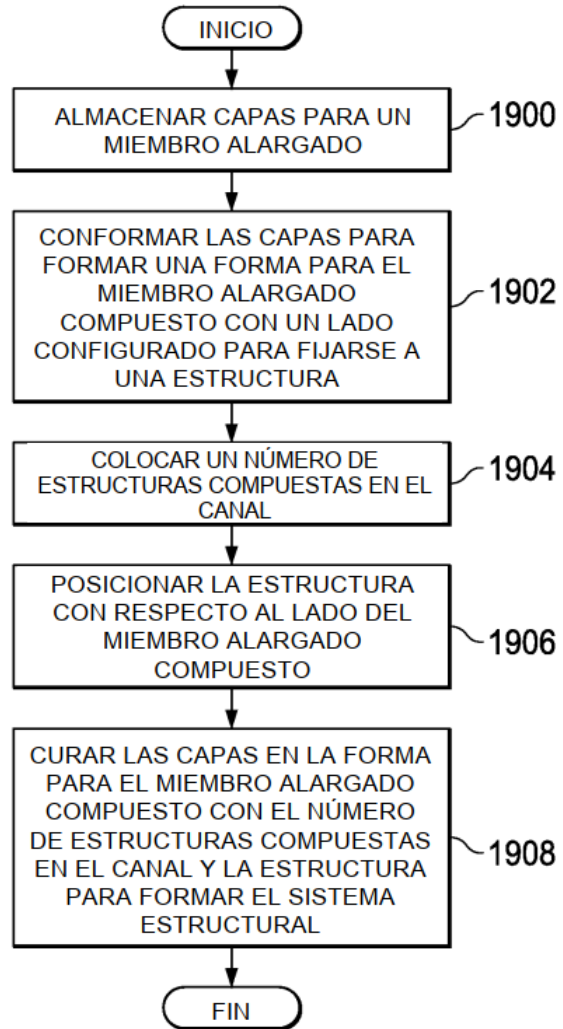


FIG. 19

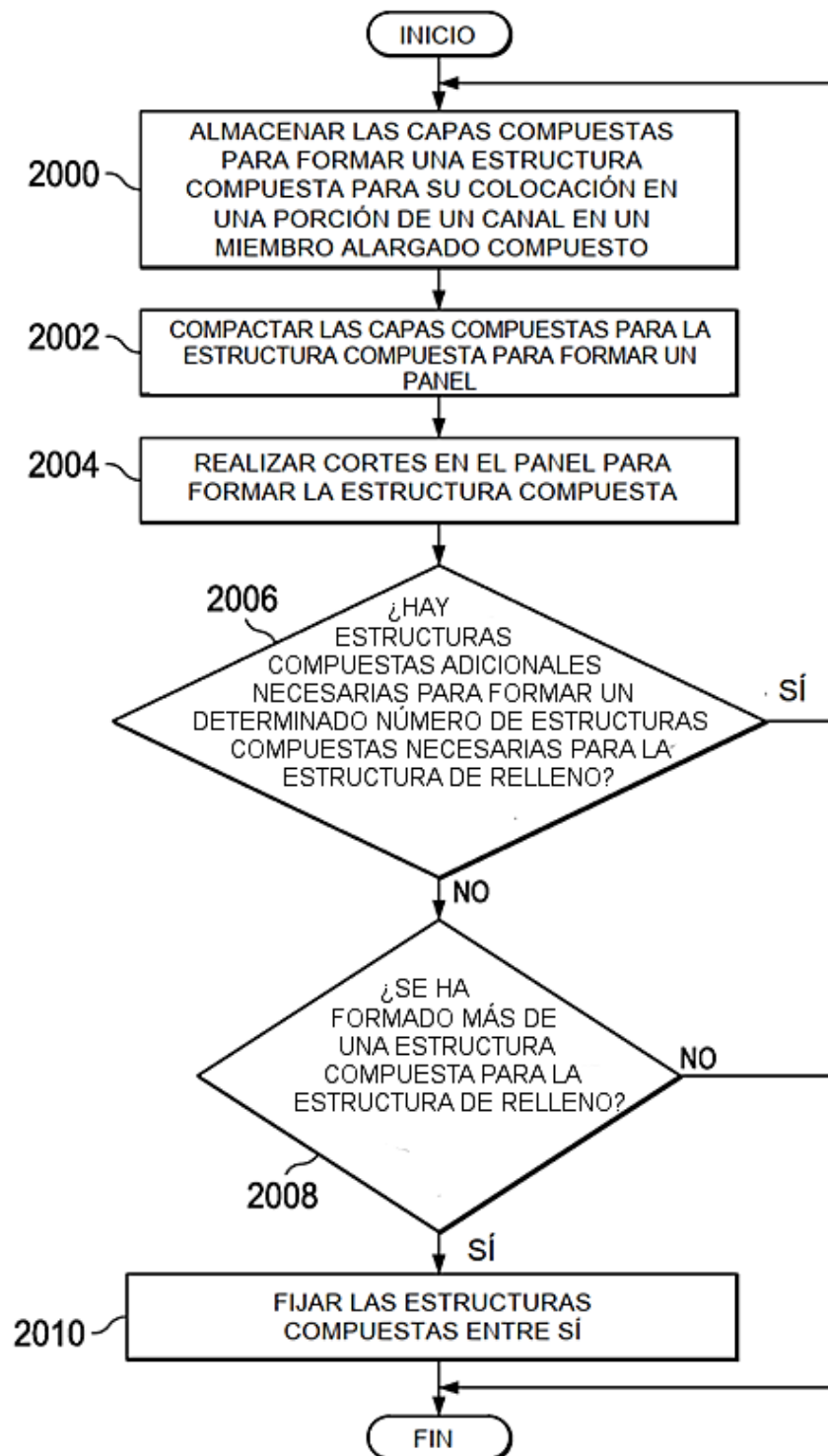


FIG. 20