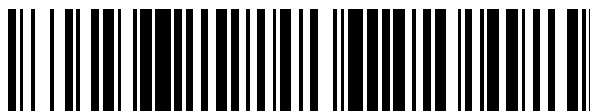


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 719 725**

51 Int. Cl.:

B29C 70/54 (2006.01)

B29C 70/44 (2006.01)

B29C 33/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.11.2015** **E 15193969 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.01.2019** **EP 3045298**

54 Título: **Aparato de formación de estructuras compuestas**

30 Prioridad:

16.01.2015 US 201514599451

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

12.07.2019

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

KONCZ, TIBOR A.

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 719 725 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

Aparato de formación de estructuras compuestas

INFORMACIÓN DE ANTECEDENTES

1. Campo:

- 5 La presente divulgación se refiere a un método y a un aparato para formar progresivamente estructuras compuestas.

2. Antecedentes:

- 10 Las aeronaves se están diseñando y fabricando con porcentajes cada vez mayores de materiales compuestos. Los materiales compuestos se usan en aeronaves para disminuir el peso de las aeronaves. Este peso reducido mejora características de rendimiento, como la capacidad de carga útil y la eficiencia del combustible. Además, los materiales compuestos pueden proporcionar una vida útil más larga a varios componentes en una aeronave.

Los materiales compuestos son materiales duros y ligeros creados mediante la combinación de dos o más componentes funcionales. Por ejemplo, un material compuesto puede incluir fibras de refuerzo unidas en matriz de resina polimérica. Las fibras pueden ser fibras picadas distribuidas aleatoriamente, unidireccionales, o pueden tomar la forma de una tela tejida o de un tejido.

- 15 En los materiales compuestos termoestables, las fibras y resinas se disponen y se curan para formar una estructura compuesta. En los materiales compuestos termoplásticos, las fibras y resinas se calientan para proporcionar formabilidad. Aunque es conformable, el material compuesto termoplástico puede formarse y luego dejarse enfriar.

- 20 Para formar estructuras compuestas con formas complejas, pueden colocarse varias capas de material compuesto una encima de la otra en una herramienta. Las capas de material compuesto pueden formarse en la herramienta, incluyendo en al menos un radio de herramienta. La formación de las capas de material compuesto puede formar inconsistencias fuera de tolerancia. Cuando las inconsistencias están fuera de tolerancia, la estructura compuesta puede tener una calidad indeseable. Cuando la estructura compuesta tiene una calidad indeseable, la estructura compuesta puede rehacerse o descartarse. Rehacer una estructura compuesta o descartar una estructura compuesta puede aumentar al menos uno del tiempo de fabricación o del coste de fabricación.

- 25 Por lo tanto, sería deseable tener un método y un aparato que tenga en cuenta al menos algunos de los problemas mencionados anteriormente, así como otros posibles problemas. Específicamente, un problema es encontrar un método y un aparato para formar materiales compuestos que puedan dar lugar a una estructura compuesta que tenga una forma compleja y una calidad deseable. Además, otro problema es encontrar un método y un aparato para formar múltiples capas de materiales compuestos en al menos un radio de herramienta. El documento EP1393875 se titula "Forming method and mold for composites". El documento EP2578384 se titula "Fibre guiding device and use thereof".

Sumario

- 35 Una realización ilustrativa de la presente divulgación proporciona un aparato. El aparato comprende una base, una placa, diversos sistemas de movimiento y diversas láminas. Los diversos sistemas de movimiento mueven una de la base y de la placa con respecto a la otra. Las diversas láminas están conectadas a la placa.

Otra realización ilustrativa de la presente divulgación proporciona un aparato. El aparato comprende una base, una placa, diversos sistemas de movimiento y diversas láminas. La base puede tener diversas cavidades. La placa puede estar asociada con una cavidad de las diversas cavidades. Los diversos sistemas de movimiento pueden estar dentro de la cavidad de las diversas cavidades. Las diversas láminas están conectadas a la placa.

- 40 Una realización ilustrativa adicional de la presente divulgación proporciona un método. El método comprende intercalar diversas capas compuestas y porciones de diversas láminas. El método también hacer descender una placa conectada a las diversas láminas.

- 45 Otra realización ilustrativa de la presente divulgación proporciona un método. El método puede comprender colocar una primera capa sobre una base que tiene diversas cavidades. El método también coloca una porción de una lámina en la primera capa. El método puede colocar además una segunda capa sobre la primera capa. El método puede colocar además una funda sobre la primera capa, la segunda capa y la primera lámina. El método también puede aplicar un vacío debajo de la funda. El método hace descender aún más una placa conectada a la lámina.

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

Breve descripción de los dibujos

- 5 Las características 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, objetivos adicionales y características 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:
- 10 la **figura 1** es una ilustración de una aeronave en la que puede implementarse una realización ilustrativa;
- la **figura 2** es una ilustración de un diagrama de bloques de un entorno de fabricación de acuerdo con una realización ilustrativa;
- la **figura 3** es una ilustración de una vista en sección transversal de una herramienta de conformación y de material compuesto durante la conformación de acuerdo con una realización ilustrativa;
- 15 la **figura 4** es una ilustración de una vista en sección transversal de una herramienta de conformación y de material compuesto durante la conformación de acuerdo con una realización ilustrativa;
- la **figura 5** es una ilustración de una vista en sección transversal de una herramienta de conformación y de material compuesto durante la conformación de acuerdo con una realización ilustrativa;
- 20 la **figura 6** es una ilustración de una vista en sección transversal de una herramienta de conformación y de material compuesto durante la conformación de acuerdo con una realización ilustrativa;
- la **figura 7** es una ilustración de una vista en sección transversal de una herramienta de conformación y de material compuesto durante la conformación de acuerdo con una realización ilustrativa;
- la **figura 8** es una ilustración de una vista isométrica de una herramienta de conformación de acuerdo con una realización ilustrativa;
- 25 la **figura 9** es una ilustración de una porción de una herramienta de conformación y de material compuesto de acuerdo con una realización ilustrativa;
- la **figura 10** es una ilustración de una porción de una herramienta de conformación y de material compuesto de acuerdo con una realización ilustrativa;
- 30 la **figura 11** es una ilustración de una herramienta de conformación durante la conformación de acuerdo con una realización ilustrativa;
- la **figura 12** es una ilustración de un material compuesto en una herramienta de conformación después de la conformación de acuerdo con una realización ilustrativa;
- la **figura 13** es una ilustración de una estructura compuesta formada en una herramienta de conformación de acuerdo con una realización ilustrativa;
- 35 la **figura 14** es una ilustración de una herramienta de conformación con diversos sistemas de movimiento dentro de diversas cavidades de acuerdo con una realización ilustrativa;
- la **figura 15** es una ilustración de diversos sistemas de movimiento dentro de una cavidad de una herramienta de conformación de acuerdo con una realización ilustrativa;
- 40 la **figura 16** es una ilustración de un elevador de tijera en una posición extendida de acuerdo con una realización ilustrativa;
- la **figura 17** es una ilustración de un elevador de tijera en una posición deprimida de acuerdo con una realización ilustrativa;
- la **figura 18** es una ilustración de un diagrama de flujo de un proceso para formar una estructura compuesta de

acuerdo con una realización ilustrativa;

la **figura 19** es una ilustración de un diagrama de flujo de un proceso para formar una estructura compuesta de acuerdo con una realización ilustrativa;

5 la **figura 20** es una ilustración de un método de fabricación y servicio de aeronaves en forma de diagrama de bloques de acuerdo con una realización ilustrativa; y

la **figura 21** es una ilustración de una aeronave en forma de diagrama de bloques en la que puede implementarse una realización ilustrativa.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

10 Las realizaciones ilustrativas reconocen y tienen en cuenta una o más consideraciones diferentes. Las realizaciones ilustrativas reconocen y tienen en cuenta que una estructura compuesta puede formarse a partir de al menos uno de un material termoplástico o de un material termoestable. Las realizaciones ilustrativas reconocen y tienen en cuenta que una primera estructura compuesta puede formarse inicialmente a partir de un primer material compuesto. Las estructuras compuestas posteriores que tienen sustancialmente la misma forma que la primera estructura compuesta pueden formarse a partir de un material compuesto diferente. Por lo tanto, las realizaciones ilustrativas
15 reconocen y tienen en cuenta que una herramienta puede usarse deseablemente con diferentes tipos de materiales compuestos.

Las realizaciones ilustrativas reconocen y tienen en cuenta que puede ser deseable formar un material compuesto de múltiples capas sustancialmente plano en una forma compleja sin inconsistencias fuera de tolerancia. Las realizaciones ilustrativas reconocen y tienen en cuenta que un material compuesto de múltiples capas
20 sustancialmente plano puede formarse en una forma compleja formando las capas en un radio de herramienta. Las realizaciones ilustrativas reconocen y tienen en cuenta que formar las capas de material compuesto en el radio de una herramienta puede dar lugar a cambios de capa inesperados, desgarros, divisiones u otras inconsistencias indeseables. Las realizaciones ilustrativas reconocen y tienen en cuenta que para disminuir las inconsistencias en una estructura compuesta, las capas de material compuesto pueden convertirse en dardos. Los dardos de un
25 material compuesto pueden ser porciones del material compuesto separadas por espacios. Los dardos del material compuesto pueden plegarse sobre el radio de una herramienta hasta que se toquen. Convertir en dardos un material compuesto puede añadir una cantidad indeseable de tiempo de fabricación. Además, la formación de un material compuesto convertido en dardos todavía puede dar lugar a inconsistencias indeseables. Aún más, convertir en dardos un material compuesto aún puede producir una estructura compuesta de calidad indeseable.

30 Las realizaciones ilustrativas reconocen y tienen en cuenta que las capas compuestas pueden pegarse entre sí durante la conformación causando inconsistencias. El pegado puede ser indeseable cuando se desea que las capas resbalen unas con respecto a otras. Puede desearse el resbalamiento de las capas cuando las capas se forman de tal manera que una capa externa puede tener una distancia de desplazamiento más larga que una capa interna. Por ejemplo, puede desearse el resbalamiento de las capas alrededor de una curva o radio. Sin el resbalamiento de las
35 capas unas con respecto de otras, cada capa puede moverse la misma distancia o longitud de desplazamiento y pueden aparecer arrugas. El pegado de las capas entre sí durante la formación puede causar arrugas, desgarros u otras inconsistencias. Estas inconsistencias pueden estar fuera de tolerancia, lo que puede hacer que la estructura compuesta tenga una calidad indeseable.

40 Por lo tanto, las realizaciones ilustrativas presentan métodos y un aparato para formar una estructura compuesta. El aparato comprende una base, una placa, diversos sistemas de movimiento y diversas láminas. La base puede tener diversas cavidades. La placa puede estar asociada con una cavidad de las diversas cavidades. Los diversos sistemas de movimiento pueden estar dentro de la cavidad de las diversas cavidades. Las diversas láminas están conectadas a la placa.

45 Con referencia ahora a las figuras, y en particular, con referencia a la **figura 1**, se representa una ilustración de una aeronave en la que puede implementarse una realización ilustrativa. En este ejemplo ilustrativo, la aeronave **100** tiene el ala **102** y el ala **104** unidas al cuerpo **106**. La aeronave **100** incluye el motor **108** unido al ala **102** y el motor **110** unido al ala **104**.

El cuerpo **106** tiene una sección de cola **112**. El estabilizador horizontal **114**, el estabilizador horizontal **116** y estabilizador vertical **118** están unidos a la sección de cola **112** del cuerpo **106**.

50 La aeronave **100** es un ejemplo de una aeronave en la que puede implementarse una estructura compuesta de acuerdo con una realización ilustrativa. Por ejemplo, una estructura compuesta puede usarse en las estructuras de soporte de una aeronave **100**. Por ejemplo, una estructura compuesta puede usarse en al menos una de una viga, una costilla u otra estructura de soporte deseable en al menos una del ala **102**, del ala **104** o del cuerpo **106**. La

aeronave **100** puede ser una implementación física de la aeronave **2100** de la **figura 21**.

Esta ilustración de la aeronave **100** se proporciona con el fin de ilustrar un entorno en el que pueden implementarse las diferentes realizaciones ilustrativas. La ilustración de la aeronave **100** en la **figura 1** no pretende implicar limitaciones arquitectónicas en cuanto a la manera en que pueden implementarse diferentes realizaciones ilustrativas. Por ejemplo, la aeronave **100** se muestra como una aeronave comercial de pasajeros. Las diferentes realizaciones ilustrativas pueden aplicarse a otros tipos de aeronaves, tales como una aeronave privada de pasajeros, un giroavión y otros tipos adecuados de aeronaves.

Volviendo ahora a la **figura 2**, se representa una ilustración de un diagrama de bloques de un entorno de fabricación de acuerdo con una realización ilustrativa. El entorno de fabricación **200** puede usarse para formar una estructura compuesta. En algunos ejemplos ilustrativos, el entorno de fabricación **200** puede usarse para formar una estructura compuesta de la aeronave **100** de la **figura 1**. El entorno de fabricación **200** puede incluir la herramienta de conformación **202**, las placas **204**, la estructura compuesta **206**, la funda **208**, el equipo de calentamiento **210** y la fuente de vacío **212**.

La herramienta de conformación **202** puede usarse para formar las capas **204** en la estructura compuesta **206**. La herramienta de conformación **202** puede incluir la base **214** que tiene diversas cavidades **216**. La base **214** puede estar formada por un material seleccionado basándose al menos en una de las características térmicas, de la maquinabilidad, del coste del material, del peso del material, de la reactividad del material, de la durabilidad del material o de otras propiedades del material. En algunos ejemplos ilustrativos, la base **214** puede estar formada por al menos uno de un material polimérico, de un metal, de una aleación, de una madera, de una cerámica o de otro material deseable.

Los diversos sistemas de movimiento **218** pueden estar asociados con las diversas placas **220** dentro de las diversas cavidades **216** en la base **214**. En algunos ejemplos ilustrativos, las diversas placas **220** pueden estar formadas por el mismo material que la base **214**. En otros ejemplos ilustrativos, las diversas placas **220** pueden estar formadas por un material diferente al de la base **214**. Durante la formación de las capas **204** en la estructura compuesta **206**, las diversas placas **220** pueden descender en las cavidades **216**. Como resultado, las diversas placas **220** también pueden denominarse diversas placas depresibles.

Las diversas láminas **222** pueden conectarse a las diversas placas **220** usando las diversas conexiones **224**. Cada una de las diversas láminas **222** tiene sustancialmente la misma área de sección transversal que la placa respectiva de las diversas placas **220** a la que está conectada. Si las diversas láminas **222** están conectadas a una sola placa, cada una de las diversas láminas **222** tiene sustancialmente la misma área de sección transversal que la placa.

La herramienta de conformación **202** puede tener la forma **226**. En algunos ejemplos ilustrativos, la forma **226** puede ser una forma complementaria a la forma **228** de la estructura compuesta **206**. Las formas complementarias pueden ser formas que encajan entre sí. En algunos ejemplos ilustrativos, una porción de la forma **226** puede ser sustancialmente la misma que la forma **228** de la estructura compuesta **206**.

La forma **228** de la estructura compuesta **206** puede incluir al menos una de diversas pestañas **230**, de diversos orificios **232** y del espesor **234**. La forma **228** de la estructura compuesta **206** puede describirse como una forma compleja. Una forma compleja puede combinar partes de formas simples o todas las formas simples. Las formas complejas en materiales compuestos pueden incluir curvaturas constantes, curvaturas no constantes, curvas, ángulos u otras características no planas, como las diversas pestañas **230**. El revestimiento del ala de una aeronave puede ser un ejemplo de una forma compleja. Las diversas pestañas **230** pueden ser diversas proyecciones del resto de la estructura compuesta **206**. Las diversas pestañas **230** pueden tener un ángulo relativo al resto de la estructura compuesta **206**. El ángulo puede oscilar desde más de aproximadamente 0 grados a menos de aproximadamente 180 grados. En algunos ejemplos ilustrativos, las diversas pestañas **230** puede estar en un ángulo de aproximadamente 90 grados desde el resto de la estructura compuesta **206**. Las diversas pestañas **230** pueden hacer que la forma **228** de la estructura compuesta **206** sea una forma no plana. La forma **228** de la estructura compuesta **206** puede formarse en capas **204** formando las capas **204** contra la base **214**.

Las diversas cavidades **216** de la herramienta de conformación **202** pueden incluir la primera cavidad **236** y la segunda cavidad **238**. La primera cavidad **236** puede tener un borde **240**. En algunos ejemplos ilustrativos, las capas **204** pueden formarse contra al menos una porción del borde **240** de la primera cavidad **236**. La segunda cavidad **238** puede tener un borde **242**. En algunos ejemplos ilustrativos, las capas **204** pueden formarse contra al menos una porción del borde **242** de la segunda cavidad **238**.

Las diversas placas **220** pueden bajarse para formar las capas **204** contra al menos una porción de al menos uno del borde **240** o del borde **242**. La primera placa **243** puede estar asociada con la primera cavidad **236**. La segunda placa **244** puede estar asociada a una segunda cavidad **238**. La primera placa **243** puede bajarse para formar las capas **204** contra al menos una porción del borde **240**. La segunda placa **244** puede bajarse para formar las

capas **204** contra al menos una porción del borde **242**.

Los diversos sistemas de movimiento **218** pueden usarse para bajar las diversas placas **220**. Los diversos sistemas de movimiento **218** pueden incluir al menos uno de sistemas mecánicos **246**, sistemas eléctricos **248** o sistemas neumáticos **250**. En algunos ejemplos ilustrativos, los diversos sistemas de movimiento **218** pueden mover las diversas placas **220** inflándose o desinflándose usando los sistemas neumáticos **250**. En algunos ejemplos ilustrativos, los sistemas mecánicos **246** pueden ser elevadores de tijera **252**. En estos ejemplos ilustrativos, los diversos sistemas de movimiento **218** pueden ser diversos elevadores de tijera.

En algunos ejemplos ilustrativos, el primer sistema de movimiento **254** y el segundo sistema de movimiento **256** de los diversos sistemas de movimiento **218** pueden estar asociados con la primera placa **243**. En algunos ejemplos ilustrativos, el primer sistema de movimiento **254** de los diversos sistemas de movimiento **218** puede estar asociado con la primera placa **243** mientras que el segundo sistema de movimiento **256** puede estar asociado con la segunda placa **244**.

Las diversas láminas **222** pueden estar formadas por un material seleccionado para permitir que las capas **204** resbalen unas con respecto a otras. El material de las diversas láminas **222** puede seleccionarse basándose al menos en una de la reactividad del material, la durabilidad del material, el coeficiente de fricción, las propiedades térmicas o alguna otra característica deseable del material. En algunos ejemplos ilustrativos, las diversas láminas **222** pueden ser material polimérico **257**. El material polimérico **257** puede ser politetrafluoroetileno **258**, polietileno **259** u otro material polimérico deseable. Las diversas láminas **222** pueden incluir la primera lámina **260**, la segunda lámina **262**, la tercera lámina **264** y la cuarta lámina **266**. La primera lámina **260** y la segunda lámina **262** pueden conectarse a la primera placa **243**. La primera lámina **260** y la segunda lámina **262** puede empujarse hacia abajo en la primera cavidad **236** a medida que se baja la primera placa **243**. La tercera lámina **264** y la cuarta lámina **266** pueden conectarse a la segunda placa **244**. La tercera lámina **264** y la cuarta lámina **266** pueden empujarse hacia abajo en la segunda cavidad **238** a medida que se baja la segunda placa **244**.

Una porción de la primera lámina **260** puede colocarse entre la primera capa **268** y la segunda capa **270**. Una porción de la segunda lámina **262** puede colocarse entre la segunda capa **270** y la tercera capa **272**. La porción de la primera lámina **260** puede colocarse entre la primera capa **268** y la segunda capa **270** en la periferia **274** del área **276**. La porción de la segunda lámina **262** puede colocarse entre la segunda capa **270** y la tercera capa **272** en la periferia **274** del área **276**.

Una porción de la tercera lámina **264** puede colocarse entre la primera capa **268** y la segunda capa **270**. La porción de la tercera lámina **264** puede colocarse entre la primera capa **268** y la segunda capa **270** en la periferia **278** del área **280**. Una porción de la cuarta lámina **266** puede colocarse entre la segunda capa **270** y la tercera capa **272**. La porción de la cuarta lámina **266** puede colocarse entre la segunda capa **270** y la tercera capa **272** en la periferia **278** del área **280**.

Las diversas áreas **282** pueden incluir el área **276** y el área **280**. Las diversas áreas **282** pueden ser áreas que incluyen diversos orificios **232**. Las diversas áreas **282** pueden incluir las diversas pestañas **230**. Las diversas pestañas **230** pueden estar situadas en al menos una de la periferia **274** y de la periferia **278**.

Para formar una estructura compuesta **206** a partir de capas **204**, las capas **204** se colocan en la base **214**. Las diversas láminas **222** se intercalan con porciones de capas **204**. La funda **208** puede colocarse sobre las capas **204** y sobre las diversas láminas **222**. Puede hacerse el vacío debajo la funda **208** usando una fuente de vacío **212**. A medida que se hace el vacío en las capas **204** debajo la funda **208**, las diversas placas **220** pueden hacerse bajar. A medida que las diversas placas **220** bajan, la primera capa **268**, la segunda capa **270** y la tercera capa **272** pueden formarse progresivamente hasta el borde **240** y el borde **242**. A medida que las diversas placas **220** bajan, la primera lámina **260**, la segunda lámina **262**, la tercera lámina **264** y la cuarta lámina **266** pueden retirarse progresivamente de entre las capas **204**.

En algunos ejemplos ilustrativos, el acto de hacer el vacío bajo la funda **208** mueve las diversas placas **220** hacia abajo. En estos ejemplos ilustrativos, la fuerza de desviación de los diversos sistemas de movimiento **218** hacia la funda **208** puede ser menor que la fuerza hacia abajo producida al hacer el vacío debajo de la funda **208**. En algunos de estos ejemplos ilustrativos, los diversos sistemas de movimiento **218** pueden ser elevadores de tijera **252**. Los elevadores de tijera **252** pueden desviarse a una posición extendida. En algunos ejemplos ilustrativos, al menos un resorte puede empujar un elevador de tijera de los elevadores de tijera **252** a una posición extendida.

Las capas **204** pueden estar formadas por material compuesto **284**. Las capas **204** también pueden denominarse capas compuestas. El material compuesto **284** puede ser material termoplástico **286** o material termoestable **288**. Cuando el material compuesto **284** es material termoestable **288**, las capas **204** pueden formarse sin añadir calor. Cuando el material compuesto **284** es material termoplástico **286**, las capas **204** pueden calentarse mediante equipos de calentamiento **210**. Al aplicar calor a las capas **204**, el material termoplástico **286** puede tener una mayor

conformabilidad. Al aplicar calor a las capas **204**, el material termoplástico **286** puede formarse contra la base **214**.

Esta ilustración del entorno de fabricación **200** se proporciona con el fin de ilustrar un entorno en el que pueden implementarse las diferentes realizaciones ilustrativas. La ilustración del entorno de fabricación **200** de la figura 2 no pretende implicar limitaciones arquitectónicas en cuanto a la manera en que pueden implementarse las diferentes realizaciones ilustrativas. Por ejemplo, los diversos sistemas de movimiento **218** pueden estar asociados con la herramienta de conformación **202**. En algunos ejemplos ilustrativos, la herramienta de conformación **202** puede moverse con respecto a las diversas placas **220**. En algunos ejemplos ilustrativos, la herramienta de conformación **202** puede moverse hacia arriba mientras las diversas placas **220** permanecen estacionarias. En algunos ejemplos ilustrativos la herramienta de conformación **202** puede moverse hacia arriba mientras las diversas placas **220** se mueven hacia abajo

Como otro ejemplo ilustrativo, el entorno de fabricación **200** también puede incluir una fuente de presión. Por ejemplo, una fuente de presión puede aplicar presión a la funda **208** durante la conformación de material compuesto **284**.

Volviendo ahora a la **figura 3**, se representa una ilustración de una vista en sección transversal de una herramienta de conformación y de material compuesto durante la conformación, de acuerdo con una realización ilustrativa. La vista **300** es una vista en sección transversal de la herramienta de conformación **301**. La herramienta de conformación **301** puede ser una implementación física de la herramienta de conformación **202** de la **figura 2**. La herramienta de conformación **301** incluye la base **302**, la cavidad **303** y el sistema de movimiento **304** dentro de la cavidad. La placa **306** está asociada con el sistema de movimiento **304**. La placa **306** también puede denominarse placa depresible. Como se representa en la vista **300**, la placa **306** puede estar en una posición extendida. Las diversas láminas **308** están conectadas a la placa **306** mediante la conexión **310**. Las diversas láminas **308** y las capas **312** están intercaladas en la periferia **314**. Las diversas láminas **308** y las capas **312** tienen un solapamiento **315**.

La primera capa **316** y la segunda capa **318** pueden moverse una con respecto a la otra en la periferia **314**. La primera lámina **320** puede permitir que la primera capa **316** y la segunda capa **318** se muevan una con respecto a la otra en la periferia **314**.

La segunda capa **318** y la tercera capa **322** pueden moverse una con respecto a la otra en la periferia **314**. La segunda lámina **324** puede permitir que la segunda capa **318** y la tercera capa **322** se muevan una con respecto a la otra en la periferia **314**.

La tercera capa **322** y la cuarta capa **326** pueden moverse una con respecto a la otra en la periferia **314**. La tercera lámina **328** puede permitir que la tercera capa **322** y la cuarta capa **326** se muevan una con respecto a la otra en la periferia **314**.

La funda **329** puede colocarse sobre las capas **312** y sobre las diversas láminas **308**. Después de colocar la funda **329**, se puede hacer el vacío debajo de la funda **329**. En este ejemplo ilustrativo, el sistema de movimiento **304** puede sostener una placa **306** sustancialmente paralela a la superficie **330** de la base **302** de la herramienta de conformación **301**. La placa **306** puede estar en una posición extendida. Para formar progresivamente las capas **312** contra el borde **332**, la placa **306** puede moverse hacia abajo.

Volviendo ahora a la **figura 4**, se representa una ilustración de una vista en sección transversal de una herramienta de conformación y de material compuesto durante la conformación, de acuerdo con una realización ilustrativa. En la vista **400**, el sistema de movimiento **304** ha bajado la placa **306** desde la posición extendida de la vista **300** de la **figura 3**. La bajada de la placa **306** puede formar progresivamente capas **312** contra el borde **332**. La bajada de la placa **306** puede acortar el solapamiento **315** de la **figura 3** al solapamiento **402**. La placa **306** está conectada a las láminas **308** mediante la conexión **310**. A medida que la placa **306** baja, las láminas **308** se extraen de entre cada una de las capas **312**. A medida que las láminas **308** se extraen progresivamente de entre cada una de las capas **312**, las porciones de las capas **312** capaces de moverse unas con respecto a las otras disminuyen.

Volviendo ahora a la **figura 5**, se representa una ilustración de una vista en sección transversal de una herramienta de conformación y de material compuesto durante la conformación, de acuerdo con una realización ilustrativa. En la vista **500**, el sistema de movimiento **304** ha bajado la placa **306** a una posición deprimida. Las láminas **308** se han retirado de las capas **312** debido a la bajada de la placa **306**. Como se representa, las capas **312** pueden formarse progresivamente hasta el borde **332**.

Volviendo ahora a la **figura 6**, se representa una ilustración de una vista en sección transversal de una herramienta de conformación y de material compuesto durante la conformación, de acuerdo con una realización ilustrativa. En la vista **600**, el sistema de movimiento **304** ha bajado la placa **306** a una posición deprimida. Las láminas **308** son sustancialmente planas contra la placa **306**. Como se representa, las capas **312** pueden formarse progresivamente

hasta el borde **332**. Las capas **312** pueden tener la altura **602** en la vista **600**.

Volviendo ahora a la **figura 7**, se representa una ilustración de una vista en sección transversal de una herramienta de conformación y de material compuesto durante la conformación, de acuerdo con una realización ilustrativa. En la vista **700**, las capas **312** se han formado en la base **302** incluyendo en el borde **332**. El vacío hecho debajo de la funda **329** puede comprimir las capas **312** en la base **302**. Además, el vacío hecho debajo de la funda **329** puede eliminar los gases de entre capas. **312**. Como puede verse en la vista **700**, la altura **702** de las capas **312** es menor que la altura **602** de las capas **312** en la **figura 6**. Como puede verse en la vista **700**, las capas **312** pueden comprimirse contra la base **302** para formar una parte sustancialmente libre de arrugas. Cada capa de las capas **312** puede comprimirse contra cada capa adyacente de las capas **312**.

Como se representa, la placa **306** puede moverse en una sola dimensión en las **figuras 3-7**. Este tipo de movimiento puede denominarse movimiento traslacional. Sin embargo, en algunos ejemplos ilustrativos, la placa **306** puede moverse en más de una dimensión con respecto a la base **302**. Por ejemplo, la placa **306** puede moverse en un movimiento rotacional. Como un ejemplo, la placa **306** puede pivotar alrededor de un borde de la placa **306** opuesto al borde **332** de la base **302**. Como otro ejemplo, la placa **306** puede pivotar alrededor del borde de la placa **306** más cercano al borde **332**. La placa **306** puede moverse en cualquier movimiento traslacional o rotacional deseable, de modo que las láminas **308** pueden extraerse de entre cada una de las capas **312** dando como resultado una parte compuesta de calidad deseable.

Además, aunque la placa **306** se describe como que se mueve con respecto a la base **302**, en algunos ejemplos ilustrativos, la base **302** puede moverse con respecto a la placa **306**. Además, en algunos ejemplos ilustrativos, la base **302** puede tener movimiento rotacional con respecto a la placa **306**. La base **302** puede moverse en cualquier movimiento traslacional o rotacional deseable, de modo que las láminas **308** pueden extraerse de entre cada una de las capas **312** dando como resultado una parte compuesta de calidad deseable.

Volviendo ahora a la **figura 8**, se representa una ilustración de una vista isométrica de una herramienta de conformación, de acuerdo con una realización ilustrativa. La herramienta de conformación **800** puede ser una implementación física de la herramienta de conformación **202** de la **figura 2**. La herramienta de conformación **800** puede usarse para formar una viga de carga de suelo. La herramienta de conformación **800** puede tener una base **802** con diversas cavidades **804**. Diversas placas **806** pueden cubrir algunas de las cavidades **804**. Las cavidades **808** de las diversas cavidades **804** pueden estar presentes en la base **802** para reducir el peso de la herramienta de conformación **800**. Las cavidades **808** de las diversas cavidades **804** también pueden afectar ventajosamente a las propiedades térmicas de la herramienta de conformación **800**.

La **figura 8** y la herramienta de conformación **800** no pretenden implicar limitaciones físicas o arquitectónicas de la manera en la que puede implementarse una realización ilustrativa. Aunque la herramienta de conformación **800** se representa como una herramienta para formar una viga de carga de suelo, la herramienta de conformación **800** puede tener cualquier forma o número de cavidades deseable. Por ejemplo, la herramienta de conformación **800** podría ser una herramienta para formar una estructura compleja tal como un mamparo. Como otro ejemplo, la herramienta de conformación **800** podría ser una herramienta para formar la puerta de una aeronave.

Volviendo ahora a la **figura 9**, se representa una ilustración de una porción de una herramienta de conformación y de material compuesto, de acuerdo con una realización ilustrativa. La vista **900** puede ser una vista de la herramienta de conformación **800** dentro de la caja **9-9** desde la dirección **9-9(2)** de la **figura 8**. En la vista **900**, las capas **902** de material compuesto **904** pueden estar presentes en la base **802**. Las capas **902** de material compuesto **904** pueden colocarse sucesivamente en la base **802**. Las láminas **906** pueden colocarse sobre las diversas placas **806**. Las capas **902** y las porciones de las láminas **906** pueden intercalarse en la herramienta de conformación **800**.

Los pasadores **908** pueden extenderse desde la base **802** a través de las capas **902**. Los pasadores **908** pueden mantener una posición de las capas **902** con respecto a la base **802** en ubicaciones seleccionadas en la herramienta de conformación **800**. Los pasadores **910** pueden extenderse desde las placas **806** a través de láminas **906**. Los pasadores **910** pueden mantener una posición de las láminas **906** con respecto a las placas **806** en ubicaciones seleccionadas.

Volviendo ahora a la **figura 10**, se representa una ilustración de una porción de una herramienta de conformación y de material compuesto, de acuerdo con una realización ilustrativa. La vista **1000** puede ser una vista de la herramienta de conformación **800** dentro de la caja **10-10** desde la dirección **10-10(2)** de la **figura 9**. Los conectores **1002** pueden sostener las láminas **906** en las diversas placas **806** mostradas en la **figura 8**. Los conectores **1002** pueden incluir primeras porciones insertadas a través de las láminas **906** y segundas porciones en la parte superior de las láminas **906** y conectadas a las primeras porciones de los conectores **1002**. Las primeras porciones de los conectores **1002** pueden ser los pasadores **910** de la **figura 9**. Los conectores **1004** pueden sostener las capas **902** en la herramienta de conformación **800**. Los conectores **1004** pueden incluir primeras porciones insertadas a través de las capas **902** y segundas porciones en la parte superior de las capas **902**. Las

primeras porciones de los conectores **1004** pueden ser los pasadores **908** de la **figura 9**.

Volviendo ahora a la **figura 11**, se representa una ilustración de una herramienta de conformación durante la formación, de acuerdo con una realización ilustrativa. La vista **1100** puede ser una vista de la herramienta de conformación **800** con la funda **1102** colocada sobre la herramienta de conformación **800**, sobre las capas **902** de material compuesto **904** y las láminas **906**. La vista **1100** puede ser una vista de la herramienta de conformación **800** cubierta con la funda **1102** y con las diversas placas **806** bajadas a un estado deprimido.

Volviendo ahora a la **figura 12**, se representa una ilustración de un material compuesto en una herramienta de conformación después de la formación, de acuerdo con una realización ilustrativa. La vista **1200** puede ser una vista de la herramienta de conformación **800** con el material compuesto **904** después de la formación y de la retirada de la funda **1102**. En este ejemplo ilustrativo, el material compuesto **904** se ha formado en la estructura compuesta **1202** con la forma **1204**. La forma **1204** tiene diversas pestañas **1206** incluyendo la pestaña **1208**, la pestaña **1210**, la pestaña **1212**, la pestaña **1214**, la pestaña **1216** y la pestaña **1218**. La pestaña **1208** puede crearse formando las capas **902** en la base **802** incluyendo formarlas sobre el borde **1220** de la cavidad **1222**. La pestaña **1210** puede crearse formando las capas **902** en la base **802** incluyendo formarlas sobre el borde **1224** de la cavidad **1226**. La pestaña **1212** puede crearse formando las capas **902** en la base **802** incluyendo formarlas sobre el borde **1228** de la cavidad **1230**. La pestaña **1214** puede crearse formando las capas **902** en la base **802** incluyendo formarlas sobre el borde **1232** de la cavidad **1234**. La pestaña **1216** puede crearse formando las capas **902** en la base **802** incluyendo formarlas sobre el borde **1236** de la cavidad **1238**. La pestaña **1218** puede crearse formando las capas **902** en la base **802** incluyendo formarlas sobre el borde **1240** de la cavidad **1242**.

Como puede verse a partir de la vista. **1200**, los conectores **1002** pueden retirarse después de formar el material compuesto **904**. Los pasadores **908** aún pueden estar presentes a través de la estructura compuesta **1202**. Las segundas porciones de los conectores **1004** pueden haberse retirado para facilitar la retirada de la estructura compuesta **1202** de la base **802** de la herramienta de conformación **800**.

Volviendo ahora a la **figura 13**, se representa una ilustración de una estructura compuesta formada en una herramienta de conformación, de acuerdo con una realización ilustrativa. La vista **1300** puede ser una vista de la estructura compuesta **1202** desde la dirección de **13-13** en la **figura 12**.

Volviendo ahora a la **figura 14**, se representa una ilustración de una herramienta de conformación con varios sistemas de movimiento dentro de una serie de cavidades, de acuerdo con una realización ilustrativa. La vista **1400** es una vista de la herramienta de conformación **800** con las diversas placas **806** eliminadas por claridad. Los diversos sistemas de movimiento **1402** pueden colocarse dentro de las diversas cavidades **804**. En este ejemplo ilustrativo, la cavidad **1242** puede tener el sistema de movimiento **1404**, el sistema de movimiento **1406**, el sistema de movimiento **1408**, el sistema de movimiento **1410**, el sistema de movimiento **1412** y el sistema de movimiento **1414**. En este ejemplo ilustrativo, cada uno de los diversos sistemas de movimiento **1402** es un elevador de tijera. En algunos ejemplos ilustrativos, al menos uno de los sistemas de movimiento **1402** puede ser un sistema de movimiento distinto de un elevador de tijera, como un sistema eléctrico, un sistema neumático o un tipo diferente de sistema mecánico.

Volviendo ahora a la **figura 15**, se representa una ilustración de diversos sistemas de movimiento dentro de una cavidad de una herramienta de conformación, de acuerdo con una realización ilustrativa. La vista **1500** puede ser una vista de la cavidad **1502** de las diversas cavidades **804** dentro de la caja **14-14** y desde la dirección **14-14(2)** de la **figura 14**.

El sistema de movimiento **1504**, el sistema de movimiento **1506** y el sistema de movimiento **1508** de los diversos sistemas de movimiento **1402** están presentes dentro de la cavidad **1502**. El sistema de movimiento **1504**, el sistema de movimiento **1506** y el sistema de movimiento **1508** están cada uno en una posición extendida. En una posición extendida, una placa asociada con el sistema de movimiento **1504**, con el sistema de movimiento **1506** y con el sistema de movimiento **1508** puede ser sustancialmente planar con la base **802** de la herramienta de conformación **800**.

El sistema de movimiento **1504**, el sistema de movimiento **1506** y el sistema de movimiento **1508** pueden bajarse a una posición deprimida. Al bajar cada uno del sistema de movimiento **1504**, del sistema de movimiento **1506** y del sistema de movimiento **1508**, una placa asociada con cada uno del sistema de movimiento **1504**, del sistema de movimiento **1506** y del sistema de movimiento **1508** también puede bajar. Cuando el sistema de movimiento **1504**, el sistema de movimiento **1506** y el sistema de movimiento **1508** están en una posición deprimida, la placa asociada con el sistema de movimiento **1504**, el sistema de movimiento **1506** y el sistema de movimiento **1508** puede apoyarse en el borde **1510** de la cavidad **1502**.

Volviendo ahora a la **figura 16**, se representa una ilustración de un elevador de tijera en una posición extendida, de acuerdo con una realización ilustrativa. El elevador de tijera **1600** puede ser una implementación física de un

elevador de tijera de los elevadores de tijera **252** de la **figura 2**. El elevador de tijera **1600** puede ser un sistema de movimiento de los diversos sistemas de movimiento **1402** de la **figura 14**. El elevador de tijera **1600** puede ser un ejemplo de una implementación física del sistema de movimiento **304** de la **figura 3**.

El elevador de tijera **1600** puede tener un resorte **1602** que desvía el elevador de tijera **1600** a una posición extendida. Al desviar el elevador de tijera **1600** a una posición extendida, el elevador de tijera **1600** puede empujar una placa contra la funda **1102** que se muestra en la **figura 11**. La carga para el resorte **1602** puede seleccionarse basándose en una presión superficial relativa deseada entre las capas **902** y las láminas **906** que se muestran en las **figuras 9-11** durante la formación. En algunos ejemplos ilustrativos, la carga para el resorte **1602** puede ser de aproximadamente 2 libras. Una presión superficial entre las capas **902** y las láminas **906** puede afectar al movimiento de deslizamiento relativo entre las capas **902** en la dirección normal y transversal.

El elevador de tijera **1600** puede tener la guía **1604** y la guía **1606**. La guía **1604** y la guía **1606** pueden hacer que el movimiento del elevador de tijera **1600** sea suave. Además, la guía **1604** y la guía **1606** pueden limitar la altura del elevador de tijera **1600** cuando está extendido y la altura del elevador de tijera **1600** cuando está deprimido.

Volviendo ahora a la **figura 17**, se representa una ilustración de un elevador de tijera en una posición deprimida, de acuerdo con una realización ilustrativa. En la vista **1700**, el elevador de tijera **1600** puede estar en una posición deprimida.

La ilustración de la aeronave **100** en la **figura 1**, del entorno de fabricación **200** en la **figura 2**, de las representaciones de la herramienta de conformación en las **figuras 3-12** y **14-15**, de los sistemas de movimiento en las **figuras 16-17** y de la estructura compuesta en la **figura 13** no pretenden implicar limitaciones físicas o arquitectónicas de la manera en 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, aunque las capas **204** se representan como incluyendo la primera capa **268**, la segunda capa **270** y la tercera capa **272**, las capas **204** pueden incluir cualquier número de capas. En algunos ejemplos ilustrativos, las capas **204** incluyen entre 2 y 10 capas. En algunos ejemplos ilustrativos, las capas **204** pueden incluir entre 10 y 20 capas. En algunos ejemplos ilustrativos, las capas **204** pueden incluir entre 20 y 50 capas.

Como otro ejemplo, aunque la placa **306** se muestra moviéndose con respecto a la base **302** de la herramienta de conformación **301** en las **figuras 3-7**, en algunos ejemplos ilustrativos la base **302** puede moverse con respecto a la placa **306**. Por ejemplo, la base **302** puede moverse hacia arriba mientras la placa **306** permanece estacionaria. En otros ejemplos ilustrativos, la placa **306** puede moverse hacia abajo mientras la base **302** se mueve hacia arriba.

Como otro ejemplo más, aunque la placa **306** se muestra moviéndose en una sola dimensión en las **figuras 3-7**, en algunos ejemplos ilustrativos la placa **306** puede moverse en más de una dimensión con respecto a la base **302**. Por ejemplo, la placa **306** puede moverse en un movimiento de rotación. Además, en algunos ejemplos ilustrativos la base **302** puede tener movimiento de rotación con respecto a la placa **306**.

Los diferentes componentes mostrados en las **figuras 1** y **3-17** pueden combinarse con componentes de la **figura 2**, usados con componentes de la **figura 2**, o una combinación de los dos. Adicionalmente, algunos de los componentes de las **figuras 1** y **3-17** pueden ser ejemplos ilustrativos de cómo los componentes mostrados en forma de bloque en la **figura 2** pueden implementarse como estructuras físicas.

Volviendo ahora a la **figura 18**, se representa una ilustración de un diagrama de flujo de un proceso para formar una estructura compuesta, de acuerdo con una realización ilustrativa. El proceso **1800** puede usarse para formar la estructura compuesta **206** de la **figura 2**. El proceso **1800** comienza intercalando diversas capas compuestas y porciones de diversas láminas (operación **1802**). Las porciones de las diversas láminas pueden intercalarse con las capas compuestas en una periferia de un área. En algunos ejemplos ilustrativos, la periferia del área es una porción de las capas compuestas que se formarán sobre un borde de una cavidad dentro de una herramienta de conformación. Las porciones de las diversas láminas pueden intercalarse con las capas compuestas.

El proceso **1800** también hace bajar una placa conectada a las diversas láminas (operación **1804**). Después, el proceso termina. Bajar la placa conectada a las diversas láminas puede extraer las porciones de las diversas láminas de entre cada una de las diversas capas compuestas. Al bajar la placa se forman las diversas láminas contra la placa. En algunos ejemplos ilustrativos, la placa conectada a las diversas láminas puede hacerse bajar mientras que las diversas capas compuestas y las diversas láminas están en condiciones de vacío.

Volviendo ahora a la **figura 19**, se representa una ilustración de un diagrama de flujo de un proceso para formar una

- estructura compuesta, de acuerdo con una realización ilustrativa. El proceso **1900** puede usarse para formar la estructura compuesta **206** de la **figura 2**. El proceso **1900** puede comenzar colocando una primera capa sobre una base que tiene diversas cavidades (operación **1902**). La primera capa puede ser un material compuesto termoplástico o un material compuesto termoestable. El proceso **1900** también puede colocar una porción de una lámina en la primera capa (operación **1904**). La lámina puede ser un material seleccionado para reducir la fricción entre la lámina y la primera capa. En algunos ejemplos ilustrativos, la lámina puede ser un material polimérico. En algunos otros ejemplos ilustrativos, la lámina puede ser politetrafluoroetileno o polietileno.
- El proceso **1900** puede colocar entonces una segunda capa sobre la primera capa (operación **1906**). La segunda capa puede ser del mismo tipo de material compuesto que la primera capa. Sin embargo, la segunda capa puede colocarse en un ángulo diferente al de la primera capa. Por ejemplo, la primera capa puede ser una capa de 0 grados. La segunda capa puede ser una capa colocada en un ángulo distinto de 0 grados.
- El proceso **1900** también puede colocar una funda sobre la primera capa, sobre la segunda capa y sobre la primera lámina (operación **1908**). Si las capas y láminas subsiguientes se colocaron después de la primera capa, de la segunda capa y de la primera lámina, la funda también puede colocarse sobre las capas y láminas subsiguientes.
- El proceso **1900** puede aplicar un vacío debajo de la funda (operación **1910**). El proceso **1900** también puede hacer bajar una placa conectada a la lámina (operación **1912**). En algunos ejemplos ilustrativos, la placa puede hacerse bajar como resultado de aplicar el vacío debajo de la funda. En algunos ejemplos ilustrativos, varios sistemas de movimiento pueden estar debajo de la placa. Además, los diversos sistemas de movimiento pueden proporcionar cierta cantidad de resistencia a la presión descendente de la funda. Después, el proceso termina.
- 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 ilustrativa. A este respecto, cada bloque en los diagramas de flujo o en los diagramas de bloques puede representar al menos uno de un módulo, un segmento, una función o una porción de una operación o etapa.
- 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, en algunos casos, dos bloques que se muestran en sucesión pueden ejecutarse de manera sustancialmente concurrente, o los bloques a veces 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 diagrama de bloques.
- Por ejemplo, el proceso **1800** también puede aplicar un vacío en las diversas capas compuestas y en las diversas láminas. Como otro ejemplo, el proceso **1800** también puede colocar una funda sobre las diversas capas compuestas y sobre las diversas láminas. Aplicar el vacío en las diversas capas compuestas y en las diversas láminas puede incluir aplicar el vacío debajo de la funda.
- En algunos ejemplos ilustrativos, el proceso **1800** también puede colocar las diversas capas compuestas en una base que tiene una cavidad. La placa puede estar asociada con la cavidad, y bajar la placa conectada a las diversas láminas puede formar las diversas capas compuestas en la base. En algunos ejemplos ilustrativos, la formación de las diversas capas compuestas en la base incluye la formación de una porción de las diversas capas compuestas en la base dentro de la cavidad.
- En algunos ejemplos ilustrativos, el proceso **1800** también puede calentar las capas compuestas a una temperatura de formación antes de bajar la placa. En estos ejemplos ilustrativos, las capas compuestas pueden ser un material termoplástico.
- En algunos ejemplos ilustrativos, en el proceso **1900**, bajar la placa conectada a la lámina puede extraer la porción de la lámina de entre la primera capa y la segunda capa. En algunos ejemplos ilustrativos, en el proceso **1900**, bajar la placa puede formar la lámina contra la placa. En algunos ejemplos ilustrativos, en el proceso **1900**, bajar la placa conectada a las diversas láminas puede formar la primera capa y la segunda capa en la base. En estos ejemplos ilustrativos, formar la primera capa y la segunda capa en la base puede incluir formar una porción de la primera capa y una porción de la segunda capa en la base dentro de la cavidad. En algunos ejemplos ilustrativos, el proceso **1900** también puede calentar la primera capa y la segunda capa a una temperatura de formación antes de bajar la placa.
- Las realizaciones ilustrativas de la presente divulgación pueden describirse en el contexto del método de fabricación y servicio de aeronaves **2000** como se muestra en la **figura 20** y la aeronave **2100** como se muestra en la **figura 21**. Volviendo primero a la **figura 20**, 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, método de fabricación y servicio de aeronaves **2000** puede incluir la especificación y el diseño **2002** de la aeronave **2100** en la **figura 21** y la adquisición de material **2004**.

Durante la producción, tiene lugar la fabricación de componentes y subconjuntos **2006** y la integración del sistema **2008** de la aeronave **2100** de la **figura 21**. A partir de entonces, la aeronave **2100** de la **figura 21** puede pasar por certificación y entrega **2010** para su puesta en servicio **2012**. Mientras está en servicio **2012** por un cliente, la aeronave **2100** de la **figura 21** está programada para el mantenimiento y servicio de rutina **2014**, que puede incluir modificación, reconfiguración, renovación y otro mantenimiento o servicio.

Cada uno de los procesos del método de fabricación y servicio de aeronaves **2000** puede realizarse o llevarse a cabo por un integrador de sistemas, un tercero y/o un operador. En estos ejemplos, el operador 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 número de distribuidores, 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 21**, se representa una ilustración de un diagrama de bloques de una aeronave en la que puede implementarse una realización ilustrativa. En este ejemplo, la aeronave **2100** se produce por el método de fabricación y servicio de aeronaves **2000** de la **figura 20** y puede incluir el fuselaje **2102** con la pluralidad de sistemas **2104** y el interior **2106**. Ejemplos de los sistemas **2104** incluyen uno o más de sistema de propulsión **2108**, sistema eléctrico **2110**, sistema hidráulico **2112** y sistema ambiental **2114**. Puede incluirse cualquier número de otros sistemas. Aunque se muestra un ejemplo aeroespacial, diferentes realizaciones ilustrativas pueden aplicarse a otras 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 **2000** de la **figura 20**. Pueden usarse una o más realizaciones ilustrativas durante la fabricación de componentes y subconjuntos **2006**. Por ejemplo, la herramienta de conformación **202** puede usarse para formar la estructura compuesta **206** durante la fabricación de componentes y subconjuntos **2006**. Además, la estructura compuesta **206** formada usando la herramienta de conformación **202** también puede usarse para reemplazar una estructura compuesta durante el mantenimiento y servicio **2014**.

Las realizaciones ilustrativas proporcionan un método y un aparato para formar progresivamente material compuesto. El método y el aparato pueden producir una estructura compuesta formando progresivamente cada capa de forma individual. Una periferia de cada capa a formar solo puede tocar otras capas adyacentes después de que se haya formado la periferia.

Antes de formar una periferia de una capa, una lámina puede separar la periferia de la capa de una capa adyacente. La lámina puede estar formada por un material seleccionado para reducir la fricción entre la lámina y la capa.

Un aparato comprende una base, una placa, diversos sistemas de movimiento y diversas láminas. La base puede tener diversas cavidades. La placa puede estar asociada con una cavidad de las diversas cavidades. Los diversos sistemas de movimiento pueden estar dentro de la cavidad de las diversas cavidades. Las diversas láminas están conectadas a la placa.

Puede aplicarse un vacío en las diversas capas compuestas en el aparato y en las diversas láminas. La placa conectada a las diversas láminas puede hacerse bajar mientras que las diversas capas compuestas y las diversas láminas están en condición de vacío.

A medida que la placa baja, las diversas láminas se extraen progresivamente de entre las diversas capas compuestas. A medida que la placa baja, las diversas capas compuestas pueden formarse contra la herramienta. En algunos ejemplos ilustrativos, las capas compuestas pueden formarse en un borde de una cavidad de la herramienta. Pueden formarse características tales como curvas, orificios, pestañas u otras características deseables en las capas compuestas para formar una estructura compuesta.

La estructura compuesta puede tener una calidad deseable. La estructura compuesta puede estar sustancialmente libre de arrugas. Al formar la estructura compuesta **206** usando la herramienta de conformación **202** que incluye las diversas láminas **222** y las diversas placas **220**, puede reducirse al menos uno del tiempo de fabricación y del coste de fabricación. Por ejemplo, al formar la estructura compuesta **206** usando la herramienta de conformación **202**, pueden reducirse las tasas de reelaboración y de descarte. Al reducir la reelaboración y los descartes, puede reducirse el coste de fabricación.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de formación de compuestos que comprende:

una base (302);
una placa (306);
5 diversos sistemas de movimiento (218) que mueven una de la base (302) y de la placa (302) con respecto a la otra; y
diversas láminas (308) conectadas a la placa (306);
en el que:

10 dichas diversas láminas (308) están dispuestas para intercalarse con diversas capas compuestas (312) que deben formarse mediante el aparato; y
para extraer dichas diversas láminas (308) de entre cada una de las capas compuestas (312) cuando una de la base (302) y la placa (306) se mueven.
2. El aparato de formación de compuestos de la reivindicación 1, en el que las diversas láminas (308) están formadas por un material polimérico.
- 15 3. El aparato de formación de compuestos de la reivindicación 1 o de la reivindicación 2, en el que la base (302) tiene diversas cavidades (216), y en el que la placa (306) está asociada con una cavidad de las diversas cavidades (216).
4. El aparato de formación de compuestos de la reivindicación 3, en el que los diversos sistemas de movimiento (218) están dentro de la cavidad de las diversas cavidades (216).
- 20 5. El aparato de formación de compuestos de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la placa (306) es depresible y está asociada con los diversos sistemas de movimiento (218).
6. El aparato de formación de compuestos de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además una funda (208).
- 25 7. El aparato de formación de compuestos de la reivindicación 6, que comprende además una fuente de vacío (212) asociada con al menos una de la funda (208) o de la base (302).
8. Un método que comprende:

intercalar diversas capas compuestas (312) y porciones de diversas láminas (308); y
hacer bajar una placa (306) conectada a las diversas láminas (308);
en el que bajar dicha placa (306) extrae las porciones de las diversas láminas (308) de entre cada una de las
30 diversas capas compuestas (312).
9. El método de acuerdo con la reivindicación 8, que comprende además:
aplicar un vacío en las diversas capas compuestas (312) y en las diversas láminas (308).
10. El método de la reivindicación 9, en el que bajar la placa (306) conectada a las diversas láminas (308) se realiza mientras que las diversas capas compuestas (312) y las diversas láminas (308) están en condición de vacío.
- 35 11. El método de la reivindicación 8, 9 o 10, que comprende además:
colocar una funda (208) sobre las diversas capas compuestas (312) y las diversas láminas (308), y en el que aplicar el vacío en las diversas capas compuestas (312) y en las diversas láminas (308) comprende hacer el vacío debajo de la funda (208).
12. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, en el que bajar la placa (306) forma las diversas
40 láminas (308) contra la placa (306).
13. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 12, que comprende además:
colocar las diversas capas compuestas (312) en una base (302) que tiene una cavidad, en el que la placa (306) está asociada con la cavidad, y en el que bajar la placa (306) conectada a las diversas láminas (308) forma las diversas capas compuestas (312) en la base (302).
- 45 14. El método de la reivindicación 13, en el que formar las diversas capas compuestas (312) en la base (302) incluye formar una porción de las diversas capas compuestas (312) en la base (302) dentro de la cavidad.

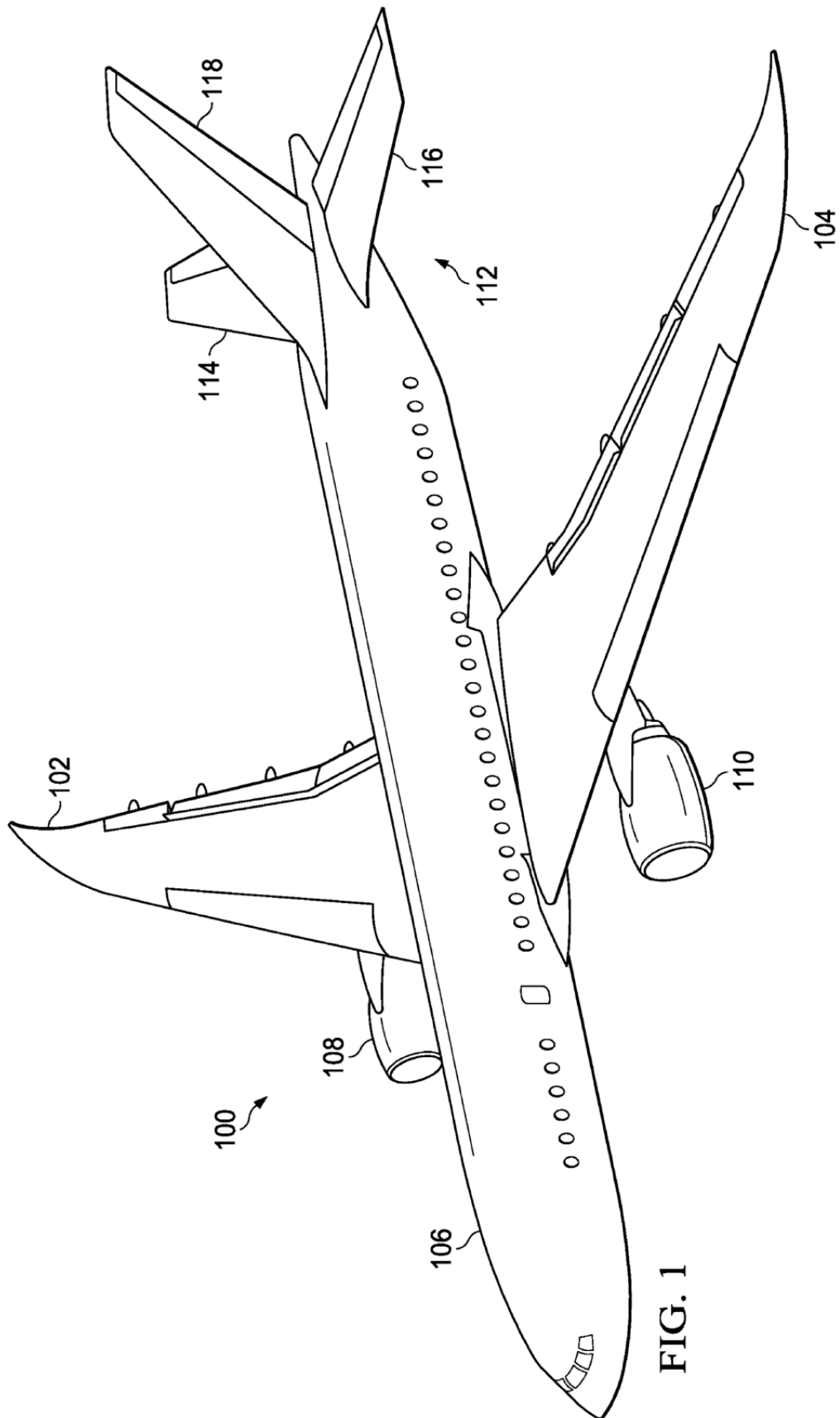
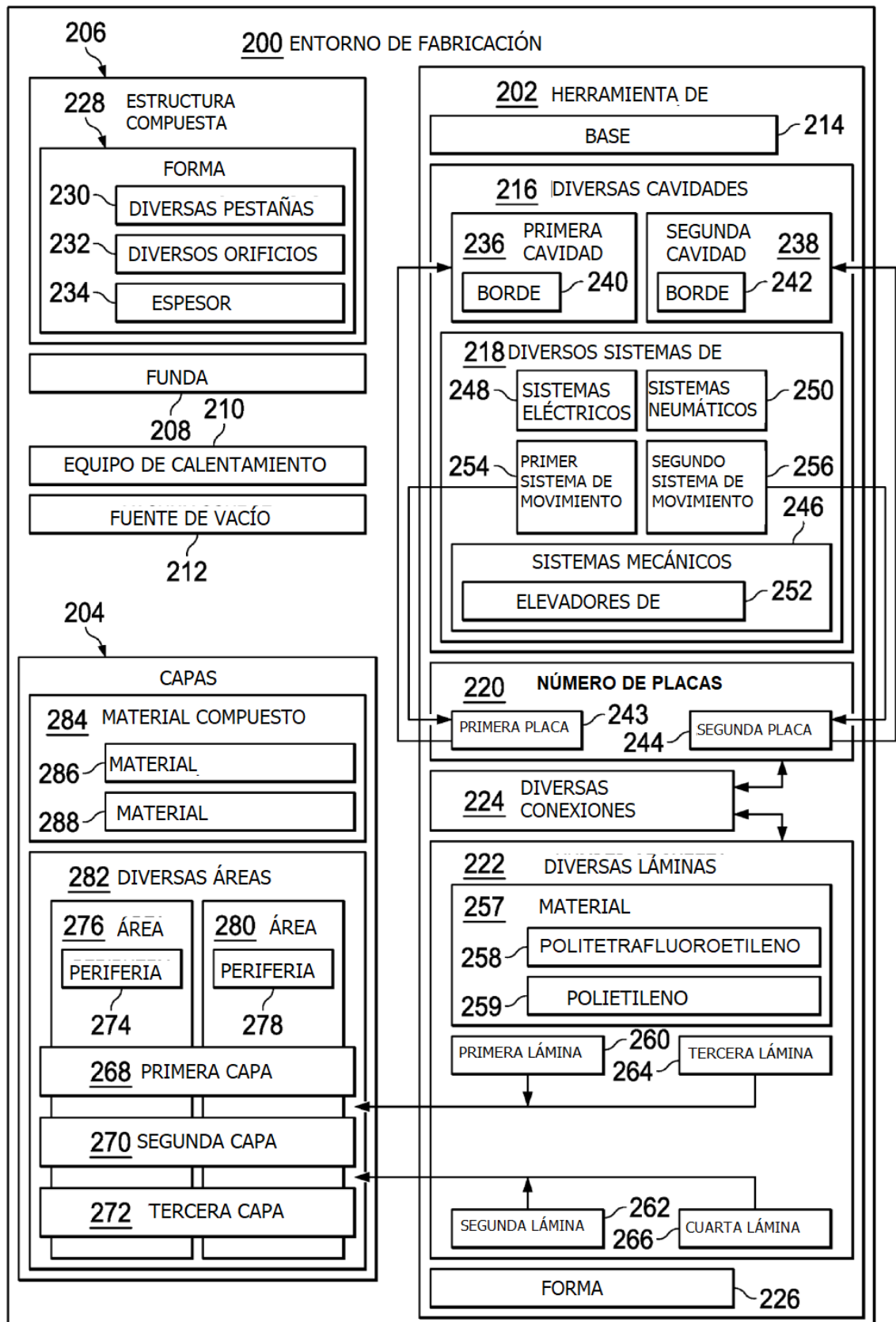


FIG. 1

FIG. 2



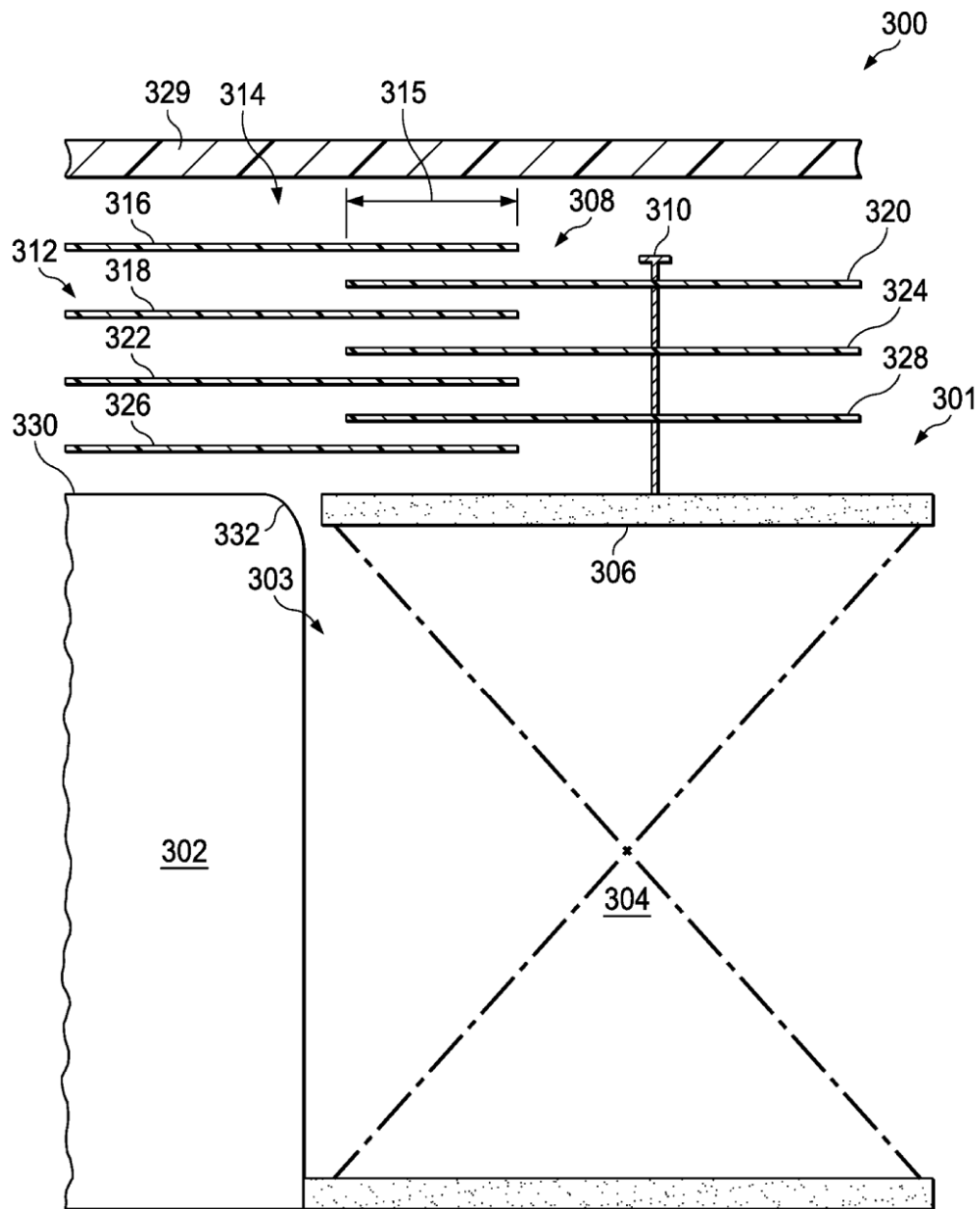


FIG. 3

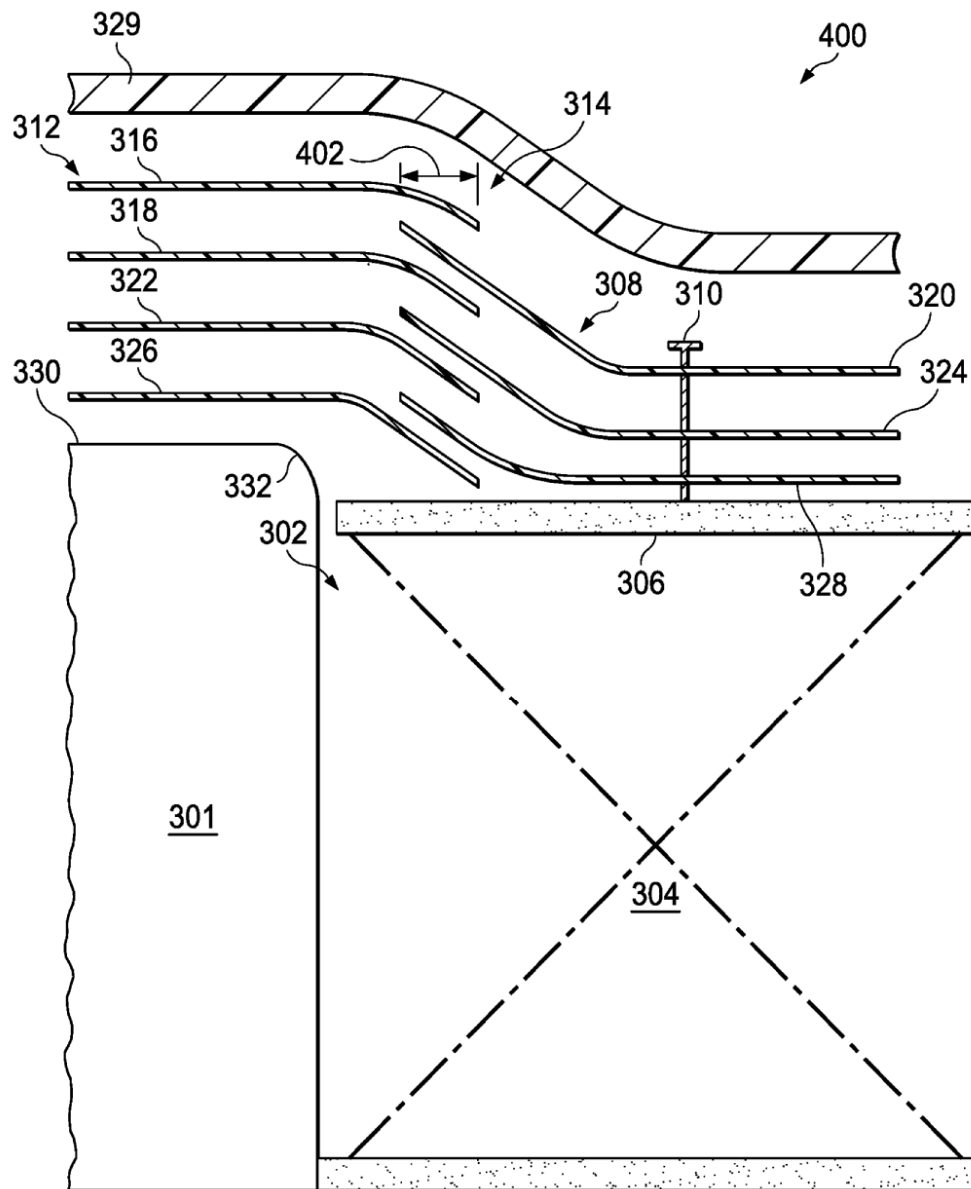


FIG. 4

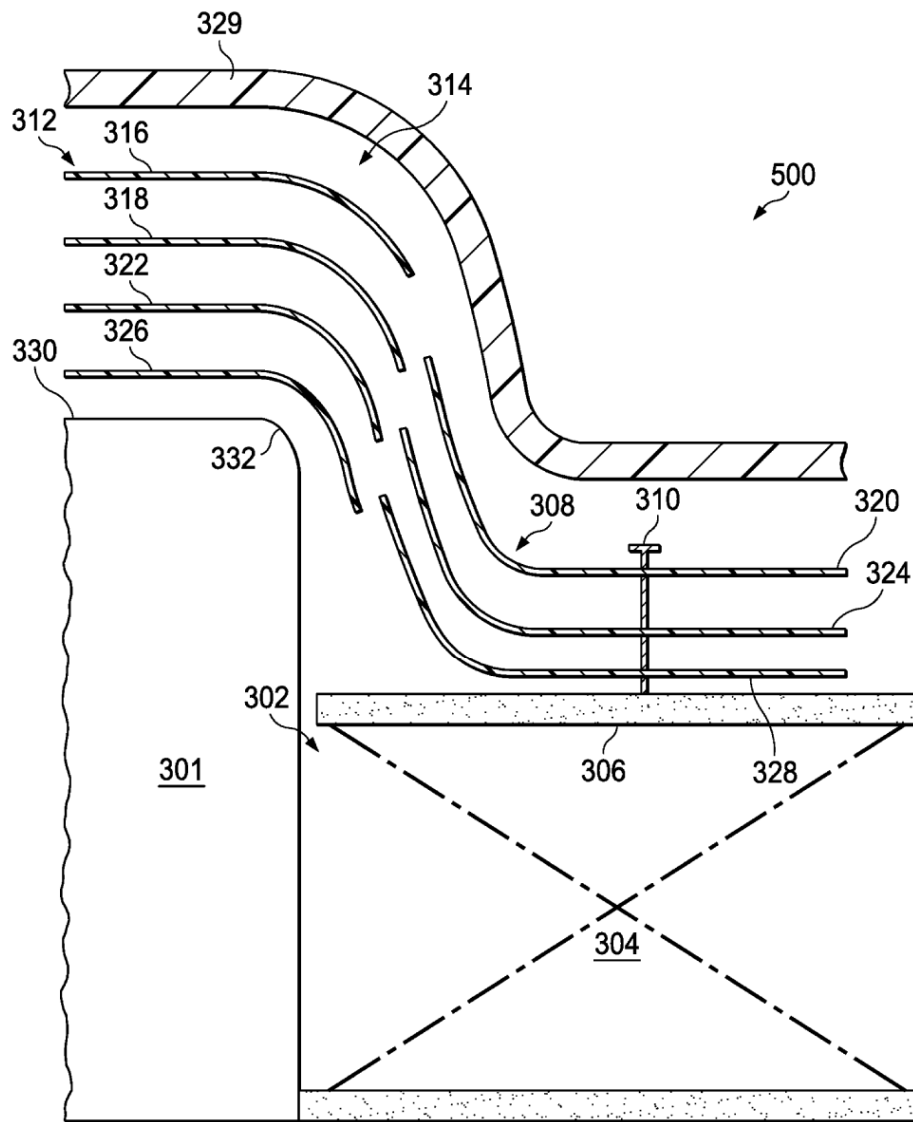


FIG. 5

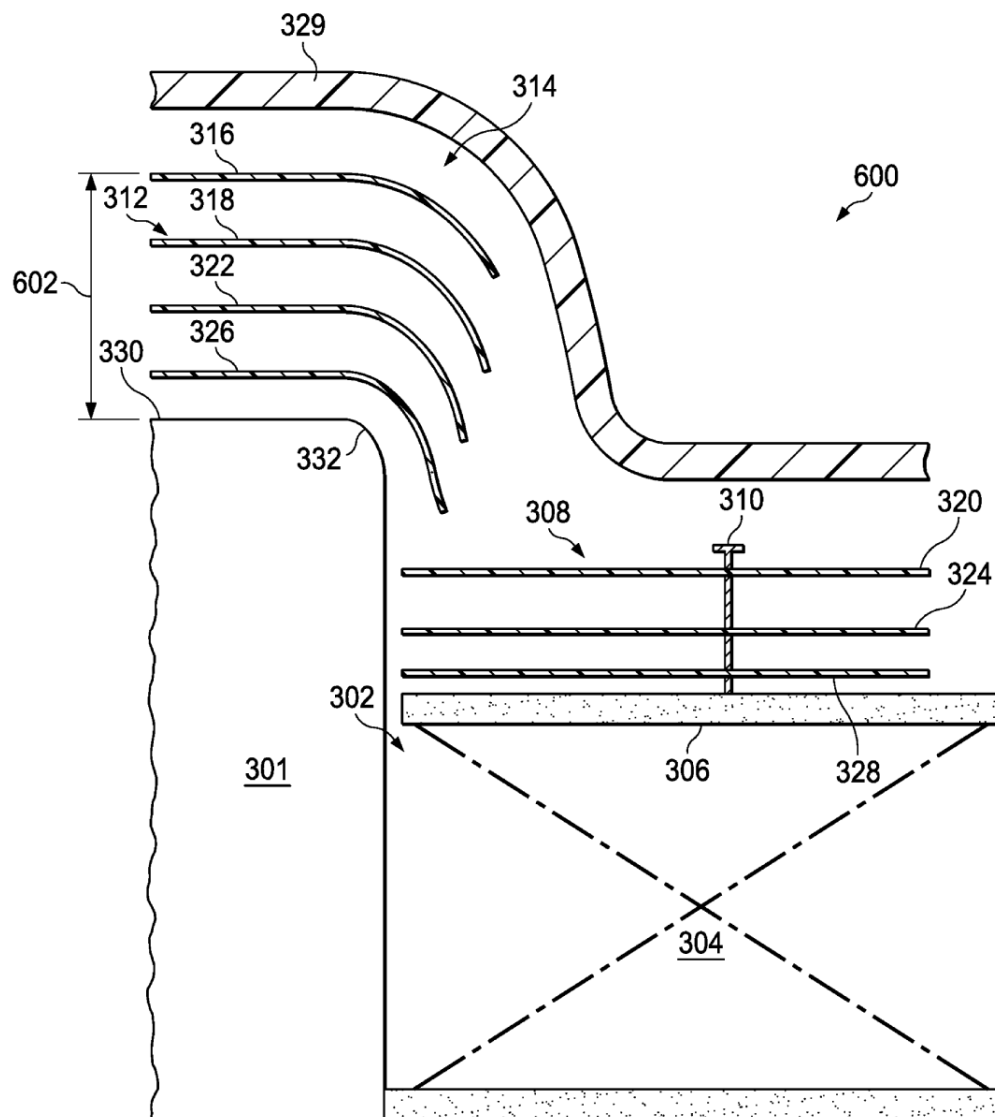


FIG. 6

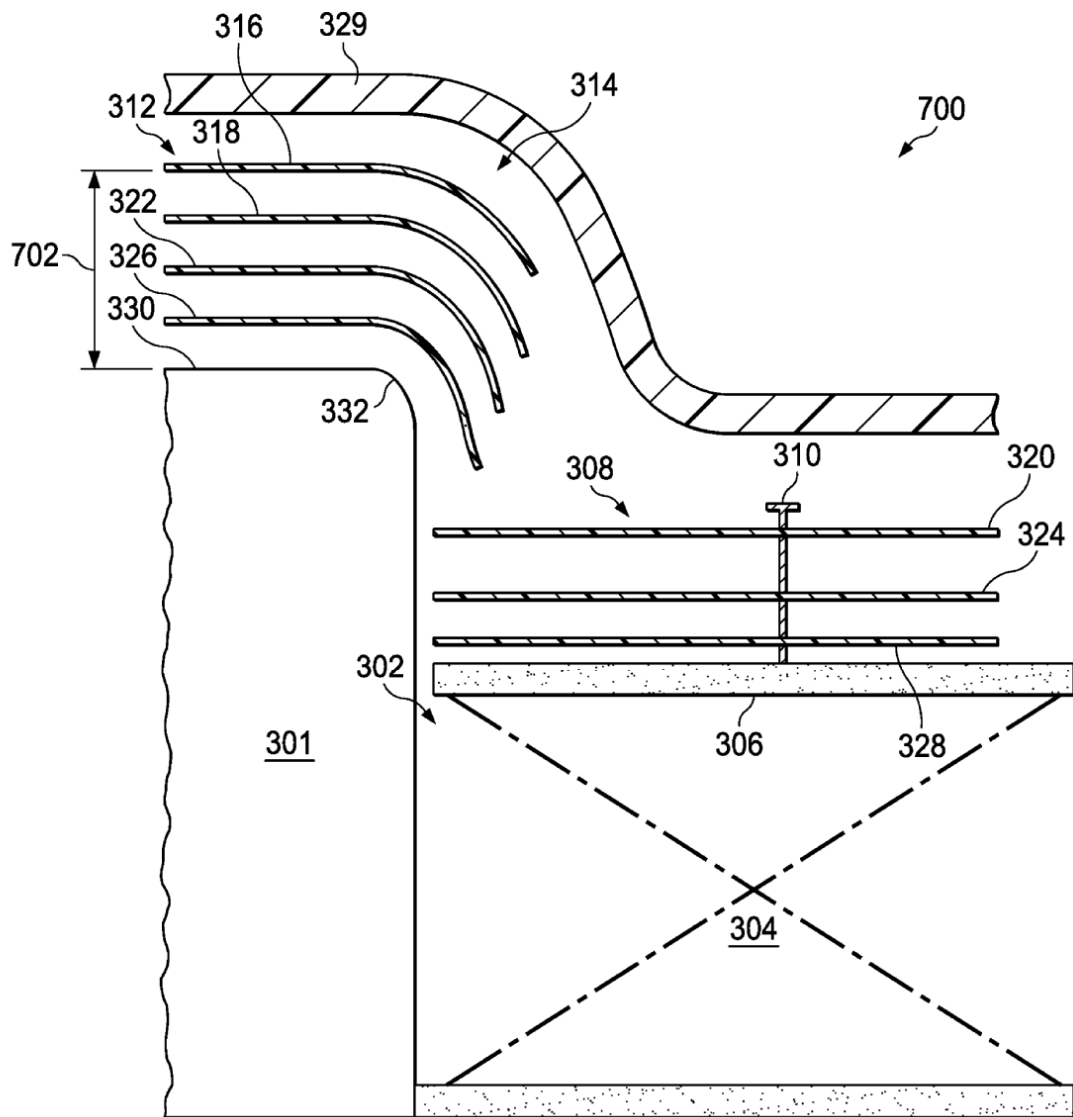


FIG. 7

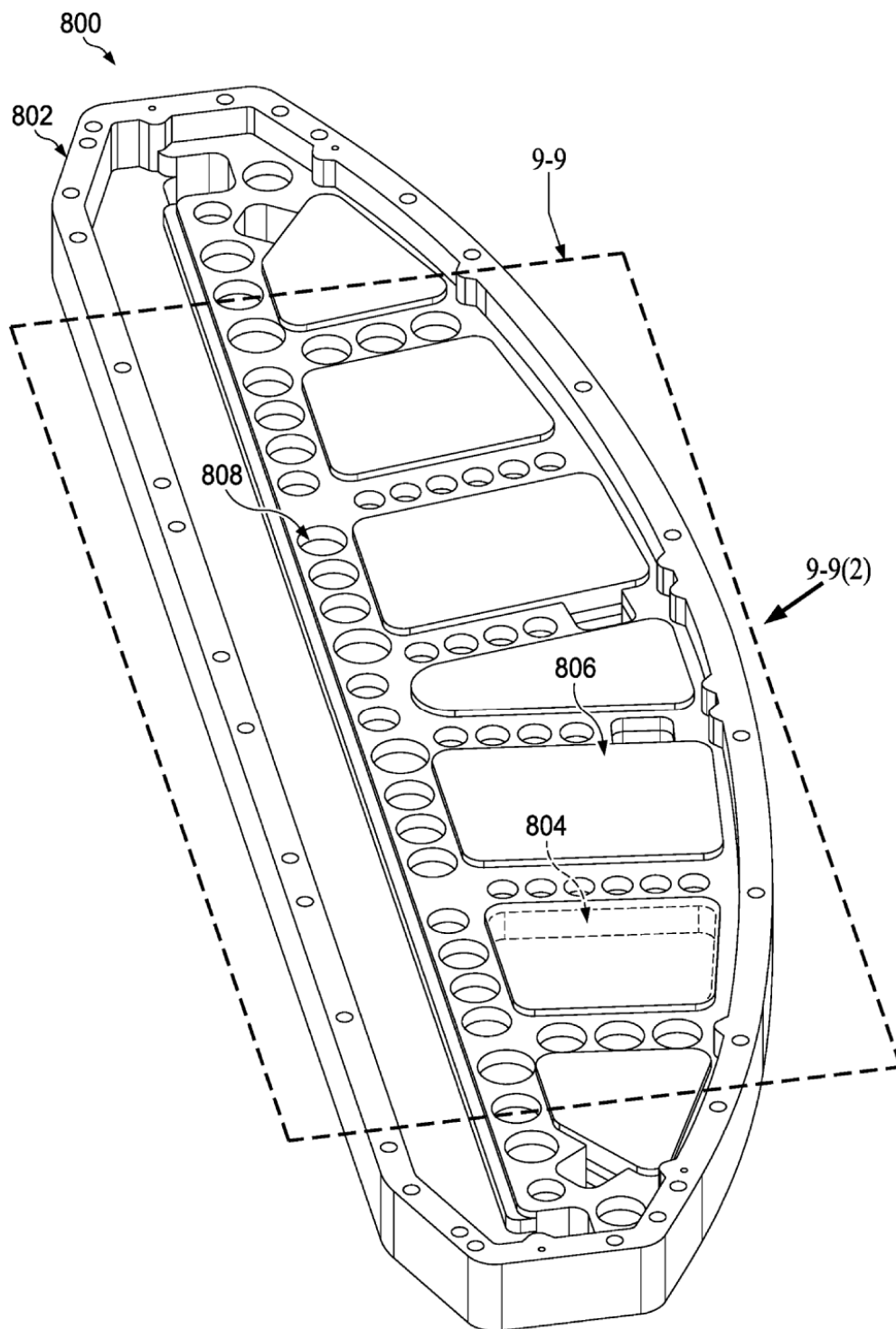


FIG. 8

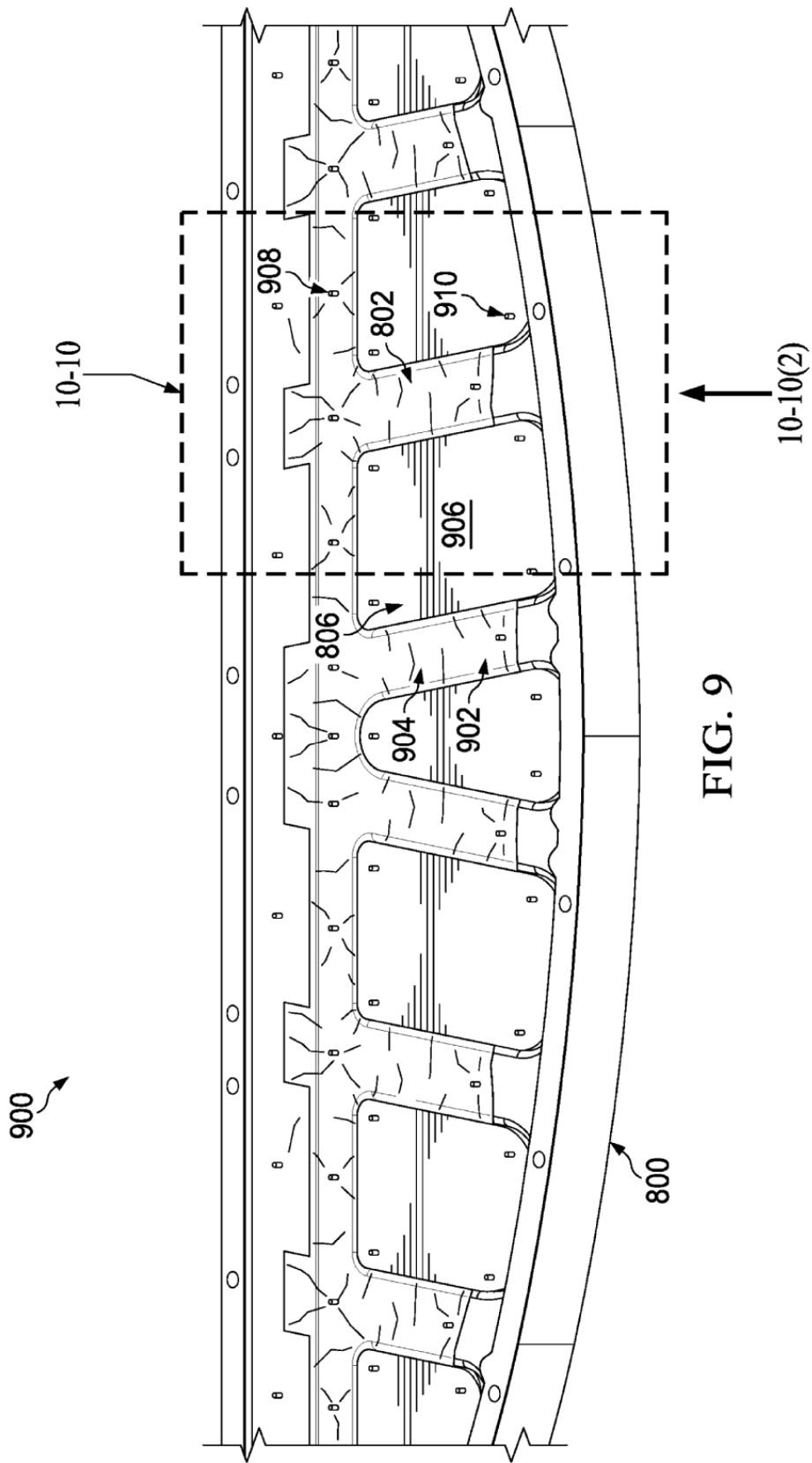
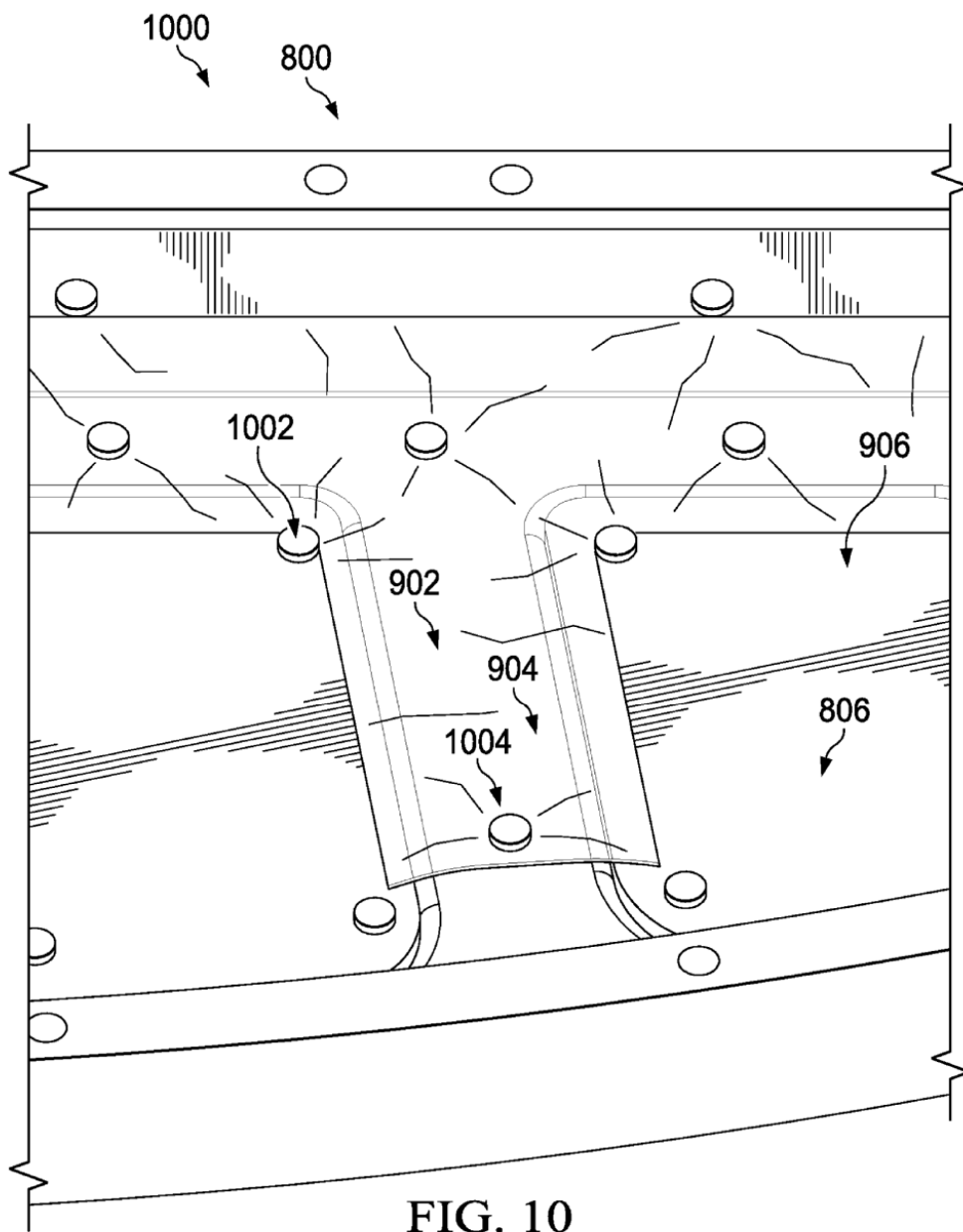


FIG. 9



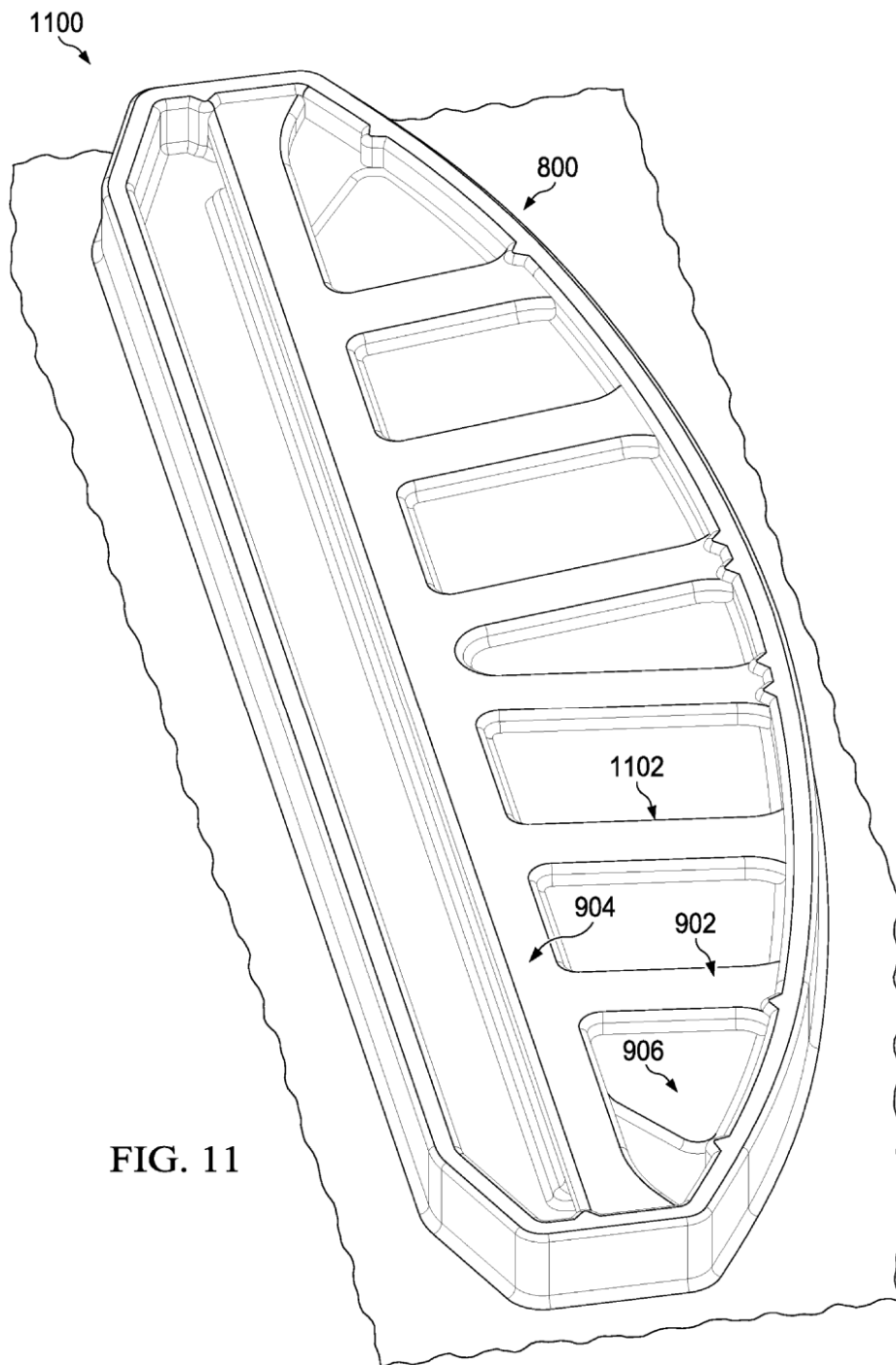


FIG. 11

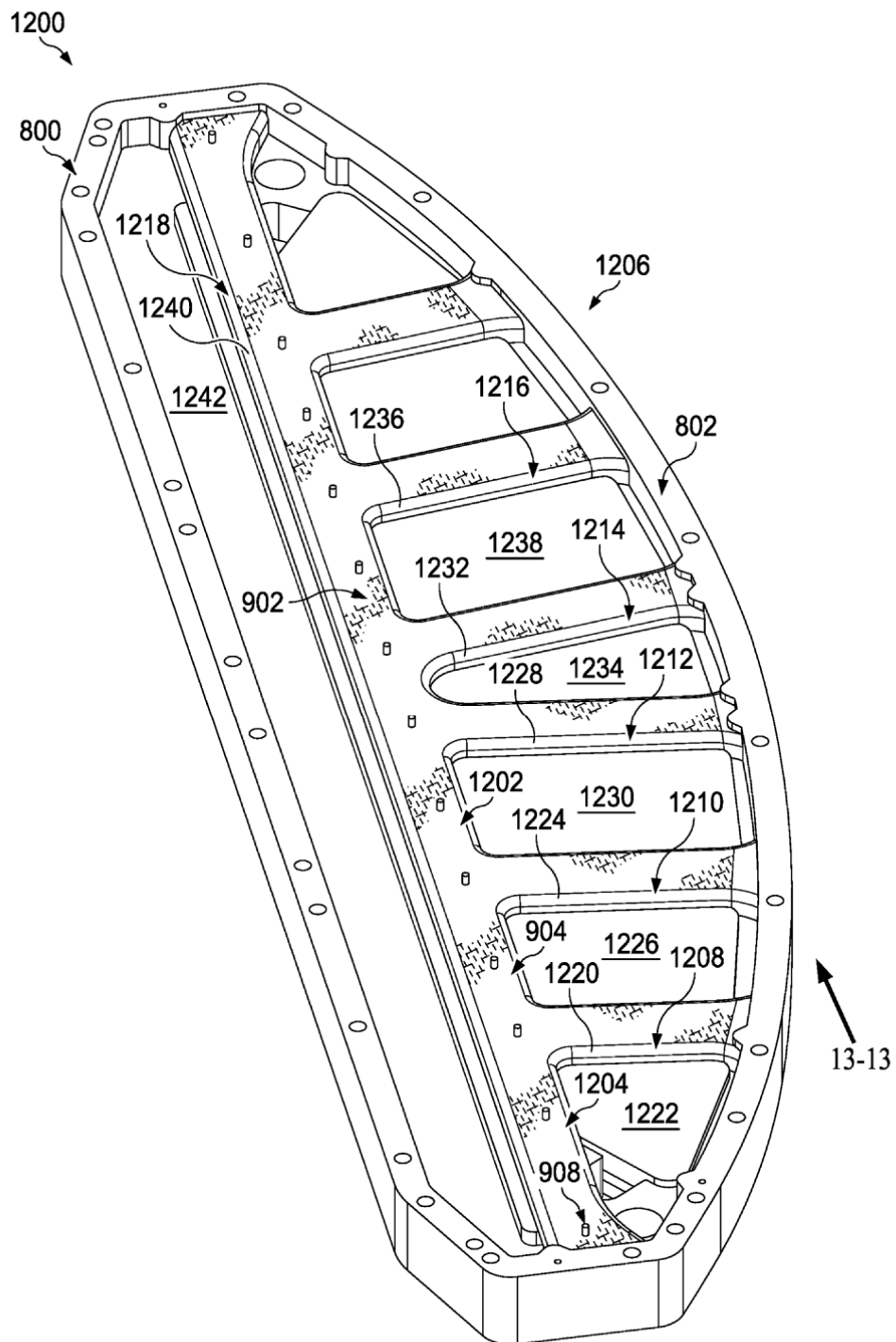
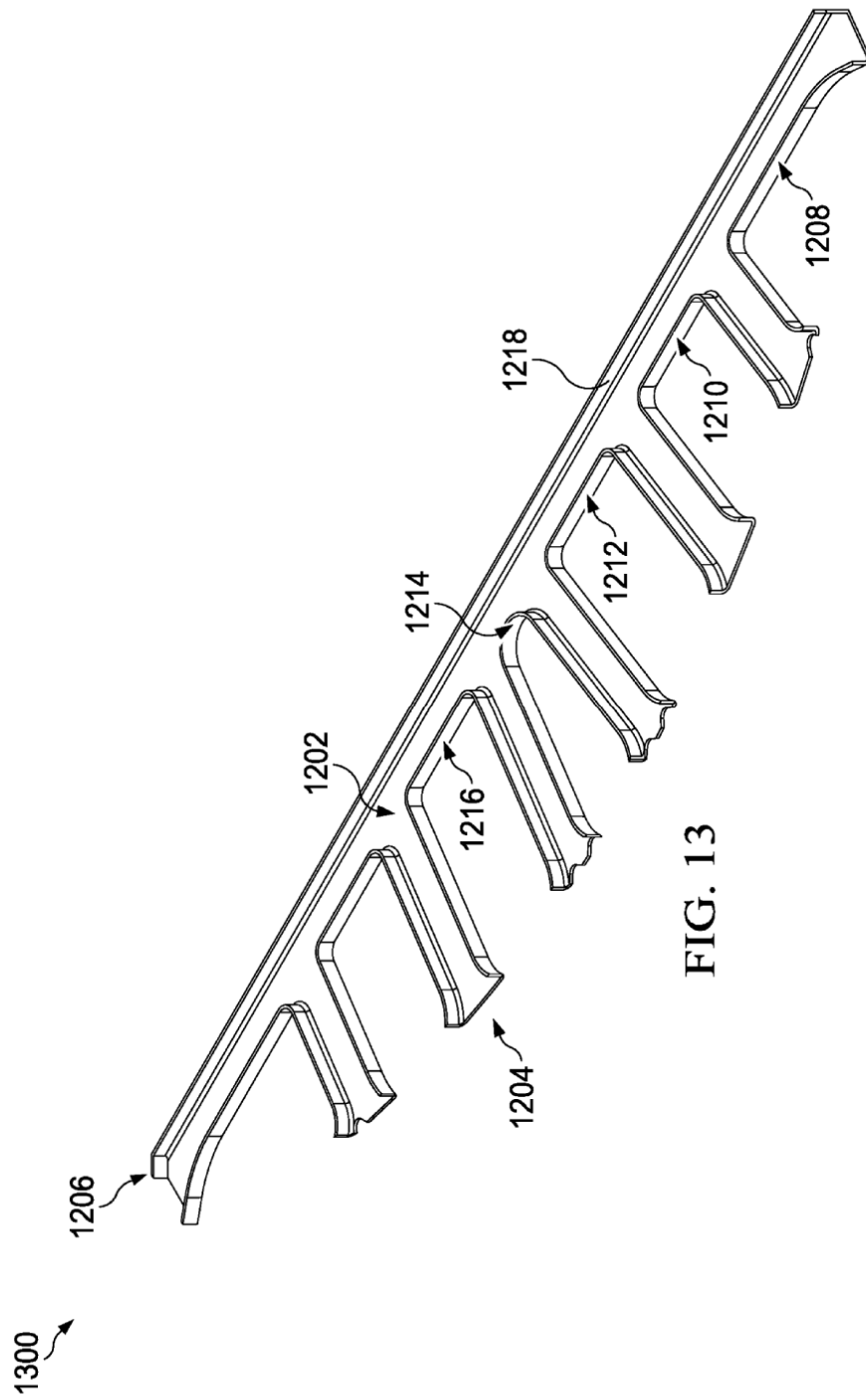


FIG. 12



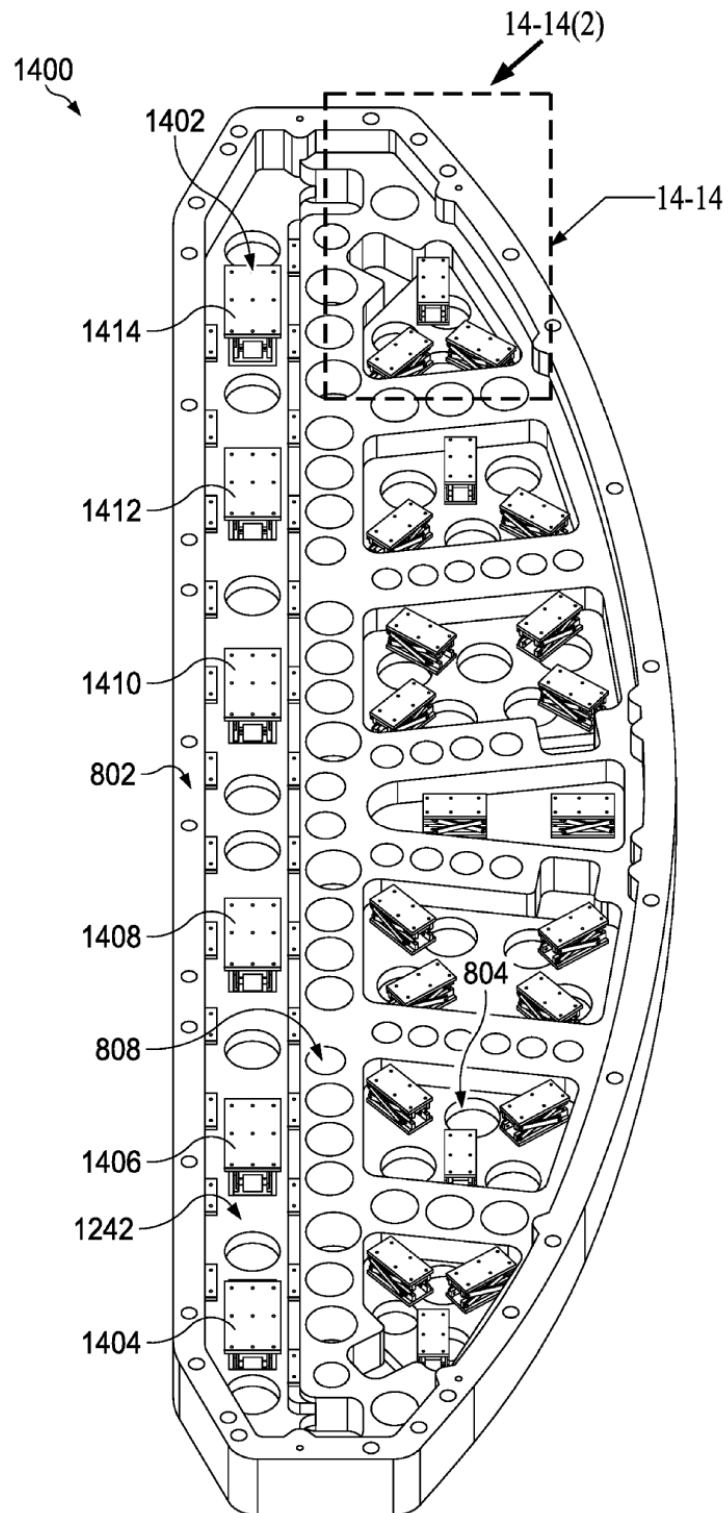


FIG. 14

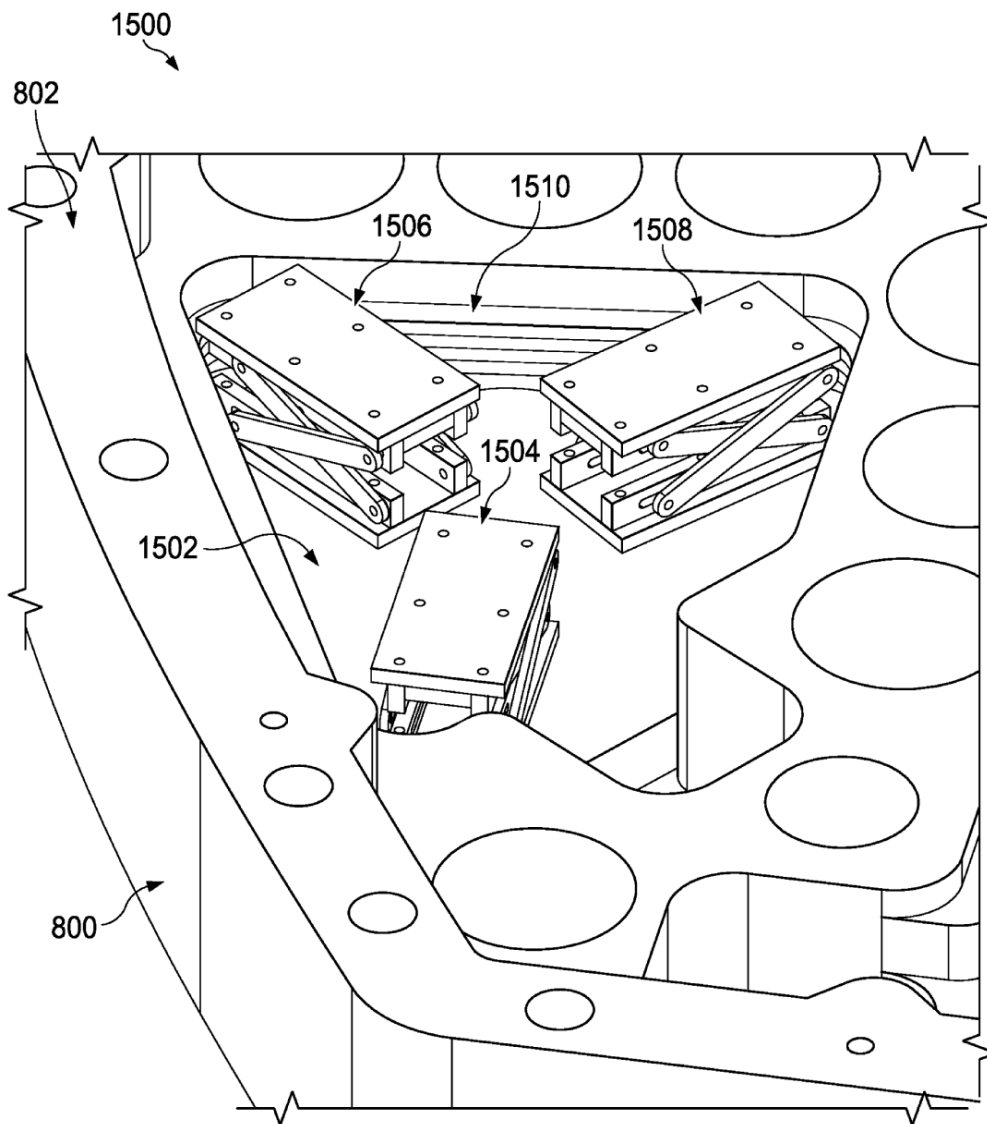
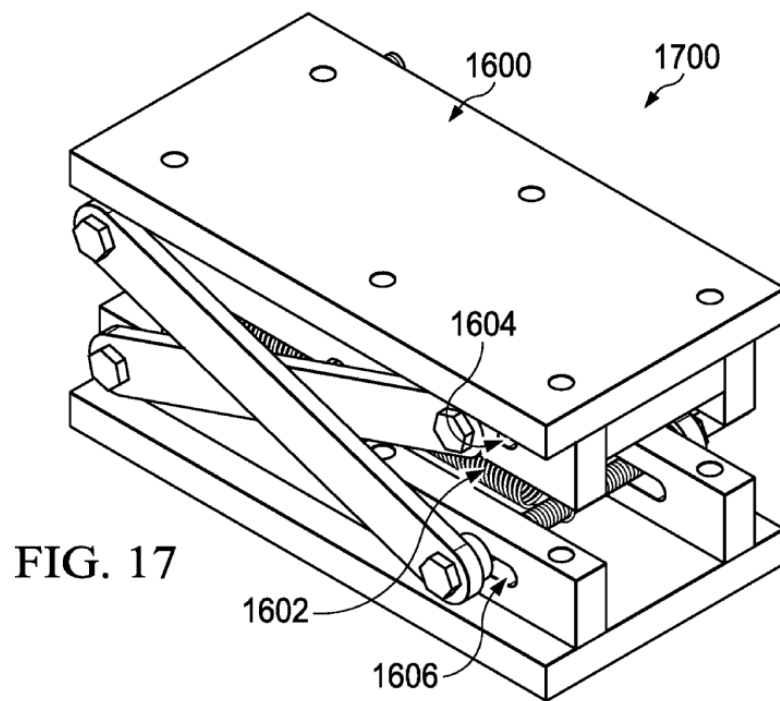
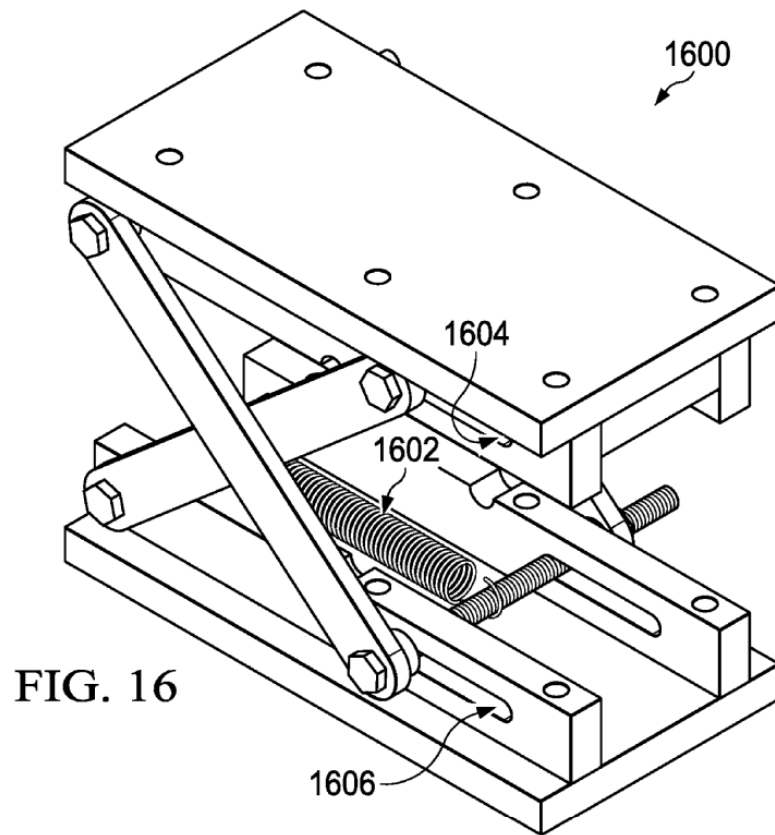


FIG. 15



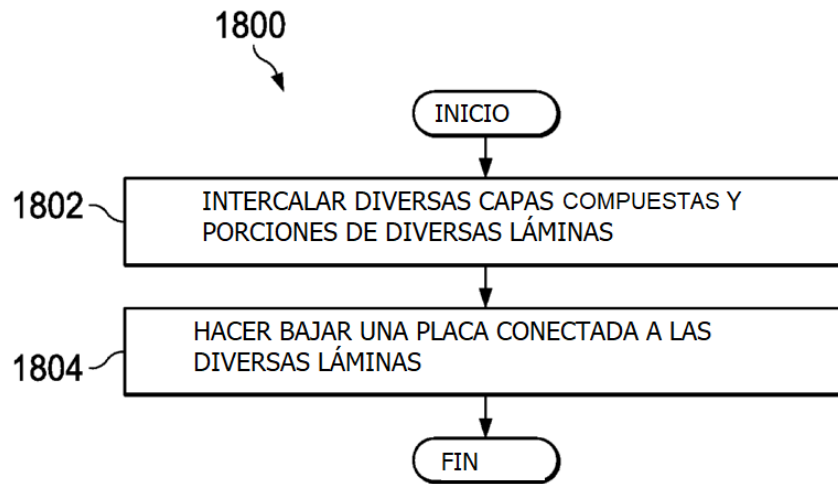


FIG. 18

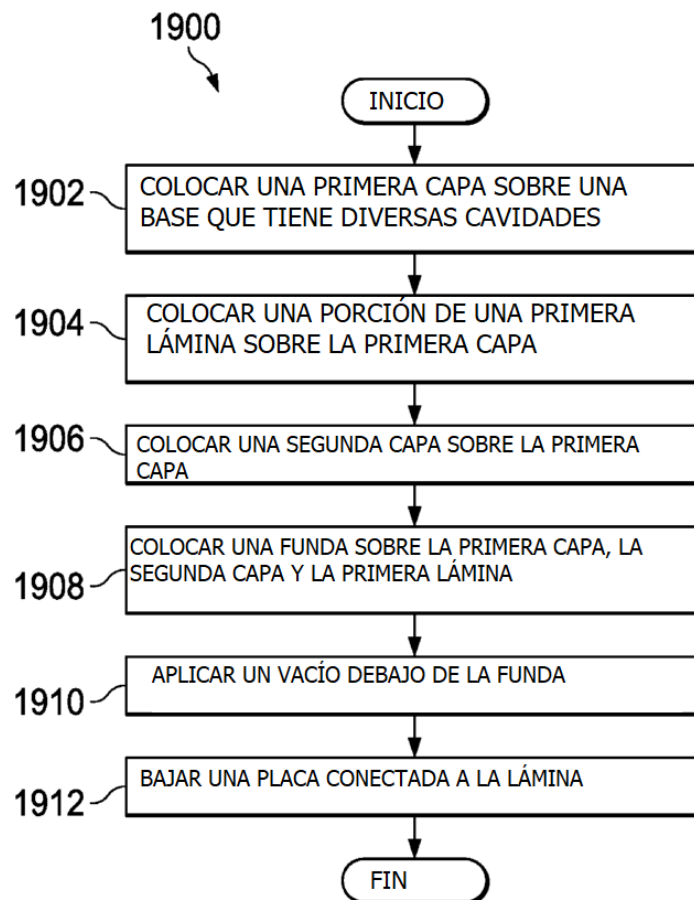


FIG. 19

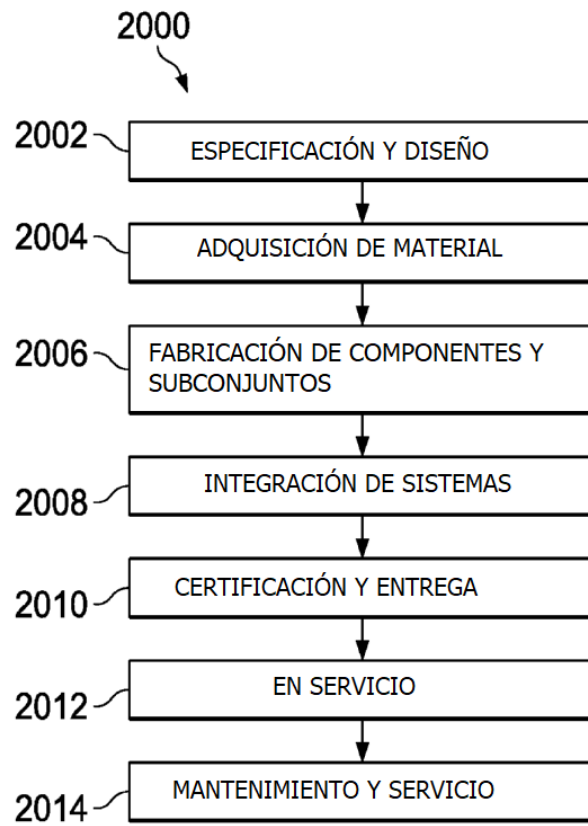


FIG. 20

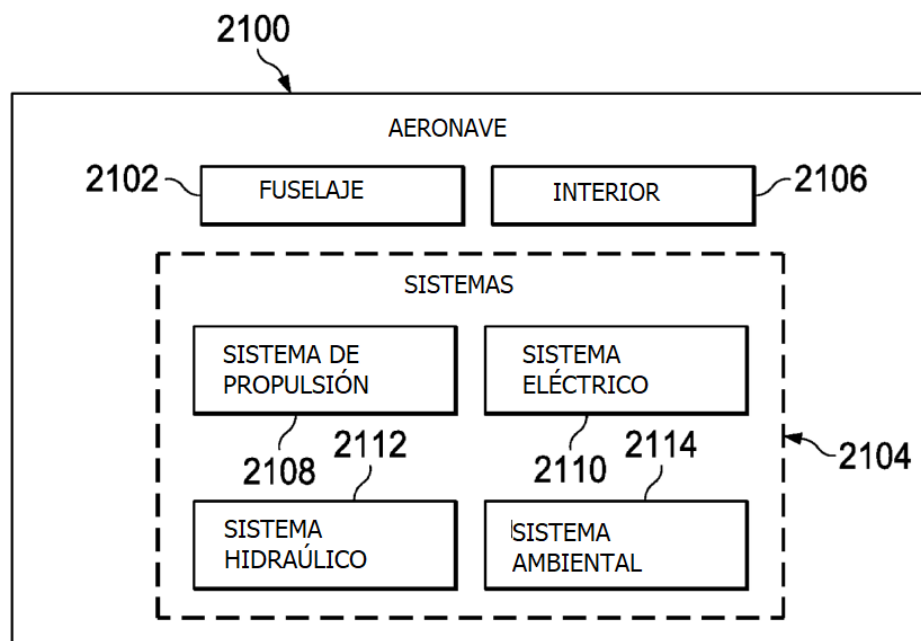


FIG. 21