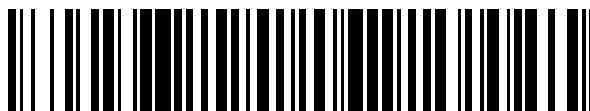


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 729 188**

51 Int. Cl.:

B29C 70/38 (2006.01)

B29C 70/44 (2006.01)

B29C 31/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.11.2014** **E 14194210 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.03.2019** **EP 3023233**

54 Título: **Dispositivos flexibles de transferencia de material, dispositivos flexibles de compactación por vacío, platos flexibles de vacío y sistemas y métodos que incluyen los mismos**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
30.10.2019

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

METSCHAN, STEPHEN;
PHILLIPS, RICHARD y
ROTTER, DANIEL

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 729 188 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

Dispositivos flexibles de transferencia de material, dispositivos flexibles de compactación por vacío, platos flexibles de vacío y sistemas y métodos que incluyen los mismos.

Campo de la invención

- 5 La presente divulgación está dirigida en general a sistemas y métodos para transferir y/o compactar una carga de material compuesto y, más particularmente, a sistemas y métodos que utilizan un sustrato flexible para transferir y/o compactar la carga de material compuesto.

Antecedentes

- 10 Históricamente, la construcción y/o el ensamblaje de una estructura compuesta sobre un mandril de deposición es un proceso en serie que implica la formación secuencial de una pluralidad de estructuras de soporte, tales como largueros y/o espaciadores, sobre una superficie del mandril de deposición, seguida de la colocación de un trozo continuo de fibras compuestas, o al menos sustancialmente continuo, alrededor de la superficie del mandril de deposición para formar un forro de estructura compuesta. Esta colocación se puede efectuar envolviendo el trozo de fibras compuestas alrededor de la superficie del mandril de deposición, por ejemplo, girando el mandril de deposición con respecto a un cabezal de deposición que dispensa el trozo de fibras compuestas y/o moviendo el cabezal de deposición con respecto al mandril de deposición.

- En general, las estructuras de soporte se forman a partir de una pluralidad de hojas, o capas, de un material compuesto, tal como un material pre-preg (es decir, preimpregnado), y cada capa de la pluralidad de capas puede aplicarse individual y/o secuencialmente sobre la superficie del mandril de deposición. Similarmente, el forro incluye típicamente una pluralidad de capas, aplicándose cada capa de la pluralidad de capas individual y/o secuencialmente sobre la superficie del mandril de deposición.

- A medida que las estructuras compuestas se vuelven más grandes y más complejas, tal como puede ser el caso de los conjuntos de barril compuestos para el fuselaje de una aeronave, el tiempo requerido para realizar los procesos en serie anteriormente descritos se vuelve significativo. Además, el costo de los mandriles de deposición para estructuras compuestas grandes y/o complejas es sustancial. Por lo tanto, existe la necesidad de dispositivos mejorados de transferencia de material, dispositivos de compactación por vacío y/o platos de vacío que puedan utilizarse para ensamblar una estructura compuesta.

- El documento WO 2007/039085 describe un método y un dispositivo para colocar al menos una capa de material sobre un molde con relieve para producir un material compuesto. Así pues, un cuerpo deformable y elásticamente reversible, con un relieve de superficie que está diseñado para corresponder al molde con relieve, es presionado contra la capa de material, como resultado de lo cual la superficie de dicho cuerpo se deforma, y la capa de material puede ser recogida.

Sumario

- 35 En un aspecto, se proporciona un dispositivo flexible de transferencia de material tal como se define en la reivindicación 1. En otro aspecto, se proporciona un dispositivo flexible de compactación por vacío tal como se define en la reivindicación 6.

En un ejemplo, se proporciona un plato flexible de vacío que comprende el dispositivo flexible de compactación por vacío.

- 40 En otro aspecto, se proporciona un conjunto rotativo de transferencia de material tal como se define en la reivindicación 9.

En otro ejemplo, se proporciona un sistema que comprende un dispositivo según uno, más de uno, o todos los aspectos anteriores. En otro ejemplo, se proporciona un método que comprende el uso de un dispositivo de acuerdo con uno, más de uno, o todos los aspectos anteriores.

- 45 En otro aspecto, se proporciona un método para ensamblar y compactar una pluralidad de hojas de material deformable tal como se define en la reivindicación 14.

Los dispositivos flexibles de transferencia de material incluyen un sustrato flexible que está configurado para efectuar selectiva y repetidamente una transición entre una conformación retraída y una conformación desplegada. El sustrato flexible define una superficie de contacto con el material que está configurada para hacer contacto con

una carga de material compuesto y para sujetarse selectiva y funcionalmente a la carga de material compuesto. El sustrato flexible define además una pluralidad de conductos de retención que están al menos parcialmente definidos por la superficie de contacto con el material y están configurados para que les sea aplicado un vacío de retención. El dispositivo flexible de transferencia de material incluye además un colector de retención que proporciona una comunicación de fluido entre la pluralidad de conductos de retención y una fuente de vacío.

En algunos ejemplos, el sustrato flexible incluye una primera pared, una segunda pared y una pluralidad de bandas alargadas que se extienden entre la primera pared y la segunda pared para definir una pluralidad de canales alargados. En algunos ejemplos, el colector de retención está definido, al menos en parte, por la pluralidad de canales alargados. En algunos ejemplos, el dispositivo flexible de transferencia de material incluye además una estructura de suspensión que está unida funcionalmente al sustrato flexible. En algunos ejemplos, la estructura de suspensión forma parte del colector de retención.

En algunos ejemplos, el dispositivo flexible de compactación por vacío incluye una pluralidad de conductos de evacuación que están definidos, al menos parcialmente, por la superficie de contacto con el material. En algunos ejemplos, el dispositivo flexible de compactación por vacío incluye una estructura de sellado que está configurada para formar un sello de fluido entre el sustrato flexible y una superficie de apoyo de un mandril de deposición que está configurado para recibir la carga de material compuesto. En algunos ejemplos, el dispositivo flexible de compactación por vacío incluye además un colector de evacuación que proporciona una comunicación de fluido entre la pluralidad de conductos de evacuación y la fuente de vacío. En algunos ejemplos, el colector de evacuación está definido, al menos en parte, por la pluralidad de canales alargados. En algunos ejemplos, la estructura de suspensión forma parte del colector de evacuación.

Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1 es un ejemplo ilustrativo y no exclusivo de una aeronave que incluye una estructura compuesta que puede formarse utilizando los sistemas y métodos de acuerdo con la presente divulgación.

La Fig. 2 es un ejemplo ilustrativo y no exclusivo de un barril de fuselaje que incluye una estructura compuesta que puede formarse utilizando los sistemas y métodos de acuerdo con la presente divulgación.

La Fig. 3 es una representación esquemática de ejemplos ilustrativos y no exclusivos de un dispositivo flexible de transferencia de material de acuerdo con la presente divulgación.

La Fig. 4 es una representación esquemática de ejemplos ilustrativos y no exclusivos de un sustrato flexible que puede utilizarse con los sistemas y métodos de acuerdo con la presente divulgación.

La Fig. 5 es un ejemplo menos esquemático, pero aún ilustrativo y no exclusivo, de un dispositivo flexible de transferencia de material de acuerdo con la presente divulgación que puede formar parte de un dispositivo flexible de compactación por vacío de acuerdo con la presente divulgación.

La Fig. 6 es una vista esquemática del dispositivo flexible de transferencia de material de la Fig. 5 en sección transversal tomada a lo largo de la línea 6-6.

La Fig. 7 es una representación esquemática de un ejemplo ilustrativo y no exclusivo de un primer flujo de proceso de acuerdo con la presente divulgación que puede utilizarse para definir una estructura compuesta.

La Fig. 8 es otra representación esquemática del primer flujo de proceso.

La Fig. 9 es otra representación esquemática del primer flujo de proceso.

La Fig. 10 es otra representación esquemática del primer flujo de proceso.

La Fig. 11 es otra representación esquemática del primer flujo de proceso.

La Fig. 12 es otra representación esquemática del primer flujo de proceso.

La Fig. 13 es una representación menos esquemática de ejemplos ilustrativos y no exclusivos de un conjunto rotativo de transferencia de material, de acuerdo con la presente divulgación, en una conformación retraída.

La Fig. 14 es una representación esquemática de ejemplos ilustrativos y no exclusivos del conjunto rotativo de transferencia de material de la Fig. 13 en una conformación desplegada.

La Fig. 15 es una vista superior esquemática del conjunto rotativo de transferencia de material de las Figs. 13-14.

La Fig. 16 es una representación esquemática de un ejemplo ilustrativo y no exclusivo de un segundo flujo de proceso de acuerdo con la presente divulgación que puede utilizarse para definir una estructura compuesta.

La Fig. 17 es otra representación esquemática del segundo flujo de proceso.

5 La Fig. 18 es otra representación esquemática del segundo flujo de proceso.

La Fig. 19 es otra representación esquemática del segundo flujo de proceso.

La Fig. 20 es otra representación esquemática del segundo flujo de proceso.

La Fig. 21 es otra representación esquemática del segundo flujo de proceso.

La Fig. 22 es otra representación esquemática del segundo flujo de proceso.

10 La Fig. 23 es una representación menos esquemática de ejemplos ilustrativos y no exclusivos de un conjunto rotativo de doble cara de transferencia de material, según la presente divulgación, en una conformación retraída.

La Fig. 24 es una representación esquemática de una porción del conjunto rotativo de doble cara de transferencia de material de la Fig. 23.

15 La Fig. 25 es un diagrama de flujo que describe métodos de acuerdo con la presente divulgación para ensamblar y compactar una estructura compuesta.

La Fig. 26 es un diagrama de flujo de producción de aeronaves y metodología de servicio.

La Fig. 27 es un diagrama de bloques de una aeronave.

Descripción

20 Las Figs. 1-24 proporcionan ejemplos ilustrativos y no exclusivos de estructuras compuestas 800, un conjunto 20 de fabricación de estructuras compuestas, dispositivos flexibles 100 de transferencia de material, dispositivos flexibles 90 de compactación por vacío, conjuntos rotativos 80 de transferencia de material y/o componentes de los mismos según la presente divulgación. Los elementos que sirven para un propósito similar, o al menos sustancialmente similar, se etiquetan con números similares en cada una de las Figs. 1-24, y estos elementos pueden no ser descritos con detalle en el presente documento con referencia a cada una de las Figs. 1-24. Del mismo modo, puede
25 que todos los elementos no estén etiquetados en cada una de las Figs. 1-24, pero los números de referencia asociados con los mismos pueden ser utilizados en el presente documento por coherencia. Los elementos, componentes y/o características que se discuten en el presente documento con referencia a una o más de las Figs. 1-24 pueden ser incluidos y/o utilizados con cualquiera de las Figs. 1-24 sin apartarse del alcance de la presente divulgación.

30 En general, los elementos que probablemente se incluirán en una realización dada (es decir, una forma particular) se ilustran en líneas continuas, mientras que los elementos que son opcionales para una realización dada se ilustran en líneas discontinuas. Sin embargo, los elementos que se muestran en líneas continuas no son esenciales para todas las realizaciones, y un elemento que se muestre en líneas continuas puede omitirse de una realización particular sin apartarse del alcance de la presente divulgación.

35 La Figura 1 es un ejemplo ilustrativo y no exclusivo de una aeronave 700 que incluye una estructura compuesta 800 que puede formarse usando los sistemas y métodos de acuerdo con la presente divulgación, y la Figura 2 es un ejemplo ilustrativo y no exclusivo de un barril 730 de fuselaje que puede formar una porción de la aeronave 700 e incluye la estructura compuesta 800. La aeronave 700 y/o la estructura compuesta 800 de la misma pueden incluir una pluralidad de segmentos 790 de revestimiento que pueden formar, cubrir, y/o ser una superficie exterior de
40 cualquier porción adecuada de la aeronave 700. Tal como se ilustra más claramente en la Figura 2, la aeronave 700 también puede incluir una pluralidad de largueros 770 que, junto con una pluralidad de bastidores 780, puede soportar una superficie interior 792 de segmentos 790 de revestimiento. Una pluralidad de rellenos 760 puede extenderse entre los bastidores 780 y la superficie interior 792 y puede formar una porción de la estructura compuesta 800.

45 Está dentro del alcance de la presente divulgación que cualquier porción adecuada de la aeronave 700 puede ser una estructura compuesta 800 y/o estar formada a partir de la misma. Como ejemplos ilustrativos, la estructura

compuesta 800 puede formar, o formar una parte de, una aerestructura 710, un fuselaje 720, un barril 730 de fuselaje, un ala 740 y/o un estabilizador 750 de la aeronave 700.

La Fig. 3 es una representación esquemática de ejemplos ilustrativos y no exclusivos de un dispositivo flexible 100 de transferencia de material, de acuerdo con la presente divulgación, que puede formar parte de y/o estar incluido en un conjunto 20 de fabricación de estructuras compuestas, un conjunto rotativo 80 de transferencia de material, y/o un dispositivo flexible 90 de compactación por vacío de acuerdo con la presente divulgación. En la Solicitud de Patente Estadounidense N.º 13/693.887, presentada el 4 de diciembre de 2012, se describen ejemplos ilustrativos y no exclusivos de conjuntos 20 de fabricación de estructuras compuestas que pueden incluir y/o utilizar el conjunto rotativo 80 de transferencia de material, el dispositivo flexible 90 de compactación por vacío y/o el dispositivo flexible 100 de transferencia de material.

Tal como se explica con más detalle en el presente documento, el dispositivo flexible 100 de transferencia de material puede ser configurado para unirse selectivamente y funcionalmente a una carga 810 de material compuesto para permitir y/o facilitar la transferencia, o traslación, de la carga 810 de material compuesto. Se entenderá que una "carga" de material compuesto es, por ejemplo, una cantidad, una masa y/o un parche de material compuesto. Puede comprender una o una pluralidad de hojas de material compuesto. Por ejemplo, la carga puede ser una "deposición" que comprende una pluralidad de hojas no curadas de material compuesto preimpregnado depositadas una con relación a otra para su uso en la formación de una porción de una estructura compuesta. El dispositivo flexible 100 de transferencia de material, al que también se puede referir el presente documento como dispositivo 100 y/o como dispositivo 100 de transferencia de material, incluye un sustrato flexible 110 y un colector 140 de retención. El dispositivo 100 de transferencia de material y/o el sustrato flexible 110 del mismo definen una superficie 114 de contacto con el material, que está configurada para entrar en contacto con la carga 810 de material compuesto y que también puede definir una superficie posterior 116 que puede ser opuesta a la superficie 114 de contacto con el material. El sustrato flexible 110 se selecciona o configura para que selectiva y repetidamente efectúe una transición entre una conformación retraída 104 (según se ilustra en la Fig. 3), en la que el sustrato flexible puede estar plano, o al menos sustancialmente plano, y una conformación desplegada 108 (según se ilustra en la Fig. 7), en la que el sustrato flexible puede no estar plano. Se entenderá que "conformación" se usa en el presente documento en relación con un componente para referirse a la forma de ese componente.

Además, el sustrato flexible 110 define una pluralidad de conductos 126 de retención, que está al menos parcialmente definida por la superficie 114 de contacto con el material, y el colector 140 de retención puede construirse y/o configurarse para proporcionar una comunicación de fluido entre los conductos 126 de retención y una fuente 150 de vacío para generar selectivamente un vacío de retención dentro de los conductos 126 de retención. Cuando se aplica el vacío de retención a los conductos 126 de retención y la carga 810 de material compuesto es recibida en la superficie 114 de contacto con el material, el dispositivo 100 puede estar configurado para retener la carga 810 de material compuesto sobre la superficie 114 de contacto con el material (tal como a través de una fuerza de presión que puede generarse a través de la carga 810 de material compuesto debido a la aplicación del vacío de retención a los conductos 126 de retención. Por el contrario, y cuando no se aplica el vacío de retención a los conductos 126 de retención (o cuando se aplica un gas a presión a los conductos 126 de retención), el dispositivo 100 puede no estar configurado para retener la carga 810 de material compuesto sobre la superficie 114 de contacto con el material y/o puede estar configurado para liberar la carga 810 de material compuesto de la superficie 114 de contacto con el material.

Tal como se ilustra por líneas discontinuas en la Fig. 3, el dispositivo 100 también puede incluir un material intermedio 220 que puede ubicarse entre al menos una parte del dispositivo 100 y/o de su sustrato flexible 110 y la carga 810 de material compuesto. El material intermedio 220, cuando está presente, puede incluir una o más perforaciones que pueden permitir la transferencia del vacío de evacuación y/o del vacío de retención a través de las mismas. Por ejemplo, el material intermedio puede ser una película perforada de poliolefina, tal como polietileno o polipropileno. Otros ejemplos ilustrativos y no exclusivos del material intermedio 220 incluyen un material 222 modificador de la fricción (que puede seleccionarse para modificar el coeficiente de fricción entre el sustrato flexible 110 y la carga 810 de material compuesto),

Según se ilustra también por líneas discontinuas en la Fig. 3, el dispositivo 100 puede incluir también una estructura 160 de suspensión que puede unirse funcionalmente a cualquier porción adecuada del dispositivo 100, tal como al sustrato flexible 110 y/o a la superficie posterior 116 del mismo. Tal como se describe con más detalle en el presente documento, la estructura 160 de suspensión se puede utilizar como un punto de elevación y/o suspensión para levantar, suspender, mover y/o trasladar de otro modo el dispositivo 100.

El dispositivo flexible 90 de compactación por vacío puede incluir un dispositivo flexible 100 de transferencia de material y, tal como se explica con más detalle en el presente documento, puede configurarse para compactar la carga 810 de material compuesto sobre una superficie 202 de apoyo de un mandril 200 de deposición. La compactación por vacío puede incluir posicionar funcionalmente el dispositivo flexible de compactación por vacío, en relación con la superficie 202 de apoyo, para definir un volumen encerrado que también incluye, o contiene, la carga 810 de material compuesto y disminuir la presión dentro del volumen encerrado para compactar por vacío la carga

810 de material compuesto. En la Solicitud de Patente Estadounidense N.º 13/769.022, presentada el 15 de febrero de 2013, se describen ejemplos ilustrativos y no exclusivos de los dispositivos de compactación por vacío, así como de sus componentes.

Tal como se ilustra por líneas discontinuas en la Fig. 3, el dispositivo flexible 90 de compactación por vacío, que también puede denominarse dispositivo 90 en el presente documento, puede incluir una pluralidad de conductos 122 de evacuación que está definida, al menos parcialmente, por el sustrato flexible 110 y/o por la superficie 114, de contacto con el material, del mismo. El dispositivo 90 incluye además una estructura 170 de sellado que está configurada para formar un sellado al fluido entre la superficie 202 de apoyo y el sustrato flexible 110 cuando el dispositivo 90 está situado sobre la superficie 202 de apoyo y la estructura 170 de sellado está comprimida entre la superficie 202 de apoyo y el sustrato flexible 110. El dispositivo 90 también incluye un colector 144 de evacuación que proporciona comunicación de fluido entre los conductos 122 de evacuación y la fuente 150 de vacío (u otra fuente 150 de vacío que puede ser independiente de la fuente 150 de vacío que se utiliza para aplicar el vacío de retención a los conductos 126 de retención). Así pues, la fuente 150 de vacío puede estar configurada para aplicar selectivamente un vacío de evacuación a los conductos 122 de evacuación y/o al volumen encerrado que pueda estar en comunicación de fluido con los mismos.

El conjunto rotativo 80 de transferencia de material incluye un plato 82 de vacío que puede incluir y/o estar definido por el dispositivo 90 de compactación por vacío y/o por el dispositivo flexible 100 de transferencia de material. Tal como se describe con más detalle en el presente documento, el conjunto rotativo 80 de transferencia de material puede configurarse para que efectúe una transición selectiva del plato 82 de vacío entre una orientación de carga, en la que el plato 82 de vacío está orientado para recibir la carga 810 de material compuesto sobre la superficie 114 de contacto con el material, y una orientación de aplicación, en la que el plato 82 de vacío está orientado para colocar la carga 810 de material compuesto sobre la superficie 202 de apoyo.

Tal como se ilustra con líneas discontinuas en la Fig. 3, el conjunto rotativo 80 de transferencia de material puede incluir una estructura 180 de regulación de conformación que está configurada para regular, o controlar, el contorno superficial del sustrato flexible 110 (o su superficie 114 de contacto con el material). Esto puede incluir regular la transición del sustrato flexible 110 entre la conformación retraída 104 y la conformación desplegada 108 y/o regular la forma del contorno superficial cuando el sustrato flexible 110 está en la conformación retraída 104 y/o en la conformación desplegada 108. Tal como se ilustra con discontinuas en la Fig. 3, el conjunto rotativo 80 de transferencia de material también puede incluir un mecanismo 184 de regulación de orientación que está configurado para efectuar una transición selectiva del plato 82 de vacío entre la orientación de carga y la orientación de aplicación.

Además, el conjunto rotativo 80 de transferencia de material (o su estructura 180 de regulación de conformación) puede incluir también una viga 190, que también se puede denominar en el presente documento viga 190 rígida, o al menos sustancialmente rígida, y/o viga central 190 de soporte. La viga 190 puede estar funcionalmente unida a la estructura 180 de regulación de conformación y/o puede formar parte de la misma. Está dentro del alcance de la presente divulgación que la viga 190 y/o la estructura 180 de regulación de conformación puedan ser estructuras tubulares que puedan definir un volumen interno o encerrado. Además, también está dentro del alcance de la presente divulgación que este volumen interno, o encerrado, pueda estar en comunicación de fluido con el primer volumen interno 163 y/o el segundo volumen interno 165 de la estructura 160 de suspensión. Así pues, la viga 190 y/o la estructura 180 de regulación de conformación pueden formar y/o definir una porción del colector 140 de retención y/o del colector 144 de evacuación. Tal como se ilustra también por líneas discontinuas en la Fig. 3, el conjunto rotativo 80 de transferencia de material también puede incluir y/o estar funcionalmente unido a un mecanismo 192 de traslación que está configurado para trasladar el plato 82 de vacío con respecto a la superficie 202 de apoyo.

El sustrato flexible 110 puede incluir cualquier estructura adecuada que pueda definir al menos la superficie 114 de contacto con el material y los conductos 126 de retención, y puede formarse a partir de, y/o incluir, cualquier material adecuado. Como ejemplos ilustrativos y no exclusivos, el sustrato flexible 110 puede formarse a partir de, y/o puede incluir, un material flexible y/o un material resiliente. Como ejemplos adicionales, no exclusivos, el sustrato flexible 110 se puede formar a partir de un material polimérico, un material de policarbonato, un plástico, un poliéster, un metal y/o aluminio.

Según se ha descrito, el sustrato flexible 110 se selecciona y/o configura para efectuar repetidamente una transición entre la conformación retraída 104 y la conformación desplegada 108. Además, y según se ha descrito también, la conformación retraída 104 puede definir una conformación plana, o al menos sustancialmente plana, para el sustrato flexible 110 y/o para la superficie 114 de contacto con el material y/o la superficie posterior 116 del mismo.

Por el contrario, la conformación desplegada 108 define una conformación no plana, curvada y/o arqueada para el sustrato flexible 110 y/o para la superficie 114 de contacto con el material y/o la superficie posterior 116 del mismo (tal como se ilustra en la Fig. 7). Por lo tanto, el sustrato flexible 110 se estirará, comprimirá y/o deformará cuando efectúe la transición entre la conformación retraída 104 y la conformación desplegada 108. La conformación retraída

104 también se puede denominar en el presente documento conformación plana 104 y/o conformación no deformada 104, y la conformación desplegada 108 también puede ser denominada en el presente documento conformación no plana 108 y/o conformación deformada 108.

Tal como se explica con más detalle en el presente documento, la carga 810 de material compuesto puede colocarse sobre el sustrato flexible 110 cuando el sustrato flexible 110 se encuentra en la conformación retraída 104. En estas condiciones, el sustrato flexible 110 puede estar configurado para mantener en tensión la carga 810 de material compuesto al menos en una dirección paralela a la superficie 114 de contacto con el material durante, y/o después de, la transición entre la conformación retraída 104 y la conformación desplegada 108. Esta tensión puede permitir, o facilitar, la deformación de la carga 810 de material compuesto sin daños ni arrugas de la carga 810 de material compuesto, lo que reduce defectos potenciales dentro de una estructura compuesta que pueda formarse a partir de la carga 810 de material compuesto.

Con el fin de mantener la carga 810 de material compuesto en tensión durante la transición entre la conformación retraída 104 y la conformación desplegada 108, la superficie 114 de contacto con el material puede definir un contorno superficial convexo cuando el sustrato flexible 110 está en la conformación desplegada 108. Adicional o alternativamente, un radio de curvatura definido por la superficie posterior 116 puede ser menor que un radio de curvatura definido por la superficie 114 de contacto con el material, que puede ser menor o igual que un radio de curvatura que puede definir la carga 810 de material compuesto cuando el sustrato flexible 110 se encuentra en la conformación desplegada 108 y la carga 810 de material compuesto está colocada sobre el mismo. Además, y como también se explica con más detalle en el presente documento, el radio de curvatura definido por la carga 810 de material compuesto puede ser menor que un radio de curvatura definido por la superficie 202 de apoyo cuando el sustrato flexible 110 se encuentra en la conformación desplegada 108 y la carga 810 de material compuesto está colocada sobre el mismo. Esto puede permitir la colocación posterior de la carga 810 de material compuesto sobre la superficie 202 de apoyo sin arrugar la carga 810 de material compuesto.

Está dentro del alcance de la presente divulgación que el colector 140 de retención y/o el colector 144 de evacuación puedan ser independientes y/o distintos del sustrato flexible 110. Adicional o alternativamente, también está dentro del alcance de la presente divulgación que al menos una porción del colector 140 de retención y/o del colector 144 de evacuación pueda estar definida y/o pueda estar ubicada dentro del sustrato flexible 110. Teniendo esto en cuenta, la Fig. 4 es una representación esquemática de ejemplos ilustrativos y no exclusivos de un sustrato flexible 110 que se puede utilizar con los sistemas y métodos de acuerdo con la presente divulgación. El sustrato flexible 110 de la Fig. 4 puede utilizarse con cualquiera de los dispositivos flexibles 100 de transferencia de material que se describen en el presente documento con referencia a cualquiera de las Figs. 3 o 5-23.

El sustrato flexible 110 de la Fig. 4 incluye una primera pared 130, una segunda pared 132 opuesta y una pluralidad de bandas alargadas 134 que se extienden entre la primera pared 130 y la segunda pared 132. Dicho sustrato flexible 110 también se puede denominar en el presente documento panel 112 y/o panel 112 de doble pared. Las paredes 130 y 132, junto con la pluralidad de bandas alargadas 134, definen una pluralidad de canales alargados 136 que se extienden por dentro del sustrato flexible 110. Tal como se ilustra, los canales 136 pueden extenderse a lo largo de un eje longitudinal paralelo a la primera pared 130 y/o la segunda pared 132, pueden extenderse desde un borde 138 del sustrato flexible 110, pueden extenderse desde un primer borde del sustrato flexible 110 hasta un segundo borde del sustrato flexible 110, y/o pueden extenderse entre dos bordes opuestos del sustrato flexible 110.

La primera pared 130 puede definir la superficie 114, de contacto con el material, del sustrato flexible 110, y la segunda pared 132 puede definir la superficie posterior 116 del sustrato flexible 110. Además, la primera pared 130 también puede definir al menos una porción de los conductos 122 de evacuación y/o los conductos 126 de retención, tal como se muestra.

Los conductos 126 de retención pueden estar en comunicación de fluido con uno o más canales alargados 136 seleccionados, a los que también se puede hacer referencia en este documento como canales 128 de retención y que pueden formar parte del colector 140 de retención. Así pues, y según se ilustra con una flecha discontinua en la Fig. 4, la fuente 150 de vacío puede evacuar selectivamente los canales 128 de retención (o proporcionar el vacío de retención a los mismos). Cuando la carga 810 de material compuesto está colocada sobre la superficie 114, de contacto con el material, del sustrato flexible 110, este vacío puede utilizarse para retener la carga 810 del material compuesto sobre la superficie 114, en contacto con el material, del sustrato flexible 110, tal como se ha descrito en el presente documento.

Adicional o alternativamente, los conductos 122 de evacuación pueden estar en comunicación de fluido con uno o más canales alargados 136 seleccionados, que también pueden denominarse en el presente documento canales 124 de evacuación y pueden formar una porción del colector 144 de evacuación. Por lo tanto, y tal como se ilustra por una flecha discontinua 125 en la Fig. 4, la fuente 150 de vacío puede evacuar selectivamente los canales de evacuación 124 (o proporcionar el vacío de evacuación a los mismos). Cuando el sustrato flexible 110 de la Fig. 4 forma una porción del plato 82 de vacío y está colocado sobre la superficie 202 de apoyo, este vacío puede utilizarse

para disminuir la presión dentro del volumen encerrado y/o compactar la carga 810 de material compuesto, tal como se explica en el presente documento.

Volviendo a la Figura 1, está dentro del alcance de la presente divulgación que la superficie 114, de contacto con el material, del sustrato flexible 110 pueda dimensionarse, seleccionarse y/o configurarse para soportar cargas 810 de material compuesto grandes o relativamente grandes. Adicional o alternativamente, está dentro del alcance de la presente divulgación que el dispositivo flexible 100 de transferencia de material y/o el dispositivo flexible 90 de compactación por vacío puedan configurarse para transferir y/o compactar grandes cargas 810 de material compuesto. Por lo tanto, la superficie 114 de contacto con el material puede definir al menos un área superficial mínima. Como ejemplos ilustrativos y no exclusivos, el área superficial de la superficie 114 de contacto con el material puede ser de al menos 1 metro cuadrado, al menos 2 metros cuadrados, al menos 3 metros cuadrados, al menos 4 metros cuadrados, al menos 6 metros cuadrados, al menos 8 metros cuadrados, al menos 10 metros cuadrados, al menos 12 metros cuadrados, al menos 15 metros cuadrados, o al menos 20 metros cuadrados, y/o el área superficial de la superficie 114 de contacto con el material puede ser menor de 50 metros cuadrados, menor de 45 metros cuadrados, menor de 40 metros cuadrados, menor de 35 metros cuadrados, menor de 30 metros cuadrados, menor de 25 metros cuadrados, o menor de 20 metros cuadrados.

La estructura 160 de suspensión puede incluir cualquier estructura adecuada que pueda estar unida funcionalmente al dispositivo 100 y que pueda utilizarse como punto de elevación y/o suspensión para levantar, suspender, mover y/o trasladar de otra manera el dispositivo 100. Como ejemplo ilustrativo y no exclusivo y tal como se ilustra en la Fig. 3, la estructura 160 de suspensión puede incluir y/o ser un primer miembro 162 de suspensión que está unido funcionalmente a un primer lado del sustrato flexible 110 (o a un primer lado de la superficie posterior 116) y un segundo miembro 164 de suspensión que está unido funcionalmente a un segundo lado del sustrato flexible 110 (o a un segundo lado de la superficie posterior 116). Tal como se ilustra también en la Fig. 3, el primer miembro 162 de suspensión puede estar separado del segundo miembro 164 de suspensión y/o opuesto al mismo (o el primer lado del sustrato flexible 110 puede estar separado del segundo lado del sustrato flexible 110 y/o opuesto al mismo).

Cuando el sustrato flexible 110 incluye el panel 112, está dentro del alcance de la presente divulgación que el primer miembro 162 de suspensión y/o el segundo miembro 164 de suspensión puedan definir cualquier orientación adecuada, u orientación relativa, con respecto a los canales alargados 136 (tal como se ilustra en la Fig. 4). Como ejemplo ilustrativo y no exclusivo, el primer miembro 162 de suspensión puede definir una primera dirección longitudinal de miembro de suspensión, el segundo miembro 164 de suspensión puede definir una segunda dirección longitudinal de miembro de suspensión, los canales alargados 136 pueden definir una dirección longitudinal de canales alargados, y la dirección longitudinal de los canales alargados puede ser perpendicular a la primera dirección longitudinal de miembro de suspensión y/o a la segunda dirección longitudinal de miembro de suspensión. Esto puede permitir que el primer miembro 162 de suspensión y/o el segundo miembro 164 de suspensión formen parte del colector 140 de retención y/o del colector 144 de evacuación.

Según un ejemplo ilustrativo y no exclusivo, la estructura 160 de suspensión (o el primer miembro 162 de suspensión y/o el segundo miembro 164 de suspensión de la misma) puede ser una estructura de suspensión tubular que define un volumen interno, tal como el primer volumen interno 163 y/o el segundo volumen interno 165 respectivamente. Según un ejemplo ilustrativo y no exclusivo, el primer miembro 162 de suspensión puede formar parte del colector 140 de retención. En estas condiciones, el primer miembro 162 de suspensión puede definir una abertura 166 de retención de la estructura de suspensión y un colector 140 de retención (y/o una superficie posterior 116 del sustrato flexible 110 cuando el colector 140 de retención está definido por el sustrato flexible 110) puede definir una abertura 117 de la superficie posterior que está alineada con la abertura 166 de retención de la estructura de suspensión para permitir la comunicación de fluido entre el volumen interno 163 y los conductos 126 de retención.

Según otro ejemplo ilustrativo y no exclusivo, el segundo miembro 164 de suspensión puede formar parte del colector 144 de evacuación. En estas condiciones, el segundo miembro 164 de suspensión puede definir una abertura 167 de evacuación de la estructura de suspensión y un colector 144 de evacuación (y/o una superficie posterior 116 del sustrato flexible 110, cuando el colector 144 de evacuación está definido por el sustrato flexible 110) puede definir una abertura 118 de evacuación de la superficie posterior que está alineada con la abertura 167 de evacuación de la estructura de suspensión para permitir la comunicación de fluido entre el volumen interno 165 y los conductos 122 de evacuación.

Está dentro del alcance de la presente divulgación que la estructura 160 de suspensión (o el primer miembro 162 de suspensión y/o el segundo miembro 164 de suspensión de la misma) pueda incluir cualesquiera propiedades adecuadas en su material y/o pueda estar definida por cualquier material adecuado. Como ejemplo ilustrativo y no exclusivo, la estructura 160 de suspensión puede incluir y/o ser una estructura 160 de suspensión rígida, o al menos sustancialmente rígida. Según otro ejemplo ilustrativo y no exclusivo, la estructura 160 de suspensión puede incluir y/o ser una estructura de suspensión metálica.

La estructura 180 de regulación de conformación puede incluir cualquier estructura adecuada que se seleccione, dimensione, diseñe y/o configure para regular el contorno superficial de la superficie 114 de contacto con el material. Según un ejemplo ilustrativo y no exclusivo y tal como se ilustra en la Fig. 3, la estructura 180 de regulación de conformación puede estar unida funcionalmente a la estructura 160 de suspensión, tal como para controlar el movimiento relativo del primer miembro 162 de suspensión en relación con (o con respecto a) el segundo miembro 164 de suspensión.

Según otro ejemplo ilustrativo y no exclusivo y tal como se ilustra en las Figs. 3, 13-14 y 16-22, la estructura 180 de regulación de conformación y/o la estructura 160 de suspensión pueden incluir y/o estar unidas funcionalmente a un punto 182 de unión que permite el movimiento de la estructura 180 de regulación de conformación con respecto a la estructura 160 de suspensión cuando el sustrato flexible 110 efectúa una transición entre la conformación retraída 104 y la conformación desplegada 108. El punto 182 de unión puede incluir y/o ser un punto 182 de pivote que permita la rotación de la estructura 160 de suspensión en relación con la estructura 180 de regulación de conformación, y/o una ranura 182 que permita la traslación de la estructura 160 de suspensión en relación con la estructura 180 de regulación de conformación.

Según otro ejemplo ilustrativo y no exclusivo, la estructura 180 de regulación de conformación puede incluir y/o estar funcionalmente unida a un actuador 183 que está configurado para regular selectivamente la transición entre la conformación retraída 104 y la conformación desplegada 108 (tal como regulando selectivamente el movimiento relativo de la estructura 180 de regulación de conformación con respecto a la estructura 160 de suspensión). Ejemplos ilustrativos y no exclusivos de actuadores 183 incluyen cualquier actuador mecánico, actuador hidráulico, actuador electrónico y/o actuador neumático adecuados.

Está dentro del alcance de la presente divulgación que la estructura 180 de regulación de conformación pueda definir cualquier orientación adecuada con respecto a la estructura 160 de suspensión. Según un ejemplo ilustrativo y no exclusivo, la estructura 180 de regulación de conformación puede definir un eje longitudinal de la estructura de regulación de conformación que puede ser perpendicular, o al menos sustancialmente perpendicular, a un eje longitudinal de la estructura de suspensión (tal como el eje longitudinal del primer miembro 162 de suspensión y/o del segundo miembro 164 de suspensión). También está dentro del alcance de la presente divulgación que la estructura 180 de regulación de conformación pueda estar definida por cualquier viga adecuada, rígida y/o al menos sustancialmente rígida.

La viga 190 puede incluir cualquier estructura adecuada, tal como una viga 190 rígida, y/o una viga 190 al menos sustancialmente rígida, que pueda unirse funcionalmente a la estructura 180 de regulación de conformación y pueda orientarse con cualquier orientación adecuada respecto a la estructura 180 de regulación de conformación. Según un ejemplo ilustrativo y no exclusivo, un eje longitudinal de la viga 190 puede ser perpendicular, o al menos sustancialmente perpendicular, al eje longitudinal de la estructura 180 de regulación de conformación. Según otro ejemplo ilustrativo y no exclusivo, la viga 190 puede ubicarse para contactar y/o soportar la superficie posterior 116 del sustrato flexible 110 cuando el sustrato flexible 110 está en la conformación retraída 104.

Tal como se explica con más detalle en el presente documento, el mecanismo 184 de regulación de orientación puede incluir un pivote 185 que está unido funcionalmente a la viga 190 y que está configurado para permitir la rotación del sustrato flexible 110 alrededor de un eje 189 de rotación para permitir la transición entre la orientación de carga y la orientación de aplicación. Para facilitar su rotación, la viga 190 y/o el pivote 185 pueden estar ubicados de tal manera que el eje de rotación pase a través de, o cerca de, un centro de masa del conjunto rotativo 80 de transferencia de material. Además, y tal como se describe en el presente documento, la viga 190 puede formar parte del colector 140 de retención y/o del colector 144 de evacuación. Así pues, el vacío de retención y/o el vacío de evacuación pueden pasar al colector 140 de retención y/o al colector 144 de evacuación, respectivamente, a través del pivote 185, reduciendo así la complejidad de los colectores y/o permitiendo así la rotación continua del conjunto rotativo 80 de transferencia de material sobre el eje 189 de rotación.

La carga 810 de material compuesto puede incluir cualquier estructura adecuada que esté definida por al menos una hoja compuesta o una pluralidad de hojas compuestas. Según ejemplos ilustrativos y no exclusivos, la carga 810 de material compuesto puede incluir al menos 2, al menos 3, al menos 4, al menos 5, al menos 6, al menos 8 o al menos 10 hojas compuestas apiladas. Adicional o alternativamente, la carga 810 de material compuesto puede incluir menos de 20, menos de 15, menos de 10, menos de 8, menos de 6, menos de 5, menos de 4 o menos de 3 capas compuestas apiladas.

Similarmente, la carga 810 de material compuesto puede formarse y/o definirse a partir de cualquier material compuesto adecuado, un componente del material compuesto y/o un componente de la estructura compuesta 800. Como ejemplos ilustrativos y no exclusivos, la carga 810 puede incluir y/o ser una pluralidad de fibras, una tela, una pluralidad de fibras incrustadas en un material de resina, una tela incrustada en un material de resina, una capa y/o una película de material de resina y/o de adhesivo, una capa y/o material de refuerzo, una capa y/o material de núcleo, una estructura en panal de abeja, una espuma y/o una espuma sintética. Según ejemplos más específicos, pero aún ilustrativos y no exclusivos, la carga 810 de material compuesto puede incluir y/o ser un material

- compuesto preimpregnado y/o una cinta compuesta preimpregnada. Según otro ejemplo ilustrativo y no exclusivo, la carga 810 de material compuesto también puede incluir y/o ser un material viscoelástico. Ejemplos ilustrativos y no exclusivos de la pluralidad de fibras incluyen una pluralidad de fibras de carbono, una pluralidad de fibras poliméricas, y/o una pluralidad de fibras de vidrio. Ejemplos ilustrativos y no exclusivos de la tela incluyen una tela formada a partir de la pluralidad de fibras. Ejemplos ilustrativos y no exclusivos del material de resina incluyen un epoxi, un adhesivo y/o una resina polimérica. Adicional o alternativamente, también está dentro del alcance de la presente divulgación que los sistemas y métodos descritos en el presente documento puedan utilizarse con, o para transferir, otros materiales que generalmente no se consideran materiales compuestos.
- La estructura 170 de sellado puede incluir cualquier estructura adecuada que pueda formar el sellado de fluido entre el sustrato flexible 110 y la superficie 202 de apoyo cuando el dispositivo de compactación por vacío flexible 90 está colocado sobre la superficie 202 de apoyo. Según ejemplos ilustrativos, la estructura 170 de sellado puede incluir y/o puede ser un sello de compresión, un sello resiliente y/o un sello resiliente tubular que se puede formar a partir de cualquier material adecuado que, según ejemplos ilustrativos y no exclusivos, incluyen un material resiliente, un material polimérico, látex y/o uretano. Esto puede incluir materiales que no se adhieran a la superficie 202 de apoyo, que no reaccionen químicamente con la misma, ni transfieran contaminantes.
- La fuente 150 de vacío puede incluir cualquier estructura adecuada que pueda configurarse para generar y/o proporcionar el vacío de retención a los conductos 126 de retención y/o para generar y/o proporcionar el vacío de evacuación a los conductos 122 de evacuación. Según un ejemplo ilustrativo y no exclusivo, la fuente 150 de vacío puede incluir y/o ser una bomba de vacío. Está dentro del alcance de la presente divulgación que una única fuente 150 de vacío pueda generar tanto el vacío de retención como el vacío de evacuación. Sin embargo, también está dentro del alcance de la presente divulgación que se puedan utilizar fuentes de vacío independientes, o dedicadas, para generar, o generar independientemente, el vacío de retención y el vacío de evacuación.
- Independientemente de la configuración específica de la fuente 150 de vacío, la fuente 150 de vacío puede adicionalmente incluir y/o estar en comunicación de fluido con un conjunto 152 de control de vacío que está configurado para controlar selectivamente la aplicación del vacío de retención a los conductos 126 de retención y/o para controlar selectivamente la aplicación del vacío de evacuación a los conductos 122 de evacuación. Ejemplos ilustrativos y no exclusivos del conjunto 152 de control de vacío incluyen cualquier válvula, válvula de charnela y/o registro adecuados.
- Está dentro del alcance de la presente divulgación que los conductos 126 de retención y/o los conductos 122 de evacuación puedan estar dispuestos en una pluralidad de zonas y/o regiones a través de la superficie 114 de contacto con el material, y que el conjunto 152 de control de vacío pueda configurarse para controlar selectivamente la aplicación del vacío de retención y/o del vacío de evacuación a una o más zonas seleccionadas de la pluralidad de zonas mientras no se aplica el vacío de retención y/o el vacío de evacuación a una o más zonas de la pluralidad de zonas.
- Según un ejemplo ilustrativo y no exclusivo, la fabricación de la estructura compuesta 800 puede incluir transferir y/o compactar una pluralidad de cargas 810 de material compuesto, y la forma de al menos una de la pluralidad de cargas 810 de material compuesto puede ser diferente de la forma de al menos otra de la pluralidad de cargas 810 de material compuesto. En estas condiciones, el conjunto 152 de control de vacío puede utilizarse para proporcionar selectivamente el vacío de retención a los conductos 126 de retención que estén próximos a, y/o en contacto fluido con, la carga 810 de material compuesto y/o no aplicar el vacío de retención a los conductos 126 de retención que no estén próximos a, y/o en contacto fluido con, la carga 810 de material compuesto. Según otro ejemplo ilustrativo y no exclusivo, el conjunto 152 de control de vacío también se puede configurar para proporcionar a una selección de uno o más conductos 122 de evacuación y/o conductos 126 de retención un nivel o magnitud de vacío diferente del proporcionado a uno o más de los otros conductos 122 de evacuación y/o conductos 126 de retención.
- Está dentro del alcance de la presente divulgación que la superficie 202 de apoyo pueda definir cualquier forma y/o contorno superficial adecuados. Según ejemplos ilustrativos y no exclusivos, la superficie 202 de apoyo puede definir un contorno superficial bidimensional o un contorno superficial tridimensional. Según ejemplos adicionales y no exclusivos, la superficie de apoyo 202 puede definir un contorno superficial de una aeronave, una parte de una aeronave, una aerestructura, una parte de una aerestructura, un fuselaje, una parte de un fuselaje, un barril de fuselaje, una parte de un barril del fuselaje, un ala, una parte de un ala, un estabilizador y una parte de un estabilizador.
- La Fig. 3 ilustra que el conjunto rotativo 80 de transferencia de material incluye un único sustrato flexible 110 que forma parte de un único dispositivo flexible 90 de compactación por vacío y/o un único dispositivo flexible 100 de transferencia de material. Sin embargo, los conjuntos rotativos 80 de transferencia de acuerdo con la presente divulgación pueden incluir una pluralidad de dispositivos flexibles 90 de compactación por vacío y/o una pluralidad de dispositivos flexibles 100 de transferencia de material, tal como se describe con más detalle en el presente documento con referencia a las Figs. 22-24.

Las Figs. 5-24 proporcionar ejemplos adicionales, menos esquemáticos, pero aún ilustrativos y no exclusivos, de conjuntos 20 de fabricación de estructuras compuestas, de flujos de proceso que pueden utilizar conjuntos 20 de fabricación de estructuras compuestas, de conjuntos rotativos 80 de transferencia, de dispositivos flexibles 90 de compactación por vacío, de dispositivos flexibles 100 de transferencia de material, y/o de sus componentes. Tal como se ha descrito, cualquiera de las estructuras y/o características que se describen en el presente documento con referencia a una o más de las Figs. 3-24 puede ser utilizada con cualquiera de los conjuntos 20 de fabricación de estructuras compuestas, conjuntos rotativos 80 de transferencia, dispositivos flexibles 90 de compactación por vacío y/o dispositivos flexibles 100 de transferencia de material que se describen en este documento, sin apartarse del alcance de la presente divulgación.

La Fig. 5 es un ejemplo menos esquemático, pero aún ilustrativo y no exclusivo, de un dispositivo flexible 100 de transferencia de material de acuerdo con la presente divulgación que puede formar parte del dispositivo flexible 90 de compactación por vacío de acuerdo con la presente divulgación, mientras que la Fig. 6 es una vista esquemática del dispositivo flexible de transferencia de material de la Fig. 5 en sección transversal tomada a lo largo de la línea 6-6. En el ejemplo ilustrativo y no exclusivo de las Figs. 5-6, el sustrato flexible 110 incluye un panel 112 que define unos canales alargados 136 en el mismo. Los canales alargados 136 se extienden entre los bordes 138 del panel 112. Además, una estructura 160 de suspensión en forma de un primer miembro 162 de suspensión y un segundo miembro 164 de suspensión está unida funcionalmente al panel 112 y se extiende a lo largo de los bordes 138 del mismo.

Tal como se ilustra en la Fig. 6, el panel 112 define unos conductos 122 de evacuación y/o unos conductos 126 de retención que están en comunicación de fluido con los respectivos canales alargados 136. Los canales alargados 136 proporcionan comunicación de fluido entre los conductos 122/126 y un volumen interno 163/165 de los miembros 162/164 de suspensión a través de la alineación de las aberturas 117 de retención de la superficie posterior y de las aberturas 166 de retención de la estructura de suspensión y/o a través de la alineación de las aberturas 118 de evacuación de la superficie posterior y las aberturas 167 de evacuación de la estructura de suspensión. Por lo tanto, los conductos 122 de evacuación pueden estar en comunicación de fluido con el primer volumen interno 163 del primer miembro 162 de suspensión a través de un primer subconjunto de la pluralidad de canales alargados 136, y los conductos 126 de retención pueden estar en comunicación de fluido con el segundo volumen interno 165 del segundo miembro 164 de suspensión a través de un segundo subconjunto de la pluralidad de canales alargados 136.

Esto puede permitir la aplicación del vacío de evacuación a los conductos 122 de evacuación a través del primer miembro 162 de suspensión, que forma parte del colector 144 de evacuación. Adicional o alternativamente, esto también puede permitir la aplicación del vacío de retención a los conductos 126 de retención a través del segundo miembro 164 de suspensión, que forma parte del colector 140 de retención. Además, y cuando el primer subconjunto de la pluralidad de canales alargados 136 no tiene comunicación de fluido con el segundo subconjunto de la pluralidad de canales alargados 136, el vacío de evacuación y el vacío de retención pueden ser aplicados independientemente a los conductos 122 de evacuación y/o a los conductos 126 de retención, respectivamente.

Tal como se ilustra también en la Fig. 6, una estructura 170 de sellado puede estar funcionalmente unida a la superficie 114, de contacto con el material, del panel 112. Esto puede permitir la formación de un volumen cerrado cuando la estructura 170 de sellado está comprimida entre el panel 112 y una superficie de apoyo de un mandril de deposición, tal como se ha escrito en el presente documento.

Las Figs. 7-12 son representaciones esquemáticas de un ejemplo ilustrativo y no exclusivo de un primer flujo de proceso para un conjunto 20 de fabricación de estructuras compuestas, de acuerdo con la presente divulgación, que puede utilizar el dispositivo flexible 100 de transferencia de material y/o el dispositivo flexible 90 de compactación por vacío de las Figs. 5-6 para definir una estructura compuesta. En la Fig. 7, el sustrato flexible 110 se encuentra en una conformación desplegada 108 y está ubicado próximo a una carga 810 de material compuesto, que se ha colocado y/o depositado sobre una superficie plana 176. Luego, y tal como se ilustra en la Fig. 8, se puede utilizar un mecanismo 192 de traslación para bajar el sustrato flexible 110 de manera que una superficie 114, de contacto con el material, del sustrato flexible 110 entre en contacto con la carga 810 de material compuesto. Además, y tal como se ilustra también en la Fig. 8, el sustrato flexible 110 se adapta a una forma, o contorno superficial, de la superficie plana 176 de deposición, haciendo que el sustrato flexible 110 efectúe una transición desde la conformación desplegada 108 a la conformación retraída 104.

A continuación se puede aplicar un vacío a los conductos 126 de retención, que están definidos por el sustrato flexible 110, para unir funcionalmente la carga 810 de material compuesto al sustrato flexible 110. Luego, y tal como se ilustra en la Fig. 9, puede utilizarse el mecanismo 192 de traslación para elevar la carga 810 de material compuesto desde la superficie plana 176. Esto puede incluir la deformación del sustrato flexible 110 a la conformación desplegada 108 y/o la creación de tensión, dentro de la carga 810 de material compuesto, en una dirección paralela a la superficie 114 de contacto con el material, tal como se ha descrito en el presente documento.

Puede utilizarse entonces el mecanismo 192 de traslación para situar la carga 810 de material compuesto próxima a, cerca de, y/o por encima de una superficie 202 de apoyo de un mandril 200 de deposición, tal como se ilustra en la Fig. 11; y el mecanismo 192 de traslación puede entonces bajar la carga 810 de material compuesto sobre la superficie 202 de apoyo, tal como se ilustra también en la Fig. 11. Tal como se explica en el presente documento, cuando la carga 810 de material compuesto está unida funcionalmente al sustrato flexible 110 y el sustrato flexible 110 está en la conformación desplegada 108, la carga 810 de material compuesto puede definir un radio de curvatura menor que el radio de curvatura de la superficie 202 de apoyo. De este modo, se puede bajar la carga 810 de material compuesto y/o ponerla en contacto con la superficie 202 de apoyo mientras se mantiene la tensión dentro de la carga 810 de material compuesto, evitando así, o al menos disminuyendo, la tendencia a arrugarse de la carga 810 de material compuesto y/o de otra carga de material compuesto que pudiera estar ya ubicada sobre la superficie 202 de apoyo.

Una vez situada la carga 810 de material compuesto sobre la superficie 202 de apoyo, se puede aliviar, cesar y/o detener el vacío de retención, lo que libera o permite la separación de la carga 810 de material compuesto respecto a la superficie 114 de contacto con el material. Adicional o alternativamente, la carga 810 de material compuesto puede ser compactada por vacío contra la superficie 202 de apoyo. Esto puede incluir la aplicación de un vacío de evacuación a una pluralidad de conductos 122 de evacuación que puede estar definida por el sustrato flexible 110, tal como se explica en el presente documento. Posteriormente, y tal como se ilustra en la Fig. 12, puede utilizarse el mecanismo 192 de traslación para levantar el sustrato flexible 110, separando así el sustrato flexible 110 de la carga 810 de material compuesto. Tal como se describe en el presente documento, este proceso puede repetirse cualquier número adecuado de veces para ubicar y/o compactar cualquier número adecuado de cargas 810 de material compuesto sobre la superficie 202 de apoyo para formar así una estructura compuesta 800 (o al menos una porción de la misma).

Las Figs. 13-15 son representaciones menos esquemáticas de un ejemplo ilustrativo y no exclusivo de un conjunto rotativo 80 de transferencia de material de acuerdo con la presente divulgación. El conjunto rotativo 80 de transferencia de material incluye un plato 82 de vacío, que también puede denominarse en el presente documento plato 82, que puede incluir y/o ser un dispositivo flexible 90 de compactación por vacío y/o un dispositivo flexible 100 de transferencia de material. Tal como se describe con más detalle en el presente documento con referencia a las Figs. 16-22, el conjunto rotativo 80 de transferencia de material puede formar parte de un conjunto 20 de fabricación de estructuras compuestas de acuerdo con la presente divulgación. Las Figs. 12-13 proporcionan unas vistas laterales del conjunto rotativo 80 de transferencia de material, mientras que la Fig. 15 proporciona una vista desde arriba del conjunto rotativo 80 de transferencia de material.

El conjunto rotativo 80 de transferencia de material incluye un sustrato flexible 110 que está soportado por, y/o unido funcionalmente a, una estructura 160 de suspensión. El conjunto rotativo 80 de transferencia de material también incluye una viga 190 que puede soportar, y/o estar en contacto con, una porción central del sustrato flexible 110, tal como se explica con más detalle en el presente documento con referencia a las Figs. 16-22, y al menos una estructura 180 de regulación de conformación. La estructura 180 de regulación de conformación está unida funcionalmente a la estructura 160 de suspensión a través de una pluralidad de puntos 182 de unión en forma de una pluralidad de ranuras 182. Las ranuras 182 permiten la traslación de la estructura 160 de suspensión en relación con la estructura 180 de regulación de conformación cuando el sustrato flexible 110 efectúa la transición entre una conformación retraída 104 (tal como se ilustra en la Fig. 13) y una conformación desplegada 108 (tal como se ilustra en la Fig. 14).

Tal como se ilustra en líneas discontinuas, el conjunto rotativo 80 de transferencia de material también puede incluir un actuador 183 que está configurado para controlar selectivamente la transición entre la conformación retraída 104 y la conformación desplegada 108. Tal como se ilustra en la Fig. 15, dentro del alcance de la presente divulgación está que el sustrato flexible 110 pueda incluir y/o ser un panel 112 que define una pluralidad de canales alargados 136 que se extienden entre un primer miembro 162 de suspensión y un segundo miembro 164 de suspensión de la estructura 160 de suspensión. Además, y tal como se ilustra también en la Fig. 15, el conjunto rotativo 80 de transferencia de material puede incluir una pluralidad de estructuras 180 de regulación de conformación que pueden estar separadas a través de una superficie del sustrato flexible 110, y la pluralidad de estructuras 180 de regulación de conformación puede estar asociada con una pluralidad de actuadores 183.

Las Figs. 16-22 son representaciones esquemáticas de un ejemplo ilustrativo y no exclusivo de un segundo flujo de proceso para un conjunto 20 de fabricación de estructuras compuestas, de acuerdo con la presente divulgación, que puede utilizar el conjunto rotativo 80 de transferencia de material de las Figs. 13-15 para definir una estructura compuesta. Tal como se ilustra en las Figs. 16-22, el conjunto rotativo 80 de transferencia de material incluye una viga 190 que tiene un pivote 185 unido a la misma. Tal como se explica en el presente documento, el pivote 185 puede permitir la rotación de un plato 82 de vacío del conjunto rotativo 80 de transferencia de material alrededor de un eje de rotación 189, permitiendo así que el conjunto rotativo 80 de transferencia de material (y/o el plato 82 del mismo) efectúe una transición (tal como se ilustra en la Fig. 17) entre una orientación 186 de carga (tal como se ilustra en la Fig. 16) y una orientación 188 de aplicación (tal como se ilustra en las Figs. 18-22).

Está dentro del alcance de la presente divulgación que la orientación 186 de carga y la orientación 188 de aplicación puedan definir cualquier orientación adecuada, u orientación relativa, entre si. Según un ejemplo ilustrativo y no exclusivo y tal como se ilustra en las Figs. 16-22, la orientación 186 de carga puede ser opuesta, contraria, al menos sustancialmente opuesta y/o al menos sustancialmente contraria a la orientación 188 de aplicación. Según otro ejemplo ilustrativo y no exclusivo y tal como se ilustra también en las Figs. 16-22, una superficie 114 de contacto con el material, que está definida por el sustrato flexible 110, puede estar orientada en dirección vertical, o al menos sustancialmente vertical, cuando el plato 82 de vacío del conjunto rotativo 80 de transferencia de material está en la orientación 186 de carga y/o en la orientación 188 de aplicación. Según otro ejemplo ilustrativo y no exclusivo y tal como se ilustra en la Fig. 16, la superficie 114 de contacto con el material puede estar de espaldas, o al menos sustancialmente de espaldas, puede no estar de cara y/o no estar de frente, con respecto a una superficie 202 de apoyo de un mandril 200 de deposición, cuando el plato 82 de vacío está en la orientación 186 de carga. Esto puede permitir la ubicación de la carga 810 de material compuesto sobre la superficie 114 de contacto con el material sin restricciones espaciales que de otro modo podrían estar presentes.

Según otro ejemplo ilustrativo y no exclusivo y tal como se ilustra en las Figs. 18-22, la superficie 114 de contacto con el material puede estar orientada hacia la superficie 202 de apoyo cuando el plato 82 de vacío está en la orientación 188 de aplicación. Tal como se explica en el presente documento, esto puede permitir que el conjunto rotativo 80 de transferencia de material ubique la carga 810 de material compuesto sobre la superficie 202 de apoyo.

En la Fig. 16, el conjunto rotativo 80 de transferencia de material está en una orientación 186 de carga y el sustrato flexible 110 está en la conformación retraída 104. El sustrato flexible 110 tiene la carga 810 de material compuesto recibida y/o ubicada sobre la superficie 114, de contacto con el material, del mismo y puede aplicarse un vacío de retención a una pluralidad de conductos 126 de retención que pueden estar definidos por el sustrato flexible 110. Esto puede permitir la subsiguiente rotación del plato 82 alrededor del eje de rotación 189 hasta la orientación 188 de aplicación, tal como se ilustra en las Figs. 17-18, sin que la carga 810 de material compuesto se separe de la superficie 114 de contacto con el material.

Después de la rotación hasta la orientación 188 de aplicación, se puede efectuar la transición del sustrato flexible 110 a la conformación desplegada 108, tal como se ilustra en la Fig. 19. Tal como se describe en el presente documento, esto puede incluir la deformación del sustrato flexible 110, la deformación de la carga 810 de material compuesto y la puesta en tensión de la carga 810 de material compuesto (o el mantenimiento en tensión de la carga 810 de material compuesto). El plato 82 de vacío y el mandril 200 de deposición pueden ser desplazados el uno hacia el otro utilizando cualquier mecanismo 192 de traslación adecuado, de manera que la carga 810 de material compuesto haga contacto con la superficie 202 de apoyo, tal como se ilustra en la Fig. 20.

Tal como se ilustra también en la Fig. 20 y se describe en el presente documento, cuando la carga 810 de material compuesto está unida funcionalmente al sustrato flexible 110 y el sustrato flexible 110 está en la conformación desplegada 108, un radio de curvatura de la carga 810 de material compuesto puede ser menor que un radio de curvatura de la superficie 202 de apoyo. Esto puede permitir que el conjunto 20 de fabricación de estructuras compuestas mantenga la carga 810 de material compuesto en tensión, ya que el contorno superficial o la forma de la carga 810 de material compuesto se ajusta a un contorno superficial, o forma, de la superficie 202 de apoyo, tal como se ilustra en la Fig. 21.

Posteriormente se puede aliviar el vacío de retención, permitiendo así separar del sustrato flexible 110 la carga 810 de material compuesto mediante el uso del mecanismo 192 de traslación, tal como se ilustra en la Fig. 22. Sin embargo, y antes de separar el sustrato flexible 110 de la carga 810 de material compuesto, se puede aplicar un vacío de evacuación a una pluralidad de conductos 122 de evacuación, que pueden estar definidos por el sustrato flexible 110, para evacuar un volumen cerrado 210 (tal como se ilustra en la Fig. 21) que está definido por la estructura 202 de apoyo, la superficie 114 de contacto con el material y una estructura 170 de sellado. Esto puede permitir la compactación de la carga 810 de material compuesto sobre la superficie 202 de apoyo. Este proceso puede repetirse cualquier número adecuado de veces para ubicar y/o compactar cualquier número adecuado de cargas 810 de material compuesto sobre la superficie 202 de apoyo, para formar así una estructura compuesta 800 (o al menos una porción de la misma).

Las Figs. 23-24 son representaciones menos esquemáticas de ejemplos ilustrativos y no exclusivos de un conjunto rotativo 81 de transferencia de material de doble cara de acuerdo con la presente divulgación. El conjunto rotativo 81 de transferencia de material de doble cara, que también se puede denominar en el presente documento conjunto 81, incluye dos platos 82, que también se pueden denominar en el presente documento primer plato 84 y segundo plato 86, que están unidos funcionalmente a unas respectivas estructuras 160 de suspensión. Los platos 82 pueden incluir unos respectivos sustratos flexibles 110 que pueden definir las respectivas superficies 114 de contacto con el material. Tal como se ilustra en las Figs. 23-24, la superficie 114, de contacto con el material, del primer plato 84 puede estar alejada de la superficie 114, de contacto con el material, del segundo plato 86 (o una dirección de superficie normal de la superficie 114, de contacto con el material, del primer plato 84 puede ser opuesta a la dirección de superficie normal de la superficie 114, de contacto con el material, del segundo plato 86).

Tal como se ilustra también en las Figs. 23-24, las estructuras 160 de suspensión de los platos 82 se pueden unir funcionalmente a una estructura 180 de regulación de conformación a través de una pluralidad de puntos 182 de unión. Por lo tanto, el conjunto 81 puede permitir el accionamiento independiente y/o la transición del primer plato 84 y el segundo plato 86 entre una conformación retraída 104 (tal como se ilustra) y una conformación desplegada (que puede ser al menos sustancialmente similar a la conformación desplegada 108 descrita en el presente documento).

Un pivote 185 puede permitir la rotación del conjunto 81 alrededor de un eje 189 de rotación. Dado que el conjunto 81 incluye dos platos 82, el conjunto 81 también define dos orientaciones de carga (es decir, una primera orientación de carga cuando el primer plato 84 está orientado para recibir una primera carga de material compuesto y una segunda orientación de carga cuando el segundo plato 86 está orientado para recibir una segunda carga de material compuesto). Similarmente, el conjunto 81 también define dos orientaciones de aplicación (es decir, una primera orientación de aplicación cuando el primer plato 84 está orientado para ubicar la primera carga de material compuesto sobre la superficie 202 de apoyo y una segunda orientación de aplicación cuando el segundo plato 86 está orientado para ubicar la segunda carga de material compuesto sobre la superficie 202 de apoyo).

En el ejemplo ilustrativo y no exclusivo de la Fig. 23, el primer plato 84 está en una orientación 186 de carga y el segundo plato 86 está en una orientación 188 de aplicación. Por lo tanto, y tal como puede verse en la Fig. 23, la primera orientación de carga y la segunda orientación de aplicación pueden definir la misma orientación que el conjunto 81. Del mismo modo, la segunda orientación de carga y la primera orientación de aplicación pueden definir la misma orientación que el conjunto 81.

La Fig. 24 es una vista ampliada de una porción del conjunto 81 de la Fig. 23. Tal como se ilustra en la Fig. 24, el conjunto 81 (y/o cualquier conjunto rotativo 80 de transferencia de material que se describa en el presente documento) puede incluir además un cojín resiliente 194, que también puede denominarse en el presente documento un cojín 194 de espuma, que puede extenderse al menos parcialmente entre la estructura 180 de regulación de conformación y los sustratos flexibles 110. Además, el conjunto 81 (y/o cualquier conjunto rotativo 80 de transferencia de material que se describa en el presente documento) también puede incluir un soporte rígido 196 que también puede extenderse al menos parcialmente entre la estructura 180 de regulación de conformación y los sustratos flexibles 110. El cojín 194 y/o el soporte rígido 196 pueden seleccionarse y/o ubicarse para soportar la superficie posterior 116 de los sustratos flexibles 110. Esto puede aumentar la planicidad de la superficie 114, en contacto con el material, de los sustratos flexibles 110 cuando los sustratos flexibles 110 están en la conformación retraída 104, tal como se ilustra.

El funcionamiento del conjunto 81 puede ser sustancialmente similar al funcionamiento del conjunto rotativo 80 de transferencia de material que se ha descrito en el presente documento con referencia a las Figs. 13-22. Sin embargo, y dado que el conjunto 81 incluye dos platos 82, los conjuntos 20 de fabricación de estructuras compuestas que incluyan el conjunto 81 pueden fabricar una estructura compuesta a una velocidad de fabricación superior a la velocidad de fabricación de un conjunto de fabricación de estructuras compuestas que incluya un conjunto rotativo 80 de transferencia de material con solo un único plato 82. Según un ejemplo ilustrativo y no exclusivo, puede colocarse al menos una porción de la primera carga de material compuesto sobre el primer plato 84 al mismo tiempo que la segunda carga de material compuesto está siendo colocada sobre la superficie 202 de apoyo y/o compactada por vacío por el segundo plato 86. Similarmente, puede colocarse al menos una porción de la segunda carga de material compuesto sobre el segundo plato 86 al mismo tiempo que la primera carga de material compuesto está siendo colocada sobre la superficie 202 de apoyo y/o compactada por vacío por el primer plato 84.

La Fig. 25 es un diagrama de flujo que representa unos métodos 300 de acuerdo con la presente divulgación para ensamblar y compactar una estructura compuesta. Los métodos 300 incluyen, en 310, recibir una carga de material compuesto sobre una superficie de contacto con el material que está definida por un sustrato flexible de un plato de vacío y, en 320, aplicar un vacío de retención a una pluralidad de conductos de retención que están definidos al menos parcialmente por la superficie de contacto con el material. Los métodos 300 incluyen adicionalmente, en 330, ubicar la carga de material compuesto en relación con una superficie de apoyo no plana y, en 340, efectuar la transición del plato de vacío a una conformación desplegada. Los métodos 300 incluyen además, en 350, poner la carga de material compuesto en contacto con la superficie de apoyo, en 360, poner una estructura de sellado del plato de vacío en contacto con la superficie de apoyo para definir un volumen encerrado y, en 370, aliviar el vacío de sellado. Los métodos 300 incluyen adicionalmente, en 380, aplicar un vacío de evacuación a una pluralidad de conductos de evacuación que están al menos parcialmente definidos por la superficie de contacto con el material, y pueden incluir, en 390, repetir al menos una parte de los métodos.

En 310, recibir la carga de material compuesto sobre la superficie de contacto con el material puede incluir recibir la carga de material compuesto sobre la superficie de contacto con el material mientras el plato de vacío (o el sustrato flexible) está en una conformación retraída 104. Según un ejemplo ilustrativo y no exclusivo, en 310 recibir puede incluir depositar la carga de material compuesto sobre la superficie de contacto con el material, tal como mediante el uso de un cabezal de deposición. Según otro ejemplo ilustrativo y no exclusivo, en 310 recibir también puede incluir colocar, o colocar manualmente, la carga de material compuesto sobre la superficie de contacto con el material. Según otro ejemplo ilustrativo y no exclusivo, en 310 recibir también puede incluir coger, recoger o retirar la carga de

material compuesto de una superficie de deposición con, o usando, el plato de vacío.

La aplicación del vacío de retención a la pluralidad de conductos de retención en 320 puede incluir la aplicación del vacío de retención para retener (al menos temporalmente) la carga de material compuesto sobre la superficie, de contacto con el material, del sustrato flexible. Esto puede incluir la aplicación del vacío de retención durante al menos la colocación en 330 y la transición en 340. Está dentro del alcance de la presente divulgación que la aplicación en 320 puede incluir además la aplicación para mantener el contacto, o la unión operativa, entre la superficie de contacto con el material y la carga de material compuesto durante la transición en 340.

En 330, colocar la carga de material compuesto en relación con una superficie de apoyo no plana puede incluir mover el plato de vacío y/o mover un mandril de deposición que define la superficie de apoyo no plana. Esto puede incluir colocar la carga de material compuesto proximal y/o cerca de la superficie de apoyo no plana. Adicional o alternativamente, y cuando el plato de vacío forma parte de un conjunto rotativo de transferencia de material, la colocación en 330 también puede incluir efectuar la transición del conjunto rotativo de transferencia de material entre una orientación de carga y una orientación de aplicación, tal como se explica en el presente documento.

En 340, efectuar la transición del plato de vacío a la conformación desplegada puede incluir efectuar la transición del plato de vacío (y/o el sustrato flexible del mismo) a una conformación desplegada que es diferente de la conformación retraída 104. Tal como se explica en el presente documento, y cuando el plato de vacío está en la conformación desplegada, un radio de curvatura de la carga de material compuesto puede ser menor que un radio de curvatura de la superficie de apoyo no plana. Esto puede permitir efectuar el contacto en 350 sin que se arrugue la carga de material compuesto. Está dentro del alcance de la presente divulgación que efectuar la transición en 340 puede incluir efectuar la transición pasiva a la conformación desplegada y/o efectuar la transición a la conformación desplegada en respuesta a una fuerza gravitacional, como cuando el plato de vacío no incluye una estructura de regulación de conformación y/o no incluye un actuador que esté configurado para controlar la transición. Adicional o alternativamente, también está dentro del alcance de la presente divulgación que efectuar la transición en 340 puede incluir efectuar una transición activa a la conformación desplegada, tal como a través de la acción de un actuador que esté configurado para controlar la transición en 340.

Poner la carga de material compuesto en contacto con la superficie de apoyo en 350 puede incluir poner en contacto física, mecánica y/o directamente la carga de material compuesto con la superficie de apoyo. Esto puede incluir deformar la carga de material compuesto y/o adaptar un contorno superficial de la carga de material compuesto a la superficie de apoyo (y/o un contorno superficial de la misma).

En 360, poner la estructura de sellado del plato de vacío en contacto con la superficie de apoyo para definir el volumen cerrado puede incluir poner en contacto física, mecánica y/o directamente la estructura de sellado con la superficie de apoyo. Esto puede incluir definir cualquier volumen encerrado adecuado que pueda contener la carga de material compuesto y que pueda estar limitado, o definido, por el sustrato flexible, la superficie de apoyo y la estructura de sellado.

En 370, aliviar el vacío de retención puede incluir cesar la aplicación en 320 y/o cesar de retener la carga de material compuesto sobre la superficie, de contacto con el material, del sustrato flexible. Adicional o alternativamente, aliviar en 370 también puede incluir presurizar la pluralidad de conductos de retención para generar una fuerza motriz para la separación de la carga de material compuesto respecto a la superficie de contacto con el material. Esto puede incluir la presurización posterior al cese de la aplicación en 320, y/o la presurización posterior a la aplicación en 380.

En 380, aplicar el vacío de evacuación a la pluralidad de conductos de evacuación puede incluir disminuir la presión dentro del volumen encerrado y/o compactar la carga de material compuesto sobre o contra la superficie de apoyo no plana. Cuando el plato de vacío forma parte de un conjunto rotativo de transferencia de material de doble lado, está dentro del alcance de la presente divulgación que la aplicación, en 380, puede incluir aplicar el vacío de evacuación con un primer plato para compactar una primera carga de material compuesto y los métodos 300 también pueden incluir recibir una segunda carga de material compuesto sobre una segunda superficie, de contacto con el material, de un segundo plato de vacío (tal como a través de la recepción, al menos parcialmente, en 310) al mismo tiempo que la aplicación en 380.

En 390, repetir al menos una parte de los métodos puede incluir repetir cualquier parte adecuada de los métodos 300. Según un ejemplo ilustrativo y no exclusivo, la carga de material compuesto puede ser una primera carga de material compuesto y la repetición en 390 puede incluir la colocación de una segunda, o siguiente, carga de material compuesto sobre la primera carga de material compuesto y/o la colocación secuencial de una pluralidad de cargas de material compuesto sobre una o más cargas de material compuesto, previamente colocadas, para definir la estructura compuesta. Según un ejemplo ilustrativo y no exclusivo, la pluralidad de cargas de material compuesto puede incluir al menos 3, al menos 4, al menos 5, al menos 6, al menos 7, al menos 8, al menos 10, al menos 12, al menos 15, o al menos 20 cargas de material compuesto. Según otro ejemplo ilustrativo y no exclusivo, la repetición en 390 puede incluir repetir de manera tal, o hasta, que el número de hojas, o de hojas apiladas, de material compuesto dentro de la estructura compuesta sea al menos 10 hojas, al menos 15 hojas, al menos 20 hojas, al

menos 25 hojas, al menos 30 hojas, al menos 40 hojas, al menos 45 hojas, o al menos 50 hojas y/o menos de 100 hojas, menos de 90 hojas, menos de 80 hojas, menos de 70 hojas, menos de 65 hojas, menos de 60 hojas, menos de 55 hojas, menos de 50 hojas, o menos de 45 hojas.

Haciendo ahora referencia a las Figs. 26-27, se pueden describir las realizaciones de la divulgación en el contexto de un método 900 de fabricación y reparación de aeronaves, tal como se muestra en la Fig. 26, y de una aeronave 700, tal como se muestra en la Fig. 27. Durante la preproducción, el método ejemplar 900 puede incluir la especificación y diseño 905 de la aeronave 700 y el acopio 910 de materiales. Durante la producción tiene lugar la fabricación 915 de componentes y subconjuntos y la integración de sistemas 920 de la aeronave 700. Posteriormente, la aeronave 700 puede pasar por la certificación y entrega 925 para ser puesta en servicio 930. Mientras está en servicio por parte de un cliente, la aeronave 700 está programada para el mantenimiento y servicio 935 (que también puede incluir modificación, reconfiguración, remodelación, y así sucesivamente).

Cada uno de los procesos del método 900 puede ser efectuado o llevado a cabo por un integrador de sistemas, un tercero y/o un operador (por ejemplo, un cliente). Para los propósitos de esta descripción, un integrador de sistemas puede incluir, sin limitación, cualquier número de fabricantes de aeronaves y subcontratistas de sistemas principales; un tercero puede incluir, sin limitación, cualquier número de proveedores, subcontratistas y suministradores; y un operador puede ser una aerolínea, una compañía de arrendamiento, una entidad militar, una organización de servicios, y así sucesivamente.

Tal como se muestra en la Fig. 27, la aeronave 700 producida por el método ejemplar 900 puede incluir una aeroestructura 710 con una pluralidad de sistemas 712 y un interior 714. Ejemplos de sistemas 712 de alto nivel incluyen uno o más sistemas 715 de propulsión, un sistema eléctrico 716, un sistema hidráulico 717, y un sistema ambiental 718. Se puede incluir cualquier número de otros sistemas. Aunque se muestra un ejemplo aeroespacial, los principios de la invención pueden aplicarse a otras industrias, tales como la industria automotriz.

El aparato y los métodos incorporados en el presente documento pueden emplearse durante una o más de las etapas del método de fabricación y reparación 900. Por ejemplo, los componentes o subconjuntos correspondientes al proceso 915 de fabricación de componentes y subconjuntos pueden ser fabricados o manufacturados de una manera similar a los componentes o subconjuntos producidos mientras la aeronave 700 está en servicio. Además, durante las etapas 915 y 920 de producción se pueden utilizar una o más realizaciones de aparatos, realizaciones de métodos o una combinación de las mismas, por ejemplo, acelerando sustancialmente el ensamblaje o reduciendo el costo de una aeronave 700. Similarmente, por ejemplo y sin limitación, para el mantenimiento y reparación 935, mientras la aeronave 700 está en servicio, pueden utilizarse una o más de las realizaciones de aparatos, realizaciones de métodos o una combinación de las mismas.

Se contemplan ejemplos adicionales y no exclusivos del tema de acuerdo con la presente divulgación y se describen en los siguientes párrafos enumerados:

A1. Un dispositivo flexible de transferencia de material que está configurado para unirse selectiva y funcionalmente a una carga de material compuesto para permitir la transferencia de la carga de material compuesto, comprendiendo el dispositivo:

un sustrato flexible que está configurado para efectuar, selectiva y repetidamente, una transición entre una conformación retraída y una conformación desplegada que es diferente de la conformación retraída, opcionalmente en donde el sustrato flexible define:

- (i) una superficie de contacto con el material que está configurada para contactar con la carga de material compuesto; y
- (ii) una pluralidad de conductos de retención que están definidos al menos parcialmente por la superficie de contacto con el material, en donde la pluralidad de conductos de retención está configurada para tener un vacío de retención aplicado a la misma y, adicionalmente, en donde el dispositivo flexible de transferencia de material está configurado para retener la carga de material compuesto sobre la superficie de contacto con el material cuando la carga de material compuesto está en contacto con la superficie de contacto con el material y el vacío de retención es aplicado a la pluralidad de conductos de retención; y

un colector de retención que opcionalmente proporciona comunicación de fluido entre la pluralidad de conductos de retención y una fuente de vacío para aplicar selectivamente el vacío de retención.

A2. El dispositivo del párrafo A1, en donde el sustrato flexible se forma a partir de al menos uno de entre un material flexible y un material resiliente.

A3. El dispositivo de cualquiera de los párrafos A1-A2, en donde, cuando está en la conformación retraída, el sustrato flexible es un sustrato flexible plano, o al menos sustancialmente plano, que define además una superficie posterior que es opuesta a la superficie de contacto con el material.

A4. El dispositivo de cualquiera de los párrafos A1-A3, en donde el sustrato flexible está definido por una primera pared, una segunda pared y una pluralidad de bandas alargadas que se extienden entre la primera pared y la segunda pared, opcionalmente en donde el sustrato flexible es uno de entre un panel, un panel plano, un panel de doble pared y un panel de triple pared.

A5. El dispositivo del párrafo A4, en donde la primera pared, la segunda pared y la pluralidad de bandas alargadas definen una pluralidad de canales alargados, opcionalmente en donde la pluralidad de canales alargados se extiende desde un borde del sustrato flexible, y además opcionalmente en donde la pluralidad de canales alargados se extiende entre un primer borde del sustrato flexible y un segundo borde del sustrato flexible.

A6. El dispositivo del párrafo A5, en donde al menos una parte del colector de retención está definida por al menos una parte de retención de la pluralidad de canales alargados.

A7. El dispositivo de cualquiera de los párrafos A5-A6, en donde la primera pared define la superficie de contacto con el material, y además en donde la segunda pared define una/la superficie posterior del sustrato flexible que es opuesta a la superficie de contacto con el material.

A8. El dispositivo de cualquiera de los párrafos A1-A7, en donde el dispositivo incluye adicionalmente una estructura de suspensión que está unida funcionalmente al sustrato flexible y, opcionalmente, a una/la superficie posterior del sustrato flexible.

A9. El dispositivo del párrafo A8, en donde la estructura de suspensión incluye un primer miembro de suspensión que está unido funcionalmente a un primer lado del sustrato flexible y un segundo miembro de suspensión que está unido funcionalmente a un segundo lado del sustrato flexible, opcionalmente en donde el primer lado del sustrato flexible está separado del segundo lado del sustrato flexible, y además, opcionalmente, en donde el primer lado del sustrato flexible es opuesto al segundo lado del sustrato flexible.

A10. El dispositivo del párrafo A9 cuando depende de cualquiera de los párrafos A5-A7, en donde el primer miembro de suspensión define una dirección longitudinal del primer miembro de suspensión, en donde el segundo miembro de suspensión define una dirección longitudinal del segundo miembro de suspensión, en donde la pluralidad de canales alargados define una dirección longitudinal de canales y, además, en donde la dirección longitudinal del primer miembro de suspensión y la dirección longitudinal del segundo miembro de suspensión son diferentes, y opcionalmente perpendiculares, a la dirección longitudinal de los canales.

A11. El dispositivo de cualquiera de los párrafos A8-A10, en donde la estructura de suspensión es una estructura de suspensión rígida, o al menos sustancialmente rígida.

A12. El dispositivo de cualquiera de los párrafos A8-A11, en donde la estructura de suspensión es una estructura de suspensión metálica.

A13. El dispositivo de cualquiera de los párrafos A8-A12, en donde la estructura de suspensión forma al menos una parte del colector de retención.

A14. El dispositivo de cualquiera de los párrafos A8-A13, en donde la estructura de suspensión es una estructura de suspensión tubular que define un volumen interno.

A15. El dispositivo del párrafo A14, en donde la estructura de suspensión tubular incluye además una abertura de retención de la estructura de suspensión, en donde una/la superficie posterior del sustrato flexible define una abertura de retención de la superficie posterior y, además, la abertura de retención de la estructura de suspensión está alineada con la abertura de retención de la superficie posterior para proporcionar una comunicación de fluido entre el volumen interno de la estructura de suspensión y la pluralidad de conductos de retención.

A16. El dispositivo de cualquiera de los párrafos A1-A15, en donde la conformación retraída 104 incluye una conformación plana, o al menos sustancialmente plana.

A17. El dispositivo de cualquiera de los párrafos A1-A16, en donde, cuando el sustrato flexible está en la conformación retraída 104, la superficie de contacto con el material define un contorno superficial plano, o al menos sustancialmente plano.

A18. El dispositivo de cualquiera de los párrafos A1-A17, en donde la conformación desplegada define al menos una de entre una conformación no plana, una conformación curva y una conformación arqueada.

A19. El dispositivo de cualquiera de los párrafos A1-A18, donde, cuando el sustrato flexible está en la conformación desplegada, la superficie de contacto con el material define al menos una de entre una conformación no plana, una conformación curvada y una conformación arqueada.

A20. El dispositivo de cualquiera de los párrafos A1-A19, en donde el sustrato flexible define además una/la superficie posterior que es opuesta a la superficie de contacto con el material y, además, cuando el sustrato flexible está en la conformación desplegada, un radio de curvatura de una porción dada de la superficie de contacto con el material es mayor que un radio de curvatura de una respectiva porción de la superficie posterior que es opuesta a la porción dada de la superficie de contacto con el material.

A21. El dispositivo de cualquiera de los párrafos A1-A20, en donde, cuando el sustrato flexible está en la conformación desplegada, la superficie de contacto con el material define un contorno superficial convexo.

A22. El dispositivo de cualquiera de los párrafos A1-A21, en donde el dispositivo incluye la carga de material compuesto, en donde la carga de material compuesto es retenida sobre la superficie de contacto con el material.

A23. El dispositivo del párrafo A22, en donde, cuando el sustrato flexible está en la conformación desplegada, la carga de material compuesto está en tensión en una dirección paralela a la superficie de contacto con el material.

A24. El dispositivo de cualquiera de los párrafos A22-A23, en donde, cuando el sustrato flexible está en la conformación desplegada, un radio de curvatura de la carga de material compuesto es mayor que un radio de curvatura de la superficie de contacto con el material.

A25. El dispositivo de cualquiera de los párrafos A22-A24, en donde el dispositivo está configurado para ubicar la carga de material compuesto sobre una superficie de apoyo que está definida por un mandril de deposición y, además, cuando el sustrato flexible está en la conformación desplegada, un radio de curvatura de la carga de material compuesto es menor que un radio de curvatura de una superficie de apoyo.

B1. Un dispositivo flexible de compactación por vacío para compactar una carga de material compuesto sobre una superficie de apoyo de un mandril de deposición que está configurada para recibir la carga de material compuesto, en donde el dispositivo está configurado para ser funcionalmente posicionado con relación a la superficie de apoyo para definir un volumen cerrado, comprendiendo el dispositivo:

el dispositivo flexible de transferencia de material de cualquiera de los párrafos A1-A25;

una pluralidad de conductos de evacuación que está definida al menos parcialmente por la superficie de contacto con el material;

una estructura de sellado que está configurada para formar un sellado de fluido entre la superficie de apoyo y el sustrato flexible cuando está comprimida entre ambos; y

un colector de evacuación que proporciona comunicación de fluido entre la pluralidad de conductos de evacuación y la fuente de vacío para aplicar selectivamente un vacío de evacuación al volumen cerrado.

B2. El dispositivo del párrafo B1 cuando depende de cualquiera de los párrafos A5-A7, en donde al menos una porción del colector de evacuación está definida por al menos una porción de evacuación de la pluralidad de canales alargados.

B3. El dispositivo del párrafo B2 cuando depende de cualquiera de los párrafos A14-A15, en donde la estructura de suspensión tubular es una primera estructura de suspensión tubular que define un primer volumen interno, en donde el dispositivo incluye además una segunda estructura de suspensión tubular que define un segundo volumen interno, en donde la segunda estructura de suspensión tubular incluye además una abertura de evacuación de la estructura de suspensión, en donde una/la superficie posterior del sustrato flexible define una abertura de evacuación de la superficie posterior y, adicionalmente, en donde la abertura de evacuación de la estructura de suspensión está alineada con la abertura de evacuación de la superficie posterior para proporcionar una comunicación de fluido entre el volumen interno de la estructura de suspensión y la pluralidad de conductos de evacuación.

B4. El dispositivo del párrafo B3, en donde la segunda estructura de suspensión tubular forma al menos una parte del colector de evacuación.

C1. Un conjunto rotativo de transferencia de material, que comprende:

un plato de vacío que incluye el dispositivo de cualquiera de los párrafos A1-B4;

una estructura de regulación de conformación que está configurada para regular el contorno superficial de la superficie de contacto con el material; y

un mecanismo de regulación de orientación que está configurado para efectuar selectivamente una transición del plato de vacío entre una orientación de carga, en la que el plato de vacío está orientado para recibir la carga de material compuesto sobre la superficie de contacto con el material, y una orientación de aplicación, en la que el plato de vacío está orientado para ubicar la carga de material compuesto sobre una/la superficie de apoyo.

C2. El conjunto del párrafo C1, en donde la estructura de regulación de conformación está unida funcionalmente a una/la estructura de suspensión que opcionalmente está unida a al menos uno de entre el sustrato flexible y una/la superficie posterior del sustrato flexible.

C3. El conjunto del párrafo C2, en donde la estructura de regulación de conformación incluye una ranura que permite la traslación de la estructura de regulación de conformación con respecto a la estructura de suspensión cuando el plato de vacío efectúa la transición entre la conformación retraída y la conformación desplegada.

C4. El conjunto de cualquiera de los párrafos C2-C3, en donde la estructura de regulación de conformación está unida funcionalmente a la estructura de suspensión en un punto de unión y, además, el punto de unión permite la rotación de la estructura de suspensión en relación con la estructura de regulación de conformación.

C5. El conjunto de cualquiera de los párrafos C2-C4, en donde la estructura de regulación de conformación define un eje longitudinal de la estructura de regulación de conformación, en donde la estructura de suspensión define un eje longitudinal de la estructura de suspensión y, además, el eje longitudinal de la estructura de regulación de conformación es al menos sustancialmente perpendicular al eje longitudinal de la estructura de suspensión.

C6. El conjunto de cualquiera de los párrafos C1-C5, en donde la estructura de regulación de conformación incluye una viga, opcionalmente una viga rígida y, además, opcionalmente una viga al menos sustancialmente rígida.

C7. El conjunto de cualquiera de los párrafos C1-C6, en donde la estructura de regulación de conformación incluye además un actuador que está configurado para regular selectivamente la transición entre la conformación retraída y la conformación desplegada y, opcionalmente, en donde el actuador incluye al menos uno de entre un actuador mecánico, un actuador hidráulico, un actuador electrónico y un actuador neumático.

C8. El conjunto de cualquiera de los párrafos C1-C7, en donde el conjunto incluye además una viga de soporte central que, opcionalmente, está unida funcionalmente a la estructura de regulación de conformación.

C9. El conjunto del párrafo C8, en donde la estructura de regulación de conformación define un eje longitudinal de la estructura de regulación de conformación, en donde la viga de soporte central define un eje longitudinal de la viga de soporte y, además, el eje longitudinal de la estructura de regulación de conformación es al menos sustancialmente perpendicular al eje longitudinal de la viga de soporte.

C10. El conjunto de cualquiera de los párrafos C8-C9, en donde la viga de soporte central está ubicada para soportar, y opcionalmente contactar, una/la superficie posterior del sustrato flexible cuando el plato de vacío está en la conformación retraída.

C11. El conjunto de cualquiera de los párrafos C1-C10, en donde el mecanismo de regulación de orientación incluye un pivote que está configurado para permitir la rotación del plato de vacío alrededor de un eje de rotación para permitir la transición entre la orientación de carga y la orientación de aplicación.

C12. El conjunto del párrafo C11, en donde el pivote está unido funcionalmente a una/la viga de soporte central.

C13. El conjunto de cualquiera de los párrafos C11-C12, en donde el pivote está ubicado de tal manera que el eje de rotación pasa a través de un centro de masa del plato de vacío.

C14. El conjunto de cualquiera de los párrafos C1-C13, en donde el conjunto incluye además un mecanismo de traslación que está configurado para trasladar el plato de vacío en relación con la superficie de apoyo.

C15. El conjunto de cualquiera de los párrafos C1-C14, en donde la orientación de carga es opuesta, o al menos sustancialmente opuesta, a la orientación de aplicación.

C16. El conjunto de cualquiera de los párrafos C1-C15, en donde la superficie de contacto con el material está encarada en una dirección vertical, o al menos sustancialmente vertical, cuando el plato de vacío está en la orientación de carga.

C17. El conjunto de cualquiera de los párrafos C1-C16, en donde la superficie de contacto con el material está encarada hacia el lado opuesto, o al menos sustancialmente opuesto, a la superficie de apoyo cuando el plato de vacío está en la orientación de carga.

C18. El conjunto de cualquiera de los párrafos C1-C17, en donde la superficie de contacto con el material no está encarada hacia la superficie de apoyo cuando el plato de vacío está en la orientación de carga.

C19. El conjunto de cualquiera de los párrafos C1-C18, en donde la superficie de contacto con el material está encarada hacia la superficie de apoyo cuando el plato de vacío está en la orientación de aplicación.

C20. El conjunto de cualquiera de los párrafos C1-C19, en donde el plato de vacío es un primer plato de vacío que define una primera superficie de contacto con el material y, adicionalmente, el conjunto incluye además un segundo plato de vacío que, opcionalmente, incluye el dispositivo de cualquiera de los párrafos A1-B4 que define una segunda superficie de contacto con el material.

C21. El conjunto del párrafo C20, en donde una dirección superficial normal de la primera superficie de contacto con el material es opuesta a una dirección superficial normal de la segunda superficie de contacto con el material.

C22. El conjunto de cualquiera de los párrafos C20-C21, en donde el conjunto define una primera orientación de carga cuando el primer plato de vacío está orientado para recibir la carga de material compuesto, en donde el conjunto define una segunda orientación de carga cuando el segundo plato de vacío está orientado para recibir la carga de material compuesto, en donde el conjunto define una primera orientación de aplicación cuando el primer plato de vacío está orientado para ubicar una primera carga de material compuesto sobre la superficie de apoyo y, además, en donde el conjunto define una segunda orientación de aplicación cuando el segundo plato de vacío está orientado para ubicar una segunda carga de material compuesto sobre la superficie de apoyo.

C23. El conjunto del párrafo C22, en donde la primera orientación de carga y la segunda orientación de aplicación definen la misma orientación.

C24. El conjunto de cualquiera de los párrafos C22-C23, en donde la segunda orientación de carga y la primera orientación de aplicación definen la misma orientación.

C25. El conjunto de cualquiera de los párrafos C20-C24, en donde el segundo plato de vacío es al menos sustancialmente similar al primer plato de vacío.

C26. El conjunto de cualquiera de los párrafos C20-C25, en donde el sustrato flexible es un primer sustrato flexible, en donde el conjunto incluye una primera estructura de suspensión que está unida funcionalmente al primer sustrato flexible y, además, en donde el segundo plato de vacío incluye un segundo sustrato flexible y una segunda estructura de suspensión que está unida funcionalmente al segundo sustrato flexible.

C27. El conjunto del párrafo C26, en donde la primera estructura de suspensión y la segunda estructura de suspensión están unidas funcionalmente a una/la estructura de regulación de conformación y, opcionalmente, a la misma estructura de regulación de conformación.

C28. El conjunto de cualquiera de los párrafos C1-C27, en donde el conjunto incluye la fuente de vacío.

C29. El conjunto de cualquiera de los párrafos C1-C28, en donde el conjunto incluye además un conjunto de control de vacío que está configurado para controlar selectivamente la aplicación de al menos uno de entre el vacío de retención y el vacío de evacuación.

D1. Un método para ensamblar y compactar una pluralidad de hojas de material deformable sobre una superficie de apoyo no plana para definir una estructura compuesta, comprendiendo el método:

recibir una carga de material compuesto sobre una superficie de contacto con el material que está definida por un sustrato flexible de un plato de vacío, en donde la recepción incluye recibir mientras el plato de vacío está en una conformación retraída;

aplicar un vacío de retención a una pluralidad de conductos de retención, que están definidos al menos parcialmente por la superficie de contacto con el material, para retener la carga de material compuesto sobre

- la superficie de contacto con el material;
 ubicar la carga de material compuesto en relación con la superficie de apoyo no plana;
 efectuar la transición del plato de vacío a una conformación desplegada que es diferente de la conformación
 retraída, en donde, cuando el plato de vacío está en la conformación desplegada, un radio de curvatura de la
 5 carga de material compuesto es menor que un radio de curvatura de la superficie de apoyo no plana;
 poner en contacto la carga de material compuesto con la superficie de apoyo no plana y conformar un
 contorno superficial de la carga de material compuesto con la superficie de apoyo no plana;
 poner en contacto una estructura de sellado del plato de vacío con la superficie de apoyo no plana para
 10 definir un volumen encerrado que está limitado por el sustrato flexible, la superficie de apoyo no plana y la
 estructura de sellado;
 aliviar el vacío de retención; y
 aplicar un vacío de evacuación a una pluralidad de conductos de evacuación, que están definidos al menos
 parcialmente por la superficie de contacto con el material, para compactar la carga de material compuesto
 sobre la superficie de apoyo no plana.
- 15 D2. El método del párrafo D1, en donde la carga de material compuesto es una primera carga de material
 compuesto y, además, en donde el método incluye repetir el método para ubicar una segunda carga de material
 compuesto sobre la primera carga de material compuesto y compactar la segunda carga de material compuesto
 sobre la primera carga de material compuesto.
- 20 D3. El método del párrafo D2, en donde la repetición incluye repetir una pluralidad de veces para ubicar y
 compactar una pluralidad respectiva de cargas de material compuesto sobre la superficie de apoyo no plana, en
 donde la pluralidad de cargas de material compuesto incluye al menos 3, al menos 4, al menos 5, al menos 6, al
 menos 7, al menos 8, al menos 10, al menos 12, al menos 15 o al menos 20 cargas de material compuesto.
- D4. El método de cualquiera de los párrafos D2-D3, en donde la repetición incluye repetir de tal manera que el
 número de hojas de material compuesto dentro de la estructura compuesta sea al menos uno de entre:
- 25 (i) al menos 10 hojas, al menos 15 hojas, al menos 20 hojas, al menos 25 hojas, al menos 30 hojas, al menos
 40 hojas, al menos 45 hojas, o al menos 50 hojas; y
 (ii) menos de 100 hojas, menos de 90 hojas, menos de 80 hojas, menos de 70 hojas, menos de 65 hojas,
 menos de 60 hojas, menos de 55 hojas, menos de 50 hojas, o menos de 45 hojas.
- 30 D5. El método de cualquiera de los párrafos D1-D4, en donde la transición incluye efectuar selectivamente la
 transición a la conformación desplegada, opcionalmente en donde la transición selectiva incluye activar una
 estructura de regulación de conformación.
- D6. El método de cualquiera de los párrafos D1-D5, en donde el método incluye además presurizar la pluralidad
 de conductos de retención para generar una fuerza motriz para la separación de la carga de material compuesto
 respecto a la superficie de contacto con el material, opcionalmente en donde la presurización es posterior a al
 35 menos uno de entre el alivio del vacío de retención y la aplicación del vacío de evacuación.
- D7. El método de cualquiera de los párrafos D1-D6, en donde la recepción incluye depositar la carga de material
 compuesto sobre la superficie de contacto con el material.
- D8. El método de cualquiera de los párrafos D1-D7, en donde la recepción incluye ubicar la carga de material
 compuesto sobre la superficie de contacto con el material.
- 40 D9. El método de cualquiera de los párrafos D1-D8, en donde la recepción incluye recoger la carga de material
 compuesto de una superficie de deposición con el plato de vacío.
- D10. El método de cualquiera de los párrafos D1-D9, en donde el plato de vacío es un primer plato de vacío, en
 donde la carga de material compuesto es una primera carga de material compuesto, y en donde, al mismo
 tiempo que se aplica el vacío de evacuación, el método incluye además recibir una segunda carga de material
 45 compuesto sobre una segunda superficie de contacto con el material que está definida por un segundo sustrato
 flexible de un segundo plato de vacío.
- D11. El método de cualquiera de los párrafos D1-D10, en donde el plato de vacío incluye el dispositivo de
 cualquiera de los párrafos A1-B4.
- D12. El método de cualquiera de los párrafos D1-D11, en donde el método se realiza utilizando el conjunto
 50 rotativo de transferencia de material de cualquiera de los párrafos C1-C29.
- E1. El dispositivo de cualquiera de los párrafos A1-B4, el conjunto de cualquiera de los párrafos C1-C29, o el
 método de cualquiera de los párrafos D1-D12, en donde la carga de material compuesto incluye al menos:
- (i) al menos 1 hoja compuesta;
 (ii) al menos 2, al menos 3, al menos 4, al menos 5, al menos 6, al menos 8 o al menos 10 hojas compuestas
 55 apiladas; y
 (iii) menos de 20, menos de 15, menos de 10, menos de 8, menos de 6, menos de 5, menos de 4 o menos de
 3 hojas compuestas apiladas.
- E2. El dispositivo de cualquiera de los párrafos A1-B4 o E1, el conjunto de cualquiera de los párrafos C1-C29 o
 E1, o el método de cualquiera de los párrafos D1-E1, en donde la carga de material compuesto incluye un
 60 material preimpregnado.

E3. El dispositivo de cualquiera de los párrafos A1-B4 o E1-E2, el conjunto de cualquiera de los párrafos C1-C29 o E1-E2, o el método de cualquiera de los párrafos D1-E1-E2, en donde la carga de material compuesto incluye una pluralidad de fibras, opcionalmente en donde la pluralidad de fibras incluye al menos una de entre una pluralidad de fibras de carbono, una pluralidad de fibras poliméricas, y una pluralidad de fibras de vidrio.

E4. El dispositivo de cualquiera de los párrafos A1-B4 o E1-E3, el conjunto de cualquiera de los párrafos C1-C29 o E1-E3, o el método de cualquiera de los párrafos D1-E1-E3, en donde la carga de material compuesto incluye un material de resina, opcionalmente en donde el material de resina incluye al menos uno de entre un epoxi, un adhesivo y una resina polimérica.

E5. El dispositivo de cualquiera de los párrafos A1-B4 o E1-E4, el conjunto de cualquiera de los párrafos C1-C29 o E1-E4, o el método de cualquiera de los párrafos D1-E1-E4, en donde la superficie de apoyo define un contorno superficial bidimensional.

E6. El dispositivo de cualquiera de los párrafos A1-B4 o E1-E5, el conjunto de cualquiera de los párrafos C1-C29 o E1-E5, o el método de cualquiera de los párrafos D1-E1-E5, en donde la superficie de apoyo define un contorno superficial tridimensional.

E7. El dispositivo de cualquiera de los párrafos A1-B4 o E1-E6, el conjunto de cualquiera de los párrafos C1-C29 o E1-E6, o el método de cualquiera de los párrafos D1-E1-E6, en donde un contorno superficial de la superficie de apoyo define un contorno superficial de al menos una porción de al menos uno de entre una aeronave, una porción de una aeronave, una aerestructura, una porción de una aerestructura, un fuselaje, una porción de un fuselaje, un barril de fuselaje, una porción de un barril de fuselaje, un ala, una porción de un ala, un estabilizador y una porción de un estabilizador.

E8. El dispositivo de cualquiera de los párrafos A1-B4 o E1-E7, el conjunto de cualquiera de los párrafos C1-C29 o E1-E7, o el método de cualquiera de los párrafos D1-E1-E7, en donde la superficie de contacto con el material define un área de superficie de al menos uno de entre:

(i) al menos 1 metro cuadrado, al menos 2 metros cuadrados, al menos 3 metros cuadrados, al menos 4 metros cuadrados, al menos 6 metros cuadrados, al menos 8 metros cuadrados, al menos 10 metros cuadrados, al menos 12 metros cuadrados, al menos 15 metros cuadrados, o al menos 20 metros cuadrados; y

(ii) menos de 50 metros cuadrados, menos de 45 metros cuadrados, menos de 40 metros cuadrados, menos de 35 metros cuadrados, menos de 30 metros cuadrados, menos de 25 metros cuadrados o menos de 20 metros cuadrados.

F1. Un dispositivo flexible de transferencia de material que está configurado para unirse selectiva y funcionalmente a una carga de material compuesto para permitir la transferencia de la carga de material compuesto, comprendiendo el dispositivo:

un sustrato flexible que está configurado para efectuar selectiva y repetidamente una transición entre una conformación retraída y una conformación desplegada que es diferente de la conformación retraída, en donde el sustrato flexible define:

(i) una superficie de contacto con el material que está configurada para contactar con la carga de material compuesto; y

(ii) una pluralidad de conductos de retención que están definidos al menos parcialmente por la superficie de contacto con el material, en donde la pluralidad de conductos de retención está configurada para tener un vacío de retención aplicado a la misma y, además, el dispositivo flexible de transferencia de material está configurado para retener la carga de material compuesto sobre la superficie de contacto con el material cuando la carga de material compuesto está en contacto con la superficie de contacto con el material y el vacío de retención está aplicado a la pluralidad de conductos de retención; y

un colector de retención que proporciona comunicación de fluido entre la pluralidad de conductos de retención y una fuente de vacío para aplicar selectivamente el vacío de retención.

F2. El dispositivo del párrafo F1, en donde el sustrato flexible se forma a partir de al menos uno de entre un material flexible y un material resiliente.

F3. El dispositivo del párrafo F1, en donde el sustrato flexible está definido por una primera pared, una segunda pared y una pluralidad de bandas alargadas que se extienden entre la primera pared y la segunda pared, en donde la primera pared, la segunda pared y la pluralidad de bandas alargadas definen una pluralidad de canales alargados y, además, en donde al menos una porción del colector de retención está definida por al menos una porción de retención de la pluralidad de canales alargados.

F4. El dispositivo del párrafo F1, en donde el dispositivo incluye además una estructura de suspensión que está unida funcionalmente al sustrato flexible, en donde la estructura de suspensión incluye un primer miembro de suspensión que está unido funcionalmente a un primer lado del sustrato flexible y un segundo miembro de suspensión que está unido funcionalmente a un segundo lado del sustrato flexible.

F5. El dispositivo del párrafo F4, en donde la estructura de suspensión forma al menos una parte del colector de retención.

F6. El dispositivo del párrafo F4, en donde la estructura de suspensión es una estructura de suspensión tubular

que define un volumen interno, en donde la estructura de suspensión tubular incluye además una abertura de retención de la estructura de suspensión, en donde una superficie posterior del sustrato flexible define una abertura de retención de la superficie posterior y, además, en donde la abertura de retención de la estructura de suspensión está alineada con la abertura de retención de la superficie posterior para proporcionar una comunicación de fluido entre el volumen interno de la estructura de suspensión y la pluralidad de conductos de retención.

F7. El dispositivo del párrafo F1, en donde la conformación retraída incluye una conformación al menos sustancialmente plana.

F8. El dispositivo del párrafo F1, en donde la conformación desplegada define al menos una de entre una conformación no plana, una conformación curva y una conformación arqueada.

F9. El dispositivo del párrafo F1, en donde, cuando el sustrato flexible está en la conformación desplegada, la superficie de contacto con el material define un contorno superficial convexo.

F10. El dispositivo del párrafo F1, en donde el dispositivo incluye la carga de material compuesto, en donde la carga de material compuesto es retenida sobre la superficie de contacto con el material y, además, cuando el sustrato flexible está en la conformación desplegada, la carga de material compuesto está en tensión en una dirección paralela a la superficie de contacto con el material.

F11. Un dispositivo flexible de compactación por vacío para compactar una carga de material compuesto sobre una superficie de apoyo de un mandril de deposición que está configurada para recibir la carga de material compuesto, en donde el dispositivo está configurado para ser funcionalmente posicionado con relación a la superficie de apoyo para definir un volumen cerrado, comprendiendo el dispositivo:

- el dispositivo flexible de transferencia de material del párrafo F1;
- una pluralidad de conductos de evacuación que está definida al menos parcialmente por la superficie de contacto con el material;
- una estructura de sellado que está configurada para formar un sellado de fluido entre la superficie de apoyo y el sustrato flexible cuando está comprimida entre ambos; y
- un colector de evacuación que proporciona comunicación de fluido entre la pluralidad de conductos de evacuación y la fuente de vacío para aplicar selectivamente un vacío de evacuación al volumen cerrado.

F12. El dispositivo del párrafo F11, en donde el sustrato flexible está definido por una primera pared, una segunda pared y una pluralidad de bandas alargadas que se extienden entre la primera pared y la segunda pared, en donde la primera pared, la segunda pared y la pluralidad de bandas alargadas definen una pluralidad de canales alargados y, además, en donde al menos una porción del colector de evacuación está definida por al menos una porción de evacuación de la pluralidad de canales alargados.

F13. El dispositivo del párrafo F12, en donde la estructura de suspensión es una estructura de suspensión tubular que define un volumen interno, en donde la estructura de suspensión tubular incluye además una abertura de evacuación de la estructura de suspensión, en donde una superficie posterior del sustrato flexible define una abertura de evacuación de la superficie posterior y, además, en donde la abertura de evacuación de la estructura de suspensión está alineada con la abertura de evacuación de la superficie posterior para proporcionar una comunicación de fluido entre el volumen interno de la estructura de suspensión y la pluralidad de conductos de evacuación.

F14. El dispositivo del párrafo F13, en donde la estructura de suspensión tubular forma al menos una parte del colector de evacuación.

F15. Un conjunto rotativo de transferencia de material, que comprende:

- un plato de vacío que incluye el dispositivo flexible de compactación por vacío del párrafo F11;
- una estructura de regulación de conformación que está configurada para regular un contorno superficial de la superficie de contacto con el material; y
- un mecanismo de regulación de orientación que está configurado para efectuar selectivamente una transición del plato de vacío entre una orientación de carga, en la que el plato de vacío está orientado para recibir la carga de material compuesto sobre la superficie de contacto con el material, y una orientación de aplicación, en la que se orienta el plato de vacío para ubicar la carga de material compuesto sobre la superficie de apoyo.

F16. El conjunto del párrafo F15, en donde la estructura de regulación de conformación está unida funcionalmente a una estructura de suspensión que está unida a al menos uno de entre el sustrato flexible y una superficie posterior del sustrato flexible.

F17. El conjunto del párrafo F16, en donde la estructura de regulación de conformación incluye una ranura que permite la traslación de la estructura de regulación de conformación con respecto a la estructura de suspensión cuando el plato de vacío efectúa la transición entre la conformación retraída y la conformación desplegada.

F18. El conjunto del párrafo F14, en donde el conjunto incluye además una viga de soporte central que está unida funcionalmente a la estructura de regulación de conformación.

F19. El conjunto del párrafo F14, en donde el mecanismo de regulación de orientación incluye un pivote que está configurado para permitir la rotación del plato de vacío alrededor de un eje de rotación para permitir la transición entre la orientación de carga y la orientación de aplicación.

F20. Un método para ensamblar y compactar una pluralidad de hojas de material deformable sobre una superficie de apoyo no plana para definir una estructura compuesta, comprendiendo el método:

- 5 recibir una carga de material compuesto sobre una superficie de contacto con el material que está definida por un sustrato flexible de un plato de vacío, en donde la recepción incluye recibir mientras el plato de vacío está en una conformación retraída;
- aplicar un vacío de retención a una pluralidad de conductos de retención que están definidos al menos parcialmente por la superficie de contacto con el material para retener la carga de material compuesto sobre la superficie de contacto con el material;
- 10 ubicar la carga de material compuesto en relación con la superficie de apoyo no plana;
- efectuar una transición del plato de vacío a una conformación desplegada que es diferente de la conformación retraída, en donde, cuando el plato de vacío está en la conformación desplegada, un radio de curvatura de la carga de material compuesto es menor que un radio de curvatura de la superficie de apoyo no plana;
- 15 poner en contacto la carga de material compuesto con la superficie de apoyo no plana y conformar un contorno superficial de la carga de material compuesto con la superficie de apoyo no plana;
- poner en contacto una estructura de sellado del plato de vacío con la superficie de apoyo no plana para definir un volumen encerrado que está limitado por el sustrato flexible, la superficie de apoyo no plana y la estructura de sellado;
- 20 aliviar el vacío de retención; y
- aplicar un vacío de evacuación a una pluralidad de conductos de evacuación que están definidos al menos parcialmente por la superficie de contacto con el material para compactar la carga de material compuesto sobre la superficie de apoyo no plana.
- 25 Tal como se usan en el presente documento, los términos "selectivo" y "selectivamente", cuando modifican una acción, movimiento, configuración u otra actividad de uno o más componentes o características de un aparato, significan que la acción, movimiento, configuración u otra actividad específicos son un resultado directo o indirecto de la manipulación por parte del usuario de un aspecto, o de uno o más componentes, del aparato.
- 30 Tal como se usan en el presente documento, los términos "adaptado" y "configurado" significan que el elemento, componente u otro tema están diseñados y/o destinados a realizar una función determinada. Por lo tanto, el uso de los términos "adaptado" y "configurado" no debe interpretarse en el sentido de que un elemento, componente u otro tema dados son simplemente "capaces de" realizar una función determinada, sino que el elemento, componente y/u otro tema están específicamente seleccionados, creados, implementados, utilizados, programados y/o diseñados para el propósito de realizar la función. También está dentro del alcance de la presente divulgación que los elementos, componentes, y/u otros temas descritos,
- 35 que se hayan descrito como adaptados para realizar una función particular, pueden, adicional o alternativamente, describirse como configurados para realizar esa función, y viceversa. Similarmente, el tema que se describa como configurado para realizar una función particular puede, adicional o alternativamente, describirse como operativo para realizar esa función.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo flexible (100) de transferencia de material que está configurado para unirse selectiva y funcionalmente a una carga (810) de material compuesto para permitir la transferencia de la carga (810) de material compuesto, comprendiendo el dispositivo:

5 un sustrato flexible (110) que está configurado para efectuar selectiva y repetidamente una transición entre una conformación retraída (104) y una conformación desplegada (108) que es diferente de la conformación retraída (104), en donde el sustrato flexible (110) define:

(i) una superficie (114) de contacto con el material que está configurada para contactar con la carga (810) de material compuesto; y

10 (ii) una pluralidad de conductos (126) de retención que están definidos al menos parcialmente por la superficie (114) de contacto con el material, en donde la pluralidad de conductos (126) de retención está configurada para tener un vacío de retención aplicado a la misma, y además en donde el dispositivo flexible (100) de transferencia de material está configurado para retener la carga (810) de material compuesto sobre la superficie (114) de contacto con el material cuando la carga (810) de material compuesto está en contacto con la superficie (114) de contacto con el material y se aplica el vacío de retención a la pluralidad de conductos (126) de retención; y

un colector (140) de retención que proporciona comunicación de fluido entre la pluralidad de conductos (126) de retención y una fuente (150) de vacío para aplicar selectivamente el vacío de retención;

20 en donde el sustrato flexible (110) está definido por una primera pared (130), una segunda pared (132) y una pluralidad de bandas alargadas (134) que se extienden entre la primera pared (130) y la segunda pared (132), en donde la primera pared (130), la segunda pared (132) y la pluralidad de bandas alargadas (134) definen una pluralidad de canales alargados (136) y, además, en donde al menos una porción del colector (140) de retención está definida por al menos una porción de retención de la pluralidad de canales alargados (136).

25 2. El dispositivo de la reivindicación 1, en donde el sustrato flexible (110) está formado por un material flexible y/o resiliente.

3. El dispositivo de cualquier reivindicación precedente, en donde el dispositivo incluye además una estructura (160) de suspensión que está unida funcionalmente al sustrato flexible (110) para suspender así el sustrato flexible, en donde la estructura (160) de suspensión incluye un primer miembro (162) de suspensión que está unido funcionalmente a un primer lado del sustrato flexible (110) y un segundo miembro (164) de suspensión que está unido funcionalmente a un segundo lado del sustrato flexible (110).

4. El dispositivo de la reivindicación 3, en donde la estructura (160) de suspensión forma al menos una parte del colector (140) de retención.

35 5. El dispositivo de la reivindicación 3, en donde la estructura (160) de suspensión es una estructura de suspensión tubular que define un volumen interno, en donde la estructura de suspensión tubular incluye además una abertura (166) de retención de la estructura de suspensión, en donde una superficie posterior del sustrato flexible (110) define una abertura (166) de retención de la superficie posterior y, además, en donde la abertura (166) de retención de la estructura de suspensión está alineada con la abertura de retención de la superficie posterior para proporcionar una comunicación de fluido entre el volumen interno de la estructura de suspensión y la pluralidad de conductos (126) de retención.

40 6. Un dispositivo flexible (90) de compactación por vacío para compactar una carga (810) de material compuesto sobre una superficie (202) de apoyo de un mandril de deposición que está configurado para recibir la carga (810) de material compuesto, en donde el dispositivo (90) está configurado para ser funcionalmente posicionado con relación a la superficie (202) de apoyo para definir un volumen cerrado, comprendiendo el dispositivo (90):

45 el dispositivo flexible (100) de transferencia de material de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5;
una pluralidad de conductos (144) de evacuación que está al menos parcialmente definida por la superficie (114) de contacto con el material;
una estructura (170) de sellado que está configurada para formar un sellado de fluido entre la superficie (202) de apoyo y el sustrato flexible (110) cuando está comprimida entre ambos; y
50 un colector (144) de evacuación que proporciona comunicación de fluido entre la pluralidad de conductos (122) de evacuación y la fuente (150) de vacío para aplicar selectivamente un vacío de evacuación al volumen cerrado.

7. El dispositivo de la reivindicación 6, en donde el sustrato flexible (110) está definido por una primera pared (130), una segunda pared (132) y una pluralidad de bandas alargadas (134) que se extienden entre la primera pared y la segunda pared, en donde la primera pared, la segunda pared y la pluralidad de bandas alargadas (134) definen una

pluralidad de canales alargados y, además, en donde al menos una porción del colector (144) de evacuación está definida por al menos una porción de evacuación de la pluralidad de canales alargados (124).

8. El dispositivo de la reivindicación 7, en donde la estructura (160) de suspensión es una estructura de suspensión tubular que define un volumen interno, en donde la estructura de suspensión tubular incluye además una abertura (167) de evacuación de la estructura de suspensión, en donde una superficie posterior del sustrato flexible (110) define una abertura (118) de evacuación de la superficie posterior y, además, en donde la abertura (167) de evacuación de la estructura de suspensión está alineada con la abertura (118) de evacuación de la superficie posterior para proporcionar una comunicación de fluido entre el volumen interno de la estructura (160) de suspensión y la pluralidad de conductos (122) de evacuación.

9. Un conjunto rotativo (80) de transferencia de material, que comprende:

un plato (82) de vacío que incluye el dispositivo flexible (90) de compactación por vacío de la reivindicación 6; una estructura (180) de regulación de conformación que está configurada para regular un contorno superficial de la superficie (114) de contacto con el material; y un mecanismo (184) de regulación de orientación que está configurado para efectuar selectivamente una transición del plato (82) de vacío entre una orientación de carga, en la que el plato (82) de vacío está orientado para recibir la carga (810) de material compuesto sobre la superficie (114) de contacto con el material, y una orientación de aplicación, en la que el plato (82) de vacío está orientado para ubicar la carga (810) de material compuesto sobre la superficie (202) de apoyo.

10. El conjunto de la reivindicación 9, en donde la estructura (180) de regulación de conformación está unida funcionalmente a una estructura (160) de suspensión que está unida a al menos uno de entre el sustrato flexible (110) y una superficie posterior del sustrato flexible (110).

11. El conjunto (80) de la reivindicación 10, en donde la estructura (180) de regulación de conformación incluye una ranura que permite la traslación de la estructura (180) de regulación de conformación con respecto a la estructura (160) de suspensión cuando el plato (82) de vacío efectúa la transición entre la conformación retraída (104) y la conformación desplegada (108).

12. El conjunto (80) de cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, en donde el conjunto incluye además una viga central (190) de soporte que está unida funcionalmente a la estructura (180) de regulación de conformación.

13. El conjunto (80) de cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, en donde el mecanismo (184) de regulación de orientación incluye un pivote (185) que está configurado para permitir la rotación del plato (82) de vacío alrededor de un eje de rotación para permitir la transición entre la orientación (186) de carga y la orientación (188) de aplicación.

14. Un método para ensamblar y compactar una pluralidad de hojas de material deformable sobre una superficie de apoyo no plana para definir una estructura compuesta, comprendiendo el método:

recibir (310) una carga de material compuesto sobre una superficie de contacto con el material que está definida por un sustrato flexible de un plato de vacío, en donde la recepción incluye recibir mientras el plato de vacío está en una conformación retraída;

aplicar (320) un vacío de retención a una pluralidad de conductos de retención, que está definida al menos parcialmente por la superficie de contacto con el material, para retener la carga (810) de material compuesto sobre la superficie de contacto con el material;

ubicar (330) la carga de material compuesto en relación con la superficie de apoyo no plana;

efectuar una transición (340) del plato de vacío a una conformación desplegada que es diferente de la conformación retraída, en donde, cuando el plato de vacío está en la conformación desplegada, un radio de curvatura de la carga (810) de material compuesto es menor que un radio de curvatura de la superficie de apoyo no plana;

poner en contacto (350) la carga de material compuesto con la superficie de apoyo no plana y conformar un contorno superficial de la carga de material compuesto a la superficie de apoyo no plana;

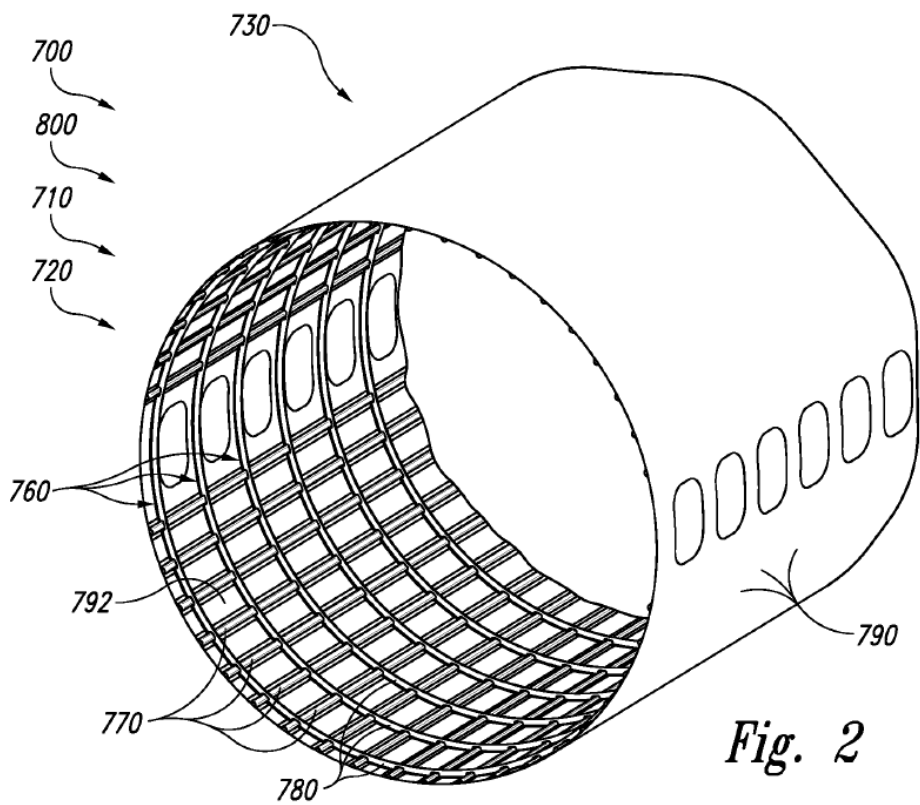
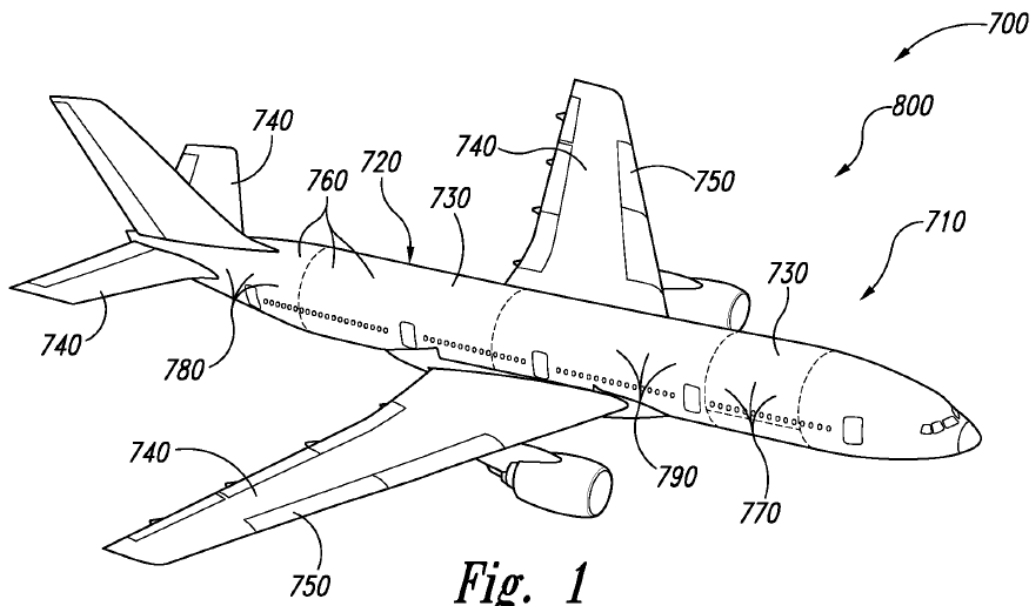
poner en contacto (360) una estructura de sellado del plato de vacío con la superficie de apoyo no plana para definir un volumen cerrado que está limitado por el sustrato flexible, la superficie de apoyo no plana y la estructura de sellado;

liberar (370) el vacío de retención; y

aplicar (380) un vacío de evacuación a una pluralidad de conductos de evacuación, que está definida al menos parcialmente por la superficie de contacto con el material, para compactar la carga (810) de material compuesto sobre la superficie de apoyo no plana;

en donde el sustrato flexible está definido por una primera pared (130), una segunda pared (132) y una pluralidad de bandas alargadas (134) que se extienden entre la primera pared (130) y la segunda pared (132), en donde la primera pared (130), la segunda pared (132) y la pluralidad de bandas alargadas (134) definen una pluralidad de

canales alargados (136) y, además, en donde al menos una porción de un colector (140) de retención, que proporciona comunicación de fluido entre la pluralidad de conductos (126) de retención y una fuente (150) de vacío para aplicar selectivamente el vacío de retención, está definida por al menos una parte de retención de la pluralidad de canales alargados (136).



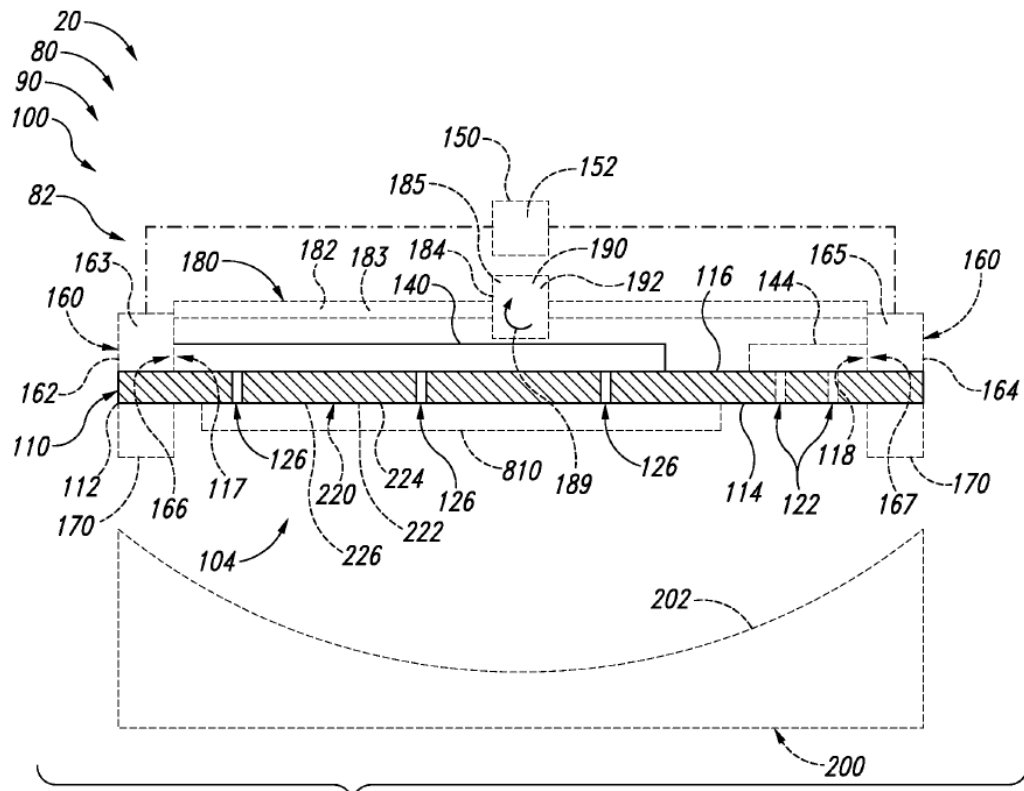


Fig. 3

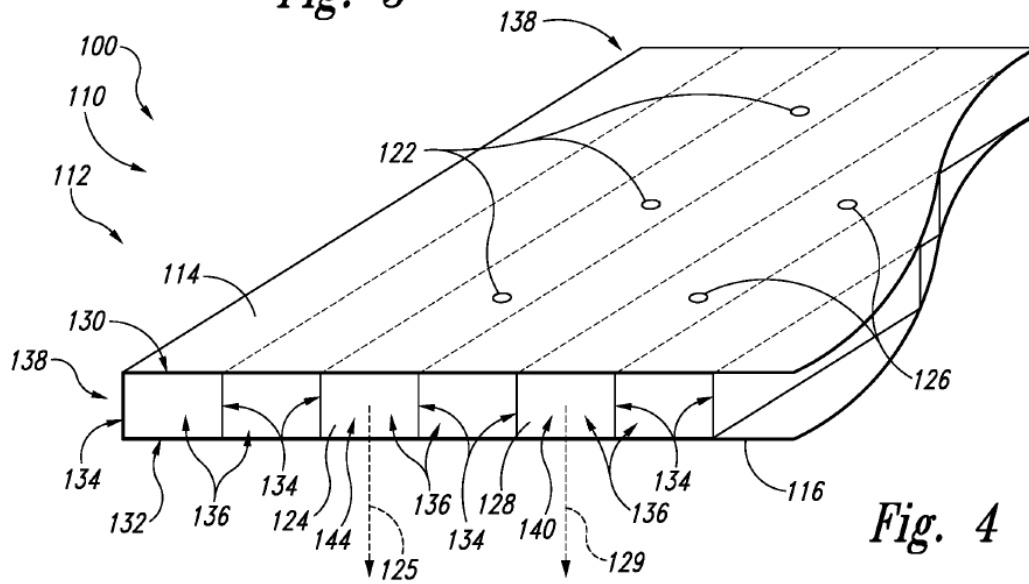


Fig. 4

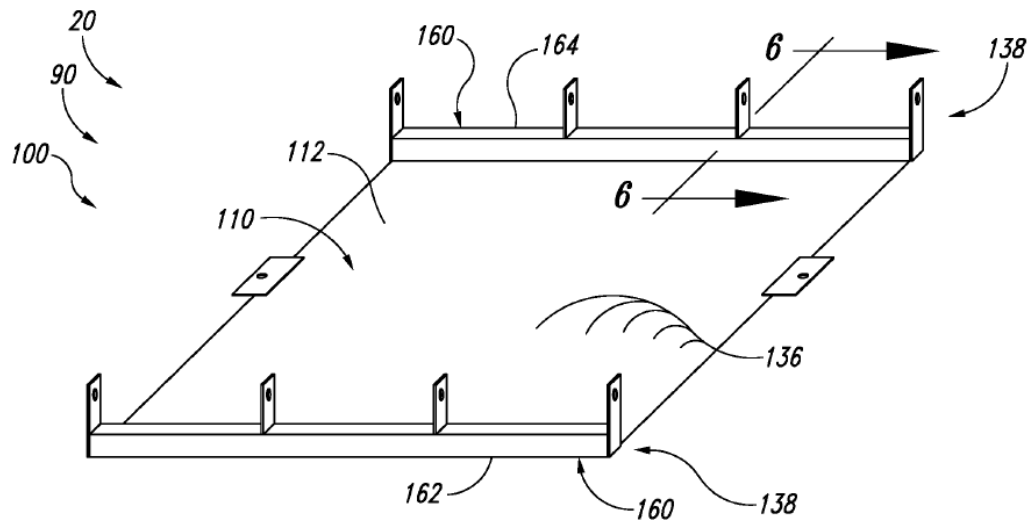


Fig. 5

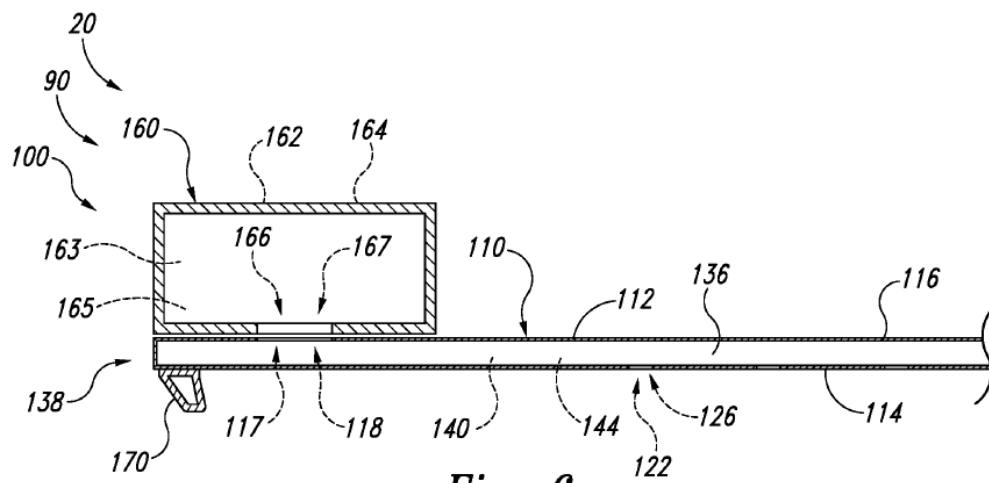


Fig. 6

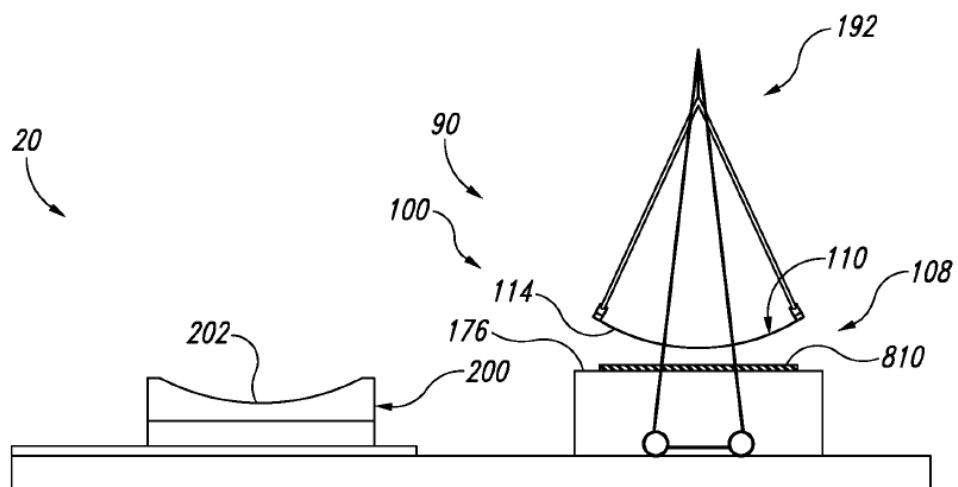


Fig. 7

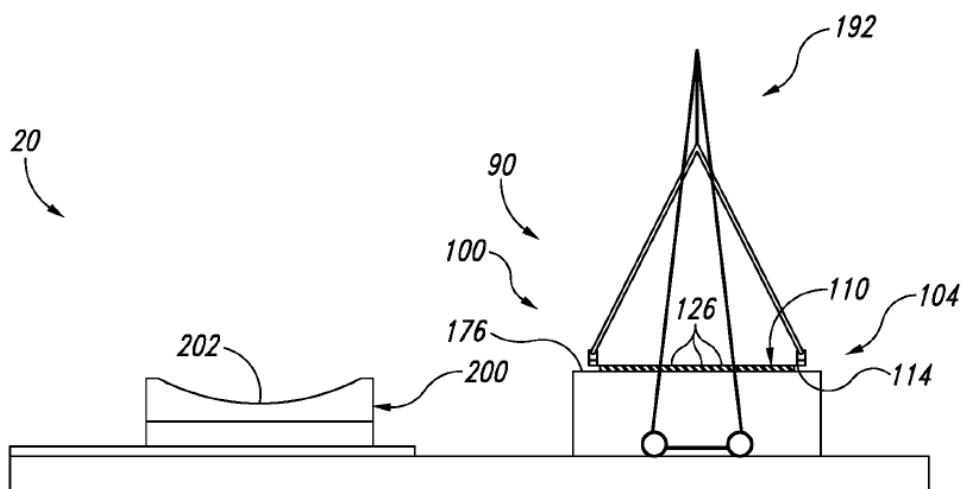


Fig. 8

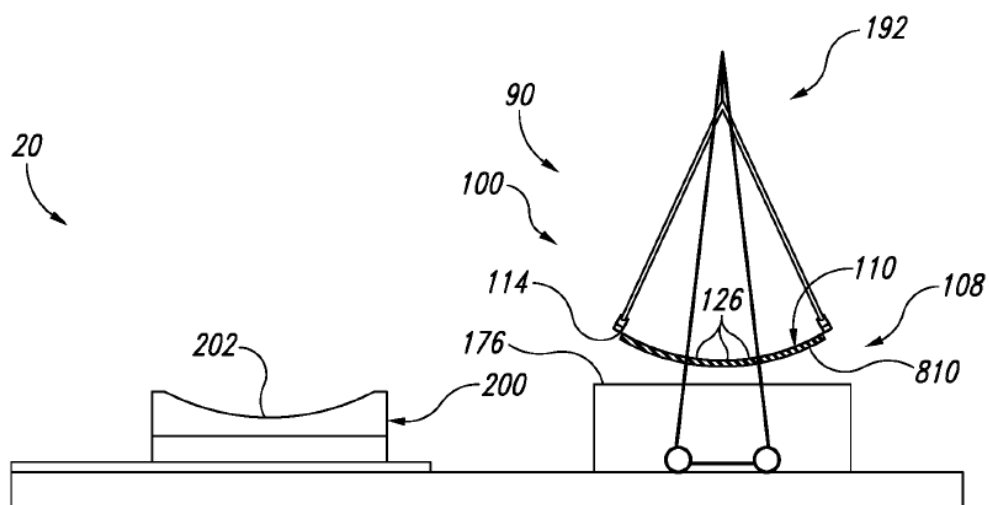


Fig. 9

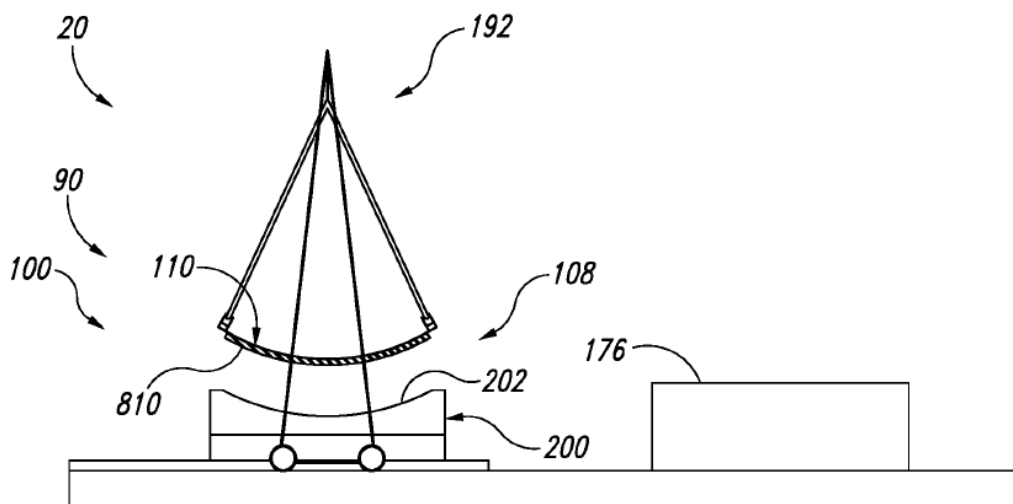


Fig. 10

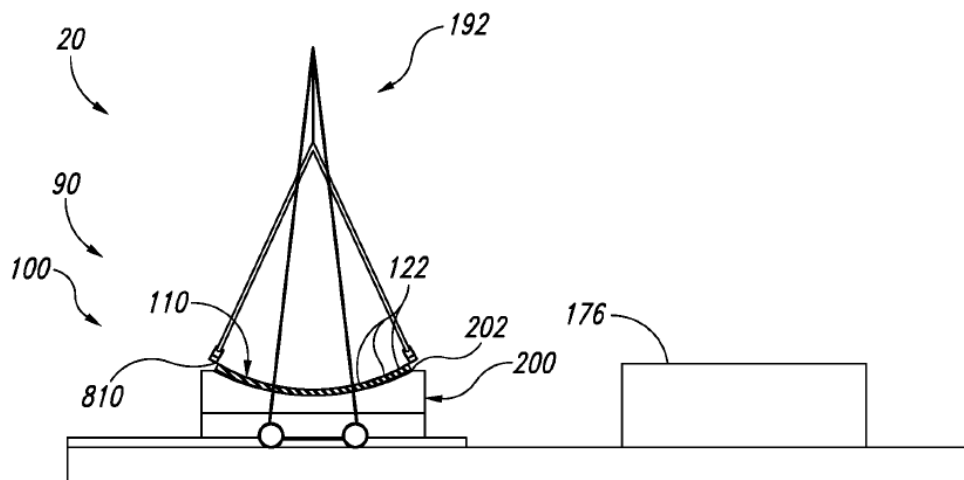


Fig. 11

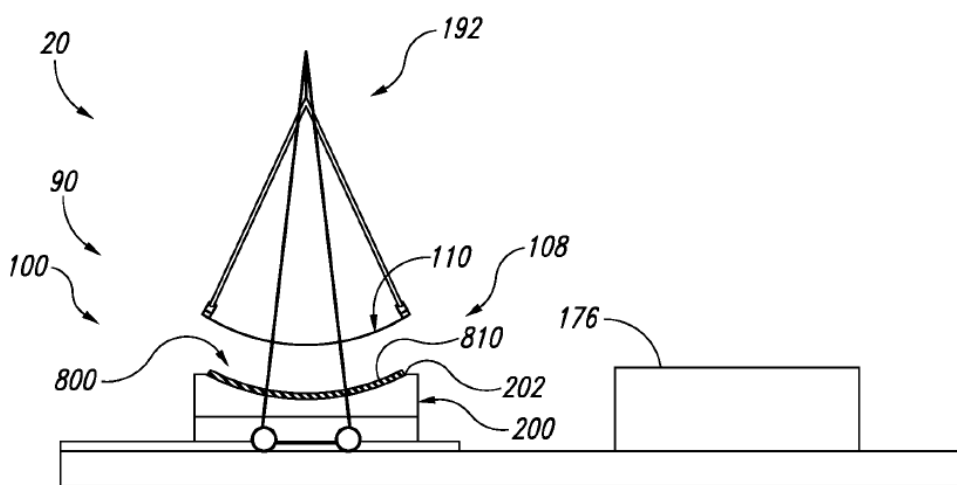
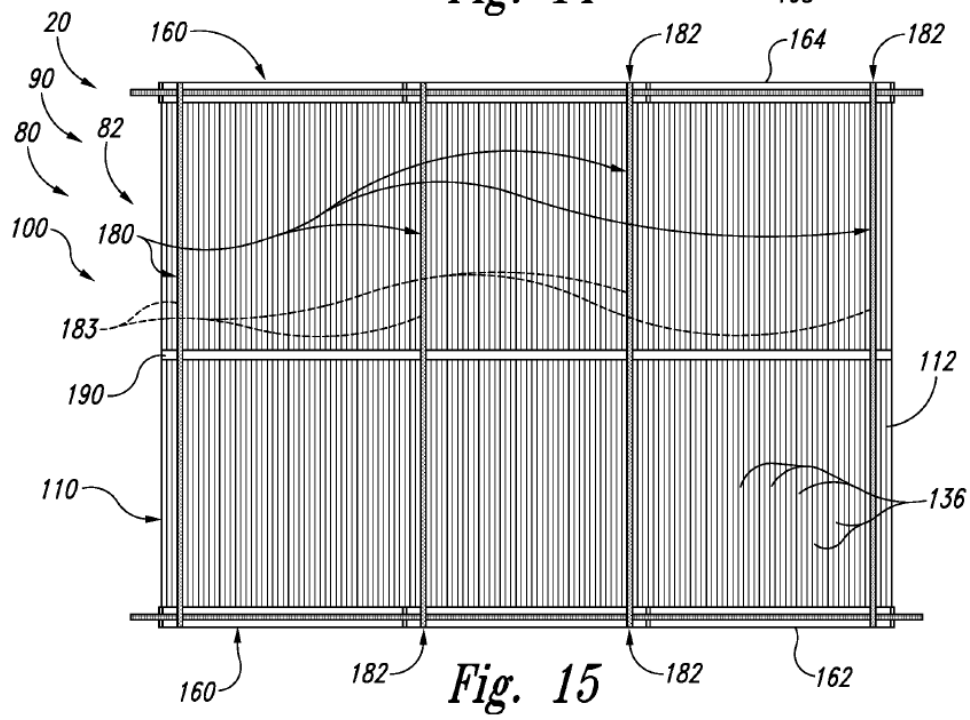
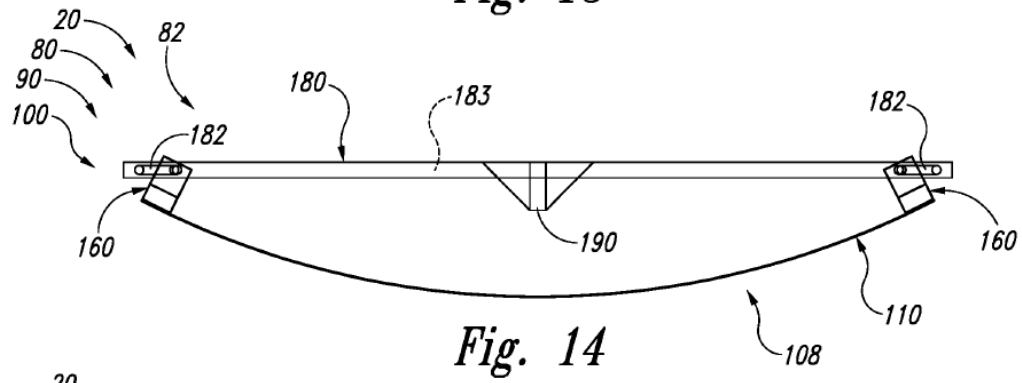
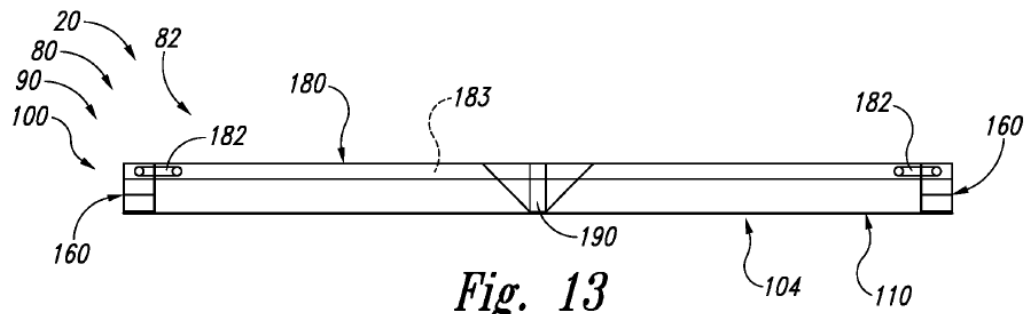
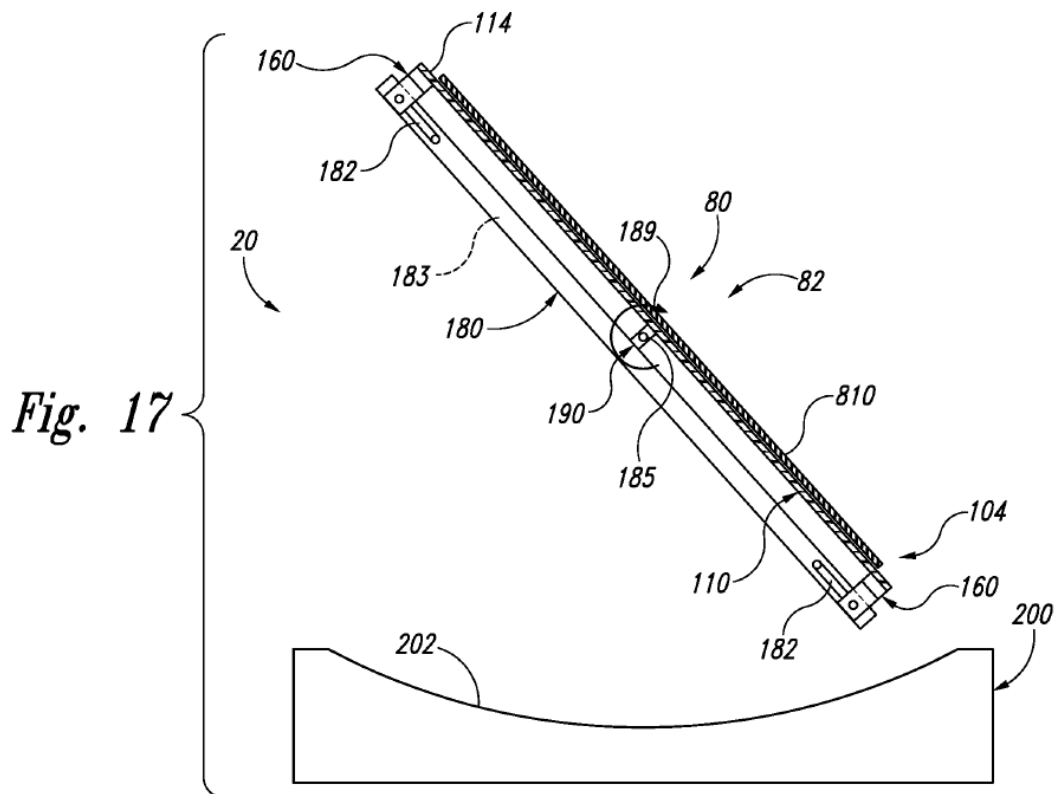
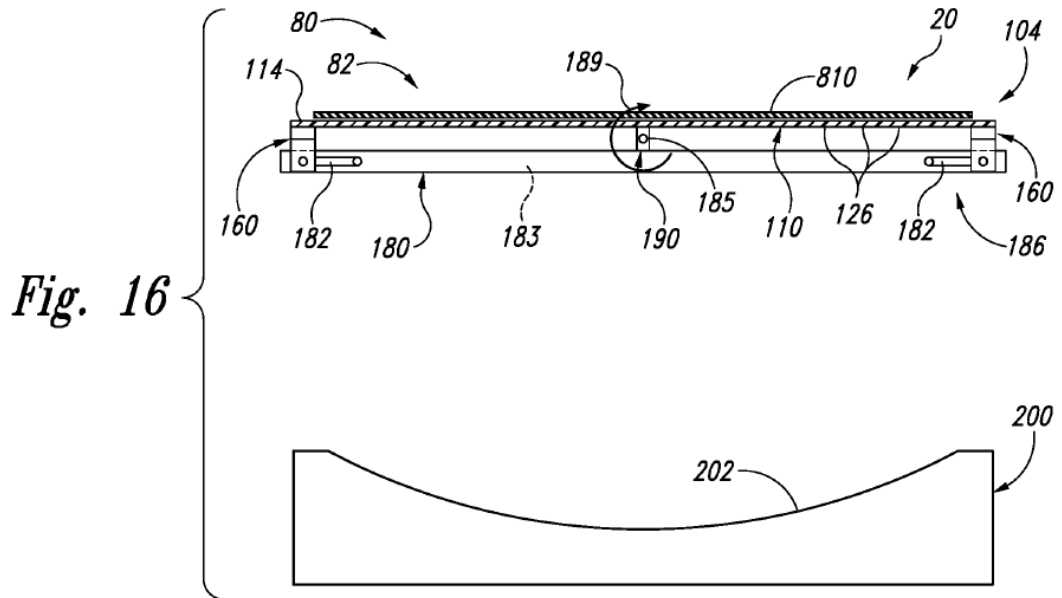
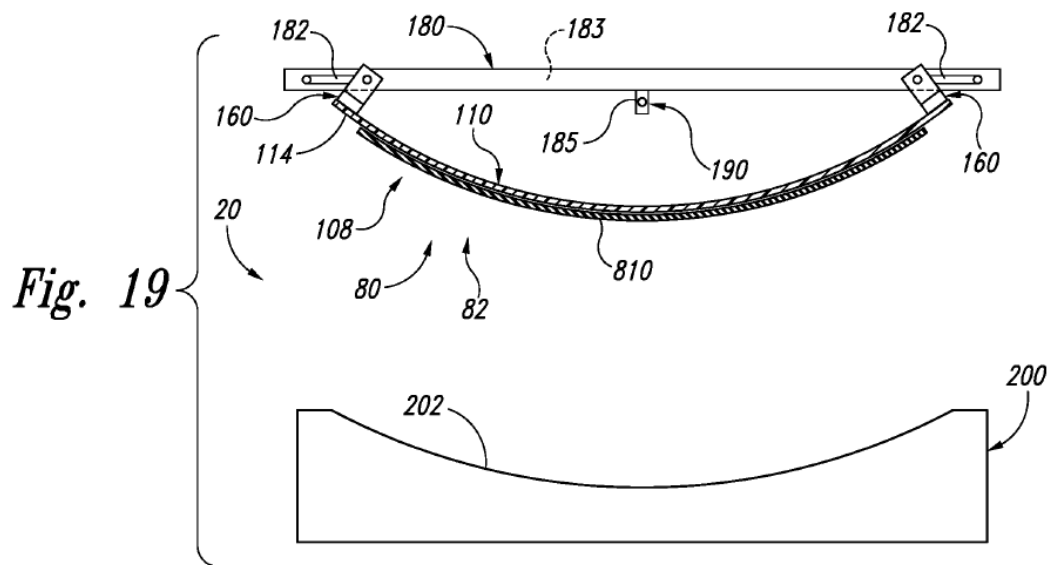
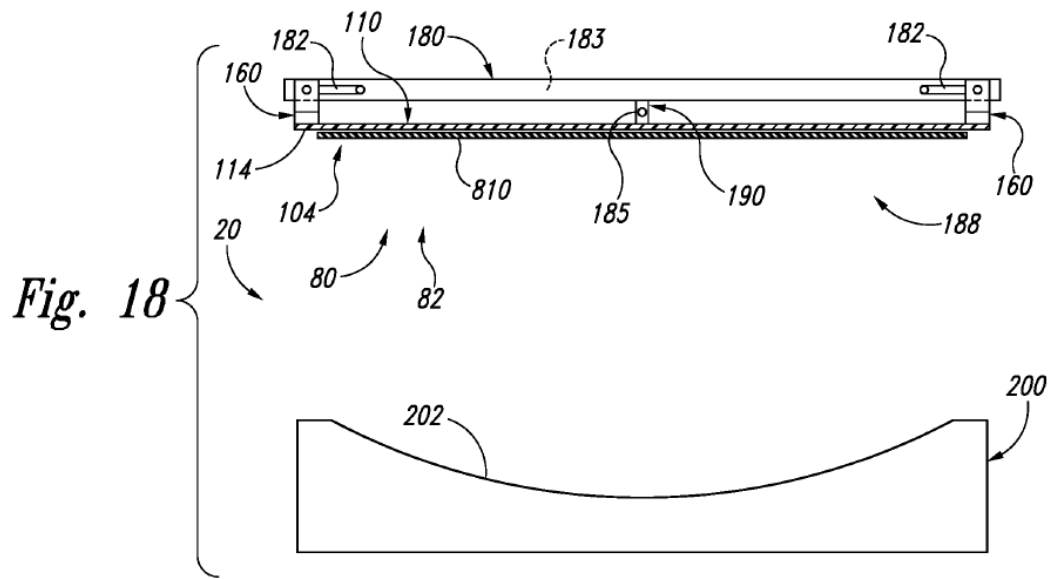


Fig. 12







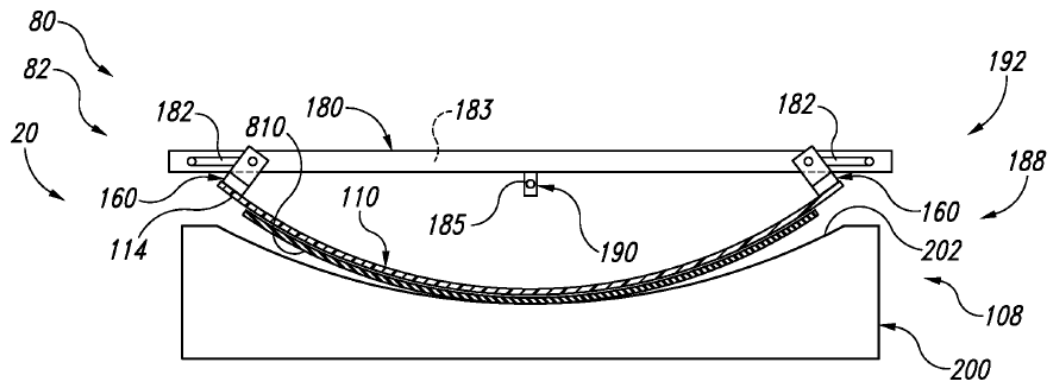


Fig. 20

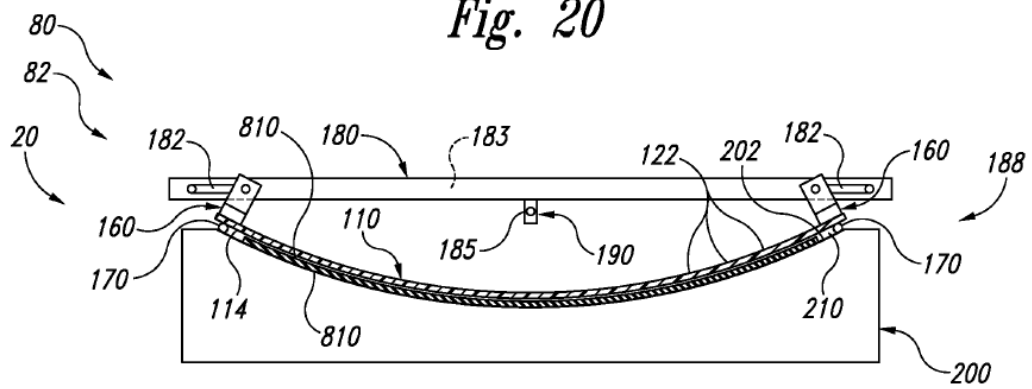


Fig. 21

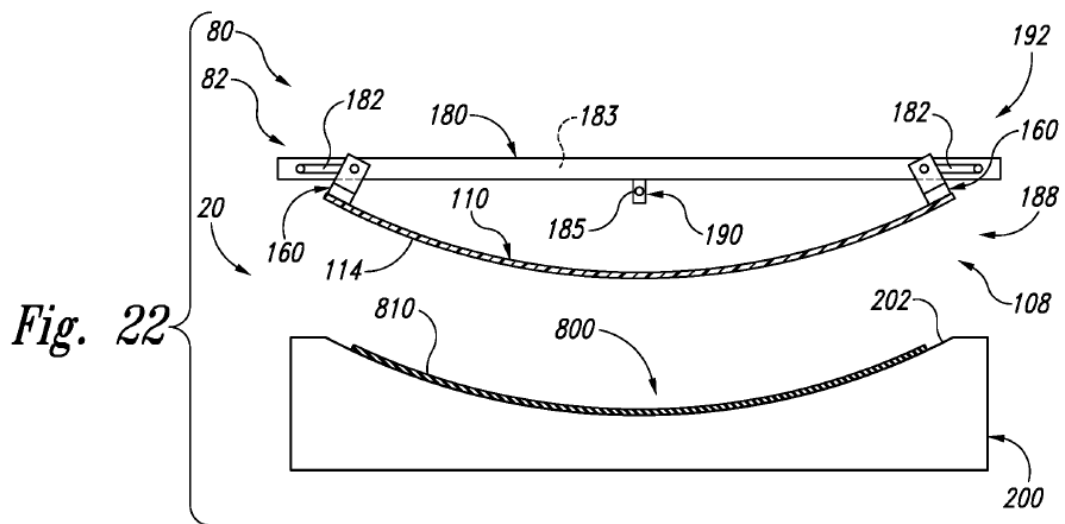


Fig. 22

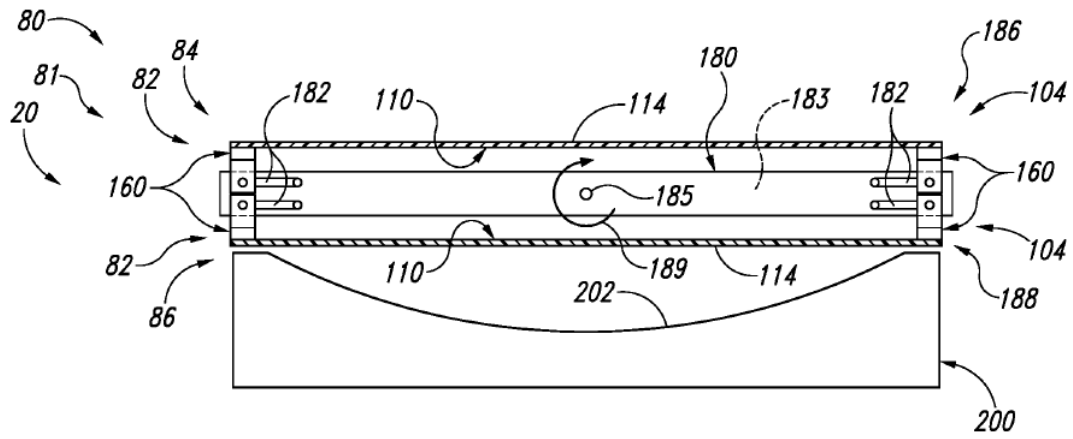


Fig. 23

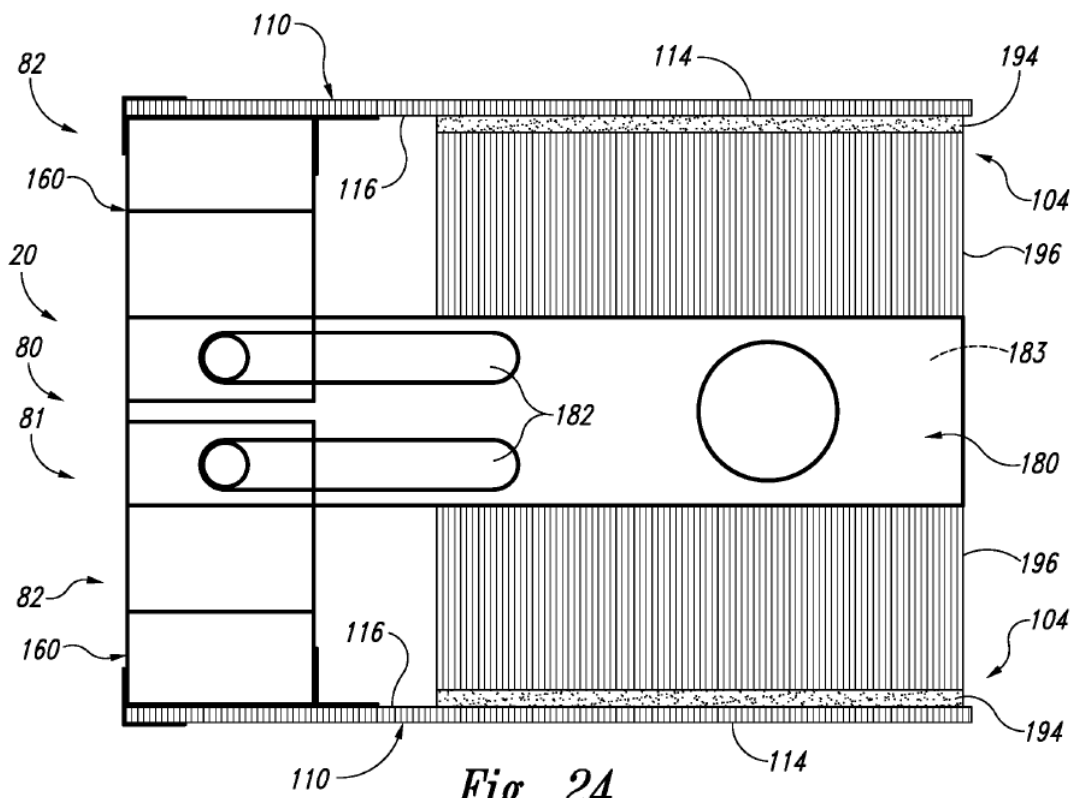


Fig. 24

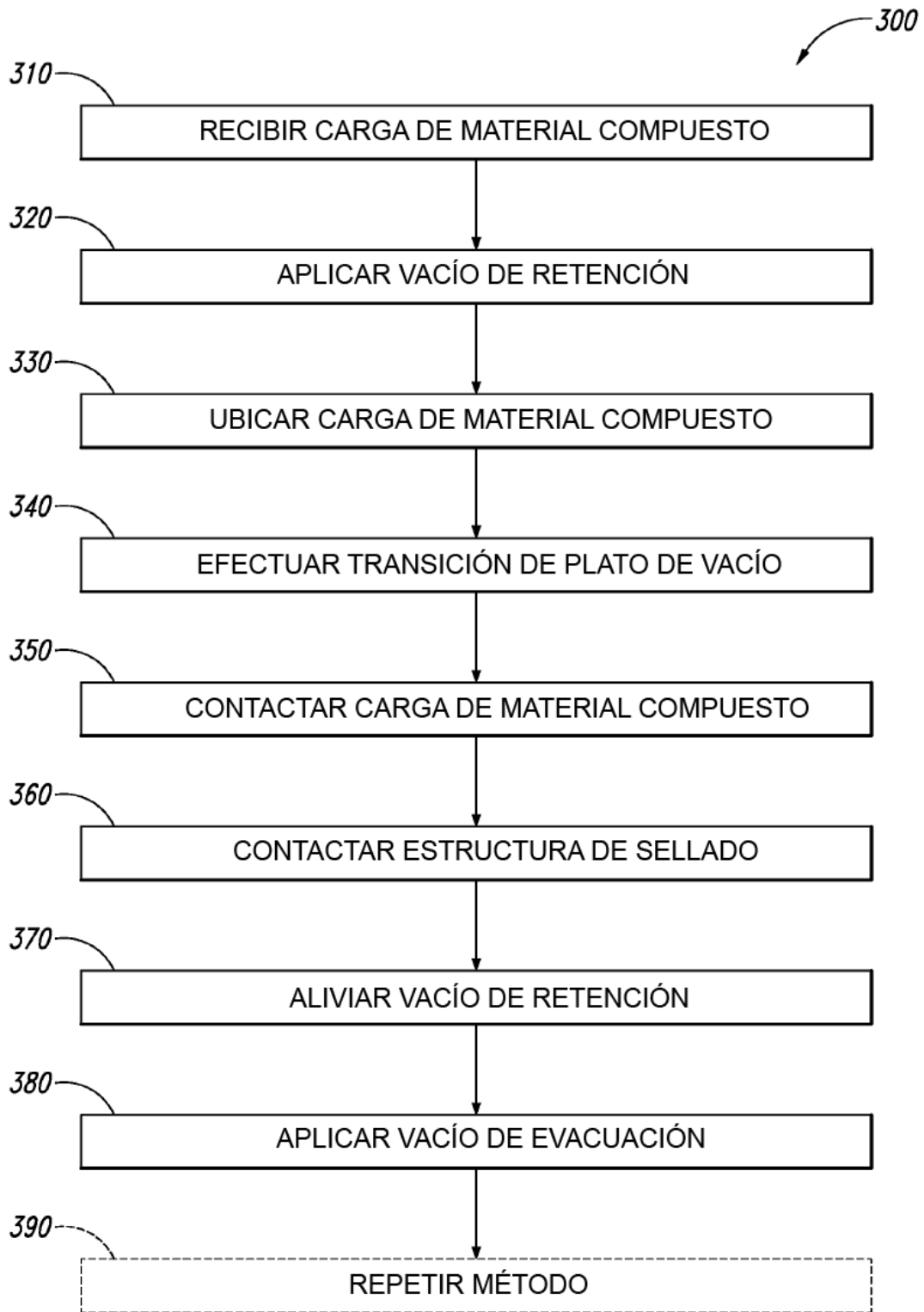


Fig. 25

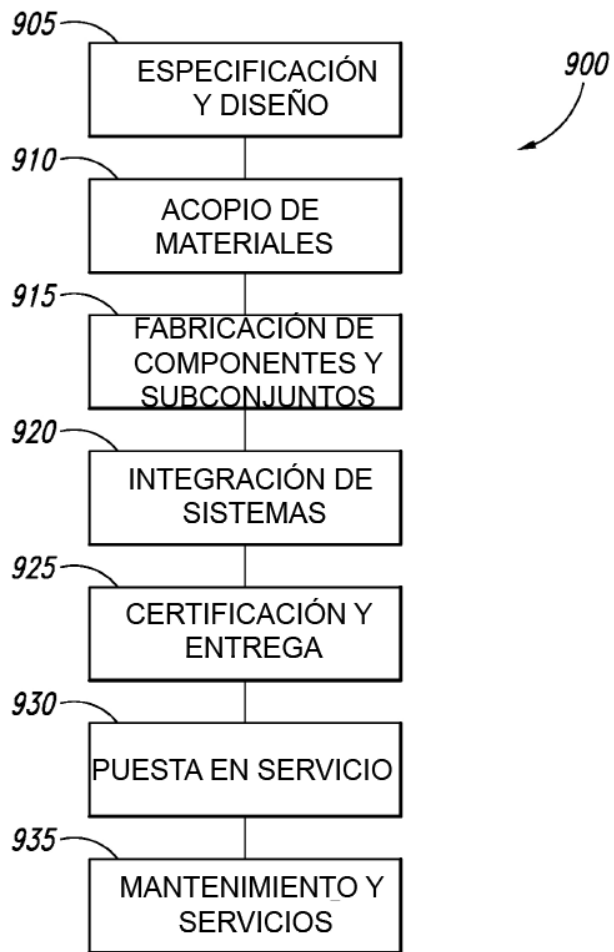


Fig. 26

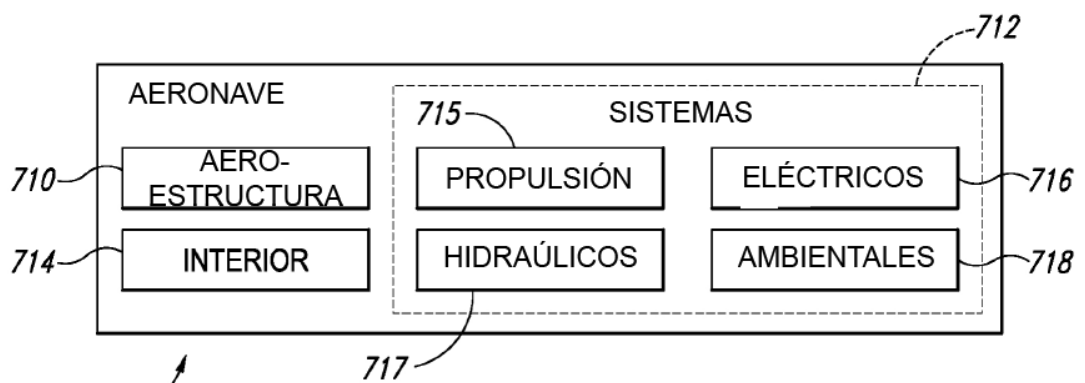


Fig. 27