(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **3 009 068**

(51) Int. Cl.:

B64F 5/10 (2007.01)
B64C 1/06 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.09.2020 PCT/GB2020/052186**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **18.03.2021 WO21048553**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.09.2020 E 20771608 (5)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.01.2025 EP 4028323**

(54) Título: **Empaquetaduras para su uso en conjunto de aeronave**

(30) Prioridad:

12.09.2019 GB 201913132
17.10.2019 EP 19275100

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.03.2025

(73) Titular/es:

BAE SYSTEMS PLC (100.00%)
6 Carlton Gardens
London SW1Y 5AD, GB

(72) Inventor/es:

THOMPSON, GREGORY WARREN

(74) Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

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

Empaquetaduras para su uso en conjunto de aeronave

Campo de la invención

La presente invención se refiere a empaquetaduras para su uso en conjuntos de aeronaves y a la producción y uso de las mismas.

Antecedentes

Las aeronaves normalmente comprenden un armazón al que se fija un revestimiento externo de aeronave. Muchos armazones de aeronave comprenden una pluralidad de bastidores (o piezas estructurales transversales) y largueros y/o almas de cizalladura. Los bastidores están, de forma típica, separados lateralmente entre sí y dispuestos perpendiculares al eje longitudinal de la aeronave. La finalidad principal de los bastidores es establecer la forma del fuselaje. Los largueros y/o almas de cizalladura son de forma típica miembros estructurales que están acoplados entre pares de bastidores y están dispuestos paralelos al eje longitudinal de la aeronave. Los largueros y almas de cizalladura soportan el revestimiento de aeronave y, en uso, transfieren a los bastidores las cargas aerodinámicas que actúan sobre el revestimiento.

Es deseable que los armazones de aeronave se produzcan dentro de unos límites de tolerancia muy estrechos.

Las empaquetaduras pueden aplicarse al armazón y, posteriormente, mecanizarse para proporcionar un armazón que tenga la forma deseada.

La solicitud de patente EP3281861 se refiere a una aeronave de ala giratoria con un fuselaje que comprende al menos un panel reforzado estructural, comprendiendo el panel reforzado estructural un revestimiento tensado y una estructura de refuerzo que está acoplada rígidamente al revestimiento tensado. El revestimiento tensado comprende un revestimiento interior y exterior y un conjunto de elemento central que está dispuesto entre el revestimiento interior y el revestimiento exterior. El conjunto de elemento central comprende al menos un elemento central viscoelástico y al menos un elemento central intermedio que están teselados, en donde el al menos un elemento central viscoelástico se proporciona para amortiguar el ruido y las vibraciones.

La solicitud de patente EP2865516 se refiere a un panel compuesto de revestimiento reforzado que comprende al menos dos refuerzos esencialmente longitudinales dispuestos distantes entre sí en un plano con un revestimiento de una capa de material compuesto continua exterior plana y una capa de material compuesto continua interior. Los al menos dos refuerzos esencialmente longitudinales tienen una altura “a” perpendicular al revestimiento. Al menos dos conjuntos intercalados en dicho plano están a lo largo de cada uno de los al menos dos refuerzos esencialmente longitudinales, comprendiendo dichos al menos dos conjuntos intercalados cada uno las capas compuestas continuas exterior plana e interior y un módulo de espuma de tipo rejilla con aberturas y con una altura “b”, con los módulos de espuma en el mismo lado de la capa compuesta continua exterior plana que los refuerzos esencialmente longitudinales entre la capa compuesta continua interior y la capa continua exterior plana.

La solicitud de patente US-2012051937 describe un elemento estructural, en particular para una aeronave y una nave espacial, que comprende un núcleo, cuya rigidez varía al menos en porciones para optimizar las características aeroelásticas del elemento estructural. También analiza un método para producir un elemento estructural, en particular, para una aeronave y una nave espacial, que comprende las siguientes etapas: la proporción de un elemento estructural que comprende un núcleo; la determinación del comportamiento aeroelástico del elemento estructural; y la variación, al menos en porciones, de la rigidez del núcleo del elemento estructural de modo que se optimice el comportamiento aeroelástico del elemento estructural.

La solicitud de patente EP3357807 describe un conjunto de armazón para una aeronave. El conjunto de armazón incluye un primer miembro de armazón que tiene un primer revestimiento, un segundo revestimiento, un núcleo celular grande unido entre los primer y segundo revestimientos y un inserto sólido que tiene una superficie lateral. El inserto sólido se une entre los primer y segundo revestimientos de modo que al menos una porción de la superficie lateral sea adyacente al núcleo de célula grande. El primer revestimiento tiene una primera superficie dispuesta opuesta al inserto sólido. El conjunto de armazón también incluye un segundo miembro de armazón que tiene una segunda superficie. Se dispone una junta adhesiva entre la primera y segunda superficies que une estructuralmente el primer miembro de armazón al segundo miembro de armazón de modo que el segundo miembro de armazón se coloque opuesto al inserto sólido.

La solicitud de patente US-2013099057A1 describe una sección de fuselaje de aeronave que tiene una forma curva con al menos un plano de simetría vertical (A-A) y un eje longitudinal central y que comprende un revestimiento y una pluralidad de bastidores dispuestos perpendicularmente a dicho eje longitudinal. La sección de fuselaje de aeronave también comprende al menos una estructura reticular interior montada sobre una estructura de soporte que comprende vigas longitudinales unidas al revestimiento e interconectadas con dichos bastidores, estando dicha estructura reticular

interior dispuesta para crear al menos una celda cerrada con el revestimiento para mejorar su resistencia y su tolerancia al daño a dichos impactos. Dicha estructura reticular interior puede estar formada por paneles, varillas, cables o correas.

Resumen de la invención

La presente invención se expone en el conjunto adjunto de reivindicaciones.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una ilustración esquemática (no a escala) de una porción de un armazón de un fuselaje de una aeronave.

La figura 2 es una ilustración esquemática (no a escala) de una empaquetadura;

la figura 3 es un diagrama de flujo de proceso que muestra las etapas de un método de producción de la empaquetadura y acoplamiento de un revestimiento externo de aeronave al armazón usando la empaquetadura;

la figura 4 es una ilustración esquemática (no a escala) del armazón con la empaquetadura acoplada al mismo; y

la figura 5 es una ilustración esquemática (no a escala) de una sección transversal a través del armazón, la empaquetadura y el revestimiento externo ensamblados juntos.

Descripción detallada

Se apreciará que en la presente memoria se emplean términos relativos tales como horizontal y vertical, superior e inferior, encima y debajo, frontal y trasero, superior e inferior, etc. simplemente para facilitar la referencia a las Figuras y que estos términos no son limitativos como tales, y que pueden aplicarse cualesquiera dos direcciones o posiciones, etc. distintas más que unas direcciones realmente horizontal y vertical, superior e inferior, etc.

La figura 1 es una ilustración esquemática (no a escala) de una porción de un armazón 100 de una aeronave, refiriéndose esta porción a continuación en la memoria como el "armazón 100". Un revestimiento externo de aeronave debe fijarse al armazón 100.

El armazón 100 comprende tres bastidores o "piezas estructurales transversales" 102 separados lateralmente y tres largueros 104. Los expertos en la técnica apreciarán que el armazón 100 puede comprender un número diferente de bastidores 102 y/o largueros 104.

Los bastidores 102 están hechos de aluminio o titanio. Los bastidores 102 definen la forma del fuselaje de aeronave y, en uso, aportan estabilidad a la aeronave al impedir u oponerse a la deflexión de los largueros 104. Cuando la aeronave está completamente ensamblada, los bastidores 102 se disponen de forma sustancialmente perpendicular al eje longitudinal de la aeronave.

Los largueros 104 están hechos de aluminio o titanio. Los largueros 104 son miembros alargados a los que se fija el revestimiento de la aeronave. Cuando la aeronave está completamente ensamblada, los largueros 104 discurren sustancialmente paralelos al eje longitudinal de la aeronave. En esta realización, los largueros 104 se fijan a los bastidores mediante una pluralidad de elementos de fijación de aeronave, p. ej., pernos.

La aeronave 100 puede también comprender elementos estructurales adicionales que no se muestran en la figura 1 por razones de claridad y concisión. Estos tipos de elementos estructurales de ejemplo pueden acoplar entre sí los bastidores 102 y/o los largueros 104. Ejemplos de tales elementos estructurales pueden incluir, aunque no de forma limitativa, almas de cizalladura, vigas, quillas y pisos de combustible.

Para producir el fuselaje de la aeronave, se fija un revestimiento compuesto de aeronave al armazón 100. La forma exterior del fuselaje ensamblado (es decir, la forma exterior del fuselaje producido al fijar el revestimiento compuesto al armazón 100) se denomina línea de molde exterior (OML) del fuselaje. En esta realización, la OML del fuselaje debe estar dentro de una tolerancia preespecificada. La OML del fuselaje que tiene la tolerancia requerida se ve facilitada por la línea de molde interior (IML) del fuselaje que está dentro de una tolerancia preespecificada. La IML del fuselaje es la superficie en la que el armazón 100 y el revestimiento de aeronave hacen tope, es decir, una superficie exterior del armazón 100 y una superficie interior del revestimiento de aeronave.

La figura 2 es una ilustración esquemática (no a escala) que muestra una realización de una empaquetadura 200.

En esta realización, la empaquetadura 200 es para su aplicación a la superficie exterior del armazón 100 antes de que el revestimiento de aeronave se fije al armazón 100. Por lo tanto, en la aeronave ensamblada, la empaquetadura 200 está intercalada entre el armazón 100 y el revestimiento externo de aeronave.

La empaquetadura 200 puede considerarse una capa sacrificial de material que, después de acoplarse al armazón 100, puede mecanizarse para proporcionar un IML deseado para el armazón 100. De esta manera, se puede mejorar el acoplamiento del revestimiento de aeronave al armazón 100.

En esta realización, la empaquetadura 200 está hecha de o comprende un material compuesto de fibra de carbono (CFC).

La empaquetadura 200 es alargada. La empaquetadura 200 puede tener cualquier longitud L apropiada. La longitud L de la empaquetadura 200 puede depender de la aplicación. La empaquetadura 200 puede tener cualquier anchura W apropiada. La anchura W de la empaquetadura 200 puede depender de la aplicación. La empaquetadura 200 puede tener cualquier espesor T apropiado, por ejemplo, entre aproximadamente 0,5 mm y aproximadamente 1,5 mm o aproximadamente 1 mm. El espesor T de la empaquetadura 200 puede depender de la aplicación. Preferiblemente, la empaquetadura 200 tiene un espesor T sustancialmente uniforme antes de acoplarse al armazón 100. El espesor T de la empaquetadura 200 es una distancia entre una superficie superior y una superficie inferior de la empaquetadura 200.

En esta realización, la empaquetadura 200 comprende un bastidor 202, una pluralidad de almohadillas 204 y una pluralidad de puntales 206. El bastidor 202, las almohadillas 204 y los puntales 204 están formados integralmente. Preferiblemente, el bastidor 202, las almohadillas 204 y los puntales 204 se forman a partir de una sola pieza de material, es decir, como una sola entidad integral.

El bastidor 202 es un bastidor sustancialmente rectangular. El bastidor 202 comprende cuatro miembros alargados sustancialmente rectos que están dispuestos para definir un rectángulo. Más específicamente, el bastidor 202 comprende dos miembros laterales alargados y opuestos (es decir, un primer miembro lateral 202a y un segundo miembro lateral 202b) que definen los lados de la empaquetadura 200 y dos miembros 202c, 202d de extremo alargados y opuestos dispuestos entre los miembros laterales 202a, 202b. Los miembros 202c, 202d de extremo definen los extremos de la empaquetadura 200.

Una primera pluralidad de almohadillas 204a (cada una de las cuales se denomina a continuación en la memoria una "primera almohadilla 204a") está dispuesta a lo largo de un borde interior del primer miembro lateral 202a. Una segunda pluralidad de almohadillas 204b (cada una de las cuales se denomina a continuación en la memoria una "segunda almohadilla 204b") está dispuesta a lo largo de un borde interior del segundo miembro lateral 202b. Cada primera almohadilla 204a está colocada opuesta a una respectiva de las segundas almohadillas 204b. Por lo tanto, en esta realización, hay un número igual de primera y segunda almohadillas 204a, 204b.

Las almohadillas 204a, 204b pueden tener una forma aproximadamente circular (p. ej., cuando la empaquetadura 200 se ve desde arriba o desde abajo). Por lo tanto, cada almohadilla 204a, 204b puede definir aproximadamente un disco. Las almohadillas 204a, 204b pueden tener cualquier diámetro apropiado. Los diámetros de las almohadillas 204a, 204b pueden depender de la aplicación. A modo de ejemplo, los diámetros de las almohadillas 204a, 204b pueden ser al menos el doble de los diámetros de los elementos de fijación que se van a colocar a través de esos ds 204a, 204b.

Los puntales 206 son miembros alargados. Los puntales pueden tener cualquier anchura apropiada, por ejemplo, entre aproximadamente 1 mm y aproximadamente 10 mm o entre aproximadamente 1 mm y 5 mm, p. ej., aproximadamente 3 mm. Las anchuras de los puntales 206 pueden depender de la aplicación.

En esta realización, los puntales 206 están dispuestos a lo ancho de la empaquetadura 200. Cada puntal 206 está acoplado entre una primera almohadilla 204a y una segunda almohadilla 204b. Más específicamente, cada puntal 206 está acoplado entre una primera almohadilla 204a y una segunda almohadilla 204b que es adyacente a la segunda almohadilla 204b que está opuesta a esa primera almohadilla 204a. Además, cada puntal 206 está acoplado entre una segunda almohadilla 204b y una primera almohadilla 204a que es adyacente a la primera almohadilla 204a que está opuesta a esa segunda almohadilla 204b. De esta manera, dos puntales 206 se extienden desde cada almohadilla 204a,b (excepto las almohadillas en los extremos de la empaquetadura, desde las que solo se extiende un único puntal). Los puntales 206 se extienden a lo largo de la anchura W de la empaquetadura 200 oblicuamente a los miembros 202a-d del bastidor 202. Los ángulos de los puntales con respecto a los miembros 202a-b pueden variarse cambiando la separación de las almohadillas 204a,b.

Los puntales 206 que acoplan pares adyacentes de almohadillas 204a,b se cruzan entre sí sustancialmente a lo largo de un eje longitudinal de la empaquetadura 200 (es decir, a lo largo de una línea central de la empaquetadura 200 que discurre a lo largo de su longitud L). Los puntales 206 se forman integralmente donde se cruzan. Preferiblemente, los puntales 206 tienen un espesor uniforme a lo largo de sus longitudes.

En esta realización, el bastidor 202, las almohadillas 204 y los puntales 204 definen una pluralidad de vacíos 208. Se puede considerar que los vacíos 208 son orificios pasantes que atraviesan la empaquetadura 200 desde la superficie superior de la empaquetadura 200 hasta la superficie inferior de la empaquetadura 200. En esta realización, las anchuras de los vacíos 208 son mayores que las anchuras de los puntales 206.

Ventajosamente, los vacíos 208 tienden a permitir que la empaquetadura 200 se doble o flexione hasta cualquier forma deseada. La empaquetadura 200 tiende a ser más flexible que las empaquetaduras de CFC convencionales.

La figura 3 es un diagrama de flujo del proceso que muestra ciertas etapas de un proceso de producción de la empaquetadura 200 y de uso de la empaquetadura para asegurar un revestimiento externo de aeronave al armazón 100.

En la etapa s2, se proporciona una lámina sustancialmente plana de CFC. Preferiblemente, la lámina tiene un espesor sustancialmente uniforme. Preferiblemente, el espesor de la lámina de material de CFC es igual al espesor deseado de la empaquetadura 200.

En la etapa s4, la empaquetadura 200 se corta a partir de la lámina proporcionada. En esta realización, se implementa corte controlado por ordenador para cortar la forma de la empaquetadura de la lámina proporcionada, proporcionando de este modo la empaquetadura 200. A modo de ejemplo, puede implementarse el corte por láser o el corte por chorro de agua para cortar la empaquetadura 200 de la lámina.

Por lo tanto, se proporciona la empaquetadura 200.

Ventajosamente, la producción de la empaquetadura 200 cortando la empaquetadura 200 a partir de una lámina de CFC es económica, rápida y sencilla en comparación con la producción de empaquetaduras convencionales. De forma típica, se usan herramientas de geometría compleja (p. ej., una herramienta de colocación y una herramienta de perfil) para producir empaquetaduras de CFC convencionales. El uso de tales herramientas tiende a evitarse en la producción de la empaquetadura 200.

En la etapa s5, se perfora una pluralidad de orificios a través de la empaquetadura 200. Cada orificio se perfora a través de una almohadilla 202a,b respectiva de la empaquetadura 200. Estos orificios perforados sirven para recibir los elementos de fijación de aeronave para fijar el revestimiento externo de aeronave al armazón 100. Por lo tanto, en esta realización, las almohadillas 202a,b actúan como apoyos o asientos para recibir los elementos de fijación de aeronave.

En la etapa s6, se aplica un adhesivo a la superficie externa del armazón 100 donde se va a fijar la empaquetadura 100. Puede usarse cualquier tipo apropiado de adhesivo. El adhesivo puede depender de la aplicación. El adhesivo puede ser un adhesivo de película o un adhesivo de pasta. El adhesivo puede aplicarse de cualquier manera apropiada, por ejemplo, rociando o esparciendo adhesivo líquido sobre el armazón.

En la etapa s8, la empaquetadura 200 se presiona sobre la porción del armazón 100 a la que se aplicó el adhesivo en la etapa s6. La empaquetadura 200 se presiona sobre el armazón 100 de modo que la empaquetadura 200 esté en contacto íntimo con el armazón 100. La empaquetadura 200 puede presionarse o aplicarse sobre el armazón 100 de cualquier manera apropiada, por ejemplo, usando un rodillo o a mano.

Ventajosamente, los vacíos 208 de la empaquetadura 200 tienden a permitir que la empaquetadura 200 se presione a través del adhesivo, p. ej., de modo que el material de empaquetadura fuerce el adhesivo hacia los vacíos 208. Esto tiende a facilitar la colocación precisa de la empaquetadura sobre el armazón 100 y permite que la empaquetadura 200 se mantenga en su posición mediante el adhesivo sin necesidad de sujetarla.

Ventajosamente, el uso de la empaquetadura flexible 200 tiende a reducir o eliminar la necesidad de usar dispositivos de sujeción (p. ej., abrazaderas en forma de G) para mantener la empaquetadura 200 en el armazón 100 en comparación con las empaquetaduras convencionales más rígidas. La empaquetadura flexible 200 tiende a doblarse de modo que se ajusta a la forma del armazón 100 al que se aplica y puede fijarse al armazón 100 sin necesidad de abrazaderas o con un requisito de sujeción reducido. Además, tiende a ser posible aplicar la empaquetadura flexible 200 a piezas que tienen diferentes geometrías. La empaquetadura flexible 200 tiende a tener en cuenta las tolerancias de fabricación en las piezas a las que se aplica.

Las anchuras del bastidor 202, los puntales 206 y las almohadillas 204 son relativamente pequeñas, p. ej., en comparación con las empaquetaduras convencionales. Por lo tanto, ventajosamente, el aire atrapado bajo la empaquetadura 200 cuando la empaquetadura 200 está adherida al armazón 100 tiende a reducirse o eliminarse. Además, tiende a ser más fácil eliminar el aire atrapado entre la empaquetadura 200 y el armazón 100 antes de curar el adhesivo. Por lo tanto, la empaquetadura 200 tiende a proporcionar un pegado mejorado entre la empaquetadura 200 y el armazón 100 y una resistencia al desprendimiento mejorada. Además, la reducción del aire atrapado tiende a reducir la probabilidad de desajustes, entrada de humedad y corrosión.

En la etapa s10, se retira el exceso de adhesivo del armazón 100 y de la empaquetadura 200. Esto se realiza antes del curado del adhesivo. La retirada del exceso de adhesivo puede realizarse de cualquier manera apropiada, por ejemplo, limpiando o raspando con una herramienta apropiada. Por ejemplo, se puede raspar con un raspador sobre la superficie superior de la empaquetadura 200 (es decir, al ras con la superficie superior) para retirar de este modo cualquier exceso de adhesivo que se extienda por encima de la superficie superior de la empaquetadura 200.

Convencionalmente, la retirada del exceso de adhesivo no curado cuando se usa una empaquetadura convencional tiende a ser difícil, por ejemplo, dado que los dispositivos de sujeción (p. ej., las abrazaderas en forma de G) que se usan convencionalmente para presionar las empaquetaduras convencionales sobre el armazón pueden obstruir el proceso. Como tal, convencionalmente, se retira el exceso de adhesivo después del curado, lo que tiende a ser más difícil y corre el riesgo de dañar el armazón/empaquetadura. El uso de la empaquetadura flexible 200 descrita anteriormente tiende ventajosamente a evitar o reducir el uso de tal dispositivo de sujeción, facilitando de este modo la retirada del adhesivo no deseado antes de que se cure.

En la etapa s12, se cura el adhesivo. El curado del adhesivo se puede hacer de cualquier manera apropiada. El curado del adhesivo puede comprender dejar que el adhesivo se cure con el tiempo o aplicar radiación electromagnética (p. ej., calor y/o luz) al adhesivo.

Por lo tanto, la empaquetadura 200 se fija al armazón 100.

La figura 4 es una ilustración esquemática que muestra el armazón 100 de aeronave que tiene múltiples empaquetaduras 200 acopladas al mismo. La figura 4 muestra las empaquetaduras 200 acopladas a un larguero 104 del armazón 100. Sin embargo, los expertos en la técnica apreciarán que se pueden acoplar una o más empaquetaduras 200 a cualquier superficie apropiada del armazón 100.

La figura 4 muestra además una pluralidad de orificios 400 que se perforaron a través de las almohadillas 202a,b de la empaquetadura en la etapa s5 anterior. En esta realización, estos orificios 400 a través de la empaquetadura 200 se alinean con los orificios pasantes respectivos a través del larguero 104. Estos pares alineados de orificios son para recibir elementos de fijación de aeronave, como se describe en mayor detalle más adelante con referencia a la figura 5.

En la etapa s14, la superficie externa de la empaquetadura 200 (es decir, la superficie opuesta a la superficie adherida al armazón 100) se mecaniza para definir un IML deseado para el armazón 100. Este mecanizado de la empaquetadura 200 puede comprender medir una superficie externa del conjunto (es decir, el armazón 100 con la empaquetadura 200 aplicada al mismo) y, usando las mediciones, controlar un aparato de mecanizado (p. ej., un aparato de mecanizado de control numérico por ordenador (CNC)) para mecanizar la empaquetadura 200 para definir un IML deseado.

Por lo tanto, tiende a proporcionarse un conjunto de armazón que define un IML dentro de una tolerancia especificada.

En una etapa s16, se coloca el revestimiento externo de aeronave contra la superficie exterior de la empaquetadura 200. El revestimiento externo de aeronave se coloca de modo que los orificios pasantes que atraviesan el revestimiento externo de aeronave estén alineados con los orificios 400 a través de la empaquetadura 200 y el larguero 104.

Ventajosamente, el hecho de que el IML esté dentro de la tolerancia especificada tiende a facilitar la ubicación del revestimiento de aeronave contra el conjunto de armazón.

En la etapa s18, el revestimiento externo de aeronave se fija al armazón 100 usando una pluralidad de elementos de fijación de aeronave.

La figura 5 es una ilustración esquemática (no a escala) que muestra una sección transversal a través de una porción de la estructura 500 formada al fijar el revestimiento 502 externo de aeronave al armazón 100. La figura 5 ilustra el acoplamiento del revestimiento 502 externo de aeronave al armazón 100 mediante un elemento 504 de fijación.

En esta realización, el elemento 504 de fijación comprende un perno roscado 506 y una tuerca 508.

El perno 506 pasa, a su vez, a través del revestimiento 502 externo de aeronave, una almohadilla 202a/b de la empaquetadura 200, un larguero 104 del armazón 100 y la tuerca 508 que asegura el perno 506.

Por lo tanto, la almohadilla 202a/b es un apoyos para el elemento 504 de fijación. Ventajosamente, en uso, las almohadillas 202a/b de las empaquetaduras 200 soportan las cargas de los elementos 504 de fijación que pasan a través de las mismas. En esta realización, la empaquetadura 200 es una estructura de soporte de carga. El material de la empaquetadura 200 (es decir, uno o más del bastidor 202, una o más almohadillas 204 y uno o más puntales 206) está ubicado en posiciones críticas para la carga en el conjunto de armazón (preferiblemente en todas las ubicaciones críticas para la carga). Un ejemplo de posición crítica para la carga puede ser una posición en la que se ubica un elemento de fijación. Además, en esta realización, los vacíos 208 no están ubicados en posiciones críticas para la carga en el conjunto de armazón.

En esta realización, el orificio en el revestimiento 502 externo de aeronave a través del cual pasa el perno 506 está avellanado para permitir de este modo que la cabeza del perno 506 esté sustancialmente al ras con la superficie externa 502a del revestimiento 502 externo de aeronave.

Ventajosamente, el hecho de que el IML esté dentro de la tolerancia especificada tiende a permitir que el OML, que está definido por la superficie externa 502a del revestimiento 502 externo de aeronave, esté dentro de una tolerancia preespecificada.

Por lo tanto, se proporciona el proceso de producción de la empaquetadura 200 y se usa la empaquetadura 200 para asegurar un revestimiento 502 externo de aeronave al armazón 100.

Cabe señalar que algunas de las etapas de proceso representadas en el diagrama de flujo de la figura 3 y descritas anteriormente pueden omitirse o tales etapas de proceso pueden realizarse en un orden diferente al presentado anteriormente y que se muestra en esa figura. Además, aunque todas las etapas de proceso se han representado, por motivos de conveniencia y facilidad de comprensión, como etapas discretas y temporalmente secuenciales, no obstante, algunas de las etapas de proceso pueden de hecho realizarse simultáneamente o al menos superponerse en cierta medida temporalmente.

En las realizaciones anteriores se produce un armazón de un fuselaje de aeronave. Sin embargo, en otras realizaciones se produce un tipo de estructura distinto. Por ejemplo, puede producirse un armazón de una parte distinta de la aeronave, por ejemplo, un ala o el empenaje.

En las realizaciones anteriores, la empaquetadura está hecha de o comprende CFC. Sin embargo, en otras realizaciones, la empaquetadura está hecha de uno o más materiales diferentes en lugar de o además del CFC. Ejemplos de materiales apropiados incluyen, aunque no de forma limitativa, materiales compuestos reforzados con fibra de vidrio, p. ej., plástico reforzado con vidrio (GRP), aluminio y aleaciones de los mismos, plásticos, acero, titanio y aleaciones de los mismos.

En las realizaciones anteriores, la empaquetadura es alargada y rectangular. Sin embargo, en otras realizaciones, la empaquetadura tiene una forma apropiada diferente. La forma de la empaquetadura puede depender de la aplicación.

En las realizaciones anteriores, la forma de la empaquetadura y las formas de los vacíos que la atraviesan están definidas por el bastidor, la pluralidad de almohadillas y la pluralidad de puntales. En otras realizaciones, la empaquetadura tiene una forma diferente, por ejemplo, pueden disponerse un bastidor, puntales y/o almohadillas de manera diferente, de modo que la forma de los vacíos sea diferente. Los vacíos pueden tener cualquier forma apropiada, incluyendo, aunque no de forma limitativa, triangular, cuadrada, romboidal, pentagonal, hexagonal, heptagonal, octogonal, etc. Por ejemplo, la empaquetadura puede comprender vacíos que definen un patrón de tipo panal de abeja.

En las realizaciones anteriores, las almohadillas son estructuras sustancialmente en forma de disco. Sin embargo, en otras realizaciones, una o más de las almohadillas tienen una forma diferente, p. ej., poligonal, tal como cuadrada, triangular, hexagonal, etc.

En las realizaciones anteriores, la empaquetadura se produce cortando la empaquetadura a partir de una lámina de CFC. Sin embargo, en otras realizaciones, la empaquetadura se forma de una manera diferente, por ejemplo, usando fabricación aditiva (AM), tal como modelado por depósito fundido (FDM).

En las realizaciones anteriores, las almohadillas de la empaquetadura proporcionan apoyos para los elementos de fijación que fijan el revestimiento de aeronave al armazón. Las almohadillas son estructuras de soporte de carga que soportan las cargas de los elementos de fijación. La empaquetadura es una estructura de soporte de carga, con el material de empaquetadura ubicado en posiciones críticas para la carga en el conjunto de armazón y los vacíos ubicados en (p. ej., solo) posiciones no críticas para la carga.

Sin embargo, en otras realizaciones, la empaquetadura no soporta carga. En tales realizaciones, el material de empaquetadura puede estar ubicado en (p. ej., solo) las posiciones no críticas para la carga en el conjunto de armazón, mientras que los vacíos están ubicados en (p. ej., todas) las posiciones críticas para la carga. En tales realizaciones, después de aplicar la empaquetadura 200 al armazón 100 (p. ej., en la etapa s8 o s10 del método de la figura 3 descrito en mayor detalle anteriormente), las cavidades o rebajes que están definidos por los vacíos 208 pueden rellenarse con un adhesivo de soporte de carga (por ejemplo, Hysol, tal como Loctite EA9394S o Loctite EA9395). La empaquetadura 200 actúa como una "presa" que retiene el adhesivo de soporte de carga líquido/no curado en las posiciones deseadas contra el armazón 100. El revestimiento 502 de aeronave puede entonces disponerse contra el armazón 100 (con la empaquetadura 200 y el adhesivo de soporte de carga sobre el mismo) y el adhesivo curado. Los elementos 504 de fijación pueden usarse para fijar el revestimiento 502 de aeronave al armazón 100. Los elementos 504 de fijación pasan a través del adhesivo de soporte de carga curado y no a través del material de empaquetadura.

Ventajosamente, el uso de la empaquetadura para proporcionar una presa para retener el adhesivo de soporte de carga líquido/no curado tiende a ser más rápido que los métodos convencionales relativamente complicados de proporcionar una presa. Además, dado que la empaquetadura/presa no es una estructura de soporte de carga en tales realizaciones, se pueden usar materiales más económicos y/o livianos para la empaquetadura (p. ej., plástico de bajo

coste). La empaquetadura/presa se puede producir rápidamente en cualquier forma apropiada, p. ej., usando AM. Ventajosamente, este uso de la empaquetadura puede reducir el riesgo de agrietamiento del adhesivo de soporte de carga.

REIVINDICACIONES

1. Un método de acoplamiento de un revestimiento externo de aeronave a un armazón de aeronave, comprendiendo el método:
proporcionar una empaquetadura, en donde la empaquetadura es para su aplicación al armazón de aeronave y en donde la empaquetadura comprende:

una lámina de material que tiene una primera superficie y una segunda superficie opuesta a la primera superficie; y
una pluralidad de vacíos definidos a través de la lámina de material desde la primera superficie hasta la segunda superficie, permitiendo de este modo que la lámina de material sea flexible; y en donde el método comprende además:

acoplar la empaquetadura a una superficie externa del armazón;
después de acoplar la empaquetadura a la superficie externa del armazón, llenar uno o más de los vacíos con un adhesivo; después de eso
mecanizar la empaquetadura para proporcionar una línea de moldeo interior (IML) deseada para el armazón; y
acoplar el revestimiento externo de aeronave a una superficie externa del conjunto de armazón y empaquetadura usando una pluralidad de elementos de fijación, pasando cada elemento de fijación a través del revestimiento externo de aeronave, una región respectiva de adhesivo curado ubicada en un vacío y al menos parte del armazón.

2. El método de la reivindicación 1, en donde:
la lámina de material define:

un bastidor; y
una pluralidad de puntales que se extienden desde un lado del bastidor hasta un lado opuesto del bastidor; y
el bastidor y los puntales definen, al menos en parte, los vacíos.

3. El método de la reivindicación 2, en donde los puntales son miembros alargados.

4. El método de la reivindicación 2 o 3, en donde los puntales son oblicuos a al menos un miembro que forma el bastidor.

5. El método de cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, en donde una anchura de cada uno de los puntales es de entre 1 mm y 10 mm.

6. El método de cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5, en donde la lámina de material define además una pluralidad de almohadillas.

7. El método de la reivindicación 6, en donde una o más de las almohadillas es sustancialmente un disco del material.

8. El método de la reivindicación 6 o 7, en donde las almohadillas se extienden desde el bastidor.

9. El método de cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, en donde cada puntal se extiende entre un par respectivo de almohadillas.

10. El método de cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, en donde acoplar el revestimiento externo de aeronave a la superficie externa del conjunto de armazón y empaquetadura usa una pluralidad de elementos de fijación, pasando cada elemento de fijación a través del revestimiento externo de aeronave, una almohadilla respectiva y al menos parte del armazón.

11. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en donde el material es un material seleccionado del grupo de materiales que consiste en un material compuesto reforzado con fibra, un compuesto de fibra de carbono, un material compuesto reforzado con fibra de vidrio, un plástico reforzado con vidrio, aluminio, aleación de aluminio, un plástico, acero, titanio y aleación de titanio.

12. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en donde la empaquetadura tiene un espesor sustancialmente uniforme entre la primera superficie y la segunda superficie de entre 0,5 mm y 1,5 mm.

Fig. 1

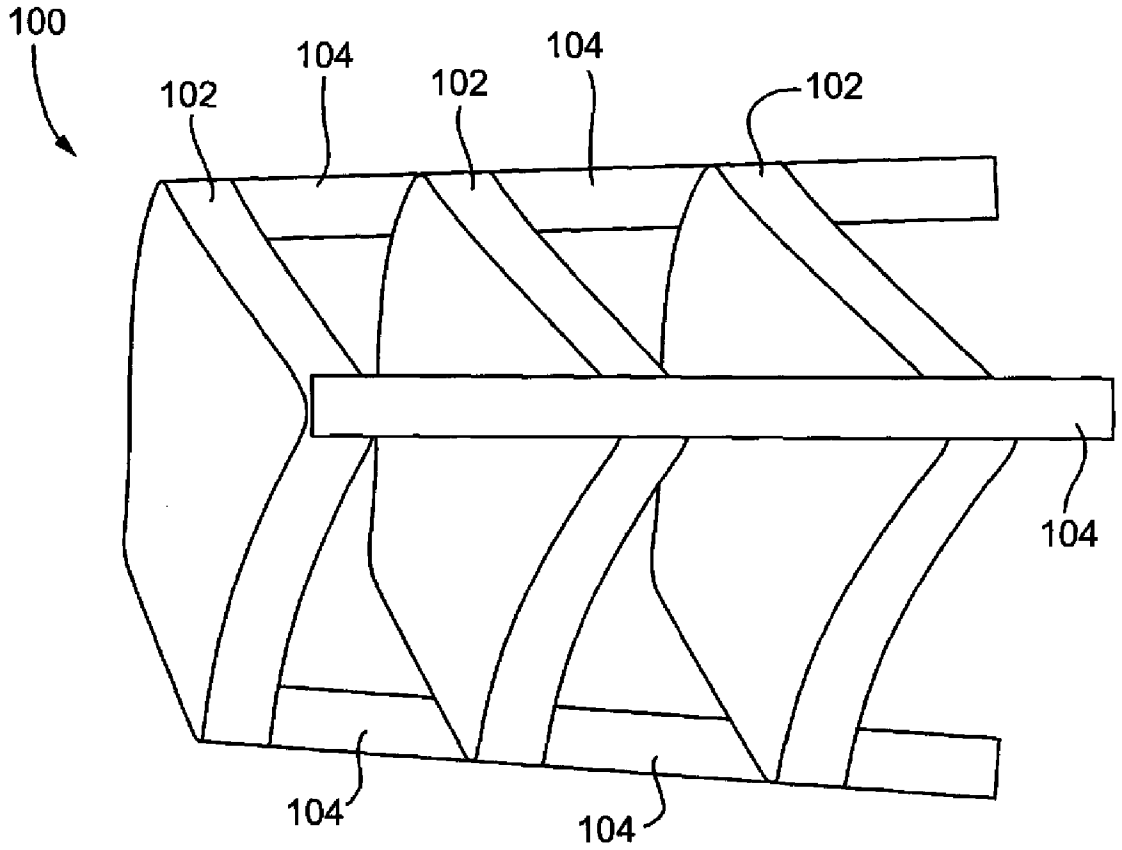

100
102
104
102
104
102
104
104
104

Fig. 2

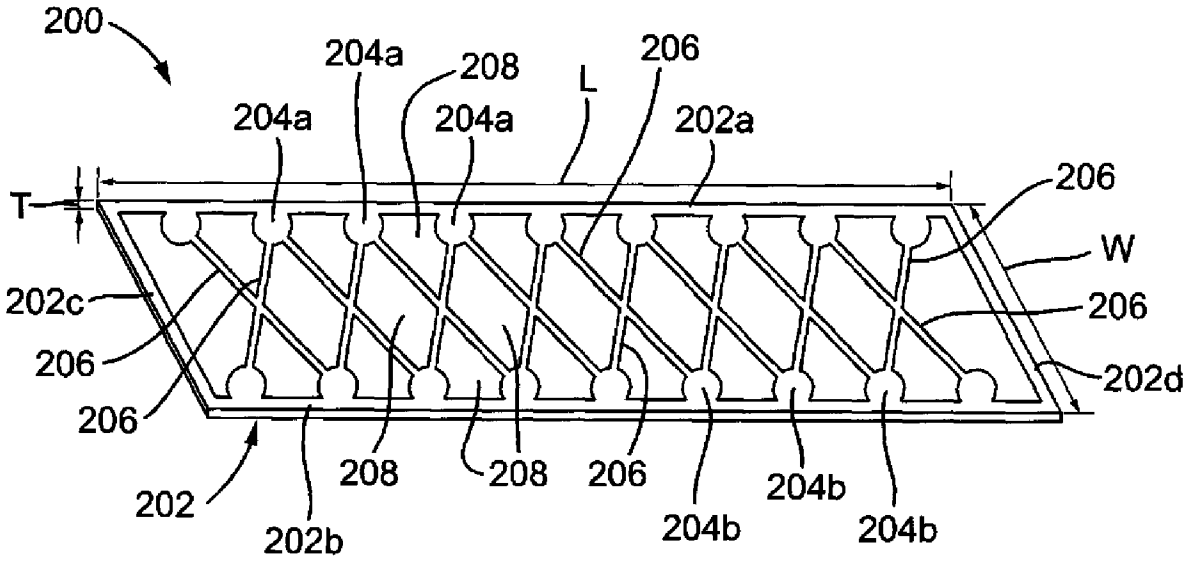

200
204a
208
206
L
204a
204a
202a
206
T
W
202c
206
206
206
202d
202
208
208
206
204b
204b
204b
202b

Fig. 3

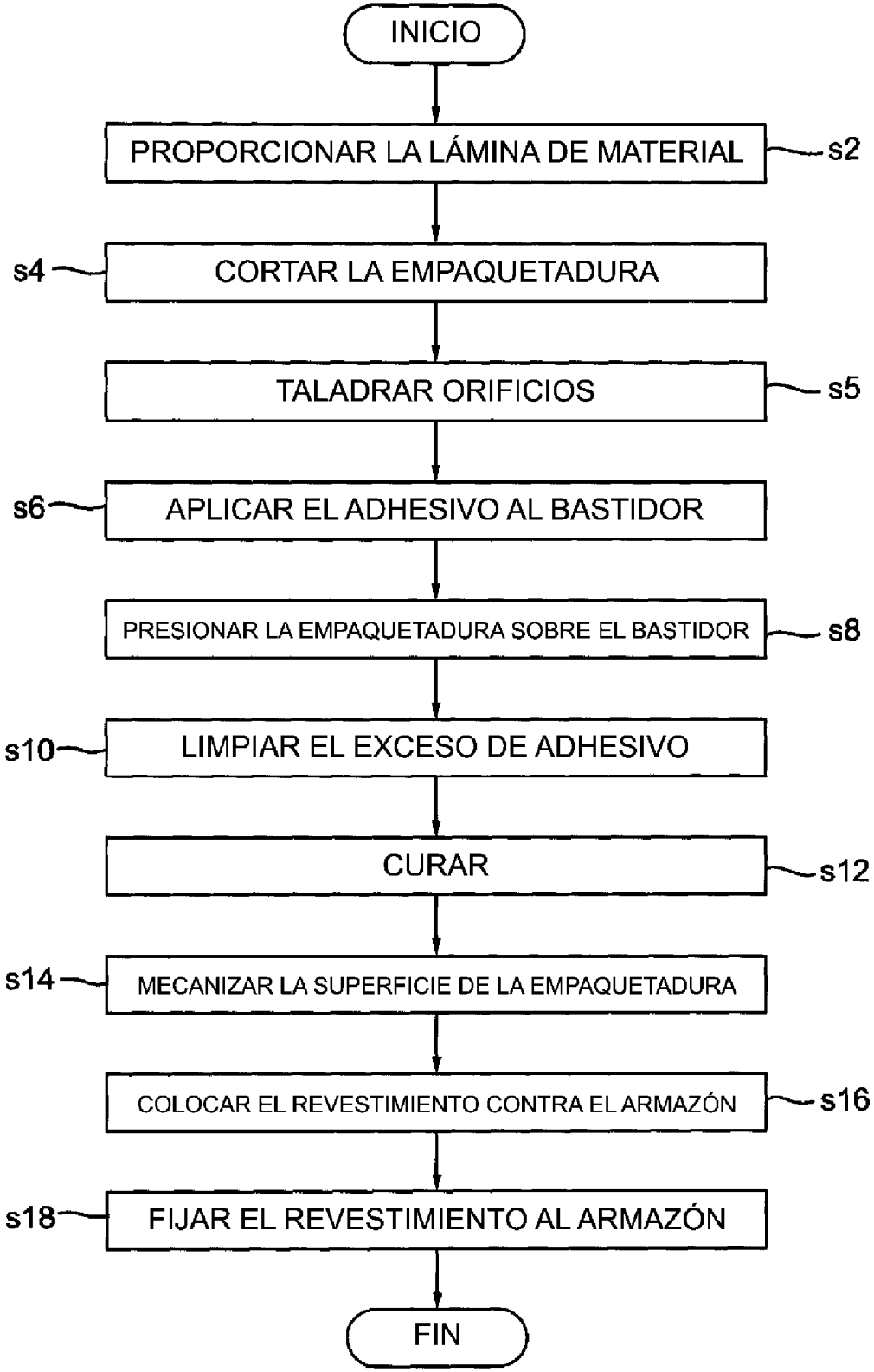

INICIO
PROPORCIONAR LA LÁMINA DE MATERIAL
s2
s4
CORTAR LA EMPAQUETADURA
TALADRAR ORIFICIOS
s5
s6
APLICAR EL ADHESIVO AL BASTIDOR
PRESIONAR LA EMPAQUETADURA SOBRE EL BASTIDOR
s8
s10
LIMPIAR EL EXCESO DE ADHESIVO
CURAR
s12
s14
MECANIZAR LA SUPERFICIE DE LA EMPAQUETADURA
COLOCAR EL REVESTIMIENTO CONTRA EL ARMAZÓN
s16
s18
FIJAR EL REVESTIMIENTO AL ARMAZÓN
FIN

Fig. 4

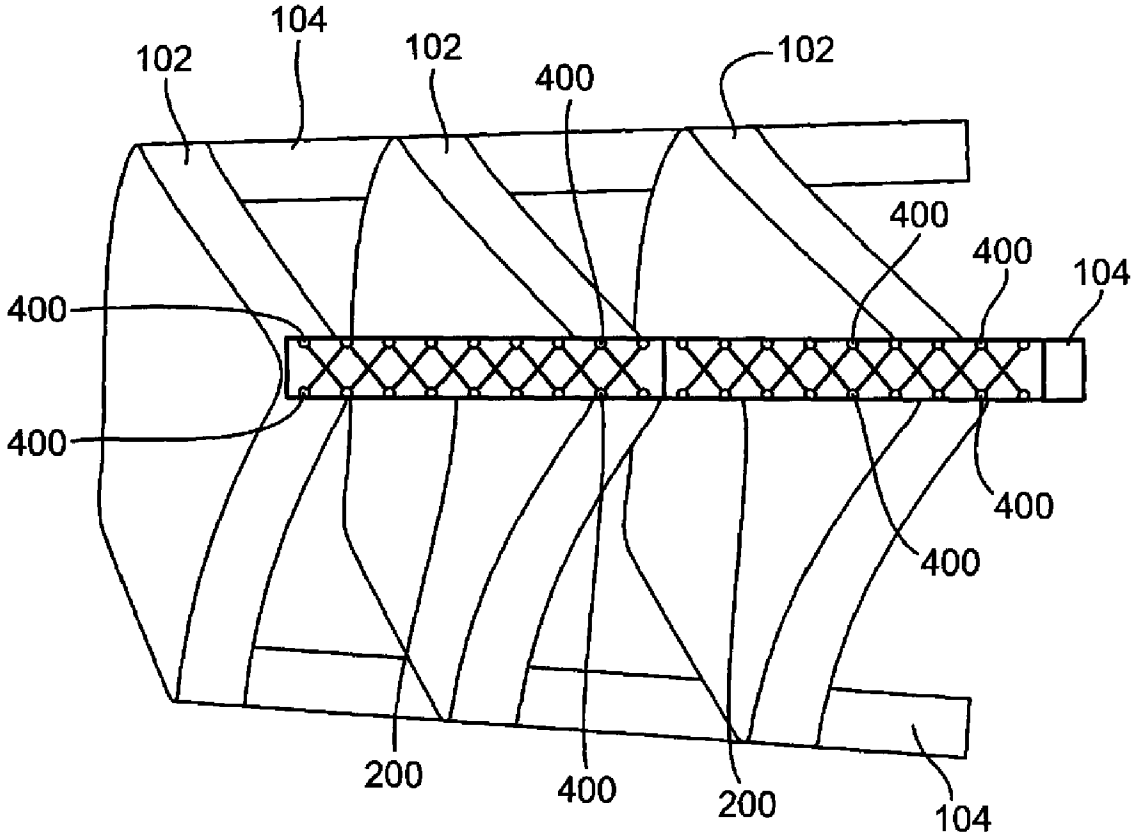
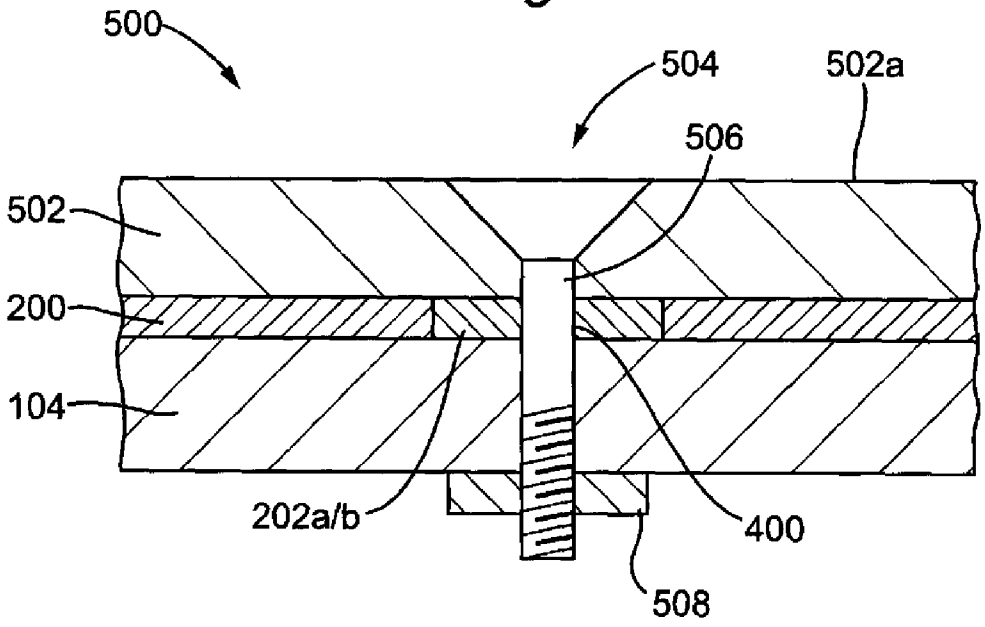

104
102
102
400
102
400
400
104
400
400
400
400
200
400
200
104

Fig. 5


500
504
502a
506
502
200
104
202a/b
400
508