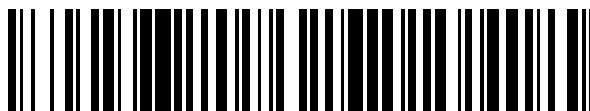


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 565 009**

51 Int. Cl.:

B64G 1/50 (2006.01)

F28D 15/02 (2006.01)

F28D 15/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.04.2012** **E 12275055 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.12.2015** **EP 2660155**

54 Título: **Aparato y método para montar tubos termosifón bifásicos en paneles**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
30.03.2016

73 Titular/es:

AIRBUS DEFENCE AND SPACE LIMITED (100.0%)
Gunnels Wood Road
Stevenage, Hertfordshire SG1 2AS, GB

72 Inventor/es:

HOUGHTON, JOHN

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PALMERO, Fe

ES 2 565 009 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Aparato y método para montar tubos termosifón bifásicos en paneles

5 **Campo técnico**

[1] La presente invención se refiere a un medio para montar tubos termosifón bifásicos en paneles y, en particular, para montar tubos termosifón bifásicos en paneles de plástico reforzado con fibra de carbono.

10 **Técnica anterior**

[2] Las naves espaciales, como los satélites científicos y de telecomunicaciones, contienen equipos de alta potencia que generan cantidades considerables de calor que debe disiparse lejos del equipo. Dicho equipo normalmente se monta sobre paneles estructurales del satélite, que pueden ser paneles sándwich de plástico reforzado con fibra de carbono ("PRFC"). Estos paneles disponen de un núcleo de nido de abeja revestido por ambos lados por un revestimiento de PRFC. Esta clase de paneles son muy ligeros y fuertes, proporcionan una excelente resistencia estructural, pero no son buenos conductores del calor, de modo que controlar la temperatura de estos equipos de alta potencia puede ser un problema. En consecuencia, es necesario proporcionar medios separados para la disipación del calor. Estos pueden incluir "duplicadores térmicos", que son hojas más gruesas de PRFC que las del revestimiento del panel, para mejorar la conductividad térmica. Alternativamente pueden usarse los dispositivos conocidos como "tubos termosifón bifásicos".

[3] Los tubos termosifón bifásicos constan de tubos metálicos (normalmente, aluminio) que contienen un fluido conductor térmico y que están acoplados térmicamente al equipo generador de calor, y montados en la superficie de los paneles de PRFC, y se extienden alejándose del equipo de manera que el calor pueda ser conducido lejos del equipo y disipado en el ambiente circundante. Los tubos termosifón bifásicos son más eficientes térmicamente que los duplicadores térmicos, que requieren más masa total que los tubos termosifón bifásicos para controlar la misma temperatura durante una disipación de energía dada. Los tubos termosifón bifásicos pueden constar de un sistema de tubos termosifón bifásicos en bucle, en el que el refrigerante se bombea alrededor de un bucle cerrado del sistema de tubos termosifón bifásicos, lo cual requiere una bomba y electrónica de control activo, cosa que añade complejidad, gastos y masa al equipo. Alternativamente, los tubos termosifón bifásicos pueden consistir en tubos termosifón bifásicos pasivos, que son tubos sellados que contienen un fluido refrigerante que conduce de forma pasiva el calor a lo largo del tubo termosifón bifásico lejos de la fuente de calor a la que está acoplado térmicamente. Los tubos termosifón bifásicos pasivos son más baratos, más sencillos y más ligeros que los sistemas de tubos termosifón bifásicos en bucle.

[4] Los tubos termosifón bifásicos metálicos, por necesidad, son buenos conductores de calor, mientras que los paneles de PRFC sobre los que están montados son malos conductores de calor. Además, el coeficiente de expansión térmica ("CET") de los tubos termosifón bifásicos metálicos difiere significativamente del coeficiente del PRFC. Los tubos termosifón bifásicos metálicos se expanden bastante más al calentarse que los paneles de PRFC. Los paneles de PRFC muestran muy poca expansión al calentarse, razón por la que son buenos para el montaje de equipos que requieren un posicionamiento y alineación precisos. Los intentos anteriores de montar tubos termosifón bifásicos sobre paneles de PRFC han consistido en pegar los tubos termosifón bifásicos a la superficie del panel de PRFC. Sin embargo, una vez en uso, las uniones adhesivas son propensas a fallar y a agrietarse en condiciones de "temperaturas de excursión", esto es, al someterse a temperaturas considerablemente por encima o por debajo de la temperatura ambiente/de montaje, debido a la alta tensión termoelástica generada por los tubos termosifón bifásicos metálicos al contraerse y expandirse en mayor grado que los paneles de PRFC a los que están unidos. Esta expansión diferencial produce fuerzas dentro de la estructura que fuerzan el panel de PRFC desde su forma plana a una forma curva, rompiendo la unión adhesiva y pudiendo el tubo termosifón bifásico salirse del, y/o romper el, revestimiento del panel de PRFC. Además de debilitar la unión de los tubos termosifón bifásicos a los paneles de PRFC, una unión adhesiva agrietada ve muy reducida su conductividad térmica en comparación con una unión intacta, lo que a su vez reduce en gran medida la capacidad de transferencia de calor del adhesivo entre el panel de PRFC y el tubo termosifón bifásico. Las cargas termoelásticas y esfuerzos de pico generados en el tubo termosifón bifásico se concentran generalmente en los extremos lejanos del tubo termosifón bifásico, y crean una fuerza de pelado que actúa separando los extremos del tubo termosifón bifásico de la superficie del panel de PRFC, y un esfuerzo cortante entre el tubo termosifón bifásico y la superficie del panel de PRFC. El documento de patente US2002/0102384 A1, que describe todas las características del preámbulo de la reivindicación 1, se considera que es la técnica anterior más próxima.

60 **Resumen**

[5] De acuerdo con realizaciones de la invención, se proporciona un panel estructural para un satélite que comprende un tubo termosifón bifásico alargado montado encima, estando dicho tubo termosifón bifásico pegado al panel intermedio entre sus extremos lejanos por un adhesivo conductor térmico, y en el que se omite el adhesivo en las proximidades de por lo menos un extremo distal del tubo termosifón bifásico, careciendo de adhesivo el por lo menos un extremo distal del tubo termosifón bifásico y estando fijado mecánicamente al panel por al menos un

perno alojado en un elemento roscado receptor complementario.

[6] El elemento roscado receptor puede comprender una inserción integrada en el panel.

5 [7] El por lo menos un extremo del tubo termosifón bifásico puede comprender cuatro pernos para fijarlo al panel, estando los cuatro pernos configurados en una disposición sustancialmente cuadrilátera.

[8] El adhesivo próximo al por lo menos un extremo del tubo termosifón bifásico puede terminar al menos a 10 mm desde el eje central del perno de fijación más cercano del tubo termosifón bifásico al panel.

10 [9] Un material del panel o de la superficie del panel puede tener un coeficiente de expansión térmica diferente al del material del tubo termosifón bifásico.

[10] El panel puede comprender un panel sándwich de PRFC y el tubo termosifón bifásico puede ser metálico.

15 [11] El tubo termosifón bifásico puede incluir una pestaña que se extiende desde el por lo menos un extremo distal del tubo termosifón bifásico, y el por lo menos un perno puede extenderse a través de la pestaña al interior del panel.

20 [12] El por lo menos un extremo distal del tubo termosifón bifásico puede ser cónico.

[13] El panel puede comprender un duplicador del revestimiento que comprenda una capa de material del panel unida a una superficie del panel, y el tubo termosifón bifásico se puede unir y atornillar al duplicador del revestimiento. Alternativamente, el tubo termosifón bifásico puede unirse y atornillarse directamente a una superficie del panel. Y es más, el panel puede comprender una o más secciones específicas del duplicador del revestimiento adheridas a la superficie del panel próximo a por lo menos un extremo lejano del tubo termosifón bifásico, en cuyo punto o puntos el tubo termosifón bifásico puede atornillarse a la o las secciones específicas del duplicador del revestimiento.

25 [14] Una capa adhesiva que una el tubo termosifón bifásico al duplicador del revestimiento, o el duplicador del revestimiento a la superficie del panel, o el tubo termosifón bifásico a la superficie del panel, puede tener entre 0,2 mm y 1 mm de grosor. Puede ser preferible una capa adhesiva de más de 0,2 mm para proporcionar una resistencia óptima al fallo del esfuerzo cortante de la unión, y un grosor de menos de 1 mm puede ser preferible para proporcionar una resistencia óptima contra el fallo de fuerza de adherencia de la unión. Una capa adhesiva de 0,2 mm a 0,5 mm puede ser preferible para obtener un rendimiento termodinámico óptimo.

[15] El tubo termosifón bifásico puede estar integrado dentro del panel.

35 [16] El tubo termosifón bifásico puede incluir una pestaña que se extienda desde el por lo menos un extremo distal del tubo termosifón bifásico, pudiendo disponerse la pestaña contra una superficie del panel, y pudiendo extenderse el por lo menos un perno a través de la pestaña al interior del panel.

40 [17] Las realizaciones de la invención proporcionan también un método de fabricación de un panel estructural para un satélite que comprende la unión de un tubo termosifón bifásico alargado al panel con un adhesivo térmicamente conductor intermedio entre los extremos lejanos del tubo termosifón bifásico, omitiendo el adhesivo en la proximidad de por lo menos un extremo distal del tubo termosifón bifásico, y asegurando mecánicamente el por lo menos un extremo distal del tubo termosifón bifásico al panel sin adhesivo por al menos un perno alojado en un elemento roscado receptor complementario.

45 [18] El elemento roscado receptor puede comprender una inserción roscada, y el método puede comprender la integración de la inserción dentro del panel y fijar dicha inserción en su lugar con un compuesto de fijación.

[19] El adhesivo que une el tubo termosifón bifásico al panel se puede curar durante o después de apretar el por lo menos un perno al panel.

55 **Breve descripción de los dibujos**

[20] A continuación se describirán realizaciones de la presente invención, solamente a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

60 La Figura 1 muestra un panel de PRFC con un tubo termosifón bifásico unido según una primera realización de la invención; la Figura 2 muestra una vista en perspectiva de un tubo termosifón bifásico con la sección transversal del tubo termosifón bifásico visible;

65 la Figura 3 muestra una vista esquemática en planta desde arriba del tubo termosifón bifásico de la Figura 2;

la Figura 4 muestra una vista en perspectiva de una inserción roscada para fijar pernos del panel de la Figura 1; la Figura 5 muestra una vista lateral en sección transversal del panel de PRFC de la Figura 1 mostrando la inserción roscada para fijar pernos integrada dentro del panel;

5 la Figura 6 muestra un panel de PRFC con un tubo termosifón bifásico unido según una segunda realización de la invención;

la Figura 7 muestra un panel de PRFC con un tubo termosifón bifásico unido según una tercera realización de la invención;

10 la Figura 8 muestra un panel de PRFC con un tubo termosifón bifásico integrado según una cuarta realización de la invención;

la Figura 9 muestra una vista en perspectiva del tubo termosifón bifásico de la Figura 8 aislado;

15 la Figura 10 muestra un panel de PRFC con un tubo termosifón bifásico unido según una quinta realización de la invención; y

20 la Figura 11 muestra una configuración alternativa de la inserción roscada para fijar pernos según una sexta realización de la invención.

Descripción detallada

25 [21] En referencia a las Figuras 1-5, se muestra una primera realización 1 de la invención que comprende un panel sándwich 10 de PRFC que incluye un núcleo de nido de abeja 11 con revestimientos 12a, 12b de PRFC dispuestos sobre la superficie principal en ambos lados. Se dispone un duplicador del revestimiento 13 que comprende una tira de material de revestimiento de PRFC en un lado del panel de PRFC, sobre el que hay montado un tubo termosifón bifásico 14. El duplicador del revestimiento 13 es de grosor similar a los revestimientos 12a, 12b, por ejemplo, donde los revestimientos de PRFC 12a, 12b puede tener alrededor de 0,5 mm de grosor. El duplicador del revestimiento 13 está unido al revestimiento del panel de PRFC 12a por un adhesivo térmicamente conductor 29 y proporciona más resistencia al corte a la estructura del panel de PRFC/tubo termosifón bifásico.

30 [22] El tubo termosifón bifásico 14 se muestra con más detalle en las Figuras 2 y 3, y comprende un tubo hueco 15 con aletas internamente salientes 16 y pestañas planas alargadas paralelas superiores e inferiores 17a, 17b formadas integralmente con el tubo hueco 15 y dispuestas a lados opuestos del mismo. (El tubo termosifón bifásico 14 se muestra con un extremo abierto en la Figura 2 únicamente para ilustrar la estructura interna del tubo, pero es evidente que en uso tendría el extremo cerrado). El tubo termosifón bifásico 14 cerrado contiene un fluido refrigerante, que puede ser amoníaco, y funciona con una acción isotérmica por el calor procedente del equipo, que evapora el refrigerante líquido, que después se difunde a lo largo del tubo termosifón bifásico 14, disipando el calor hasta un área más fría del tubo termosifón bifásico 14 y fuera, al entorno ambiente. El refrigerante al enfriarse se condensa y se transporta de nuevo a la zona de la fuente de calor por acción capilar entre las aletas 16 muy próximas entre sí dentro del tubo hueco 15. El tubo termosifón bifásico 14 actúa así para disipar el calor lejos de la fuente de calor de una manera pasiva.

35 [23] La pestaña alargada inferior 17b incluye cuatro agujeros 18, dos en cada lado del tubo hueco 15, para recibir los pernos de montaje 19. Los agujeros 18 están formados en la proximidad de un extremo lejano 14a del tubo termosifón bifásico. La pestaña alargada superior 17a incluye cuatro escotaduras 20 que corresponden a las respectivas posiciones de los cuatro agujeros 18 para permitir el acceso a las cabezas 19a de los pernos 19.

40 [24] El panel de PRFC 10 incluye diez inserciones roscadas 21 integradas dentro del panel, una de las cuales se muestra en la Figura 4 y cinco de las cuales se muestran en sección transversal en la Figura 5, incluyendo una vista ampliada de una de dichas inserciones. Las inserciones 21 comprenden un cabezal 22 con una abertura central roscada 23, y dos pasajes más pequeños 24 que se extienden a lo largo de todo el camino a través del cabezal 22 de un lado a otro, situado cerca del borde del perímetro del cabezal 22 y en el lado opuesto de la abertura central roscada 23. Un vástago central 25 se extiende desde la parte inferior del cabezal 22 y termina en una pestaña ensanchada 26.

45 [25] Las inserciones 21 están integradas de manera fija en el panel de PRFC 10 por un agujero 27 perforado en el panel a través del duplicador del revestimiento 13 y del revestimiento superior 12a, y parcialmente a través del núcleo de nido de abeja 11. La inserción 21 se coloca en el agujero 27 y se inyecta un compuesto de impregnación 28 a través de uno de los dos pasajes 24 que rellena el espacio en el agujero 27 alrededor del vástago de inserción 25 y la pestaña ensanchada 26, y todas las células de nido de abeja en comunicación abierta con el agujero taladrado 27. El compuesto de impregnación 28 incluye resina, un compuesto endurecedor y microbalones (pequeñas esferas de vidrio huecas como material de relleno). El compuesto de impregnación 28 se endurece y por tanto une de forma segura la inserción 21 dentro del panel de PRFC 10. La inserción 21 se coloca en el agujero 27 del panel 10 de manera que el cabezal 22 de la inserción 21 sobresalga ligeramente de la superficie del duplicador

del revestimiento 13 en aproximadamente 0,2 mm (+/-0,05 mm).

[26] El tubo termosifón bifásico 14 está montado en el panel de PRFC 10 mediante su unión al duplicador del revestimiento 13 utilizando un adhesivo conductor térmico 30 a lo largo de toda su longitud, desde los extremos lejanos 14a del tubo termosifón bifásico 14 próximos a los agujeros 18 de la pestaña inferior 17b. Ningún adhesivo 30 se aplica entre el tubo termosifón bifásico 14 y el duplicador del revestimiento 13 en los extremos lejanos 14a del tubo termosifón bifásico 14. Aquí, el tubo termosifón bifásico se asienta sobre las inserciones 21 y los pernos 19 se extienden a través de las abrazaderas 31 dispuestas entre el tubo termosifón bifásico 14 y las cabezas de los pernos 19a, a través de los agujeros 18 de la pestaña inferior 17b del tubo termosifón bifásico 14, y son recibidos en las aberturas centrales roscadas 23 de cada una de las inserciones 21. Los pernos 19 aseguran así mecánicamente los extremos 14a del tubo termosifón bifásico 14 al panel de PRFC 10. Además, los cabezales 22 de las inserciones 21 que sobresalen ligeramente de la superficie del duplicador del revestimiento 13 proporcionan un espacio 32 entre la parte inferior de la pestaña inferior 17b del tubo termosifón bifásico 14 y la superficie superior del duplicador del revestimiento 13 para que la capa de adhesivo 30 sea de un grosor que se corresponda con la altura del espacio libre.

[27] El punto del tubo termosifón bifásico 14 en el que se acaba el adhesivo está espaciado en una dirección longitudinal del tubo termosifón bifásico 14 desde la ubicación de los pernos 19/inserciones 21. El tubo termosifón bifásico 14 fijado al panel de PRFC 10 de la forma anteriormente descrita resulta en una ventajosa unión de doble función con una separación de la unión atornillada desde la interfaz conductora térmica proporcionada por el adhesivo 30. Los pernos 19 soportan la mayor parte de las altas cargas termoelásticas de los extremos 14a del tubo termosifón bifásico, y protegen el adhesivo 30 del agrietamiento o de cualquier otro fallo relacionado con estas altas cargas para asegurar que la unión adhesiva permanezca intacta y de este modo proporcionar una ruta de conductancia térmica eficaz desde los equipos de alta potencia y el panel de PRFC 10 al tubo termosifón bifásico 14.

[28] Aparte de los conjuntos de cuatro pernos 19, y las respectivas inserciones 21 en los extremos lejanos 14a del tubo termosifón bifásico 14, el tubo termosifón bifásico 14 está también provisto de pernos adicionales 19 en su punto medio 14b para asegurar mecánicamente el tubo termosifón bifásico 14 al panel de PRFC 10, además del adhesivo 30 en esta ubicación. Aquí, el tubo termosifón bifásico 14 incluye agujeros 18 en la pestaña inferior 17b a través de los que se extienden los pernos 19 y son recibidos por las inserciones 21 del panel de PRFC 10, como se ha descrito anteriormente.

[29] Las esquinas 33 de la pestaña inferior 17b del tubo termosifón bifásico 14 están achaflanadas, pero alternativamente puede ser redondeadas, o preferiblemente de cualquier otra configuración no cuadrada. Así se contribuye a reducir los picos de tensión de la esquina generados en el revestimiento de PRFC 14a o en la superficie del duplicador del revestimiento 13 en los extremos del tubo termosifón bifásico 14a.

[30] La configuración de los cuatro pernos 19 dispuestos en una disposición generalmente cuadrada sobre la pestaña inferior 17b del tubo termosifón bifásico 14 en los extremos distales 14a del mismo es particularmente ventajosa, ya que contrarresta las fuerzas de curvatura entre el tubo termosifón bifásico 14 y el panel de PRFC 10 en dos direcciones perpendiculares, a saber, la dirección longitudinal del tubo termosifón bifásico 14 (indicada por la flecha A de la Figura 1) y la dirección perpendicular a la dirección longitudinal del tubo termosifón bifásico 14 (indicada por la flecha B de la Figura 1). Esta disposición por lo tanto contrarresta eficazmente las fuerzas de pelado que actúan en forma de palanca sobre el tubo termosifón bifásico 14 lejos de la superficie del panel de PRFC cuando la estructura general es sometida a variaciones excesivas de temperatura. Sin embargo, la invención no pretende limitarse a esta configuración particular de pernos de fijación 19. Los pernos 19 también soportan eficazmente una alta proporción del esfuerzo cortante que actúa entre el tubo termosifón bifásico 14 y el revestimiento del panel de PRFC 12a/duplicador del revestimiento 13, de nuevo protegiendo de roturas el adhesivo 30.

[31] A continuación se describe un método de fabricación de una estructura 1 de panel de PRFC/tubo termosifón bifásico de la primera realización de la invención. Se dispone un panel sándwich de PRFC 10 que comprende el núcleo de nido de abeja 11 con revestimientos de PRFC superior e inferior 12a, 12b con un duplicador del revestimiento 13 que incluye una capa de PRFC de unos 2 mm de grosor. El duplicador del revestimiento 13 está unido a la superficie del revestimiento superior 12a del panel de PRFC 10 mediante un adhesivo conductor térmico 29, dejando curar los filetes de adhesivo formados en los bordes del duplicador del revestimiento 13, y el adhesivo 29.

[32] Los agujeros 27 se perforan a través del duplicador del revestimiento 13 y dentro del núcleo del panel de PRFC 11 de una dimensión ligeramente mayor al diámetro de los cabezales 22 de las inserciones receptoras de los pernos 21. Los agujeros 27 están colocados en dos grupos de cuatro en una disposición cuadrada/rectangular que corresponde a la posición prevista de los orificios extremos 18 en los extremos 14a de la pestaña inferior 17b del tubo termosifón bifásico 14. Además, se han practicado dos agujeros en el lugar de 5 el punto medio 14b de la ubicación prevista del tubo termosifón bifásico 14 correspondiente a la posición de los agujeros del punto medio 18 en la pestaña inferior 17b del tubo termosifón bifásico 14. Las inserciones 21 anteriormente descritas están encajadas en los agujeros 27 y se inyecta un compuesto de impregnación 28 anteriormente descrito en el interior de

uno de los pasajes 24 en el cabezal de cada inserción 21. El compuesto de impregnación 28 rellena el espacio bajo el cabezal 22 de cada inserción 21, y todo el espacio de las cavidades del núcleo de nido de abeja en comunicación con el respectivo agujero perforado 27. Las inserciones 21 preferiblemente están posicionadas dentro de cada agujero 27, de forma que el cabezal 22 de cada una sobresale por encima de la superficie del duplicador del revestimiento 13 en 0,2 mm +/- 0,05 mm. El compuesto de impregnación 28 se deja curar, fijando las inserciones 21 en su lugar.

[33] Después se monta un tubo termosifón bifásico 14 al duplicador del revestimiento 13 mediante pernos 19 dispuestos a través de los agujeros respectivos 18 en la pestaña inferior 17b del tubo termosifón bifásico 14 y recibidos en las respectivas inserciones roscadas 21 del panel de PRFC 10. También se aplica un adhesivo 30 entre la pestaña inferior 17b del tubo termosifón bifásico 14 y el duplicador del revestimiento 13 entre los extremos distales 14a del tubo termosifón bifásico 14, de manera que la capa de adhesivo 30 se acaba en, y está separada de, los pernos 19 más interiores de los extremos 14a del tubo termosifón bifásico 14. Así, no hay ningún adhesivo 30 entre el tubo termosifón bifásico 14 y el duplicador del revestimiento 13 en los extremos distales 14a del tubo termosifón bifásico 14, donde los pernos 19 fijan el tubo termosifón bifásico 14 al panel de PRFC 10. Los pernos 19 están instalados en su lugar y listos para el par requerido durante el proceso de curado del adhesivo, o antes del proceso de curado del adhesivo, de manera que el adhesivo se cura después de la instalación del perno.

[34] Una segunda realización de la invención 201 se muestra en la Figura 6, y consta de un panel sándwich de PRFC 10 con un tubo termosifón bifásico 14 montado encima, como en la primera realización de la invención mostrada en las Figuras 1-5 descritas anteriormente. Puesto que las características de la primera y la segunda realizaciones mantienen los mismos números de referencia, no se repetirá la descripción detallada de dichas características. Una diferencia entre el panel de PRFC 10 y la estructura del tubo termosifón bifásico 14 de la segunda realización 201 de la invención de la de la primera realización 1 es que el duplicador del revestimiento 13 se omite en la estructura 201 de la segunda realización de la invención. En su lugar, la pestaña inferior 17b del tubo termosifón bifásico 14 está unida directamente al revestimiento superior 12a del panel de PRFC 10, y está unida a la misma mediante un adhesivo térmicamente mejor conductor 230, para asegurar que la conductividad térmica entre el revestimiento del panel de PRFC 12a y el tubo termosifón bifásico 14 esté en un nivel aceptable en ausencia de un duplicador del revestimiento 13. Como en la primera realización 1 de la invención, el adhesivo 230 entre el revestimiento del panel de PRFC 12a y el tubo termosifón bifásico 14 se interrumpe cerca del extremo distal del tubo termosifón bifásico 14a, ubicación en que el tubo termosifón bifásico 14 está asegurado solo mecánicamente al panel de PRFC 10 por pernos 19 tal como se ha descrito anteriormente. Por lo tanto, la estructura del panel de PRFC y del tubo termosifón bifásico 201 de la segunda realización de la invención presenta las mismas ventajas físicas/estructurales descritas anteriormente con referencia a la primera realización 1 de la invención.

[35] Una estructura 301 de panel de PRFC 10/tubo termosifón bifásico 314 de una tercera realización de la invención se muestra en la Figura 7, y es similar a la primera realización 1 descrita anteriormente, y puesto que sus características mantienen los mismos números de referencia, no se repetirá ninguna descripción detallada de la misma. Una diferencia entre la estructura 301 de la tercera realización de la invención y la primera es que los extremos 314a del tubo termosifón bifásico 314 no son cuadrados, sino cónicos. La invención no se limita a un ángulo específico de la forma cónica, pero puede, en una realización, ser por ejemplo de unos 17° desde la horizontal. Esta ventajosa construcción cónica del tubo termosifón bifásico 314 contribuye a disipar las fuerzas y tensiones de los extremos distales 314a del tubo termosifón bifásico 314 sobre la superficie del panel de PRFC.

[36] Las estructuras 1 de panel/tubo termosifón bifásico 201, 301 de la primera a tercera realizaciones de la invención descritas anteriormente constan de tubos termosifón bifásicos 14, 314 montados sobre la superficie de los paneles de PRFC 10. Sin embargo, se pretende que los paneles de PRFC con tubos termosifón bifásicos integrados queden amparados también por el alcance de la invención. Una cuarta realización 401 de dicha invención se muestra en las Figuras 8-9 y comprende un panel sándwich de PRFC 410 igual que el descrito anteriormente, que tiene un núcleo de nido de abeja 411 con un revestimiento 412a, 412b a cada lado. Sin embargo, hay un canal 435 practicado en la superficie del panel de PRFC 410 y un tubo termosifón bifásico 414 dispuesto dentro del canal 435.

[37] Como en el tubo termosifón bifásico 14 mostrado en las Figuras 1 y 2, el tubo termosifón bifásico 414 de las Figuras 8 y 9 incluye también un tubo hueco 415 con aletas internamente salientes 416, y pestañas alargadas paralelas superior e inferior 417A, 417b formadas integralmente con el tubo hueco 415 y dispuestas a lados opuestos del mismo. Sin embargo, una diferencia del tubo termosifón bifásico 414 de la cuarta realización 401 de la invención es que la pestaña superior 417a se extiende más allá del extremo 415a del tubo hueco 415 en los extremos lejanos 414a del tubo termosifón bifásico 414, y esta parte extendida 436 de la pestaña superior 417a es elevada por encima del nivel de la pestaña 417a, que está integrada al tubo hueco 415. La porción extendida 436 de la pestaña 417a también dispone de cuatro agujeros 418 en una disposición generalmente cuadrada o rectangular para recibir los pernos de montaje 19. El tubo termosifón bifásico 414 es recibido en el canal 435 del panel de PRFC 410 de modo que la porción extendida 436 de la pestaña superior 417a reposa sobre el revestimiento superior 412a del panel de PRFC 410 adyacente al extremo del canal 435.

[38] El panel de PRFC 410 incluye cuatro inserciones roscadas 21 integradas al panel 410, como se ha descrito anteriormente con respecto a la primera realización de la invención, y por lo tanto no se repetirá la descripción

detallada de las mismas. Las cuatro inserciones 21 están dispuestas en el panel de PRFC 410 próximas al extremo del canal 435 y ubicadas de forma complementaria a la ubicación de los cuatro agujeros 418 en la porción extendida 436 de la pestaña superior 417a del tubo termosifón bifásico 414.

[39] El panel de PRFC 410 con el tubo termosifón bifásico 414 integrado se construye de la siguiente manera. Se practica un canal 435 para recibir el tubo termosifón bifásico 414 en el núcleo de nido de abeja 411 y un revestimiento de PRFC 412b está unido a la parte inferior del núcleo 411, y un primer revestimiento superior de PRFC 412a unido a la superficie superior del núcleo 411 con un agujero en él correspondiente en tamaño al canal 435. Las cuatro inserciones receptoras de pernos 21 están fijadas dentro del panel de PRFC 410 a través del revestimiento superior 412a situado como se ha descrito anteriormente. Después se inserta el tubo termosifón bifásico 414 en el canal 435 del núcleo 411, y se pega en su lugar con un adhesivo 30 entre la pestaña inferior 417b y la pared inferior del canal 435. Sin embargo, no se proporciona ningún adhesivo 30 entre la porción extendida 436 de la pestaña superior 417a del tubo termosifón bifásico 414 y la superficie superior del revestimiento superior 412a del panel de PRFC 410. El paso de la porción extendida 436 de la pestaña superior 417a del tubo termosifón bifásico 414 permite así que la porción extendida 436 de la pestaña superior 417a se eleve sobre el primer revestimiento superior 412a y repose sobre las cuatro inserciones 21. La porción extendida 436 de la pestaña superior 417a del tubo termosifón bifásico 414 está fijada al panel de PRFC 410 solo mediante pernos 19, que se extienden a través de los agujeros 418 en la porción extendida 436 de la pestaña superior 417a, y son recibidos en las aberturas roscadas centrales 23 de cada una de las inserciones 21. Después se pega un segundo revestimiento de PRFC 437 a la superficie superior del núcleo 411 y a la pestaña superior 417a del tubo termosifón bifásico 414.

[40] En consecuencia, la estructura del panel de PRFC y del tubo termosifón bifásico 401 integrado de la cuarta realización de la invención proporciona la misma unión de doble función entre el tubo termosifón bifásico 414 y el panel de PRFC 410 según se ha descrito anteriormente, en donde las altas cargas termoelásticas son soportadas por las uniones atornilladas 19, permitiendo la conductancia térmica eficiente de la unión adhesiva 30 intacta.

[41] Una quinta realización 501 de la invención se muestra en la Figura 10 y es similar a la primera realización 1 mostrada en la Figura 1, y puesto que las características mantienen los mismos números de referencia no se repetirá ninguna descripción detallada. Una diferencia de la quinta forma de realización de la primera realización es que la pestaña inferior 517b del tubo termosifón bifásico 514 incluye una parte extendida 536 y los agujeros 518 para recibir los pernos 19, y que para que el tubo termosifón bifásico 514 quede mecánicamente fijado al panel de PRFC 10 están practicados en la porción extendida 536 de la pestaña inferior 517b. El adhesivo 30 que une el tubo termosifón bifásico 514 al duplicador del revestimiento 13 sigue sin llegar a, y está separado de, la ubicación de las inserciones 21 y los pernos de fijación 19. La combinación de fijaciones mecánicas mediante los pernos 19 y uniones adhesivas 30 de la quinta realización 501 de la invención proporcionan todas las mismas ventajas técnicas que las proporcionadas por la primera realización 1 de la invención descrita anteriormente. Dicha realización con una pestaña inferior 536 extendida más allá del o de los extremos 515a del tubo hueco 515 del tubo termosifón bifásico 514 puede igualmente aplicarse en combinación con la tercera realización de la invención en la que los extremos 314a del tubo termosifón bifásico son cónicos, dentro del alcance de la invención.

[42] Todas las realizaciones de la invención mostradas en las Figuras 1-10 y descritas anteriormente incluyen una pluralidad de inserciones 21 roscadas receptoras de pernos dentro del panel de PRFC para recibir los pernos individuales 19. Sin embargo, la invención no pretende limitarse a esta configuración particular de inserción. Una configuración alternativa de la inserción 621 para recibir los pernos de fijación recae dentro del alcance de la invención, y se muestra en la Figura 11. En lugar de inserciones individuales para recibir cada perno, puede usarse una inserción en bloque que consta de un cabezal grande 622 con una pluralidad de aberturas roscadas 623 practicadas en el mismo, y una serie de pasajes más pequeños 624 que se extienden todo el camino hasta el cabezal 622 de un lado al otro. Pueden extenderse uno o más vástagos 625 desde la parte inferior del cabezal 622 que terminan en respectivas pestañas ensanchadas 626. Los pernos individuales 19 para asegurar el tubo termosifón bifásico al panel de PRFC serían recibidos en sus correspondientes de la pluralidad de aberturas roscadas 623. En una configuración así, tendría que practicarse en el panel de PRFC un único rebaje para recibir la inserción multiabertura 621 única, que se fijaría en su lugar como se ha descrito anteriormente, introduciendo un compuesto de impregnación 18 a través de los pasajes 624 formados a través del cabezal 622, para llenar el espacio del agujero alrededor de los vástagos de inserción 625 y las pestañas ensanchadas 626, y todas las células de nido de abeja en comunicación abierta con el agujero. Después el compuesto de impregnación 18 se endurecerá y unirá de forma segura la inserción 621 dentro del panel de PRFC. La estructura resultante seguiría proporcionando una separación entre la unión atornillada y la unión adhesiva del tubo termosifón bifásico, proporcionando así las ventajas de la invención descritas anteriormente.

[43] Todas las realizaciones de la invención descritas más arriba constan de tubos termosifón bifásicos de aluminio montados sobre paneles de PRFC. Sin embargo, la invención no pretende limitarse a estructuras de estos materiales específicos, e igualmente se extiende a cualquier combinación de materiales del tubo termosifón bifásico/panel estructural en la que cada material tenga un coeficiente de expansión térmica diferente. Dicho material alternativo para el tubo termosifón bifásico puede incluir, por ejemplo, acero o titanio. Además, dichos medios de montaje de tubos termosifón bifásicos a paneles también se pueden aplicar a estructuras de tubo termosifón bifásico/paneles hechas de los mismos o similares materiales que tengan los mismos/similares coeficientes de

expansión térmica. Y lo que es más, aunque los paneles de todas las realizaciones de la invención descritas anteriormente incluyen paneles sándwich hechos de un núcleo de nido de abeja con un revestimiento a cada lado, la invención no pretende limitarse a las estructuras que incluyen tales paneles, y puede aplicarse igualmente a paneles de otra construcción/configuración, por ejemplo, paneles de PRFC laminados multicapa que incluyen una pluralidad de capas tejidas de fibra de carbono.

[44] Otra realización (no ilustrada) de la estructura del panel de PRFC/tubo termosifón bifásico destinada a recaer dentro del alcance de la invención puede comprender una estructura como la de la primera realización de la invención, a excepción de que el doble revestimiento no se dispone a lo largo de toda la longitud del tubo termosifón bifásico, sino que se disponen secciones específicas del duplicador del revestimiento en los extremos del tubo termosifón bifásico donde se encuentran los pernos/inserciones, de forma que los pernos se extienden a través de los agujeros de la pestaña inferior del tubo termosifón bifásico, a través de secciones específicas del duplicador del revestimiento, y son recibidos en las respectivas inserciones. Sin embargo, entre las secciones específicas del duplicador del revestimiento solo se proporciona un adhesivo térmicamente conductor entre el revestimiento del panel de PRFC y el lado inferior de la pestaña inferior del tubo termosifón bifásico. Las secciones específicas del duplicador del revestimiento aumentarían el esfuerzo cortante en los extremos lejanos del tubo termosifón bifásico, donde estas fuerzas son mayores, mientras que la unión entre el tubo termosifón bifásico y el panel de PRFC entre estas secciones sería proporcionada por el adhesivo. Dicho adhesivo puede tener propiedades físicas de mayor flexibilidad sobre el adhesivo entre las secciones específicas del duplicador del revestimiento y la pestaña del revestimiento de PRFC/tubo termosifón bifásico para tener en cuenta el mayor grosor de la unión adhesiva en esta sección.

[45] Un panel de PRFC laminado, o los revestimientos de PRFC de un panel sándwich de PRFC, se pueden construir con las capas del revestimiento/panel dispuestas de forma que las fibras tejidas se extiendan en direcciones diferentes, o alternando una serie de direcciones de ajuste (por ejemplo, 0°, y +/60°, o 0°, +/45° y 90°) respecto a un eje direccional de referencia del panel/revestimiento. Dicha construcción de panel/revestimiento de PRFC se conoce como isotrópica o cuasi isotrópica. Estos materiales ofrecen propiedades de resistencia y rigidez que son sustancialmente iguales en todas las direcciones. Sin embargo, una construcción alternativa de panel/revestimiento puede incluir las fibras tejidas de PRFC alineadas en una dirección particular, lo que se conoce como material ortotrópico o anisotrópico, en el que la fuerza y la rigidez particulares se dan en una dirección específica. La invención no se limita a ningún tipo particular de construcción de panel de PRFC y está destinada a aplicarse por igual a todas las configuraciones de PRFC.

[46] Todas las realizaciones de la invención descritas anteriormente constan de una disposición de cuatro pernos para fijar mecánicamente una pestaña superior o inferior de un extremo distal de un tubo termosifón bifásico a un panel de PRFC. Sin embargo, la invención no pretende limitarse a dicha configuración de estructura, y también se aplica a cualquier geometría de pestaña del tubo termosifón bifásico que admita sujeción mediante cualquier número de elementos de fijación en cualquier patrón o combinación. Además, las inserciones receptoras de pernos se muestran y describen con cabezales con vástagos que dependen de las mismas con pestañas con extremos ensanchados. Sin embargo, estas configuraciones ejemplares de inserciones no limitan la invención y las variaciones en las estructuras para permitir que las inserciones queden fijadas dentro de un rebaje, una vez rellena la cavidad con un relleno o adhesivo adecuado, como el compuesto de impregnación descrito.

[47] Todas las realizaciones ejemplares de la invención descritas más arriba constan de un tubo termosifón bifásico fijado a un panel de PRFC. Sin embargo, se apreciará que la invención no pretende limitarse a dicha configuración y paneles, aspirando una pluralidad de tubos termosifón bifásicos montados en los mismos a caer bajo el amparo del alcance de la invención. Además, las figuras muestran tubos termosifón bifásicos de ciertas proporciones en aras de la facilidad y claridad de referencia. Sin embargo, las proporciones particulares de los tubos termosifón bifásicos, y de hecho, del panel de PRFC, el revestimiento, el duplicador del revestimiento y otras características, no se pretende que sean limitativos y la invención pretende abarcar configuraciones de diferentes dimensiones y proporciones relativas. Por ejemplo, los tubos termosifón bifásicos pueden ser más largos que los mostrados en las figuras. Las realizaciones de la invención mostradas en los dibujos y descritas anteriormente son solo ejemplos de realización y no pretenden limitar el alcance de la invención, que queda definido por las reivindicaciones siguientes. Se reivindica que cualquier combinación de características no exclusivas mutuamente descritas en este documento queda dentro del alcance de la presente invención.

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

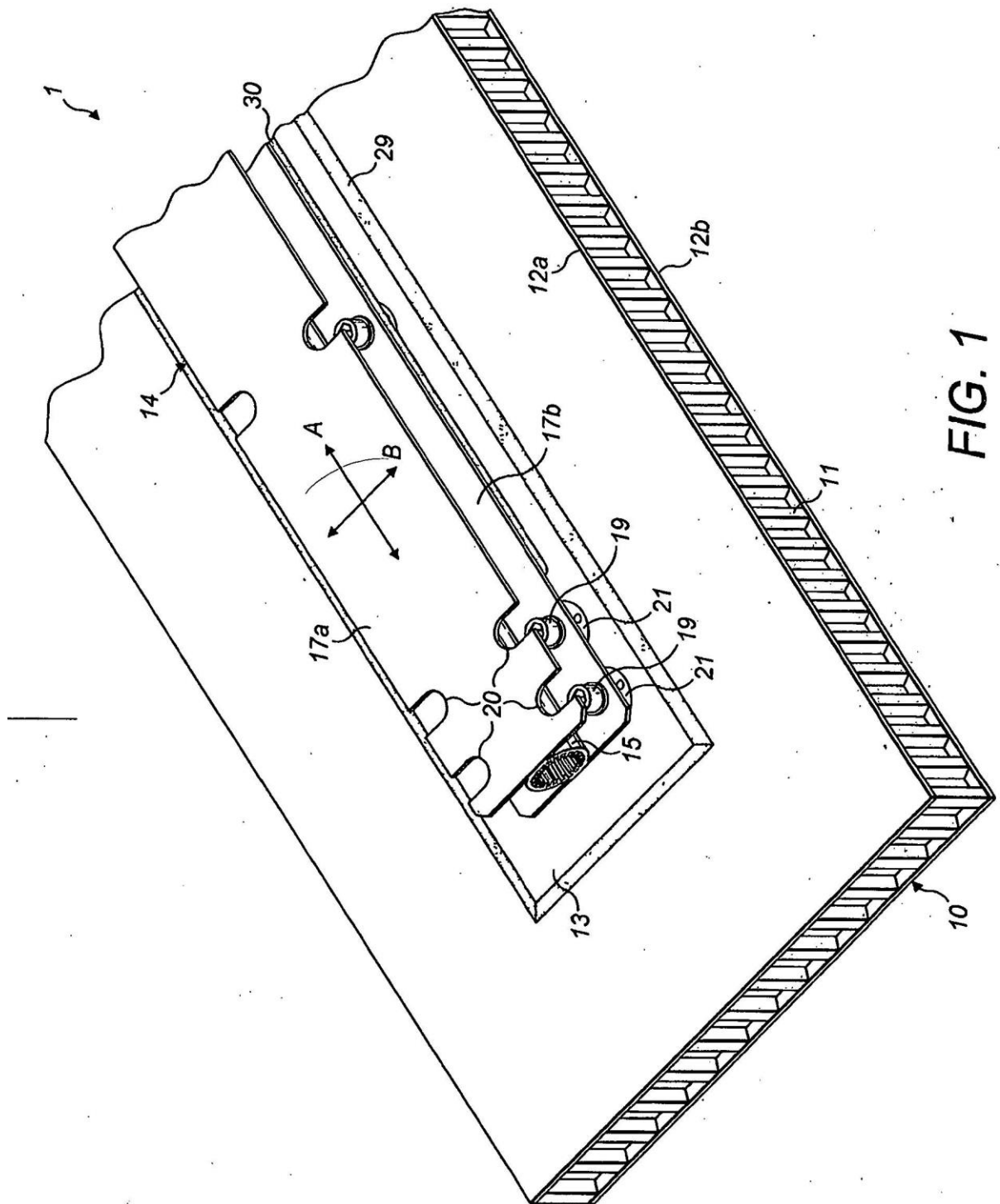
Esta lista de referencias citadas por el solicitante se presenta al efecto únicamente de la comodidad del lector. No forma parte del documento de patente europea. A pesar de que la recopilación de las referencias se ha efectuado con gran esmero, es posible que en la misma se encuentren errores u omisiones por los que la OEP queda exenta de toda responsabilidad.

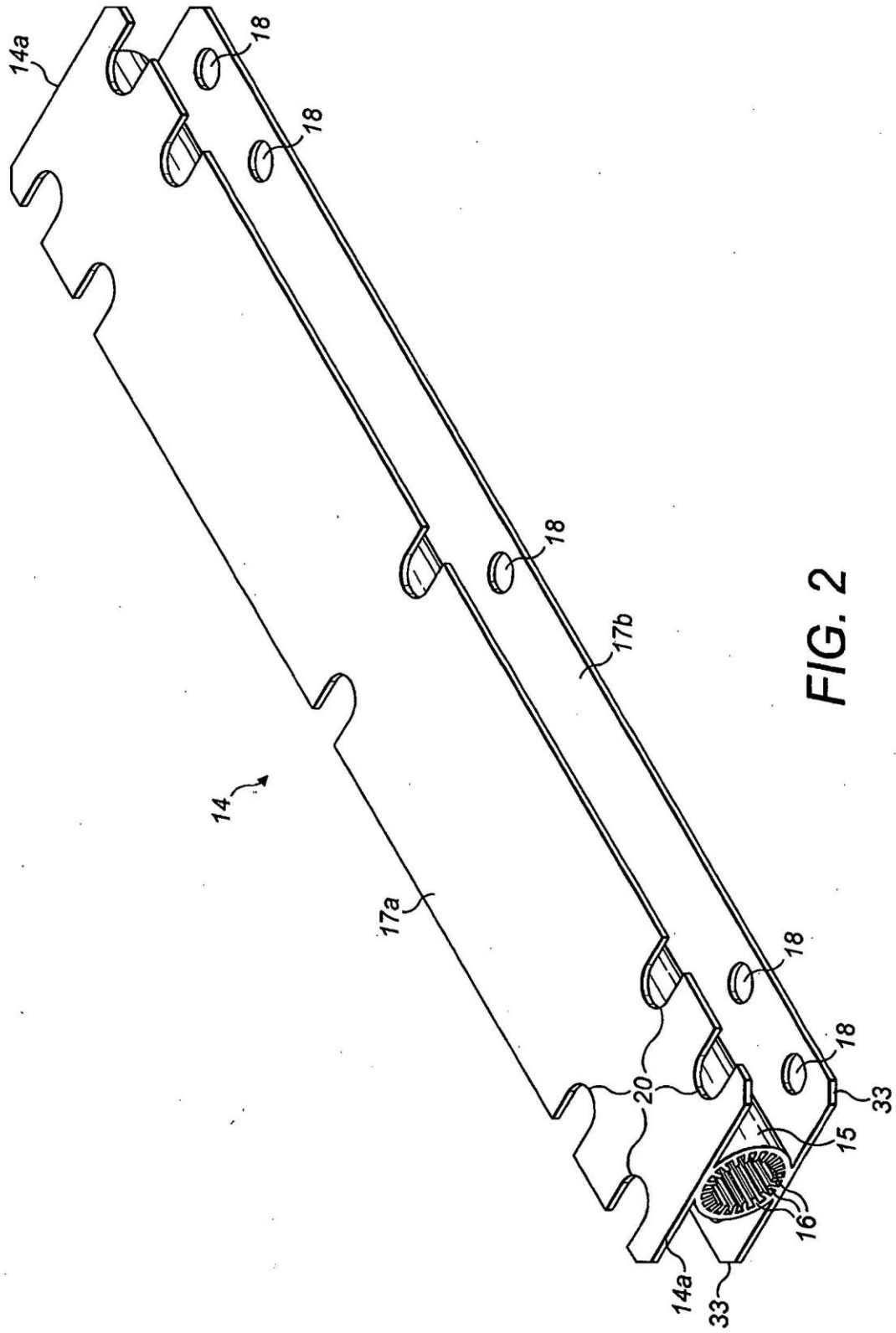
Documentos de patente citados en la descripción

- US 20020102384 A1 [4]

REIVINDICACIONES

1. Un panel estructural (10, 410) para un satélite que comprende un tubo termosifón bifásico alargado (14, 314, 414, 514) montado en el mismo, en el que el tubo termosifón bifásico está unido al panel intermedio entre sus extremos lejanos (14a, 314a, 414a, 514a) con un adhesivo térmicamente conductor (30), y **caracterizado por el hecho de que** el adhesivo se omite en la zona próxima a por lo menos un extremo distal del tubo termosifón bifásico, estando dicho por lo menos un extremo distal del tubo termosifón bifásico sin adhesivo y fijado mecánicamente al panel por el al menos un perno (19) recibido en un elemento roscado receptor complementario (21, 621).
2. Un panel (10, 410) según la reivindicación 1 en el que el elemento roscado receptor (21, 621) comprende una inserción integrada dentro del panel.
3. Un panel (10, 410) según la reivindicación 1 o la reivindicación 2 en el que el al menos un extremo (14a, 314a, 414a, 514a) del tubo termosifón bifásico (14, 314, 414, 514) comprende cuatro pernos (19) para fijarlo al panel, estando los cuatro pernos configurados en una disposición sustancialmente cuadrilátera.
4. Un panel (10, 410) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el adhesivo (30) próximo al por lo menos un extremo (14a, 314a, 414a, 514a) del tubo termosifón bifásico (14, 314, 414, 514) se interrumpe al menos 10 mm desde el eje central del perno de fijación más cercano que fija el tubo termosifón bifásico al panel.
5. Un panel (10, 410) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que el material del panel o de la superficie del panel tiene un coeficiente de expansión térmica diferente al del material del tubo termosifón bifásico (14, 314, 414, 514).
6. Un panel (10, 410) según la reivindicación 5 en el que el panel comprende un panel sándwich de PRFC y el tubo termosifón bifásico (14, 314, 414, 514) es metálico.
7. Un panel (10, 410) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que el tubo termosifón bifásico (14, 314, 414, 514) incluye una pestaña (17b, 417a, 517b) que se extiende desde el por lo menos un extremo distal (14a, 314a, 414a, 514a) del tubo termosifón bifásico y el por lo menos un perno (19) se extiende a través de la pestaña al interior del panel.
8. Un panel (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que el por lo menos un extremo distal (314 a) del tubo termosifón bifásico (314) es cónico.
9. Un panel (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el panel comprende un duplicador del revestimiento (13) que incluye una capa de material del panel unida a una superficie del panel, y el tubo termosifón bifásico (14, 314, 514) está unido y atornillado al duplicador del revestimiento.
10. Un panel (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1-8 en el que el tubo termosifón bifásico (14) está unido y atornillado directamente a una superficie del panel.
11. Un panel (410) según cualquiera de las reivindicaciones 1-8 en el que el tubo termosifón bifásico (414) está integrado dentro del panel.
12. Un panel (410) según la reivindicación 11 en el que el tubo termosifón bifásico (414) incluye una pestaña (436) que se extiende desde el por lo menos un extremo distal (414a) del tubo termosifón bifásico, estando la pestaña dispuesta contra una superficie del panel, y extendiéndose el por lo menos un perno (19) a través de la pestaña al interior del panel.
13. Un método de fabricación de un panel estructural (10, 410) para un satélite que consta de la unión de un tubo termosifón bifásico alargado (14, 314, 414, 514) al panel con un adhesivo térmicamente conductor (30) intermedio entre los extremos lejanos (14a, 314a, 414a, 514a) del tubo termosifón bifásico, omitiendo el adhesivo en la proximidad del por lo menos un extremo distal del tubo termosifón bifásico, y asegurando mecánicamente el por lo menos un extremo distal del tubo termosifón bifásico sin adhesivo al panel mediante por lo menos un perno (19) recibido en un elemento roscado receptor complementario (21, 621).
14. Un método según la reivindicación 13 en el que el elemento roscado receptor (21, 621) comprende una inserción roscada, y el método comprende la integración de la inserción en el interior del panel (10, 410) y la fijación de la inserción en su lugar con un compuesto de fijación (28).
15. Un método según las reivindicaciones 13 ó 14 en el que el adhesivo (30) que une el tubo termosifón bifásico (14, 314, 414, 514) al panel (10, 410) se cura durante o después de que el por lo menos un perno (19) sea fijado al panel.





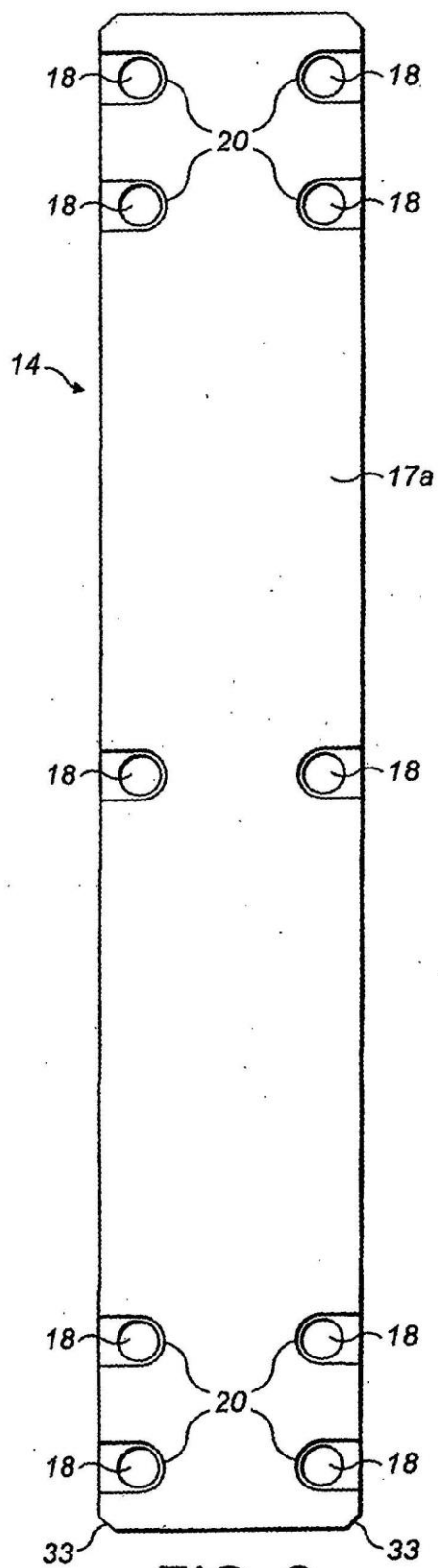


FIG. 3

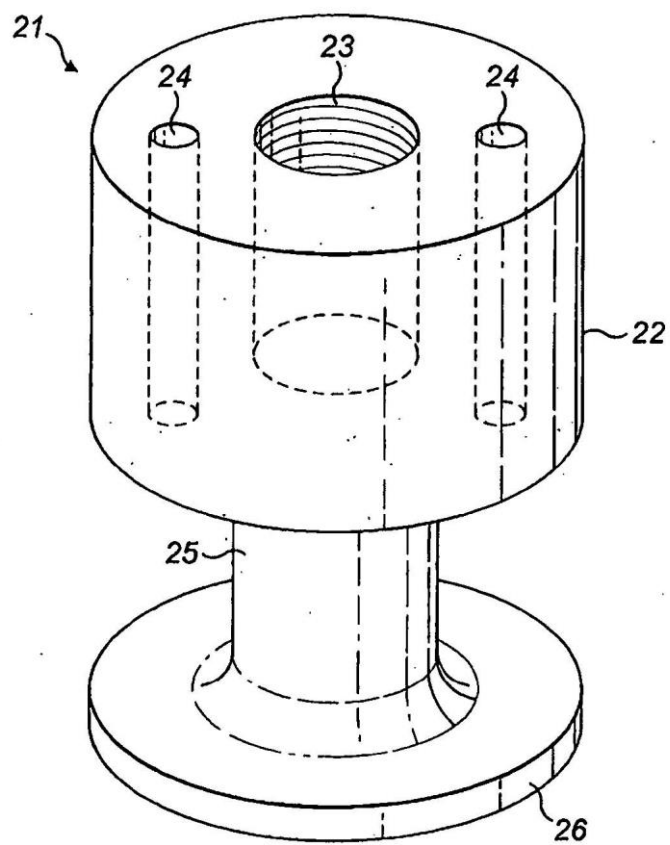
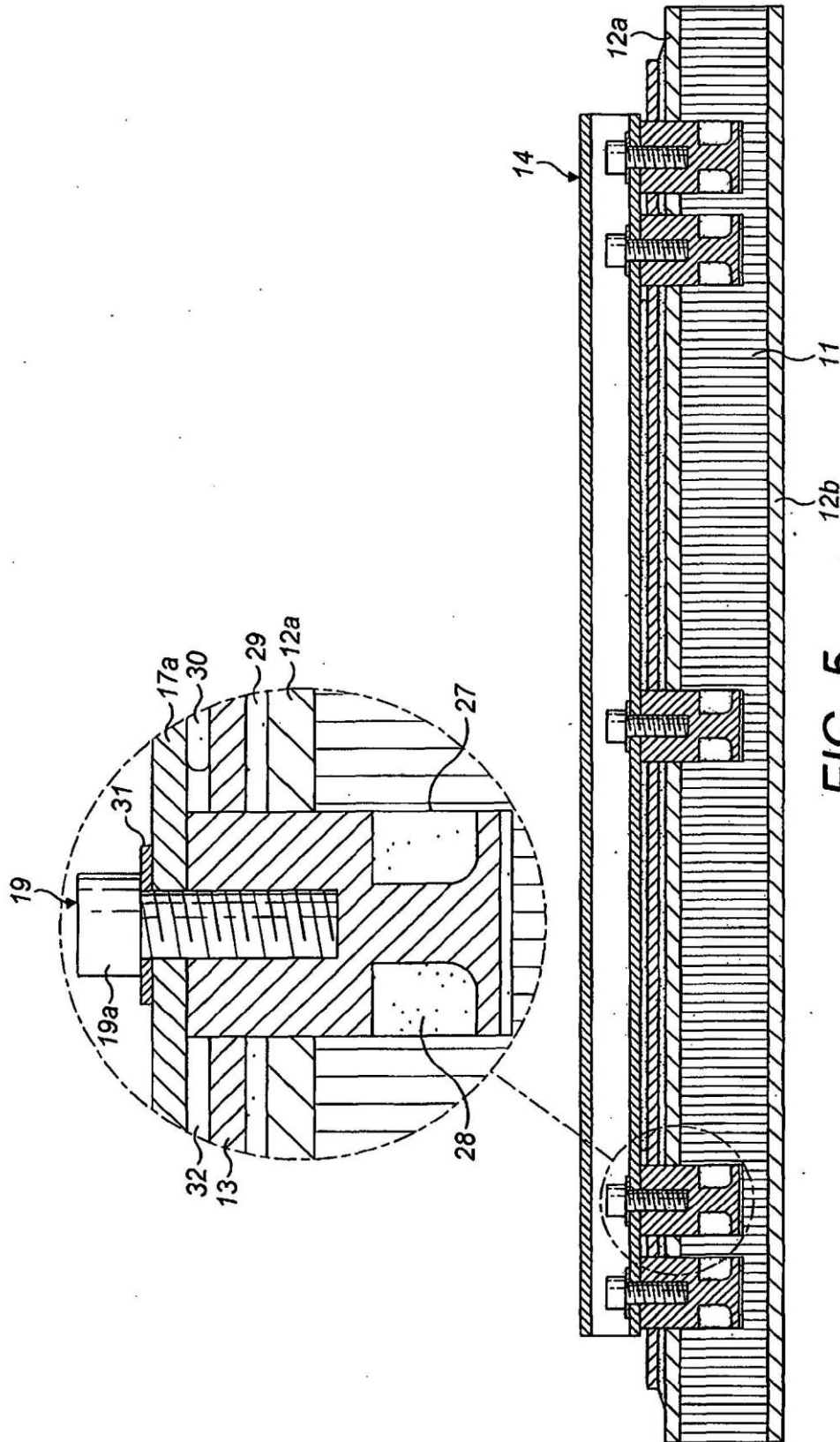
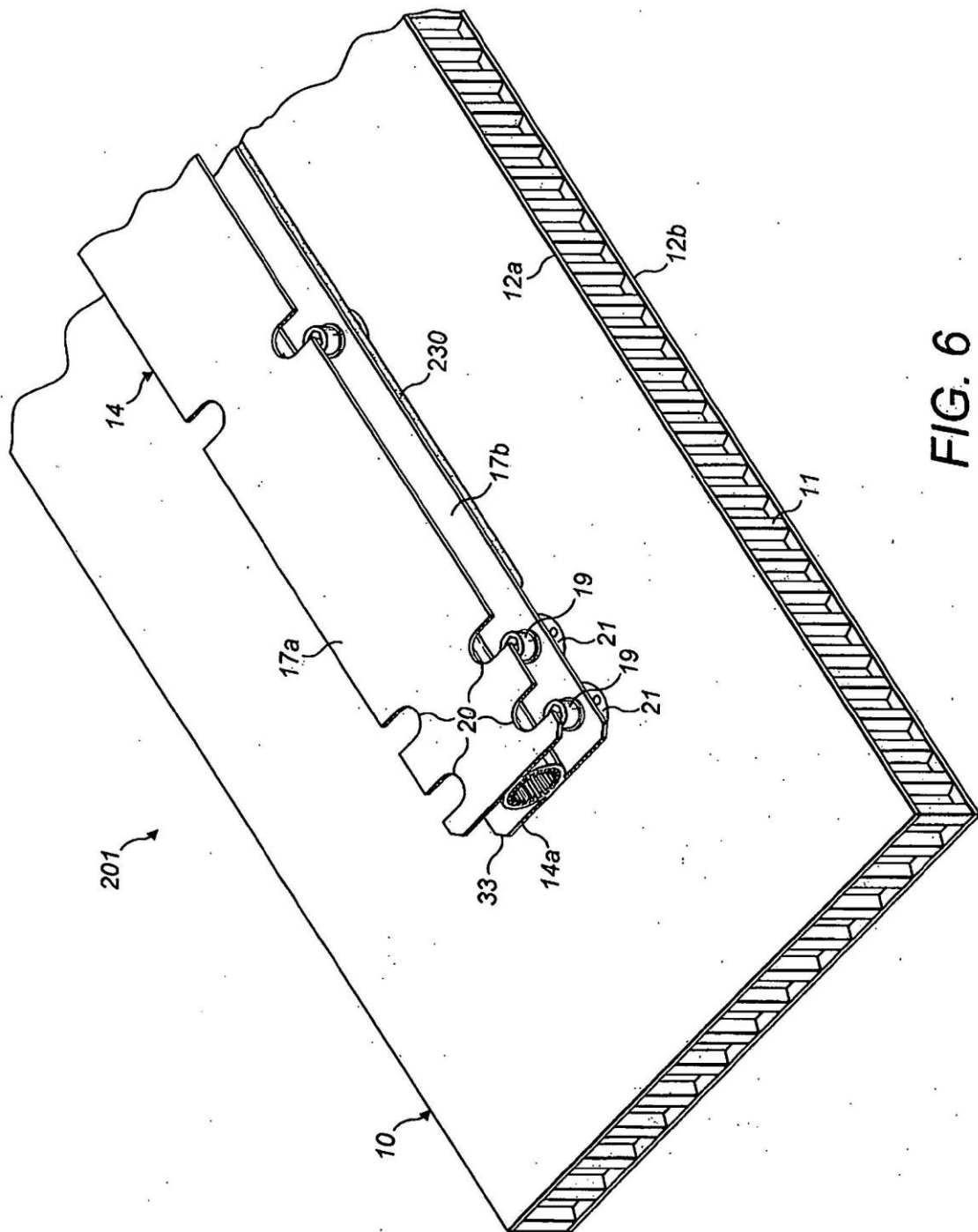


FIG. 4





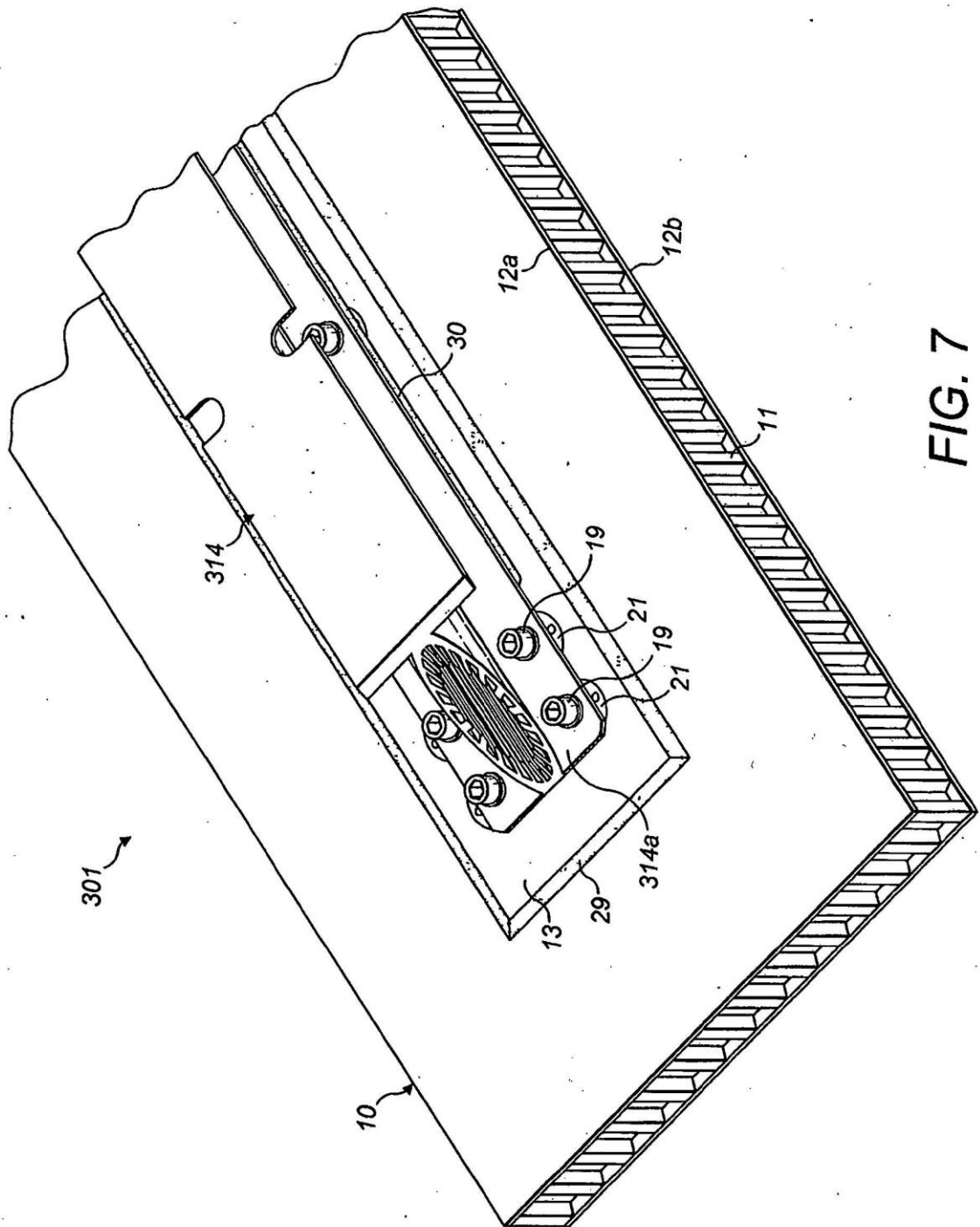
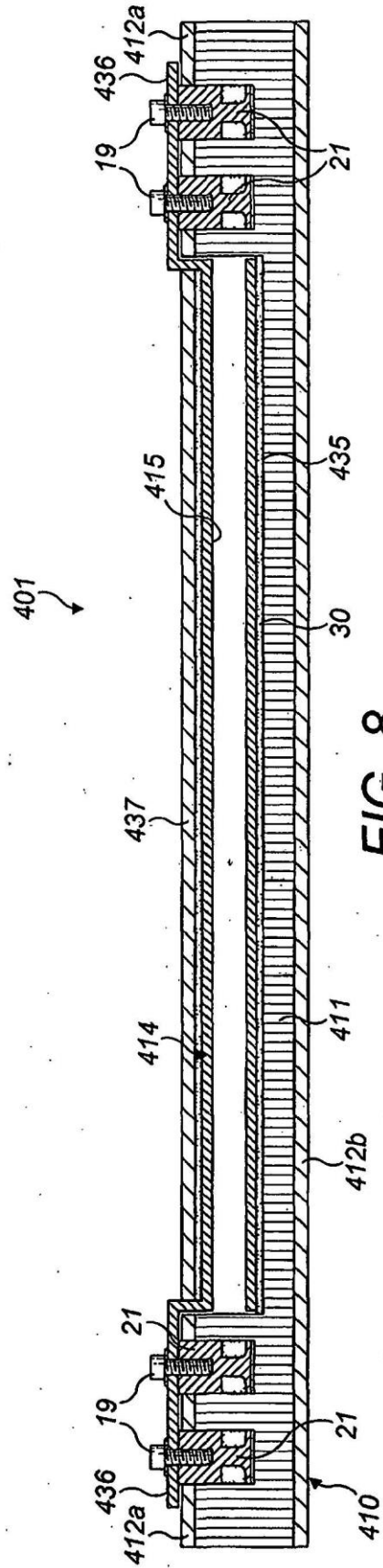
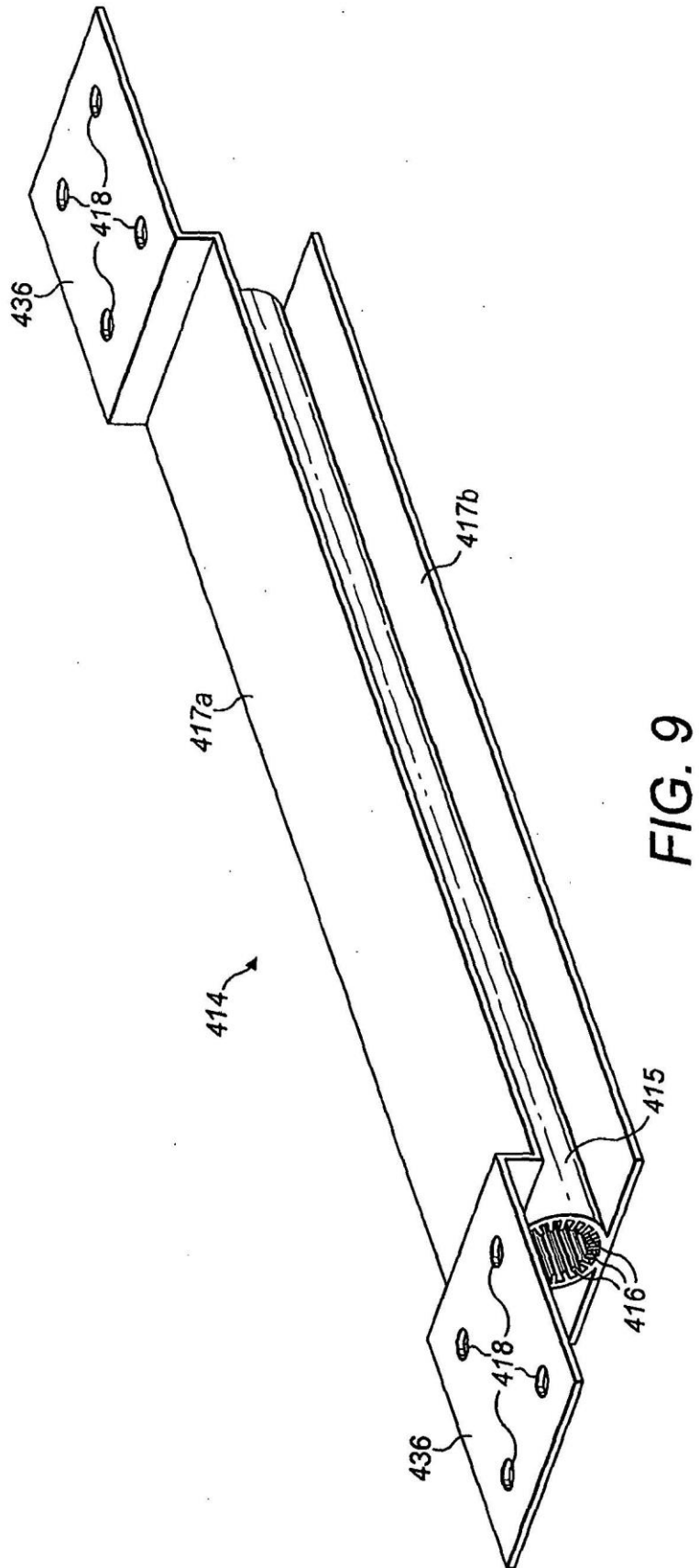
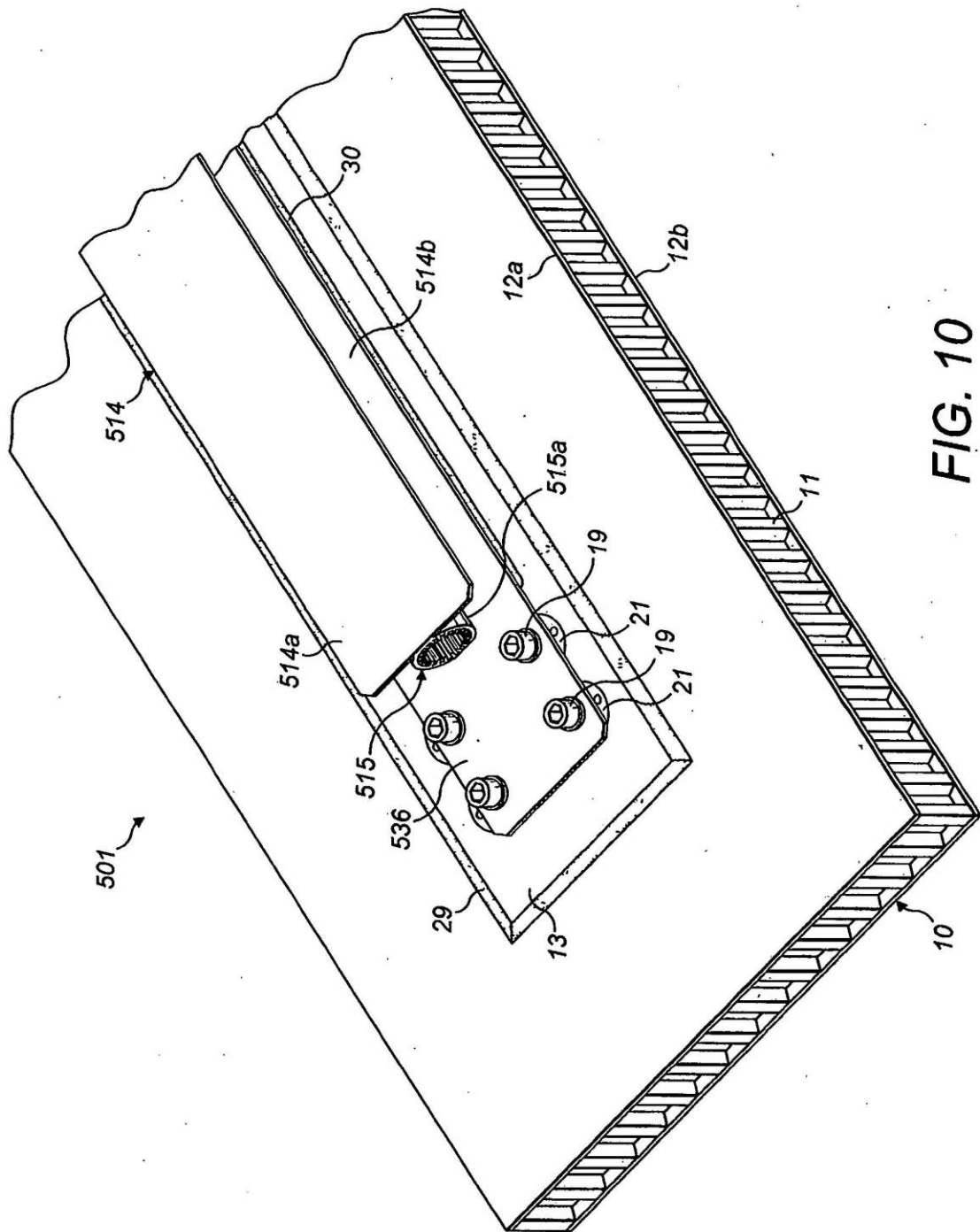


FIG. 7







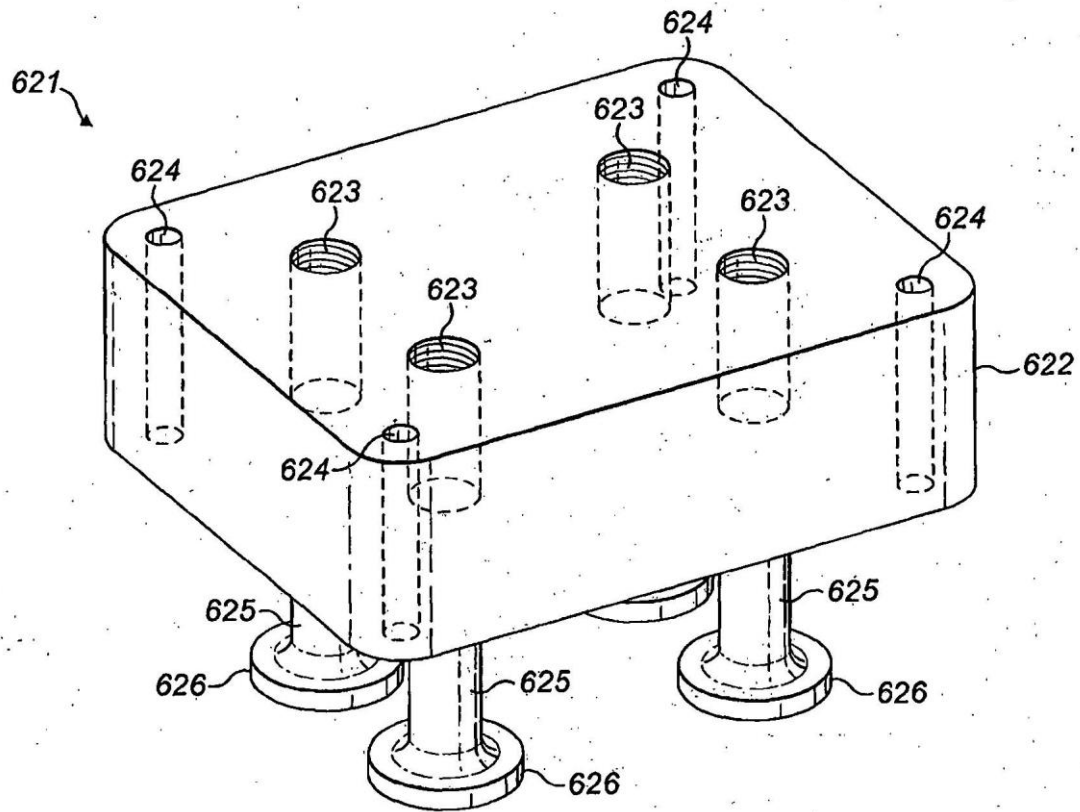


FIG. 11