

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 693 143**

51 Int. Cl.:

B29C 33/50 (2006.01)

B29D 99/00 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.07.2016** E 16177404 (7)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.08.2018** EP 3112116

54 Título: **Métodos de fabricación de paneles de material compuesto reforzados con largueros de sección cerrada**

30 Prioridad:

03.07.2015 IT UB20151973

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

07.12.2018

73 Titular/es:

**LEONARDO S.P.A. (100.0%)
Piazza Monte Grappa 4
00195 Roma, IT**

72 Inventor/es:

**TOTARO, GIUSEPPE;
IAGULLI, GIANNI y
AVAGLIANO, LUIGI**

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 693 143 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

Métodos de fabricación de paneles de material compuesto reforzados con largueros de sección cerrada.

Campo técnico

- 5 La presente invención pertenece al campo de las construcciones aeronáuticas y se refiere, en particular, a un método para la fabricación de paneles de material compuesto reforzados con largueros de sección cerrada. Estos tipos de paneles rigidizados pueden ser usados para construir alas, estabilizadores de cola o el fuselaje de una aeronave.

Técnica anterior

- 10 Un primer proceso conocido para fabricar paneles reforzados con largueros huecos proporciona la co-curación de los largueros en el panel sobre lo que se conoce como un útil de "IML" (*línea de molde interna*), el cual reproduce el contorno de la superficie interna del panel y de los largueros. El proceso hace uso de bolsas tubulares presurizables y expansibles de película de nailon o de elementos de caucho huecos (vejigas) situados en la cavidades del larguero. Un ejemplo de esta tecnología lo proporciona el documento US 2008/0029644 A1.

- 15 Los puntos débiles del método mencionado anteriormente son los siguientes:

- El costo del útil de IML es mucho más alto debido a que debe presentar todos los asientos para los largueros mecanizados con precisión. El molde de curado debe estar construido con INVAR o con material compuesto dado que éstos son los únicas materiales que tienen un coeficiente de expansión térmica muy bajo, cercano al del componente que va a ser construido con material compuesto. Esto evita las deslaminaciones y/o las distorsiones geométricas que en otro caso podrían producirse sobre la pieza. Además, para fabricar un tubo de fuselaje de una sola pieza, el costo se incrementa más debido a la necesidad de tener una serie de sectores radialmente retractables con el fin de permitir la extracción de la pieza desde el molde (útil).
- El útil de IML permanece encajado durante períodos de tiempo muy largos, en particular para hacer mediciones de "montaje" de los largueros en sus asientos, y para la carga de los largueros individuales. Esto da como resultado problemas del flujo de producción que, para satisfacer altas velocidades, se requieren más unidades de útiles con el resultado de altos costos no recurrentes.
- Existen problemas en cuanto a la calidad de las piezas acabadas debido al hecho que el útil de IML tiene asientos adecuados para albergar el larguero. Un acoplamiento imperfecto del nuevo larguero (respecto a tolerancias de fabricación) con el asiento del útil provoca defectos, en particular arrugas, en el componente final. Esto necesita repetidas inspecciones, largos controles de NDI, gestión de MRR con alto riesgo de residuos.
- Existen los altos costos de las bolsas tubulares o de los elementos de caucho expansibles huecos ("vejigas") situados en las cavidades de los largueros.

- 35 Un segundo proceso conocido para fabricar paneles rigidizados con largueros huecos proporciona la *co-unión* de los largueros pre-curados (los cuales han sido ya polimerizados por anticipado) con el nuevo panel en un útil de OML ("*línea de molde externa*") que reproduce el contorno aerodinámico de la superficie exterior del panel. Se usan bolsas tubulares expansibles en las cavidades de los largueros. Las bolsas tubulares, además de su alto costo, no son muy fiables debido a que algunas de ellas se desgarran en el proceso de presurización, comprometiendo la calidad de la pieza. Los puntos débiles de este método son:

- Existen altos costos de fabricación recurrentes. La fabricación de los largueros pre-curados requiere, adicionalmente en comparación con el proceso de co-curado, la producción de muchas bolsas de curación, ciclos específicos de curado para los largueros, la fase de desmontaje de los largueros, un posible recorte en caso de que los largueros no hayan sido fabricados con el ajuste exacto, NDI para los largueros con anterioridad a unirlos al panel con un adhesivo estructural.
- Esto requiere muchos útiles para la polimerización de los largueros con un incremento resultante de costos no recurrentes.
- Coste y flujo de producción incrementados para hacer que las bolsas tubulares expansibles sean "desechables" en cada cavidad de los largueros, con la complicación resultante de la bolsa de vacío de curado final que se une y se sella en los extremos de las bolsas tubulares expansibles.

Dados los dos métodos que se exponen en lo que antecede, se desprende que el método de co-curado ofrece una ventaja significativa en cuanto a costes en comparación con el método de *co-unión*, especialmente con respecto a

los costos de fabricación recurrentes y no recurrentes. Por otra parte, el uso de un útil de OML tiene una ventaja cualitativa mayor en comparación con la IML debido a un menor número de defectos típicos presentes en el componente y por lo tanto con respecto a ahorro de costes asociados a iniciativas de caracterización estructural.

5 Se ha valorado la posibilidad de fabricar un panel co-curado rigidizado con largueros huecos, con bolsas tubulares expansible, en el útil de OML, usando un contra-molde que se posicione sobre los largueros, o una chapa de prensado muy rígida. Podría ser necesario que el contra-molde asegure, tras la etapa de polimerización, la forma geométrica precisa del propio larguero. Un contra-molde rígido de ese tipo tiene un número de desventajas y riesgos para la viabilidad real. De hecho, adicionalmente a la complejidad de la operación y a la manipulación de los muchos
10 el nuevo panel o problemas vinculados en general al acoplamiento impreciso con los largueros, que se traducen en la generación de defectos inaceptables en la pieza: porosidad, excesos de resina y desviaciones de las fibras.

El documento WO 2015/063657 A1 divulga un método de fabricación de paneles reforzados según se define en el preámbulo de la reivindicación 1.

Sumario de la invención

15 El presente método tiene como objetivo combinar las ventajas resultantes de los dos procesos mencionados con anterioridad, reduciendo los costos de producción recurrentes y no recurrentes, y mejorando la calidad global del producto, en particular con referencia a los resultados obtenibles con los procesos de co-curado actuales en un útil de IML.

20 Los objetivos y ventajas anteriores y otros objetivos y ventajas, que podrán ser mejor aclarados en lo que sigue, se han conseguido por medio de un método según se define en las reivindicaciones anexas.

En resumen, se propone un proceso de fabricación más eficiente mediante el uso de insertos de caucho macizos para la co-curación de paneles reforzados con largueros huecos de material compuesto. Las bolsas tubulares convencionales, o *vejigas*, se sustituyen por insertos de caucho macizos que, durante el proceso de co-curado, aseguran una compactación y una consolidación efectivas del larguero y el revestimiento, dando a la cavidad la
25 geometría deseada. Durante el proceso de polimerización, el inserto se somete a una expansión térmica controlada que reacciona a la acción de compresión resultante de la presión externa aplicada por la autoclave y por el vacío aplicado a la bolsa de curación. En estas condiciones, el laminado sólido (que constituye la fibra) intercalado entre el inserto de caucho y el material de la bolsa, recibe el nivel de compactación deseado requerido para la polimerización apropiada de la pieza. Después de la etapa de polimerización, el inserto se somete a una contracción térmica que hace que su extracción desde la cavidad del larguero sea muy simple, incluso en presencia de curvatura y de rampa
30 o de variaciones en el espesor del panel.

Este método de fabricación permite que las ventajas de costo resultantes del proceso de co-curado sean aprovechadas y consiguen, con la curación en el útil de OML, beneficios cualitativos sobre el componente final.

Breve descripción de los dibujos

35 La Figura 1 es una vista en perspectiva de un panel rigidizado que puede ser fabricado conforme al presente método;

Las Figuras 2 a 6 son vistas esquemáticas, en sección transversal que ilustran una secuencia de las fases de montaje del panel en condición de no curado;

40 Las Figuras 7 a 10 ilustran esquemáticamente, en sección transversal, una serie de posibles configuraciones que pueden ser conferidas a las cavidades definidas por los largueros integrados en el panel;

La Figura 11 es una vista en perspectiva que ilustra una fase final del método;

La Figura 12 es una vista en sección transversal de parte de un panel reforzado;

La Figura 13 es una vista en sección transversal de parte de un panel reforzado conforme a una realización alternativa del método;

45 Las Figuras 14 a 19 son vistas en perspectiva de componentes de un aparato que puede ser usado para la implementación del método.

Descripción detallada

50 El presente método ha sido desarrollado en base a la observación de que, en general, los paneles rigidizados con largueros huecos de sección cerrada (por ejemplo, con secciones transversales semicirculares, en omega, etc.) representan una solución óptima para construcciones aeronáuticas en términos de peso en comparación con otras configuraciones de paneles rigidizados con largueros de sección abierta, por ejemplo, con forma de T, de doble T (o

en forma de H), con forma de J, con forma de C, etc.

En la Figura 1, un ejemplo de panel reforzado de material compuesto que puede ser fabricado con este método ha sido indicado con 10 en su conjunto. El panel reforzado 10 comprende un panel de revestimiento 11 que tiene una cara 12 sobre la se han aplicado rígida e integralmente, una pluralidad de largueros 13, alargados en una dirección definida en la presente memoria como "longitudinal".

En el ejemplo ilustrado en la presente memoria, los largueros 13 son sustancialmente rectos y paralelos entre sí, y se extienden en un mismo plano. Este método es igualmente aplicable a largueros no rectos, no paralelos, que no se extiendan a un solo plano geométrico.

Los largueros 13 determinan, junto con la cara 12 del panel de revestimiento 11, una serie de cavidades 14 respectivas de sección cerrada longitudinalmente alargadas. En este contexto, los términos y expresiones que indican dirección y orientación, tal como "longitudinal" y "transversal" [o "a través"] deben ser entendidos como referidos a una dirección longitudinal en la que se extienden los largueros 13.

Los largueros 13 son de materiales compuestos con resina termoestable polimerizable reforzada con fibras. En el ejemplo de la Figura 1, las cavidades 14 tienen una sección transversal definida en la presente memoria como en forma de Ω , o con la forma de un segmento circular con una base. Los largueros 13 tienen, cada uno de ellos, una porción cóncava 15 con dos pestañas laterales 16, 17 opuestas.

En el ejemplo mostrado en las Figuras 1-7 y 10-12, la porción cóncava 15 es arqueada. En otras realizaciones, la porción cóncava 15 puede tener una sección transversal con una forma de línea rota, de modo que defina con la cara 12 una cavidad con una sección transversal de forma sustancialmente trapezoidal (Figura 8).

Alternativamente, las cavidades 14 pueden tener una sección transversal sustancialmente rectangular (Figura 9). En esta realización, el larguero (no representado) puede tener una forma en sí conocida en el sector mediante la expresión "*sombrero hueco*", donde la porción cóncava 15 tiene sustancialmente forma de C, con un lado plano que une dos lados opuestos paralelos desde los que se extienden, en direcciones opuestas, dos pestañas laterales 16, 17. La forma geométrica particular de la porción cóncava y, de forma más general, de los largueros, no debe ser considerada como limitativa.

Cada cavidad 14 tiene una pared cóncava 18 y una pared plana 19, presentadas respectivamente desde el lado del larguero 13 y desde la cara 12 del panel de revestimiento 11.

Los largueros individuales 13 sin curar (no polimerizados) pueden ser preparados por separado, de acuerdo con medios en sí conocidas, por ejemplo en útiles macho (no representados), y a continuación pueden ser aplicados en un útil hembra 30 de manipulación (Figura 2).

El útil 30 tiene una superficie 31, en este ejemplo sustancialmente plana, en la que se ha realizado al menos una ranura cóncava 32, que tiene la forma que se desea conferir al larguero, en particular a su superficie que, en condiciones de uso, formará parte de la superficie interna (IML) del panel reforzado. La ranura 32 puede ser recta o no, en base a la forma del larguero que se vaya a fabricar.

De acuerdo con una realización posible del método, los largueros 13 polimerizables pueden ser laminados, es decir, formados, en la ranura 32 del útil hembra 30.

De acuerdo con otras realizaciones, alternativas a la representada, el útil hembra 30 de manipulación puede presentar una pluralidad de ranuras cóncavas 32, formadas en la superficie 31. En el caso de que se hayan formado tres o más ranuras 32 en un mismo útil hembra 30, las ranuras pueden estar equiespaciadas transversalmente.

El útil hembra 30 está preferiblemente forrado, al menos en la(s) ranura(s) 32 y en las partes de la superficie plana 32 adyacentes a las ranuras 32, con materiales de contacto indicados esquemáticamente con 33, con preferencia en forma de cintas de FEP o de película o de adhesivos de Teflón.

Un inserto 40 de material elastómero es alargado según una dirección longitudinal, y tiene una sección transversal maciza, es decir, no hueca ni tubular. El inserto 40 tiene un contorno externo con una superficie 41 convexa y una superficie 42 sustancialmente plana. La expresión "sustancialmente plana", que en la presente descripción se refiere a la superficie 42, se usa para indicar que dicha superficie puede ser plana, ligeramente convexa o ligeramente cóncava. El inserto 40 alargado sirve para determinar de manera precisa la forma de la cavidad 14 alargada para uno de los largueros en el panel reforzado acabado. Por lo tanto, el inserto 40 alargado y la cavidad 14 tienen formas congruentes.

La superficie 41 convexa del inserto alargado tiene un contorno que se corresponde con el contorno de la ranura cóncava 32. En este ejemplo, la superficie 41 convexa está curvada, del mismo modo que la ranura 32. En otras realizaciones, no representadas, el inserto 40 alargado puede tener una sección transversal por ejemplo trapezoidal, o rectangular, o en cada caso correspondiente a la sección transversal de la ranura 32.

El inserto 40 alargado está con preferencia extrudido y tiene una sección transversal constante, para facilitar su extracción en la dirección longitudinal desde la cavidad a continuación de una fase de polimerización o de co-curado del panel reforzado. De acuerdo con esta realización, las cavidades 14 tienen también consiguientemente secciones transversales constantes a lo largo de su longitud.

- 5 Alternativamente, los largueros pueden ser contruidos con cavidades de sección variable, pero sin rebajes con el fin de que su extracción no resulte difícil. De acuerdo con esta realización, los insertos extraíbles pueden ser fabricados mediante fundición en un molde cerrado, con costes mayores que con la extrusión.

10 Las pruebas experimentales llevadas a cabo por la solicitante han mostrado que los resultados óptimos son obtenibles mediante la realización de insertos 40 alargados de caucho de silicona. Se obtuvieron resultados particularmente ventajosos mediante la selección de una dureza del caucho de aproximadamente 70 shore.

El material de caucho de los insertos tiene coeficientes de expansión y de contracción térmica transversal mayores que los coeficientes de expansión y contracción térmica del material compuesto termoestable que constituye el panel de revestimiento 11 y de los largueros 13.

15 El inserto 40, tras la fase de extrusión, puede someterse a un tratamiento de curado a aproximadamente 180 °C (durante alrededor de 24 horas) que estabilice sus propiedades fisicoquímicas y que impida la posibilidad de liberar sustancias contaminantes para el material compuesto.

20 De acuerdo con una realización, el inserto puede ser recubierto ventajosamente, con anterioridad a su uso, con una cinta adhesiva 44 preferentemente a base de Teflón, por ejemplo una cinta comercialmente disponible tal como Permacel P-422, la cual reduce su coeficiente de fricción durante la extracción del componente polimerizado y facilita su desprendimiento corriente abajo a partir de su curación en la autoclave.

Una capa sin curar o panel de revestimiento 11 de material termoestable polimerizable reforzado con fibras ("material compuesto" o "prepreg") se posiciona sobre una placa de fondo 20 (Figura 6) de un molde rígido o útil adecuado para conformar la pieza.

25 En este ejemplo, la placa 20 del molde de conformación es plana. La opción de hacer un útil plano, así como la adopción de una forma con una sección transversal en omega, constituyen opciones que pueden ser preferentes en determinadas condiciones de aplicación pero que ciertamente no son imperativas a los efectos de la implementación de la invención. En particular, ésta puede ser implementada con un útil de conformación cilíndrica o arqueada, para fabricar un elemento estructural arqueado o circular, por ejemplo un panel de fuselaje o un tubo de fuselaje.

30 De acuerdo con una realización (Figura 3), se puede preparar un larguero 13 en el útil hembra 30, mediante laminación de material termoestable polimerizable reforzado con fibras ("material compuesto" o "prepreg") que se dispone en la ranura 32, copiando su forma, y sobre el área de la superficie plana 31 adyacente a la ranura 32. En el caso de un útil con múltiples ranuras 32, se lamina una pluralidad de largueros 13 transversalmente separados entre sí. El útil hembra 30 sirve ventajosamente también para el montaje del panel reforzado que va a ser co-curado.

35 Posteriormente (Figura 4), un inserto 40 respectivo se dispone en la porción cóncava 15 de cada larguero 13. La superficie 41 convexa del inserto está vuelta hacia la ranura 32, mientras que la superficie 42 sustancialmente plana del inserto está aproximadamente a ras con las pestañas 16, 17 del larguero.

A continuación (Figura 5), el útil hembra 30 con el (los) inserto(s) 40 y el (los) larguero(s) 13, pueden ser dados la vuelta y colocados sobre el panel de revestimiento 11, provocando que las pestañas 16, 17 sean soportadas directamente contra la superficie superior 12 del panel de revestimiento.

40 Con preferencia, los largueros 13 son compactados con una bolsa 21 de vacío de compactación, la cual puede ser aplicada sobre el útil hembra 30 y sobre el panel de revestimiento 11.

El útil hembra 30 puede ser retirado a continuación (Figura 6). De esta manera, se monta un panel 10 de material compuesto con revestimiento y con largueros, para ser co-curado,

45 A continuación se aplica una bolsa 22 de vacío de curado sobre el panel 10 montado, y se lleva a cabo una fase de polimerización o co-curación del material compuesto que constituye los paneles de revestimiento y los largueros, en una autoclave.

50 La etapa de polimerización tiene lugar en una autoclave usando un ciclo programado de temperatura y aplicación de presión indicada por el proveedor del material compuesto particular utilizado. Por ejemplo, para un material compuesto típico se aplicará una presión de 6 bares en una autoclave, haciendo que la temperatura se eleve a 180 °C con una relación de aproximadamente 1 -- 3 °C/min; se mantendrá a 180 °C durante alrededor de 2-3 horas y se enfriará a 60 °C con anterioridad a la liberación de la presión.

Durante el proceso de polimerización, la bolsa de curado 22, bajo la acción del vacío aplicado a la misma y de la presión de la autoclave, compacta los largueros y el panel de revestimiento. El inserto 40 se somete a una

- 5 expansión térmica controlada y ejerce una presión contra las paredes internas de la cavidad 14 en la que está alojado, la cual reacciona a la acción de compresión resultante de la presión externa aplicada por la autoclave y por el vacío aplicado a la bolsa de curado 22. Los largueros y la parte del panel de revestimiento en contacto con el inserto, reciben de ese modo el nivel de compactación deseado necesario para la polimerización apropiada de la pieza. La forma y las dimensiones deseadas son conferidas de manera precisa a la cavidad 14.
- 10 Con la fase de polimerización completada, cada inserto 40 se enfría y se somete a contracción térmica transversal de una magnitud mayor que la contracción térmica aplicada por los materiales curados. Por lo tanto, cada inserto 40 puede ser fácilmente retirado del panel, extrayéndolo longitudinalmente desde la cavidad 14 respectiva (Figura 11). El efecto de la contracción térmica tras la fase de polimerización favorece la extracción del inserto incluso en presencia de pequeños rebajes, curvaturas, rampas o variaciones de espesor del panel. El inserto puede ser reutilizado muchas veces.
- 15 Este método es utilizable en todas las aplicaciones en las que se proporciona el uso de paneles reforzados co-curados de material compuesto con largueros de sección cerrada para, por ejemplo, paneles de ala rigidizados, paneles rigidizados de deriva o estabilizadores, paneles de fuselaje rigidizados, etc.
- 20 En comparación con un método convencional de co-unión con largueros pre-curados, este método reduce el flujo de producción, el número de ciclos de autoclave, los materiales auxiliares usados (para forrar las vejigas que componen las bolsas tubulares) con un reducido impacto medioambiental, y es mucho más conveniente en términos de costo.
- 25 La prueba experimental llevada a cabo por la solicitante ha demostrado que los insertos de caucho macizos no se vieron sometidos a ninguna variación de las dimensiones ni de la rigidez después de 16 ciclos de curado. Su durabilidad es mayor que la de las vejigas huecas presurizables convencionales. El costo por metro de los insertos extraíbles es alrededor de 10 veces más bajo si se compara con el costo de las vejigas convencionales. Otro ahorro está asociado al costo los materiales de recubrimiento: las vejigas requieren un doble recubrimiento (tubería de ventilación y separador), mientras que los insertos 40 requieren a lo sumo un único recubrimiento, por ejemplo, el mencionado anteriormente *Permacel* P422. También se ha eliminado el chequeo convencional de la hermeticidad al vacío de las vejigas: con el fin de usar vejigas, la integridad de la hermeticidad al vacío debe ser comprobada después de cada ciclo de curado para impedir fugas en la bolsa de curado final. Esta operación no se requiere para los insertos de caucho macizos, con un ahorro de costes resultante y un flujo de producción. Por último, a diferencia con las vejigas, los insertos 40 no necesitan ser presurizados.
- 30 En comparación con paneles rigidizados similares que van a ser fabricados con el método de co-unión con largueros pre-curados, el ahorro de costes alcanzable por medio de este método está relacionado con el hecho de que las etapas que siguen no son necesarias:
- preparación de bolsas de curado para los largueros;
 - costo de materiales auxiliares para la bolsa de curación;
 - ciclo de curación para los largueros (energía y horas de mano de obra);
 - desmontaje de la bolsa de vacío (horas de mano de obra);
 - ajuste potencial (horas de mano de obra, energía, consumo de herramientas, uso de máquinas);
 - NDI con anterioridad a la unión
- 35
- 40 Según puede apreciarse, el inserto 40 asegura la formación de una cavidad interna que tiene la forma y las dimensiones deseadas. Otra ventaja considerable de este método es la posibilidad de producir largueros huecos sin los rellenos de sección triangular que se han dispuesto tradicionalmente en los bordes de la vejiga o de la bolsa tubular. De hecho, es posible integrar las protuberancias 43 de los insertos extraíbles con un ángulo agudo en la zona de borde en la que se instalan normalmente los rellenos. En estructuras convencionales, éstas se realizan de material compuesto y adhesivo, y se convierten en una parte integral de la estructura. De acuerdo con este método, el larguero de sección cerrada puede ser realizado, por lo tanto, eliminando los rellenos convencionales separados.
- 45 Los insertos 40 se fabrican con material elástico. Con preferencia, los insertos 20 se fabrican con un caucho de silicona pre-curado.
- 50 Un ejemplo de materiales que pueden ser elegidos como adecuados para los insertos extraíbles son los polisiloxanos (siloxanos polimerizados), con preferencia de la categoría denominada HTC (*Vulcanización a Alta Temperatura*), los cuales se vulcanizan a temperaturas elevadas no alcanzables durante los procesos de curación de los materiales compuestos (carbo resina). Las pruebas experimentales realizadas por la solicitante han demostrado que se pueden obtener excelentes resultados con el uso de insertos fabricados con un caucho de silicona del tipo del polivinil-metil-siloxano (VMQ) perteneciente al grupo Q de siloxanos conforme a ISO 1629 (derivada de ASTM 1418-79). Más específicamente, el elastómero usado puede tener las propiedades fisicoquímicas y mecánicas siguientes, consideradas como óptimas: peso específico $1,200 + 0,020 \text{ g/cm}^3$, dureza 70 + 5 Shore A, carga de rotura 8 MPa como mínimo, elongación a la rotura 250% como mínimo, resistencia al desgarramiento 15 kN/m como mínimo, conjunto de compresión sch. 25% a 175 °C 40% como máximo, coeficiente de expansión térmica de 5-6%. Estos valores no deben ser considerados, en ningún caso, como vinculantes o limitativos.
- 55

Las pruebas experimentales llevadas a cabo por la solicitante con los compuestos mencionados en lo que antecede han mostrado la ausencia de contaminación por el caucho de silicona que constituye los insertos extraíbles con relación tanto al compuesto fresco como también al polimerizado, incluso bajo condiciones más severas que las de uso.

5 De acuerdo con una realización alternativa a la que se ha descrito y mostrado con anterioridad, el panel puede ser montado como sigue:

- el panel de revestimiento 11 sin curar se dispone en la placa de fondo 15;
- sobre la cara 12 del panel de revestimiento 11 que se enfrenta hacia arriba, se extiende a continuación una serie de insertos 40, convenientemente dispuestos en forma paralela, separados entre sí según sea necesario; las superficies 42 planas de los insertos se disponen contra la cara 12 del panel de revestimiento; las superficies 41 convexas de los insertos se enfrentan hacia arriba;
- sobre cada inserto 40, se coloca un larguero 13 respectivo, aplicando la porción cóncava 15 del larguero sobre la superficie 41 convexa correspondiente del inserto; las pestañas 16, 17 del inserto se aplican contra la cara 12 del panel de revestimiento.

15 Otra realización alternativa de este método se diferencia de la que se ha descrito con anterioridad debido a la posibilidad de usar un panel de revestimiento 11 pre-curado (en vez de un panel polimerizable). De acuerdo con esta otra realización (Figura 13), se colocan tiras de un adhesivo estructural 13a para altas temperaturas entre el panel 11 pre-curado y los largueros 13, en particular entre las pestañas 16, 17 y la cara 12 del panel de revestimiento 11. Aplicando temperatura y presión en la autoclave, se provoca por tanto la polimerización del material compuesto que constituye los largueros, la polimerización simultánea del adhesivo estructural y después la co-unión del panel reforzado que comprende el panel de revestimiento 11 y una pluralidad de largueros 13, y se aplica de manera rígida e integral a la cara 12 del panel de revestimiento.

20 De acuerdo con otra realización del método, se pueden proporcionar medios de retención magnética, asociados a los insertos 40 y que cooperan con el útil hembra 30 con el fin de evitar el desprendimiento del conjunto de larguero/inserto desde el útil hembra 30 durante la operación de vuelco del útil 30. Se desea evitar que los largueros y los insertos caigan durante el movimiento de vuelco que se lleva a cabo para colocar los largueros sobre el panel de revestimiento.

25 Uno o más elementos ferromagnéticos 45 (Figura 14) pueden ser incorporados en cada inserto 40, por ejemplo en forma de lamas longitudinalmente alargadas o de cuerpos discretos (por ejemplo, placas o discos) distribuidos longitudinalmente a lo largo del inserto, adaptados para que cooperen con una pluralidad de imanes 46 (Figura 15) distribuidos a lo largo del útil hembra en las proximidades de las ranuras 32.

Los imanes 46, por ejemplo imanes de neodimio, pueden estar montados en soportes 47 que tengan una o más superficies 48 cóncavas con un contorno acorde con el contorno transversal de una de las ranuras 32.

Los soportes 47 son fijables al útil hembra 30 distanciados longitudinalmente (Figura 16).

35 Los elementos ferromagnéticos 45 pueden estar ventajosamente situados en las proximidades de una porción central de la superficie 41 convexa.

40 Con preferencia, los imanes 46 son extraíbles mecánicamente de los soportes 47 por medio de elementos de sujeción liberables, por ejemplo por medio de un tornillo, controlable en este ejemplo por medio de un botón 49. Alternativamente, los imanes 46 pueden ser activados y desactivados eléctricamente. De hecho, tras la etapa de vuelco del útil hembra 30, en la que los largueros 13 con los insertos 40 se aplican sobre el panel de revestimiento 11, es preferible que los imanes sean desactivados o retirados con el fin de liberar el conjunto de larguero/inserto.

45 En las Figuras 17 y 18, se ha mostrado un ejemplo de realización en el que una panel de revestimiento 11 curvo se fija sobre una superficie 20 curva de un molde de conformación. En este ejemplo, el panel de revestimiento 11 y la superficie 20 del molde son cóncavos. El útil hembra 30 materializa una matriz de elementos de conformación 34 alargados, definiendo cada uno de ellos una ranura 32 y estando soportados por una estructura 35 de manipulación giratoria para retener los largueros 13 y los insertos 40 y colocarlos sobre el panel de revestimiento 11.

50 La Figura 19 ilustra una estructura 35 de manipulación giratoria capacitada para sujetar los útiles hembra 30, y por lo tanto los largueros 13 y los insertos 40 relacionados, de acuerdo con una superficie curva convexa, con el fin de soportar los largueros y los insertos sobre un revestimiento de panel (no representado) de forma convexa correspondiente.

Para simplificar, la bolsa de vacío de compactación, en el caso de paneles con muchos largueros o con una curvatura pronunciada, es necesario proporcionar el desmontaje y la retirada de los elementos 35 de manipulación giratorios a los que están unidos los diversos útiles hembra 30.

Aunque se han descrito algunas realizaciones del método, se pueden realizar diversas modificaciones sin apartarse del alcance de la invención, según se define en las reivindicaciones anexas. Por ejemplo, el panel de revestimiento puede ser plano o bien curvo. También se comprenderá que el número de largueros aplicados a la misma porción de revestimiento, su separación y sus dimensiones, pueden variar según se necesite. Los largueros pueden ser también paralelos o estar en línea recta.

5

10

15

20

25

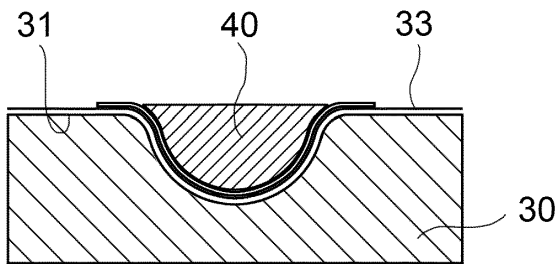
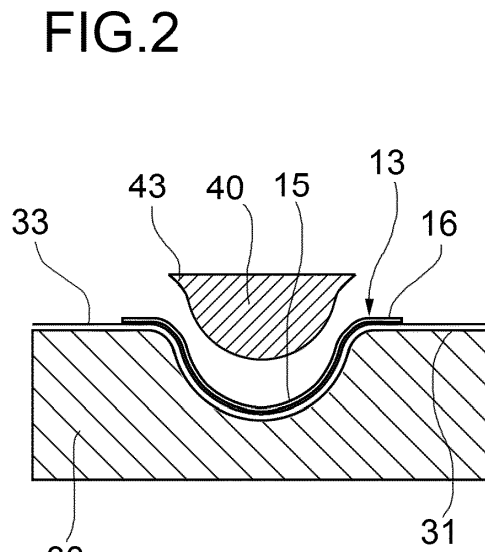
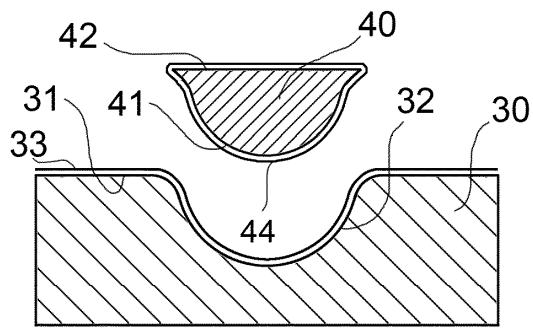
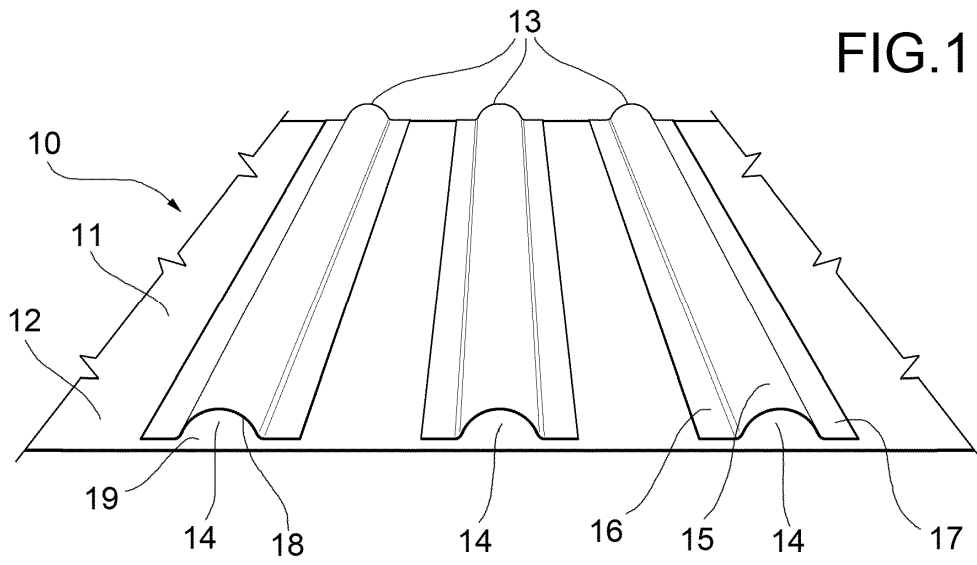
30

35

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Un método de fabricación de paneles reforzados (10) de material compuesto, que comprenden un panel de revestimiento (11) y una pluralidad de largueros (13) longitudinalmente alargados, aplicados de manera rígida e integral a una cara (12) del panel de revestimiento (11), comprendiendo el método las siguientes etapas:
- 10 a1) proporcionar una pluralidad de largueros (13) de material compuesto polimerizable reforzado con fibras termoestable, teniendo cada larguero una sección transversal con una porción cóncava (15) y dos pestañas laterales (16, 17) opuestas;
- 15 a2) proporcionar un panel de revestimiento (11) de material compuesto termoestable reforzado con fibras, polimerizable o polimerizado;
- 20 a3) proporcionar una pluralidad de insertos (40) longitudinalmente alargados que tienen una sección transversal maciza o no hueca con una superficie (41) convexa sustancialmente acorde con la porción cóncava (15) del larguero (13) y una superficie (42) sustancialmente plana, en donde el material de los insertos tiene coeficientes de expansión y de contracción térmica más altos que los coeficientes de expansión y de contracción térmica del material compuesto termoestable;
- 25 b) montar el panel (10) colocando las pestañas (16, 17) de cada larguero (13) contra una cara (12) del panel de revestimiento (11), con un inserto (40) respectivo intercalado entre la porción cóncava (15) y la cara (12) del panel de revestimiento (11), de tal manera que el larguero (13) y la cara (12) del panel de revestimiento definen en conjunto una pluralidad respectiva de cavidades alargadas (14) que tienen una sección transversal en bucle cerrado que reciben los insertos y que son acordes con los mismos;
- 30 c) cubrir el panel (10) con una bolsa (22) de vacío de curado y aplicar vacío a la bolsa;
- 35 d) aplicar calor y presión al panel (10) en una autoclave con el fin de curar el material compuesto polimerizable, de tal modo que cada inserto (40) se somete a expansión térmica controlada y ejerce una presión contra las paredes internas de la cavidad (14) en la que ha sido recibido, cuya presión reacciona a una acción de compresión resultante de la presión externa de la autoclave y al vacío aplicado a la bolsa (18), dando como resultado la compactación de los largueros (13);
- e) permitir que los insertos (40) se enfríen, con lo que los insertos se someten a una contracción térmica de magnitud mayor que la contracción térmica a la que se someten por parte del panel (10) curado;
- f) retirar los insertos hacia fuera de las cavidades (14);
- 30 **caracterizado porque:**
- 35 los insertos (40) longitudinalmente alargados están fabricados con material de caucho que tiene coeficientes de expansión y de contracción térmica más elevados que los coeficientes de expansión y de contracción térmica del material compuesto termoestable, y porque,
- en la etapa f), los insertos (40) longitudinalmente alargados se retiran extrayendo los insertos longitudinalmente hacia fuera de las cavidades (14).
- 2.- Un método según la reivindicación 1, en donde:
- en la etapa a2), el panel de revestimiento (11) es de material polimerizable reforzado con fibras compuesto termoestable, y en la etapa d), la aplicación de temperatura y presión en la autoclave provoca que el panel de revestimiento (11) y los largueros (13) se co-curen y se unan integralmente entre sí.
- 40 3.- Un método según la reivindicación 1, en donde,
- en la etapa a2), el panel de revestimiento (11) es un panel pre-curado de material compuesto polimerizado reforzado con fibras termoestable;
- la etapa a3) va seguida por la etapa de interposición de un adhesivo estructural (13a) entre el panel (11) pre-curado y los largueros (13), y
- 45 en la etapa d), la aplicación de temperatura y presión en la autoclave provoca que los largueros (13) se curen y la polimerización del adhesivo estructural (13a), con el fin de unir integralmente los largueros (13) al panel de revestimiento (11).
- 4.- Un método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde:

- la etapa a1) comprende la preparación de la pluralidad de largueros (13) de material compuesto polimerizable reforzado con fibras termoestable en un útil hembra (30) que tiene una pluralidad de ranuras (32) alargadas, donde las porciones cóncavas (15) de los largueros (13) se extienden en las ranuras (32) alargadas, y las pestañas laterales (16, 17) de los largueros se extienden sobre superficies (31) del útil hembra (30) adyacentes a dos lados opuestos de cada ranura (32) alargada;
- 5 la etapa b) de montaje va precedida por la etapa de extender, en la porción cóncava (15) de cada larguero (13), un inserto (40) respectivo, en donde una superficie (41) convexa de cada inserto está vuelta hacia la ranura (32), mientras que una superficie (42) sustancialmente plana de cada inserto está aproximadamente a ras con las pestañas laterales (16, 17) del larguero;
- 10 la etapa b) de montaje incluye la etapa de volcar el útil hembra (30) con los largueros (13) y los insertos (40) alojados en los largueros, y a continuación colocar los largueros (13) por encima del panel de revestimiento (11), extendiéndose las pestañas (6, 17) directamente contra la cara (12) del panel de revestimiento.
- 15 5.- Un método según la reivindicación 4, en donde el útil hembra (30) y los insertos (40) están dotados de medios (45, 46) de retención liberable, que cooperan de una manera extraíble para retener cada inserto (40) alojado en el larguero (13) respectivo durante dicha etapa de vuelco.
- 6.- Un método según la reivindicación 5, en donde los medios (45, 46) de retención liberable comprenden uno o más elementos ferromagnéticos (45) distribuidos longitudinalmente a lo largo de cada inserto (40), y una pluralidad de imanes (46) distribuidos a lo largo de cada útil hembra (30) en las proximidades de las ranuras (32).
- 20 7.- Un método según la reivindicación 6, en donde los imanes (46) son extraíbles mecánicamente desde el útil hembra (30) respectivo, o están controlados eléctricamente de modo que son activados y desactivados magnéticamente.
- 25 8.- Un método según la reivindicación 4, en donde la etapa a1) comprende la etapa de conformar el larguero (13) en el útil hembra (30) laminando el material termoestable polimerizable reforzado con fibras, el cual se posiciona en las ranuras (32), con el fin de copiar la forma de las ranuras, y sobre las superficies (31) adyacentes a los dos lados opuestos de cada ranura (32).
- 9.- Un método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el inserto alargado (40) tiene una sección transversal constante a lo largo de su longitud.
- 10.- Un método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el inserto (40) alargado se obtiene mediante extrusión o mediante fundición en un molde.
- 30 11.- Un método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el inserto (40) alargado está hecho de caucho de silicona que tiene una dureza de caucho de alrededor de 70 shore.
- 12.- Un método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el inserto (40) alargado está fabricado con caucho de silicona del tipo del polivinil-metil-siloxano (VMQ) perteneciente al grupo Q de siloxanos, y tiene una o más de las siguientes características:
- 35 - peso específico de $1,200 \pm 0,200 \text{ g/cm}^3$;
- dureza de $70 \pm 5 \text{ Shore A}$;
- carga de rotura de 8 MPa (mínimo);
- elongación en la rotura del 250% (mínimo);
- 40 - resistencia al desgarro 15 kN/m (mínimo);
- compresión establecida sch 25% a 175 °C, 40% (máximo);
- coeficiente de expansión térmica 5-6%.



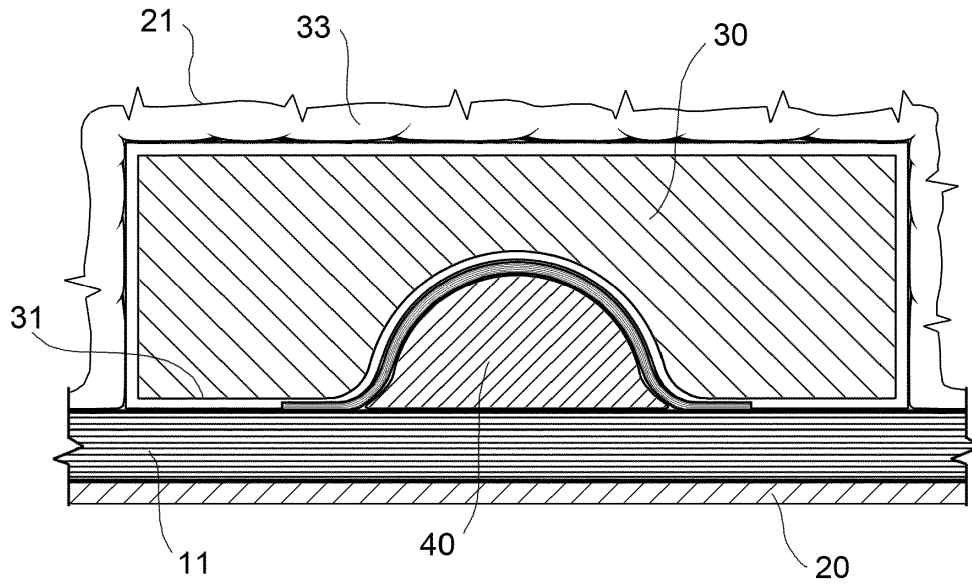


FIG. 5

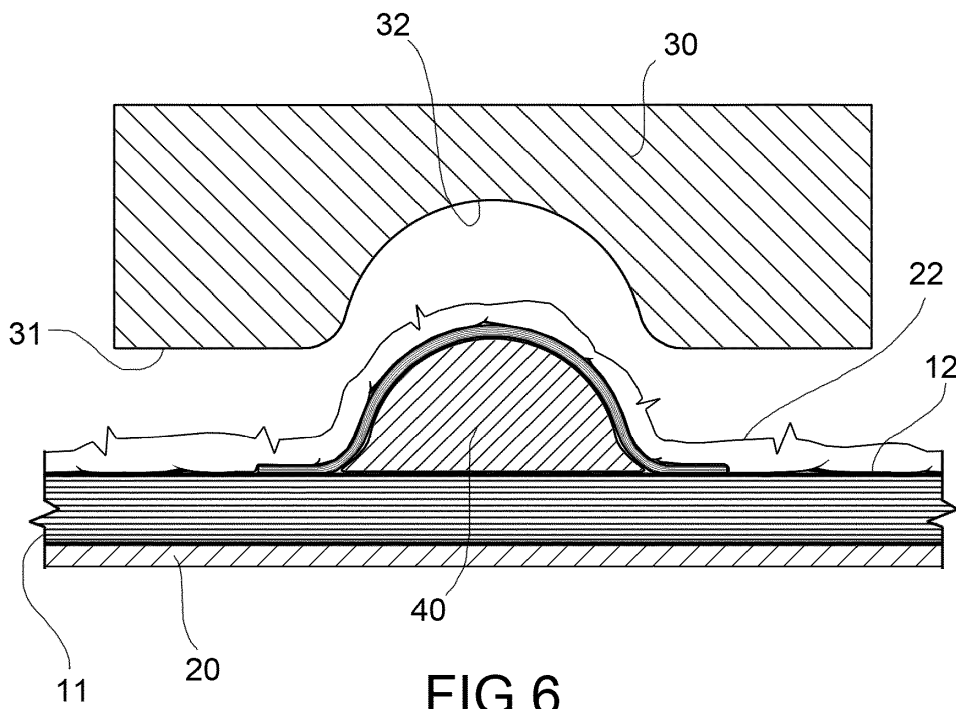


FIG. 6

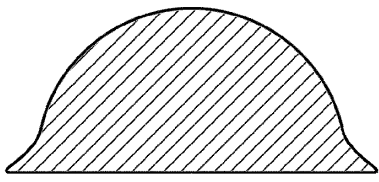


FIG. 7

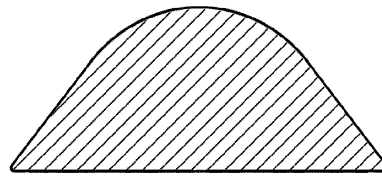


FIG. 10

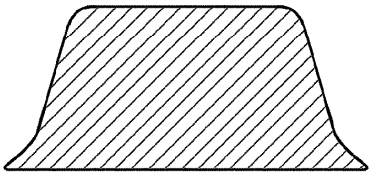


FIG. 8

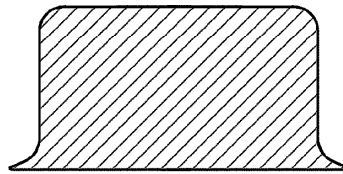


FIG. 9

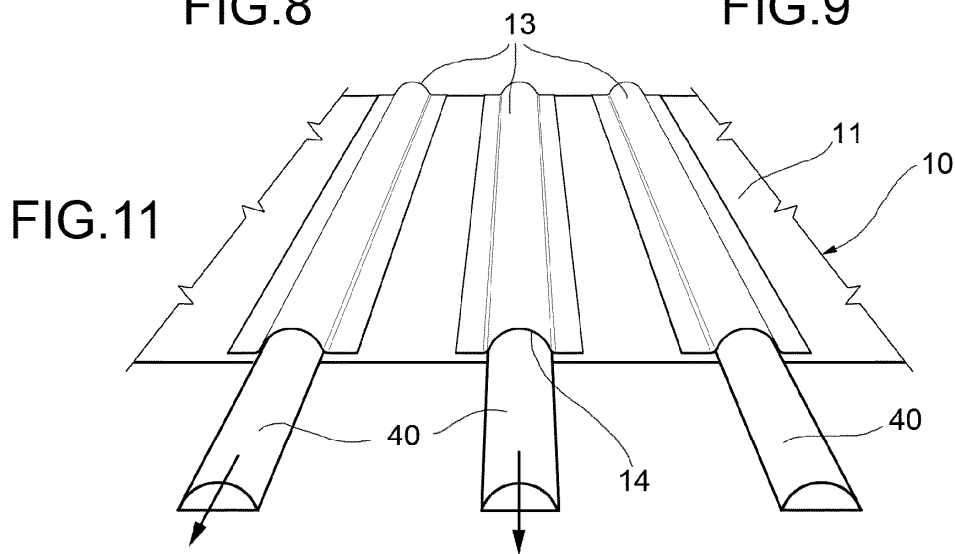


FIG. 11

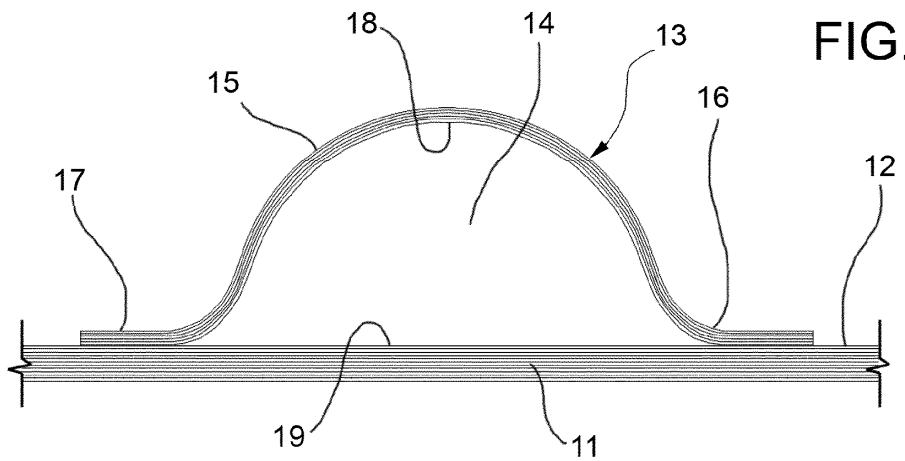


FIG. 12

FIG.13

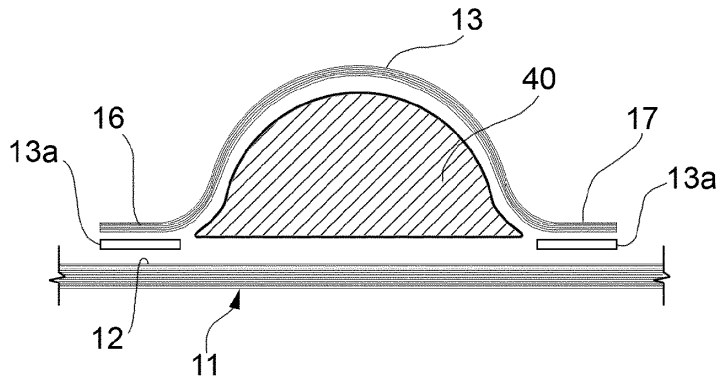


FIG.14

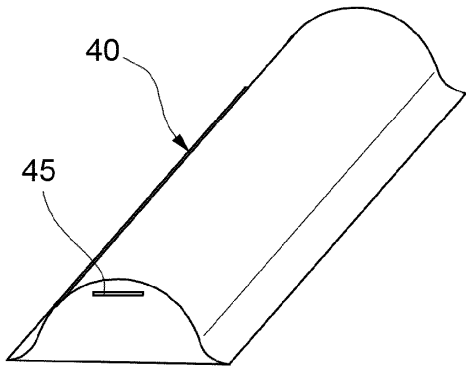


FIG.15

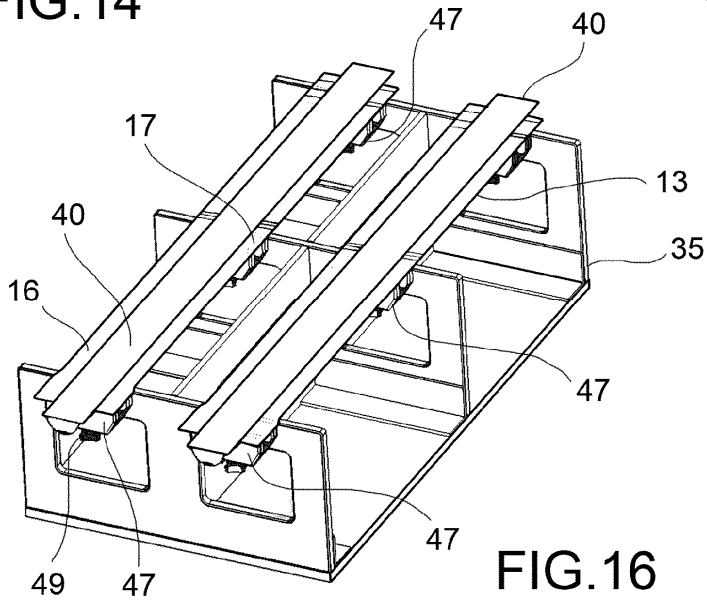
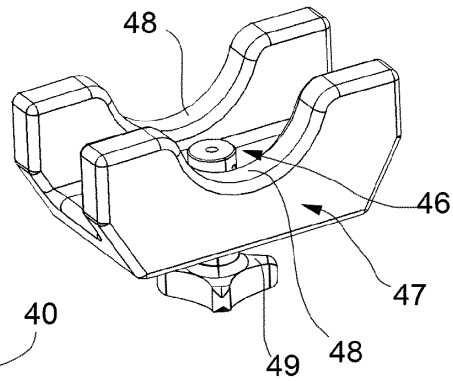


FIG.16

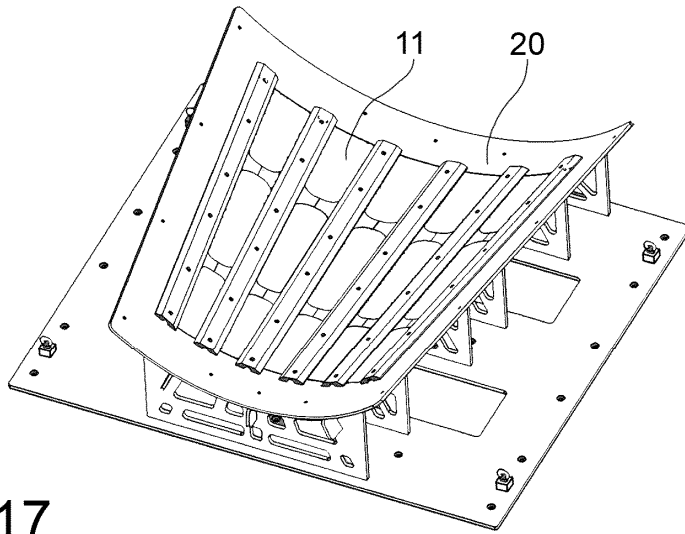


FIG.17

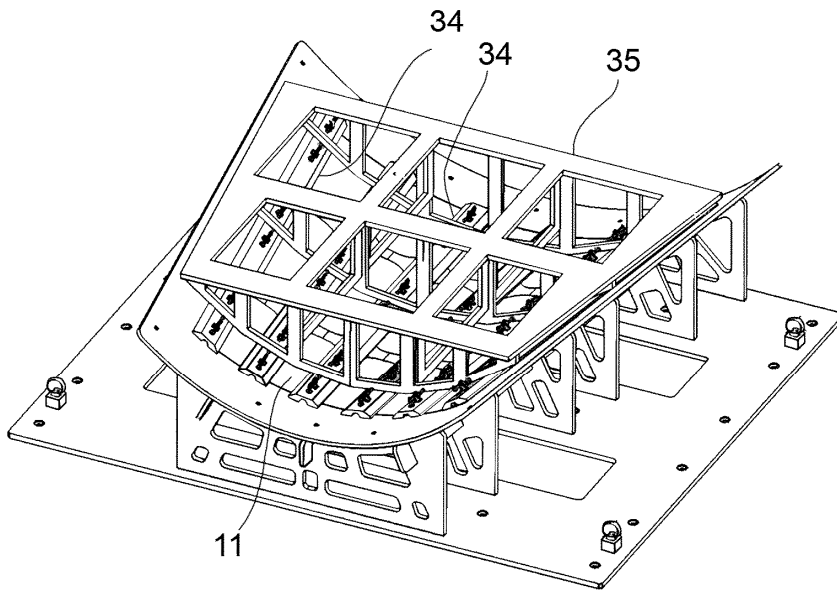


FIG.18

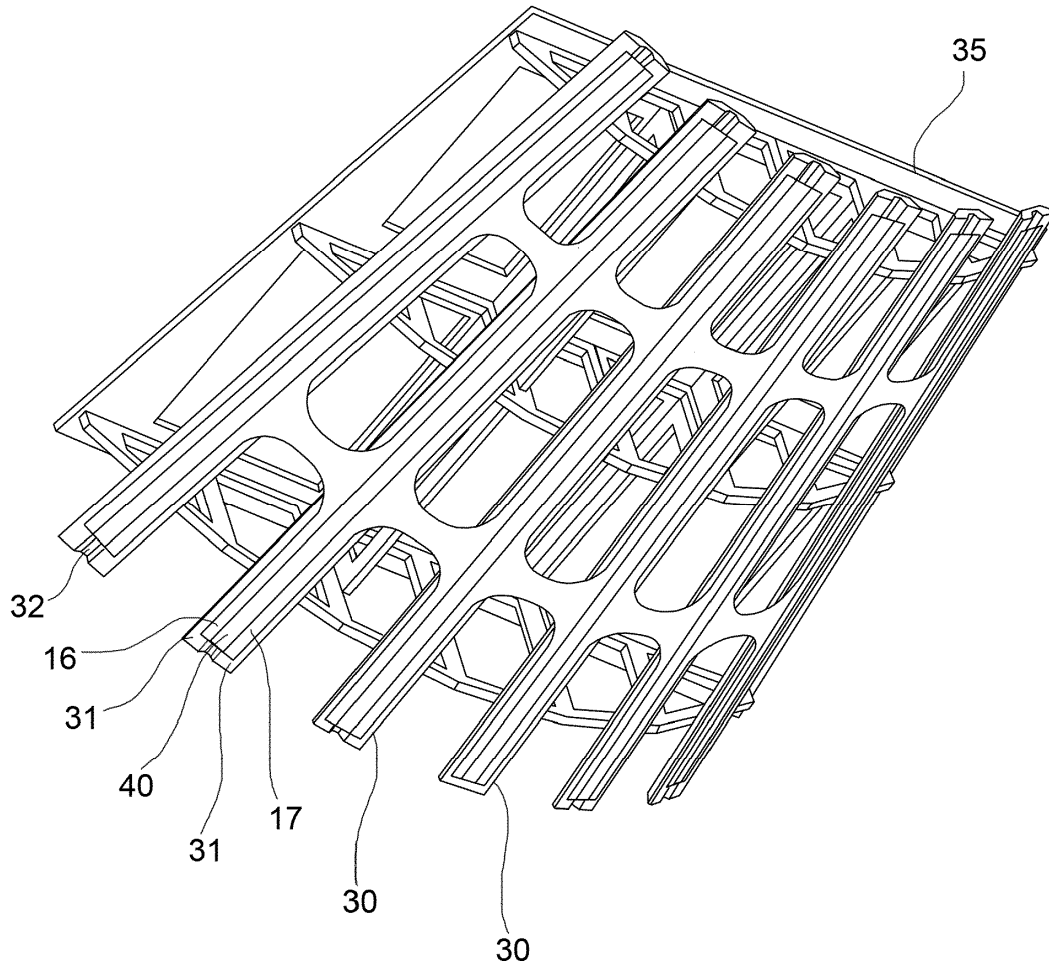


FIG.19