

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 530 726**

51 Int. Cl.:

B29C 70/34 (2006.01)

B29C 70/44 (2006.01)

B29D 99/00 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.06.2009 E 09787752 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.11.2014 EP 2440395**

54 Título: **Un método de fabricación de paneles rigidizados hechos a partir de material compuesto**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
04.03.2015

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

INSERRA IMPARATO, SABATO;
DE VITA, VINCENZO y
IAGULLI, GIANNI

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 530 726 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

Un método de fabricación de paneles rigidizados hechos a partir de material compuesto

5 La presente invención se refiere a un método de fabricación de estructuras monolíticas integrales hechas a partir de material compuesto. Más específicamente, la invención se refiere a la fabricación de los denominados paneles rigidizados hechos a partir de material compuesto que incluyen un revestimiento y una serie de larguerillos que tienen una sección transversal con forma cerrada (con forma de omega Ω o variantes de la misma) con dos cordones longitudinales opuestos, que están fijados sobre una cara de la revestimiento. La invención está destinada a aplicarse en el campo de la aeronáutica, en particular, pero no exclusivamente, para paneles de fuselaje pero también paneles de ala y cola y otras aplicaciones.

15 La patente de EE.UU. n.º 5.454.895, para uno de los mismos inventores, describe un aparato y un método para fabricar una estructura compuesta con forma de caja con un revestimiento superior unido a un revestimiento inferior a través de una serie de largueros longitudinales paralelos, cada uno fabricado uniendo dos elementos opuestos con una sección con forma de C. El método proporciona clavijas que se envuelven con una serie de capas: películas de separación, una bolsa cerrada y una o más capas de respiración. Se sitúa una capa de revestimiento inferior, fabricado de material termoendurecible polimerizable reforzado con fibras (o "material compuesto"), sobre una placa inferior de un molde de conformación; envueltos alrededor de las clavijas están los elementos con forma de C de los largueros preformados fabricados del mismo material compuesto, situándose a continuación todo el conjunto sobre el revestimiento inferior. A continuación, se aplica un revestimiento superior fabricado a partir del material compuesto por encima de los largueros preformados, y se sitúa la placa superior de la herramienta de conformación sobre la parte superior del revestimiento superior. Todo el conjunto se encierra en una bolsa de vacío. Durante la etapa de curado en una autoclave, se aplica presión a las superficies externas de los revestimientos (superior e inferior) y a los cordones de los largueros para compactarlos contra las placas relativas de la herramienta, mientras que las almas de los largueros se compactan por las bolsas internas contiguas. Por tanto, las clavijas dan forma a las bolsas tubulares internas de modo que están lo más cerca posible de la forma final de la cavidad que se pretende obtener. Esto es para evitar la formación de puentes que puedan dar lugar a la rotura de la bolsa durante la presurización y crear áreas con un incremento en su radio. En la disposición divulgada en la patente de EE.UU. n.º 5.454.895, las clavijas también tienen la función de constituir una restricción a la deformación del montaje formado por cada uno de los pares de bolsas tubulares internas contiguas y por el núcleo de los largueros situados entre ellas. De hecho, cuando, por medio del efecto de la temperatura, se produce fluidización de la resina y el alma del larguero puede tomar cualquier forma, las paredes de las clavijas contiguas fuerzan que la membrana que consiste en las bolsas contiguas y el alma del larguero permanezcan planas. Este efecto de contención por las clavijas sólo es aplicable a configuraciones estructurales como la descrita por la patente citada donde una parte del elemento que se va a compactar está situada entre dos clavijas contiguas.

40 Las patentes de EE.UU. n.º 6.458.309, 6.632.502 y 6.743.504 hacen uso de un mandril hueco que se extiende longitudinalmente y que está dispuesto entre la cavidad del elemento que se va a curar y la bolsa tubular interna. El mandril tiene una sección transversal con forma de trapecio que sirve para mantener la forma de la pared que se va a curar. En el producto final, se demuestra que las paredes que hacen contacto con el mandril son porosas y no están muy compactadas. El mismo mandril, fuertemente estresado por las presiones en la autoclave, no es muy duradero y se ha de reemplazar con frecuencia, motivo por el que se demuestra que el método no es muy rentable.

45 Un objetivo principal de la invención es el de lograr un resultado final excelente en términos de compactibilidad uniforme y calidad de terminado de las superficies del material compuesto curado, evitando las desventajas de la técnica anterior analizada anteriormente. Otro objetivo de la invención es el de proporcionar un método que también permita que se fabriquen estructuras compuestas con elementos rigidizadores circulares. Otro objetivo de la invención es el de reducir los costes de producción conectados con el desgaste de los materiales auxiliares o mandriles usados en la autoclave.

Estos y otros propósitos y ventajas, que se ampliarán a continuación en el presente documento, se logran, de acuerdo con la presente invención, por un método como se define en las reivindicaciones adjuntas.

55 Ahora se describirán unos pocos modos de realización preferentes pero no limitantes de la invención, se hace referencia a los dibujos, en los que:

60 figura 1 es una vista en sección transversal de un aparato de estratificado para fabricar un panel rigidizado de acuerdo con un primer modo de realización de un método de acuerdo con la invención;

figura 2 es una vista en sección longitudinal tomada a lo largo de la línea II-II en la figura 1;

figura 3 es un diagrama de la presión en un aparato el tipo del de la figura 1;

65 figura 4 es una vista en sección transversal de un aparato de estratificado para fabricar un panel rigidizado de acuerdo con un segundo modo de realización de la invención;

figuras 5 y 6 son dos vistas esquemáticas que ilustran, en sección transversal, dos configuraciones respectivas adicionales de herramientas de estratificado para implementar el método de la invención; y

5 figura 7 es un diagrama de las presiones en un aparato del tipo del de la figura 1.

Con referencia inicialmente a la figura 1, el número de referencia 10 indica un soporte interno, alargado en una dirección definida aquí como longitudinal, que tiene una sección transversal con forma de trapecio. El soporte interno se puede fabricar a partir de cualquier material resistente a la temperatura de polimerización y puede estar relleno (por ejemplo, con caucho, espuma) o hueco con el requisito de que no se aplaste cuando se aplique el vacío durante la preparación del soporte. El soporte 10 se envuelve con una serie de capas, de las que la primera es una bolsa de película tubular impermeable 11, preferentemente fabricada a partir de nailon. La bolsa 11 se cierra perfectamente alrededor del soporte 10, plegándose la parte en exceso de la bolsa 11 longitudinalmente o a lo largo sobre una de las caras planas del soporte, lejos de las esquinas o zonas redondeadas del soporte. La solapa plegada se fija con una cinta con el fin de mantener la bolsa 11 adherida al soporte 10. Una capa de respiración 12 en forma de bolsa tubular, preferentemente fabricada a partir de poliéster o fibra de vidrio, se envuelve alrededor de la bolsa 11. Sobre ésta está un separador tubular 13, preferentemente fabricado a partir de FEP. El separador tubular 13 se sella en sus dos extremos y se aplica el vacío al mismo de modo que el separador 13 se apriete contra el soporte longitudinal haciendo que el montaje de las capas 11, 12 bajo el mismo se adhieran al soporte alargado 10. De este modo se obtiene un soporte interno recubierto, que tiene una geometría bien definida correspondiente a la forma interna, cóncava o hueca del elemento rigidizador destinado a compactarse.

Una capa no curada o panel de revestimiento 14 de material termoendurecible polimerizable reforzado con vidrio ("material compuesto" o "pregreg (preimpregnado)") se sitúa sobre una placa inferior 15 de un molde o aparato rígido adecuado para darle a la parte su forma.

Un soporte interno recubierto o una serie de ellos dispuestos en paralelo, de acuerdo con los requisitos, se dispone a continuación sobre el panel de revestimiento 14, poniendo el soporte o serie de soportes sobre el revestimiento 14. La siguiente descripción se realiza exclusivamente con referencia a un único soporte recubierto, pero por supuesto se debe entender que el método se puede implementar igualmente con una pluralidad de soportes internos recubiertos idénticos o sustancialmente idénticos al descrito.

En el ejemplo de la figura 1, el molde de conformación 15 es plano. La elección para fabricar una herramienta plana, al igual que el uso de una sección con forma de trapecio constituyen elecciones que pueden ser preferentes en algunas circunstancias pero que ciertamente no son esenciales para los propósitos de implementación de la invención. En particular, se puede llevar a cabo con una herramienta de conformado cilíndrica o arqueada, para fabricar un elemento estructural arqueado o circular. De forma similar, la forma deseada de la cavidad puede variar de acuerdo con requisitos específicos, quedando claro para los expertos en la técnica que la inclinación de los lados del trapecio en muchos casos es en realidad superflua o que, en lugar de un trapecio, es posible el uso de cualquier forma cerrada con lados rectilíneos o curvados.

Una segunda capa no curada de material compuesto 16, que tiene una sección transversal definida aquí como con forma de Ω (forma de omega) con una parte cóncava, se monta en la parte superior del soporte recubierto, aplicando los cordones laterales 16a contra el revestimiento 14. La capa con forma de Ω 16 sirve para definir el larguero o elemento rigidizador de la estructura o panel.

En la parte superior de la capa de material compuesto 16 se aplica una placa de prensado 17, que sirve para garantizar que la capa de material compuesto 16 mantenga su forma de omega durante la etapa de curado en una autoclave, como se describe a continuación en el presente documento. Para estos propósitos, la placa de prensado debe ser lo suficientemente rígida para dar su forma al elemento rigidizador 16 pero también lo suficientemente flexible como para adaptarse a las variaciones en geometría y gruesa en las áreas en las que las aletas de base de los elementos rigidizadores se deben pegar al revestimiento. Preferentemente, un grosor adecuado es de aproximadamente 2 mm si se usa una carborresina como material y de aproximadamente 1 mm si se usa Invar 36 como material. De forma alternativa, la capa no curada de material compuesto 16, que tiene una sección transversal con forma de Ω , está previamente dispuesta y/o formada en la placa de prensado con forma de Ω 17, después de lo cual los dos elementos (16 y 17), conectados de forma fija entre sí, se sitúan juntos sobre el soporte recubierto 10. De acuerdo con un modo de realización preferente de la invención, se debe disponer un pequeño espacio entre el lado interno de la placa de prensado y la superficie externa nominal del rigidizador curado. De hecho, un espacio (de aproximadamente 0,5-1 mm de ancho) permite situar el rigidizador sin interferencia y por tanto, sin deformación de material, sin efecto perjudicial sobre la forma geométrica y/o efecto de compactación en los radios/esquinas. Además, debe dimensionarse la placa de prensado para que sea adecuadamente rígida, usando un refuerzo de fibra de carbono en los radios, con el fin de mejorar la transferencia de la presión de la autoclave a las áreas de baja presión (es decir, nodos rigidizadores). Finalmente, preferentemente se debe cortar el borde de la placa de prensado con un ángulo cónico, que varía entre 25° y 35°, con el fin de evitar sobre el borde rigidizador curado; cualquier desviación de fibra y/o hundimiento de las capas del panel.

A continuación, se aplica una bolsa de vacío externa 18, que se sella en la herramienta de conformado en 19 y en la bolsa tubular interna 11 dispuesta dentro de cada elemento rigidizador.

5 En sus términos generales, la secuencia de algunas etapas de funcionamiento del proceso de acuerdo con la invención no difiere de forma apreciable de la secuencia de funcionamiento del proceso divulgado por la patente de EE.UU. n.º 5.454.895 citado en la parte introductoria de la presente memoria descriptiva. Es suficiente con recordar aquí que los extremos opuestos abiertos de la bolsa interna se sellan en la bolsa externa en 20 (figura 2) para formar una bolsa de película que rodea el exterior de la placa de prensado y el interior del soporte interno. Cada bolsa interna se ajusta con una válvula 21 (figura 2) para aplicar el vacío al volumen entre la bolsa tubular interna y la
10 bolsa externa. La presión aplicada en la autoclave durante la etapa de polimerización (o "curado") es uniforme y hace que la bolsa interna 11 se expanda, que tenderá, por tanto, a desprenderse del soporte central 10 y comprimir el material compuesto.

15 La etapa de curado se lleva a cabo en una autoclave aplicando temperatura y presión de acuerdo con un ciclo programado indicado por el proveedor o fabricante del material compuesto seleccionado que se está usando. Por ejemplo, un ciclo de curado para un material compuesto típico requerirá una presión de autoclave de aproximadamente 6 bares (0,6 MPa), aumentando la temperatura hasta 180 °C en una tasa de aproximadamente 1 °C/min. La temperatura permanecerá a 180 °C durante aproximadamente 2 horas, dejando que descienda hasta 60 °C antes de liberar la presión.

20 El tejido de respiración 12 sirve para distribuir el vacío dentro de la bolsa 11, puesto que forma una red de rutas difusas que permiten que se evacúe el aire gracias a la consistencia porosa global. Sin esto, parte del aire que está destinado a aspirarse podría permanecer parcialmente atrapado entre las dos superficies lisas de las bolsas 11 y 13, formando burbujas aisladas. Preferentemente, el separador tubular 13 que consiste en una capa de teflón conocida
25 generalmente como película de liberación evita que la capa de nailon 11 se pegue al material compuesto.

En todos los diferentes modos de realización del método para la invención, la herramienta rígida 15 está en un único lado de la estructura que se va a polimerizar. En la figura 1, el molde de conformado está dispuesto en el lado del revestimiento y la placa de prensado tiene una forma en Ω congruente con la del larguerillo; en la figura 4, el molde de conformado está dispuesto en el lado del larguerillo y tiene su forma, mientras que la placa de prensado, por otra parte, es plana y está situada sobre el lado del panel de revestimiento 14. La figura 3 muestra esquemáticamente cómo se aplica la presión con la disposición de la figura 1. La figura 7 muestra esquemáticamente cómo se aplica la presión con la disposición de la figura 4.

30 De forma similar al proceso de la patente de EE.UU. n.º 5.454.895 citada, también de acuerdo con la presente invención, los soportes internos 10 tienen la tarea de controlar la forma de las bolsas tubulares internas 11 de modo que esta forma sea lo más cercana posible a la forma trapezoidal final deseada de la cavidad del material que se va a compactar. Esto es para evitar la formación de arrugas y puentes que puedan dar lugar a la rotura de la bolsa durante la presurización y dar geometrías inaceptables de los radios.

40 A diferencia de la configuración de la patente de EE.UU. n.º 5.454.895, los soportes dentro de las bolsas para larguerillos adyacentes nunca son contiguos. El problema de contener la inestabilidad de la membrana del montaje que incluye la bolsa interna tubular / material que se va a compactar / bolsa externa se resuelve por la placa de prensado que, asociado con el elemento mencionado anteriormente, contribuye a definir un montaje estratificado de forma estable que consiste en la bolsa interna, material que se va a compactar, placa de prensado y bolsa externa.

50 La placa de prensado 17 tiene una función completamente diferente a la usada convencionalmente. De hecho, las "placas de prensado" usadas convencionalmente se insertan en la secuencia "aparato rígido - material que se va a compactar - bolsa externa" con el único propósito de dar una superficie lisa al material fresco sobre el lado de la bolsa externa. En el presente caso, por otra parte, la placa de prensado es una placa semirrígida que tiene la tarea de:

- evitar la inestabilidad de la membrana de las bolsas y
- 55 • soportar las fuerzas de desequilibrio que derivan del hecho de que la superficie interna del larguerillo hueco es ligeramente más pequeña que la superficie externa. Por lo tanto, en un entorno con presión uniforme, se genera una fuerza que tiende a aplastar el larguerillo desde el exterior hacia el interior.

Por lo tanto, la placa de prensado debe estar proporcionada con precisión puesto que:

- 60 • en la áreas en las que se debe evitar la inestabilidad de la membrana y soportar las fuerzas de desequilibrio debe ser suficientemente rígida
- en las áreas en las que actúa como una placa de prensado convencional, por ejemplo sobre los cordones de unión
65 de los larguerillos al revestimiento, debe ser lo suficientemente flexible para adaptarse a las variaciones de grosor

del interpuesto evitando defectos de porosidad y deslaminaciones.

- 5 En otras palabras, se debe seleccionar la rigidez de la placa de prensado con el fin de transmitir la presión normal desde el entorno de la autoclave al material que se va a polimerizar, manteniendo aún la forma deseada que se va a dar al larguerillo, corrigiendo la tendencia hacia la inestabilidad de las membranas fabricadas a partir de nailon, interna y externa, entre las que se empaqueta el larguerillo en un sándwich en una condición de plasticidad de la resina a las temperaturas alcanzadas normalmente en una autoclave. Preferentemente, se usarán placas de prensado relativamente finas, por ejemplo fabricadas a partir de metal o carborresina.
- 10 Como se apreciará, la ausencia de un mandril intermedio permite obtener un producto final de material compuesto que tenga las superficies compactadas, y la presencia de una placa de prensado entre la bolsa tubular interna y la bolsa externa garantiza la formación de una cavidad interna que tenga la forma y tamaño deseados.
- 15 Aunque se han descrito dos modos de realización del proceso del método, se pueden producir varias modificaciones, sin salir del alcance de la invención, como se define en las reivindicaciones adjuntas. Por ejemplo, indistintamente, el revestimiento puede ser fresco o curado con antelación. También se debe entender que el número de larguerillos aplicados a la misma parte del revestimiento puede variar de acuerdo con los requisitos, como se indica esquemáticamente por las figuras 5 y 6. De acuerdo con otra variante del método de la presente invención, el soporte alargado 10 se puede retirar antes de aplicar la temperatura y presión en la autoclave. Cabe destacar que el soporte 10 no está encerrado en un espacio comprendido entre la bolsa externa 18 y la bolsa interna 11. Por lo tanto, si se desea facilitar el flujo de aire en la autoclave y/o se selecciona que el soporte alargado 10 esté fabricado de un material no adecuado para soportar la temperatura de la autoclave, el soporte 10 se puede retirar extrayéndolo (por ejemplo, hacia la derecha en la figura 2).
- 20

REIVINDICACIONES

1. Un método de fabricación de panel rigidizados hechos a partir de material compuesto que comprende un panel de revestimiento y uno o más larguerillos aplicados rigidamente a la cara del panel, comprendiendo el método las siguientes etapas:
- 5
- a1) proporcionar al menos un larguerillo (16) de material compuesto termoendurecible polimerizable reforzado con vidrio, que tiene una sección transversal con forma de Ω con una parte de forma cerrada o cóncava, rectilínea o curvilínea, y dos cordones laterales opuestos (16a);
- 10
- a2) proporcionar un panel o capa de revestimiento (14) de material compuesto termoendurecible polimerizado o polimerizable reforzado con vidrio;
- b) situar un primer de dichos dos elementos de material compuesto (14 o 16) sobre una superficie de una herramienta de conformado rígida (15) congruente con una superficie de dicho primer elemento;
- 15
- c) situar, sobre el primer elemento de material compuesto (14 o 16), un elemento de soporte alargado (10) que soporta una bolsa de película (11), y una capa de respiración (12) alrededor de la misma, todo sellado por una película de separación tubular (13);
- 20
- d1) dejar el segundo elemento compuesto (16 o 14) sobre el soporte alargado (10) poniendo los cordones laterales (16a) del larguerillo en contacto con el panel de revestimiento, con el fin de definir una cavidad de sección transversal predeterminada entre estos dos elementos compuestos;
- 25
- d2) proporcionar una placa de prensado (17) que tiene un perfil congruente con el perfil externo del segundo elemento;
- d3) dejar la placa de prensado (17) sobre el segundo elemento (16 o 14);
- 30
- e) cubrir la placa de prensado (17) con una bolsa de película externa (18) sellándola tanto a la herramienta de conformado (15) como en los extremos opuestos abiertos de la bolsa interna (11), con el fin de formar una envoltura de película que rodea el exterior de la placa de prensado y que internamente está estrechamente envuelta alrededor del soporte interno (10);
- 35
- f) aplicar vacío a dicha envoltura de película con el fin de aplicar una presión uniforme al material compuesto, del que la parte inferior descansa sobre la herramienta rígida (15), mientras que su parte superior está comprimida entre la bolsa externa (18) y la bolsa interna tubular (11) y está estabilizada a través de la placa de prensado (17), transmitiéndose la presión al material compuesto sin la interposición de mandriles intermedios; y
- 40
- g) curar en una autoclave por medio de un ciclo de aplicación de temperatura y presión programado.
2. El método de la reivindicación 1, en el que dicha cavidad tiene forma de \equiv trapecio en la sección transversal, consistiendo la base mayor del trapecio en un panel de revestimiento.
- 45
3. El método de la reivindicación 1 o 2, en el que el panel de revestimiento (14) se cura antes de unirse al larguerillo (16).
4. El método de la reivindicación 1 o 2, en el que el panel de revestimiento (14) se cura al mismo tiempo que el larguerillo (16).
- 50
5. El método de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la placa de prensado (17) se hace a partir de carborresina y tiene un grosor de aproximadamente 2 mm.
6. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la placa de prensado (17) se hace a partir de Invar 36 y tiene un grosor de aproximadamente 1 mm.
- 55
7. El método de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la etapa d1) precede a la etapa d3).
8. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la etapa d3) precede a la etapa d1).

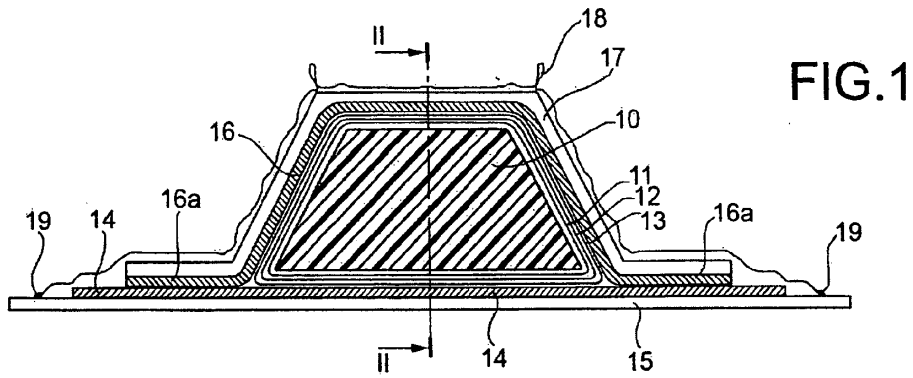


FIG. 1

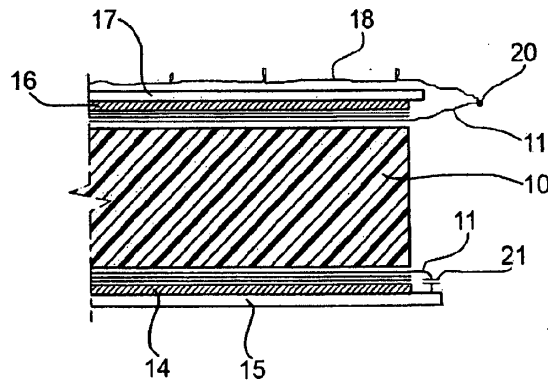


FIG. 2

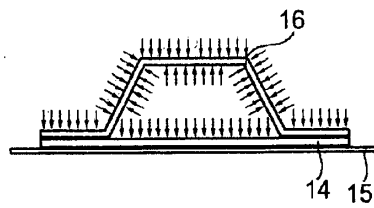


FIG. 3

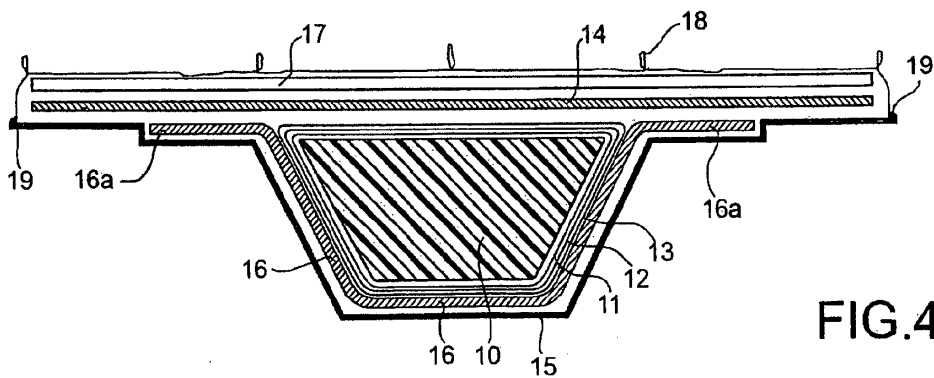


FIG. 4

