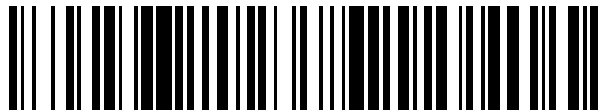


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 661 116**

51 Int. Cl.:

B29D 99/00 (2010.01)

B29C 70/44 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.05.2014** **E 14382204 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.12.2017** **EP 2949458**

54 Título: **Procedimiento de fabricación de paneles de fibra de carbono reforzados con larguerillos en forma de omega**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.03.2018

73 Titular/es:

AIRBUS OPERATIONS, S.L. (100.0%)
Avenida John Lennon s/n
28906 Getafe (Madrid), ES

72 Inventor/es:

CRUZADO PARLA, GABRIEL;
MUÑOZ AJENJO, FERNANDO;
CUENCA RINCON, JOSE y
MORA MEDIAS, MARÍA

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 661 116 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

Procedimiento de fabricación de paneles de fibra de carbono reforzados con larguerillos en forma de omega

Objeto de la invención

5 La presente invención se refiere, en general, a la fabricación de estructuras de materiales compuestos formadas por paneles reforzados con larguerillos en forma de omega, para la construcción de estructuras de aeronaves, tales como secciones de fuselaje, paneles de ala, paneles de timón de dirección y timón de profundidad, etc.

10 Más específicamente, un objeto de la invención es proporcionar un procedimiento para la fabricación de paneles de fibra de carbono reforzados con larguerillos en forma de omega, que reduce significativamente las imperfecciones superficiales, principalmente las arrugas de resina, en las superficies internas de la estructura que está siendo fabricada, tal como la estructura que se forma después del procedimiento de curado con una mejor calidad, y reduce las operaciones manuales para la corrección de defectos.

Antecedentes de la invención

15 Se conoce, en general, el refuerzo de paneles de revestimiento de fibra de carbono con larguerillos de fibra de carbono para soportar las altas cargas que una aeronave tiene que soportar durante el vuelo, despegues y aterrizajes. Los paneles de revestimiento de una aeronave, tales como los paneles de revestimiento del fuselaje, normalmente están reforzados con varios tipos de larguerillos: larguerillos en forma de T, U, J y omega.

20 Los larguerillos en forma de omega tienen, generalmente, una configuración trapezoidal en una vista en sección transversal, con dos extensiones laterales llamadas pies del larguerillo, a través de las cuales el larguerillo está unido al panel de revestimiento. Los larguerillos en forma de omega pueden estar curados previamente y unirse de manera adhesiva con el panel (unidos conjuntamente) o, como alternativa, los larguerillos y el panel de revestimiento se curan en conjunto entre sí.

25 En una alternativa para la fabricación de estos paneles de revestimiento reforzados, en primer lugar los larguerillos curados o los larguerillos formados previamente no curados se colocan en las respectivas ranuras formadas en una herramienta macho o un mandril, tal como, por ejemplo, un mandril de tipo cilindro para la fabricación de una sección de fuselaje de una aeronave, y un panel de revestimiento se forma en el mandril mediante la colocación de una pluralidad de capas de material compuesto para formar un laminado, mediante un procedimiento automatizado conocido. Como alternativa, se puede usar una herramienta hembra en lugar de la herramienta macho y, en este caso, el revestimiento, en primer lugar, se lamina en la herramienta hembra y, después, los larguerillos curados o no curados se colocan de manera conveniente sobre el laminado.

30 Finalmente, el panel de revestimiento y los larguerillos se unen en conjunto entre sí, si se han usado larguerillos curados, o, como alternativa, el revestimiento y los larguerillos se curan en conjunto entre sí en el caso de que se haya usado un larguerillo no curado.

35 Debido a la forma de los larguerillos en forma de omega, se forman canales cerrados entre los larguerillos en forma de omega y el panel de revestimiento al que se unen los larguerillos, de modo que las superficies internas se forman solo en aquellos canales que también necesitan ser consolidados desde el interior del larguerillo. Normalmente, para la consolidación de estas partes internas de la estructura durante el curado, se colocan unas bolsas de vacío tubulares dentro de dichos canales cerrados que se extienden longitudinalmente. Estas bolsas de vacío tubulares se fabrican típicamente a partir de una película delgada y flexible, y se colocan dentro de los larguerillos en un estado contraído o deformado, es decir, la superficie exterior de estas bolsas está completamente arrugada.

40 A continuación, se aplica una presión de autoclave dentro de estas bolsas tubulares, que hace que la bolsa se infle para ejercer presión sobre las superficies internas del larguerillo. El procedimiento de uso de estas bolsas de vacío tubulares se ve afectado por los siguientes inconvenientes:

- 45 - mala calidad superficial de la superficie interior del larguerillo en forma de omega. Aunque la bolsa de vacío tubular se expande debido a la presión de autoclave que se aplica a su interior, la superficie exterior de la bolsa de vacío tubular no puede adaptarse completamente a la superficie interna del larguerillo, especialmente en sus esquinas. Esto significa que algunas arrugas permanecen en la superficie de la bolsa de vacío durante el procedimiento de curado, lo que provoca la formación de arrugas de resina en las superficies internas;
- 50 - se necesitan operaciones manuales para corregir defectos superficiales debido a las arrugas de resina. Para corregir estos defectos, las secciones de los larguerillos en forma de omega en las que se detecta una arruga de resina deben ser cortadas y reemplazadas por una nueva sección de larguerillo;
- alta probabilidad de rotura de las bolsas tubulares mientras están siendo infladas y la posterior extracción de las bolsas.

La publicación de patente estadounidense US2010/186899 describe un conjunto de mandril que incluye una estructura hueca alargada que comprende un material termoplástico que se puede extruir que tiene un primer

extremo y un segundo extremo. Una primera tapa de extremo se fija al segundo extremo. El conjunto de mandril está adaptado para conformar y formar una estructura de material compuesto dentro o fuera de un autoclave.

La patente europea EP-1563977 se refiere a un procedimiento para la fabricación de un molde para la fabricación de artículos de material compuesto.

5 Sumario de la invención

La presente invención se define en la reivindicación independiente adjunta y supera los inconvenientes de la técnica anterior mencionados anteriormente, mediante la provisión de una técnica de fabricación más fiable para la producción de estructuras de material compuesto formadas por paneles reforzados con larguerillos en forma de omega con una calidad mejorada con respecto a la uniformidad de las superficies internas, de manera que se reducen significativamente las operaciones manuales para eliminar imperfecciones.

Aunque la invención se describe con referencia a larguerillos en forma de omega, se debe entender que los mismos principios de la invención también se aplican a la fabricación de paneles de revestimiento reforzados con cualquier tipo de larguerillos con forma semitubular. Por lo tanto, en la presente descripción y en las reivindicaciones, el término larguerillo en forma de omega debe entenderse que abarca variaciones de una forma de omega, tales como, por ejemplo, larguerillos en forma de U.

En el procedimiento según la invención, al menos un elemento de presión tubular se proporciona para cada larguerillo en forma de omega de la estructura a fabricar, y tal elemento de presión tubular está fabricado con la forma de sección transversal del canal definido por un larguerillo en forma de omega, es decir, el elemento de presión tubular está fabricado con una forma en sección transversal similar al canal interno del larguerillo en forma de omega y la misma o mayor longitud que el larguerillo.

El material para la fabricación del elemento de presión tubular se selecciona de tal modo que el elemento de presión tubular puede fabricarse como un cuerpo autoportante, es decir, con un determinado grado de rigidez que permita que el cuerpo mantenga su forma por sí mismo, y que tenga las superficies exteriores generalmente planas, es decir, libres de arrugas. Al mismo tiempo, el material para fabricar el elemento de presión tubular tiene un determinado grado de elasticidad, que permite a este elemento expandirse hacia el exterior cuando se aplica presión a su interior.

Cada elemento de presión tubular está acoplado con un larguerillo en forma de omega, de modo que el elemento de presión tubular se aloja o se coloca dentro del canal definido por el larguerillo en forma de omega o, en otras palabras, dicho canal está llenado sustancialmente por el elemento de presión tubular. Los larguerillos en forma de omega pueden estar curados o, como alternativa, pueden no estar curados y preformados.

El revestimiento de la estructura está formado por un laminado de capas de fibra de carbono no curadas, y el conjunto de larguerillos en forma de omega y el laminado se ponen en contacto para formar la estructura, que se puede llevar a cabo en una herramienta macho o hembra, tal como se ha explicado anteriormente con respecto a las técnicas conocidas.

El elemento de presión tubular se usa para consolidar la parte del larguerillo en forma de omega y parte del laminado desde el interior de estos dos elementos, al tiempo que estos dos elementos están siendo curados o unidos en conjunto en un autoclave. Para lo cual, una bolsa de vacío tubular (fabricada a partir de un material estanco al aire), se inserta en el interior del elemento de presión tubular que se extiende longitudinalmente en el mismo, y la presión de autoclave se aplica al interior de la bolsa de vacío tubular, de tal modo que la bolsa de vacío tubular fuerza el elemento de expansión tubular a expandirse debido a su elasticidad, y ejerce presión contra parte del larguerillo en forma de omega y parte del laminado, al tiempo que el larguerillo en forma de omega y el laminado se curan o se unen en conjunto en el autoclave.

Un efecto técnico derivado del procedimiento de prensado interno del larguerillo en forma de omega y la parte de solapamiento del laminado con el elemento de presión tubular según la invención es que, durante el procedimiento de curado, la superficie exterior del elemento de presión tubular se pone completamente en contacto con las superficies internas de aquellas partes, que, de este modo, se obtienen con un acabado liso libre de imperfecciones, tales como arrugas de resina. Además, se obtiene una buena transición en las esquinas entre los larguerillos y el panel de revestimiento y la probabilidad de dañar las bolsas de vacío tubulares se reduce significativamente.

Por otra parte, a medida que la fibra de carbono está siendo curada y consolidada, la fibra de carbono se compacta y el espesor del larguerillo y el laminado se reducen, por tanto, el volumen de la cámara entre el larguerillo en forma de omega y el laminado se agranda durante el procedimiento de curado. Otro efecto técnico derivado de la aplicación de presión al interior del elemento de presión tubular es que este elemento se expande debido a su elasticidad a medida que la fibra de carbono está siendo compactada aplicando presión a la misma durante todo el procedimiento de curado.

55

Breve descripción de los dibujos

Las realizaciones preferidas de la invención se describen a continuación con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

5 La Figura 1 muestra una representación esquemática de un elemento de presión tubular según una realización de ejemplo de la invención cuando está fabricado a partir de un material elastomérico, en el que el dibujo (a) es una vista en perspectiva, el dibujo (b) es una vista en sección transversal y el dibujo (c) es una sección longitudinal de una de las caras de la placa de presión tubular.

10 La Figura 2 muestra una representación esquemática de una vista en sección transversal del conjunto formado por el larguerillo en forma de omega unido con una placa de revestimiento, el elemento de presión tubular elastomérico y la bolsa de vacío tubular, al tiempo que la presión de autoclave, representada por flechas, se está aplicando al conjunto.

La Figura 3 es una representación de un elemento de presión tubular según otra realización de ejemplo de la invención cuando consiste en una preforma de película de liberación, en el que el dibujo (a) es una vista en sección transversal de la misma y el dibujo (b) es una vista en perspectiva.

15 La Figura 4 es una representación similar a la Figura 2, pero que usa una preforma de película de liberación como elemento de presión tubular.

La Figura 5 es una representación similar a la Figura 4, al tiempo que la presión de autoclave, representada por flechas, se está aplicando al conjunto.

Realización preferida de la invención

20 La Figura 1 representa una realización preferida de un elemento de presión tubular (1) según la invención, que, en este caso, está formado por la superposición de tres elementos diferentes, todos ellos con la misma configuración trapezoidal que corresponde a una forma específica de un larguerillo en forma de omega, por lo tanto, el elemento de presión tubular (1) está formado por cuatro lados y cuatro esquinas entre lados consecutivos. La longitud del elemento de presión tubular es al menos la misma que la longitud del larguerillo en forma de omega al que se acoplará.

25 Más específicamente, el elemento de presión tubular (1) comprende un núcleo tubular (2) fabricado a partir de un material elastomérico, tal como caucho, que está recubierto completamente en su superficie exterior mediante una capa de película de liberación (3) fabricada a partir de un material conocido adecuado para facilitar la retirada del elemento de presión tubular (1) de la estructura de material compuesto (5) que se fabrica, una vez que el procedimiento de curado se ha completado.

El elemento de presión tubular (1) está reforzado internamente con una capa de un material compuesto (4), tal como una fibra de vidrio, que proporciona estabilidad estructural al núcleo tubular (2), pero que permite aun así que el núcleo elastomérico se expanda. Tanto la capa de película de liberación (3) como la capa de material compuesto (4) están unidas integralmente al núcleo tubular elastomérico durante su vulcanización.

35 La Figura 2 muestra el elemento de presión tubular (1) de la Figura 1 montado o acoplado en el interior del canal definido por un larguerillo en forma de omega (6) y, puesto que la forma trapezoidal del elemento de presión es sustancialmente la misma que la forma trapezoidal de ese canal, el elemento de presión tubular se ajusta a la forma del canal del larguerillo, de tal modo que el canal se llena mediante el elemento de presión tubular (1).

40 En esta etapa, el larguerillo en forma de omega (6) es una preforma de capas no curadas, y está alojado dentro de una ranura de una herramienta macho metálica o mandril (8). Un laminado (7) de capas de fibra de carbono no curadas, que formarán el panel de revestimiento de la estructura, se coloca después sobre la superficie exterior de la herramienta macho (8) y sobre los pies del larguerillo en forma de omega (10).

45 Se puede observar en esta figura cómo la parte del laminado (7), que se superpone con el canal del larguerillo en forma de omega (6), también está en contacto con uno de los lados del elemento de presión tubular (1), y cómo el elemento de presión tubular (1) está encerrado o rodeado por parte del larguerillo en forma de omega (6) y también parte del laminado (7), de manera que el elemento de presión tubular (1) está en contacto directo con estas partes a través de la capa de película de liberación (4).

Una bolsa de vacío tubular (11) está colocada dentro del elemento de presión tubular (1).

50 Una razón principal para dañar este tipo de bolsas de vacío tubulares es que se ven forzadas a inflarse cuando se aplica presión a su interior, pero, ocasionalmente, estas bolsas no se pueden inflar correctamente en todas sus áreas y llegar a toda la superficie interna adecuada y, entonces, la presión excesiva se aplica a algunas áreas locales de la bolsa de vacío.

La Figura 2 muestra solamente un larguerillo en forma de omega (6) y parte de un laminado (7), sin embargo, sería evidente para un experto en la materia, que una estructura completa (5) esté formada por un gran laminado (7) para formar, por ejemplo, el revestimiento tubular de una sección de fuselaje, y una pluralidad de larguerillos en forma de omega (6), tal como se muestra en la Figura 2.

5 En el procedimiento de la invención, el conjunto mostrado en la Figura 2 está recubierto completamente con una bolsa de vacío externa (12) y, después, todo el conjunto se coloca dentro de un autoclave (no mostrado) para el curado de la estructura (5) de una manera conocida, mediante la aplicación simultánea de calor y presión. El vacío también se aplica entre la bolsa de vacío (11) y la estructura (5).

10 Tal como se muestra en la Figura 2, se aplica la presión de autoclave (representada mediante flechas) en el interior del elemento de presión tubular (1) a través de la bolsa de vacío tubular (11) que se infla y fuerza al elemento de presión tubular (1) a expandirse hacia el exterior debido a su elasticidad, que, a su vez, ejerce presión sobre las superficies internas del larguerillo en forma de omega (6) y la parte de solapamiento del laminado (7) para consolidar estas partes de la estructura.

15 Debido a la presión ejercida por el elemento de presión tubular (1), se asegura que, después del curado, las superficies internas del larguerillo en forma de omega (6) y el laminado (7) en contacto directo con el mismo, se obtengan como superficies lisas libres de arrugas, y que la pieza se obtenga con precisión con la geometría deseada.

20 El elemento de presión tubular (6) y las bolsas de vacío tubular (11) se retiran de la estructura completa (5), y estos se preparan para usarse en ciclos de fabricación posteriores. Este elemento de presión tubular (6) fabricado a partir de un material elastomérico puede usarse repetidamente en varios ciclos de fabricación, al menos 25 ciclos.

25 Como alternativa, en otra realización preferida de la invención, el elemento de presión tubular (1) es una preforma de película de liberación, tal como se muestra en la Figura 3. Una película de liberación es un material bien conocido ampliamente usado en esta industria para la fabricación de piezas de material compuesto de alta calidad. Una película de liberación conocida comprende típicamente una composición de etileno propileno fluorado (FEP) o una composición de politetrafluoroetileno (PTFE).

30 En esta realización preferida de la invención, el elemento de presión tubular (1) está fabricado con película de liberación, por ejemplo, por medio de un procedimiento de moldeo, y se ha encontrado que un espesor adecuado de esta película de liberación para este uso está dentro del intervalo de 0,1 a 0,7 mm y, preferentemente, de 0,25 mm, de manera que este elemento de presión tubular (1) puede manipularse sin deformarse y, al mismo tiempo, tiene el grado requerido de elasticidad.

Las Figuras 4 y 5 muestran el elemento de presión tubular (1) fabricado a partir de una película de liberación integrado dentro de un larguerillo en forma de omega (6) y un laminado (7). El elemento de presión tubular (1) se ve forzado a expandirse mediante el aumento de la presión dentro de una bolsa de vacío tubular (11) colocada en el interior del elemento de presión tubular (1), tal como se ha descrito anteriormente con respecto a la Figura 2.

35 Un elemento de presión tubular (1) fabricado a partir de una preforma de película de liberación no puede volver a usarse, pero es mucho más barato que un elemento de presión tubular fabricado a partir de material elastomérico.

Otras realizaciones preferidas de la presente invención se describen en las reivindicaciones dependientes adjuntas y las múltiples combinaciones de las mismas.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de fabricación de paneles de fibra de carbono reforzados con larguerillos en forma de omega que comprende las etapas de:

- 5 proporcionar al menos un larguerillo en forma de omega (6) en un estado curado o no curado,
proporcionar al menos un elemento de presión tubular (1) fabricado con la forma en sección transversal del canal
definido por un larguerillo en forma de omega (6), y que tiene al menos la misma longitud que dicho larguerillo en
forma de omega (6),
colocar dicho elemento de presión tubular (1) en el interior de dicho canal de un larguerillo en forma de omega
(6),
10 insertar una bolsa de vacío tubular (11) en el interior del elemento de presión tubular (1),
poner en contacto un laminado (7) de capas de fibra de carbono no curadas con dicho larguerillo en forma de
omega (6), de tal modo que el elemento de presión tubular (1) está encerrado por el laminado (7) y el larguerillo
en forma de omega (6),
15 y aplicar una presión de autoclave al interior de la bolsa de vacío tubular (11), de forma que la bolsa de vacío
tubular (11) fuerza al elemento de presión tubular (1) a expandirse y ejercer presión contra parte del larguerillo en
forma de omega (6) y parte del laminado (7), en el que el elemento de presión tubular (1) está fabricado a partir
de un material elastomérico que tiene una superficie exterior recubierta por una capa de un material de película
de liberación (3) adherida a tal superficie interna y en el que el material elastomérico del elemento de presión
20 tubular (1) está fabricado a partir de caucho y la capa de película de liberación (3) y la capa de material
compuesto se unen al caucho durante su vulcanización.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el elemento de presión tubular (1) es una preforma de película de liberación.

3. Procedimiento según la reivindicación 2, en el que el espesor de la preforma de película de liberación está dentro del intervalo de 0,1 a 0,7 mm.

25 4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el elemento de presión tubular (1) tiene una configuración de sección transversal trapezoidal.

5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que una bolsa de vacío externa (12) está dispuesta encerrando el larguerillo en forma de omega (6) y el laminado (7), y en el que el procedimiento comprende además la etapa de unir los bordes de los extremos libres de las bolsas de vacío tubulares (11) individuales con la
30 bolsa de vacío externa (12), de tal modo que, durante el procedimiento de curado, se aplica la presión de autoclave al interior de las bolsas de vacío tubulares (11), y se aplica vacío al espacio entre la bolsa de vacío externa (12) y las bolsas de vacío (11) individuales y el larguerillo en forma de omega (6) y el laminado (7) que se están curando.

6. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la capa de material compuesto es de fibra de vidrio.

35 7. Procedimiento según las reivindicaciones 2 o 3, en el que la preforma de película de liberación comprende una composición de politetrafluoroetileno (PTFE) o de etileno propileno fluorado (FEP).

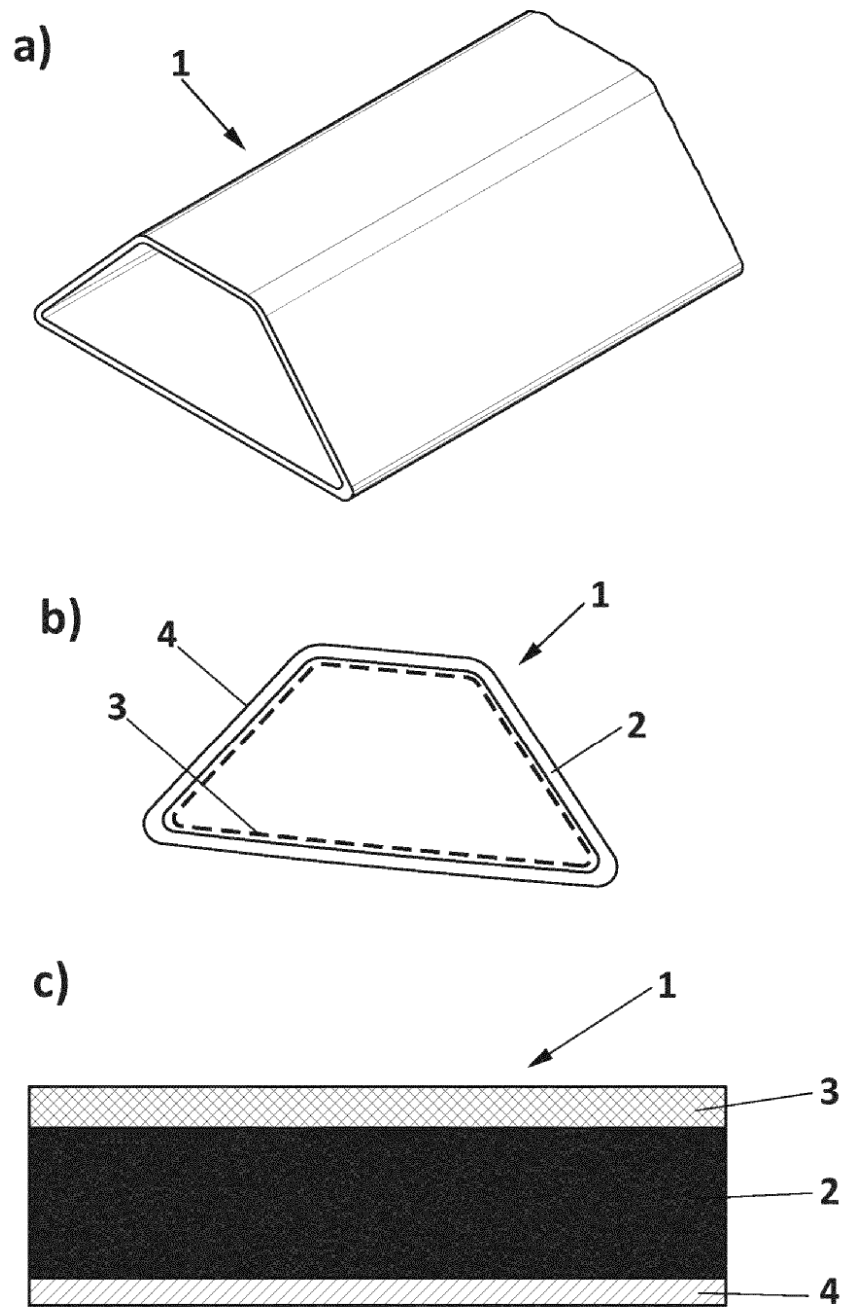


FIG. 1

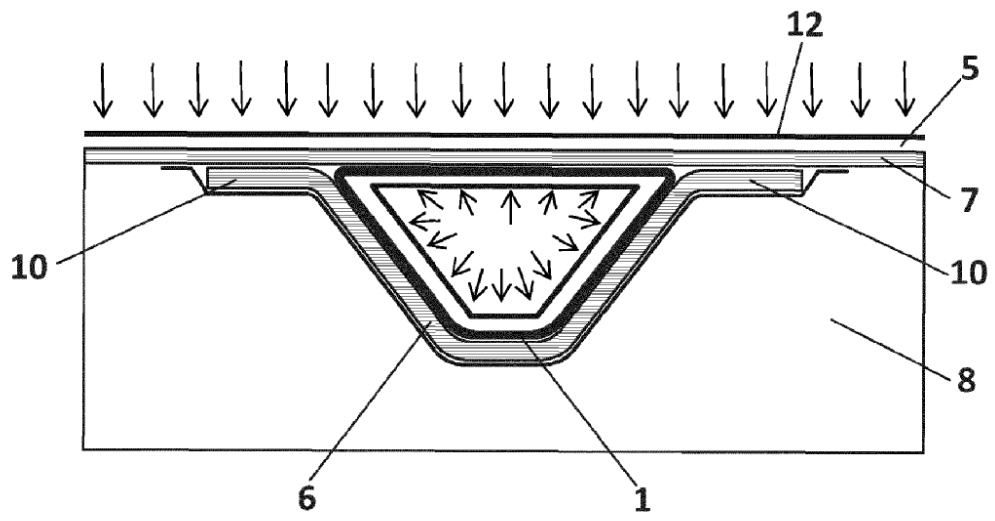


FIG. 2

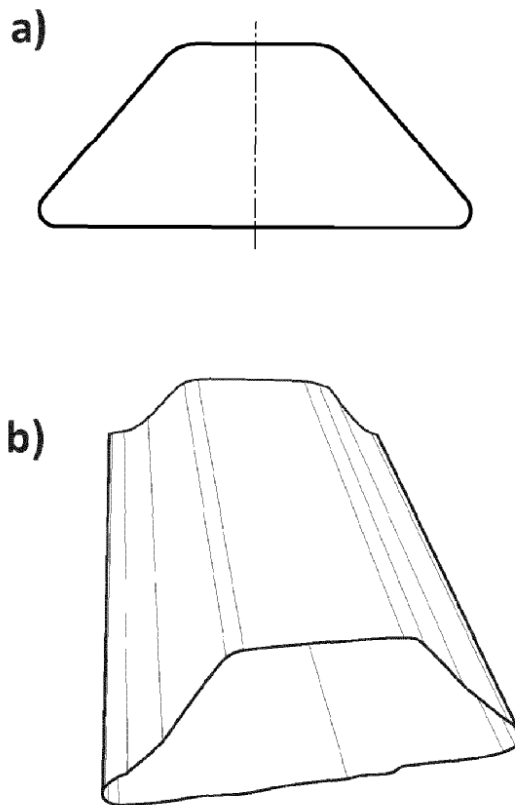


FIG. 3

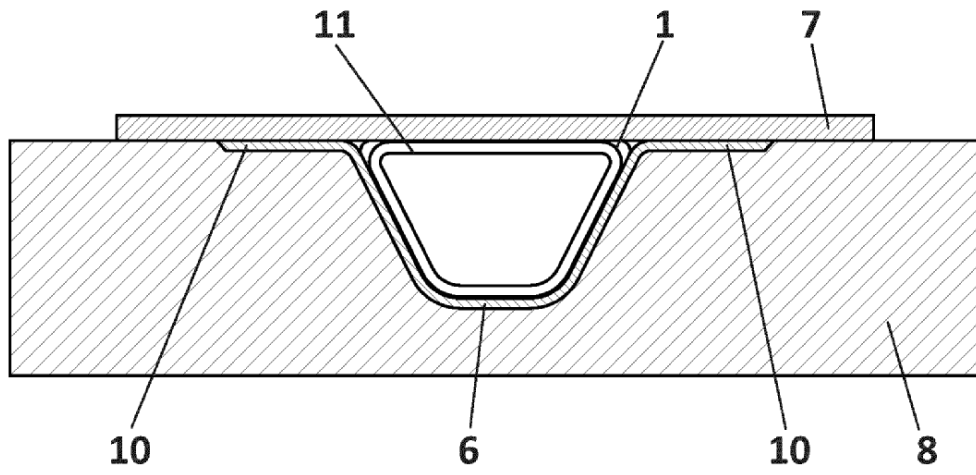


FIG. 4

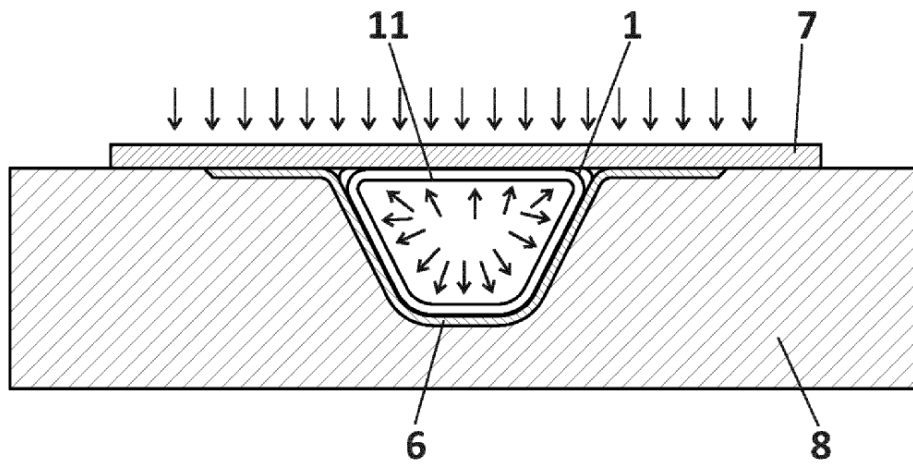


FIG. 5