

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 911 260**

51 Int. Cl.:

B29C 73/30 (2006.01)

B29C 70/44 (2006.01)

B29C 43/12 (2006.01)

B29C 43/36 (2006.01)

B29C 73/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.10.2016** **E 16192782 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.01.2022** **EP 3305511**

54 Título: **Sistema y método de curado de piezas de material compuesto de matriz polimérica en procesos de fabricación y de reparación**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.05.2022

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

SALAMERO LAORDEN, JUAN;
RODRIGUEZ BELLIDO, ANA y
CUENCA RINCÓN, JOSE

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 911 260 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

Sistema y método de curado de piezas de material compuesto de matriz polimérica en procesos de fabricación y de reparación

Objeto de la invención

5 La presente invención se refiere a un método de curado de piezas de material compuesto de matriz polimérica mediante una técnica mejorada de eliminación de aire y volátiles con bolsa de vacío doble (DVD). El método puede aplicarse en dos áreas:

- Reparaciones: Reparaciones de tipo adhesiva en producción y en servicio
- Fabricación: Componentes estructurales de la aeronave, tales como larguerillos, nervios, revestimientos, largueros frontales.

Antecedentes de la invención

La gestión de volátiles durante el ciclo de curado pasa a ser un tema crítico para los materiales compuestos basados en matriz epoxi.

15 El proceso de bolsa de vacío única (SVB) tradicional sin presión adicional, generada por un autoclave, normalmente no produce materiales compuestos de calidad, sin huecos, para materiales compuestos basados en matriz epoxi, debido a los volátiles (disolventes y subproductos de reacción).

Una variante de este sistema consiste en el uso de dos bolsas de vacío durante una etapa del ciclo de curado. Este proceso de eliminación de aire y volátiles con bolsa de vacío doble (DVD) para la gestión de volátiles y de aire atrapado en materiales compuestos funciona mejor que el proceso de bolsa de vacío única (SVB) tradicional.

20 La definición de bolsa de vacío doble es un proceso de bolsa de vacío que usa solo presión atmosférica, que elimina la necesidad de presión externa suministrada normalmente por un autoclave para la fabricación de materiales compuestos.

La técnica de eliminación de aire y volátiles con bolsa de vacío doble es una técnica conocida, descrita ya en diferentes documentos, tales como US6761783, que describe un método de reparación de estructuras de aeronaves de materiales compuestos. Esta técnica anterior describe, tal como se muestra en la Figura 1, un método de reparación de estructuras de materiales compuestos de bismaleimida (BMI) que incluye las etapas de consolidar el parche de reparación aplicando la técnica de bolsa de vacío el parche de reparación y capas adicionales con una bolsa de vacío inferior y colocando una tela de fibra de vidrio sobre la bolsa de vacío inferior, una caja rígida sobre la tela de fibra de vidrio y una fibra de vidrio adicional sobre la caja rígida y aplicar la técnica de bolsa de vacío con una bolsa de vacío superior unida a la bolsa de vacío inferior con sellador. "En la primera etapa, se aplica un primer vacío a la bolsa de vacío inferior y a continuación se aplica un segundo vacío a la bolsa superior, de manera que el segundo vacío esté a un nivel comprendido entre aproximadamente 0 mbar y 33,9 mbar (entre aproximadamente cero pulgadas y una pulgada de mercurio) menor que el primer vacío, de manera que el nivel de vacío superior sea igual o ligeramente menor que el nivel de vacío inferior (la tolerancia es +0, -33,9 mbar (+0, -1 pulgadas de mercurio))". En este caso, la bolsa exterior se colapsa sobre la herramienta perforada rígida con una presión (menor que una presión atmosférica). Debido a la diferencia de vacío entre las dos bolsas, la bolsa interior se colapsa, en lugar de "hincharse", y presiona contra el material compuesto con una pequeña presión de compactación, lo que podría dificultar en cierto grado una eliminación eficiente y completa del aire atrapado y los volátiles. "Si el vacío en la cámara superior es mayor que el vacío en la bolsa inferior, el vacío en la cámara superior succionará de manera efectiva la bolsa de vacío inferior y los materiales a la cámara superior, dañando o destruyendo el material de reparación". Con el fin de prevenir este problema, la bolsa de vacío superior debería sellarse al 100% más allá de los puntos de sellado de la bolsa de vacío interior, con la caja rígida entre los dos puntos de sellado, de manera que la mayor presión de vacío en la bolsa exterior presione los puntos de sellado de la bolsa interior y mantenga los mismos de manera apropiada en su sitio evitando su desprendimiento debido a la mayor presión en la bolsa de vacío exterior. En el sistema representado en este documento, esto no es posible debido a la ubicación de la fuente de vacío en la bolsa de vacío interior (elemento 610 en la Figura 1).

El documento US523646 se refiere a un proceso de fabricación de materiales compuestos termoplásticos consolidados, sustancialmente libres de huecos, mediante dos cámaras de vacío de baja presión independientes que comprenden una bolsa de vacío que crea una cámara interior que cubre totalmente las capas o láminas de material termoplástico y una "cámara de vacío rígida exterior, que consiste en una caja de acero, etc., con un extremo abierto, colocada sobre todo el laminado de manera que los bordes inferiores de la caja, que tienen secciones adicionales de cinta de sellado aseguradas a los mismos, se ajusten de manera segura y firme sobre la superficie superior de la bolsa flexible garantizando de esta manera que se forme una segunda cámara de vacío sellada herméticamente entre la superficie exterior de la bolsa flexible, es decir, la cámara interior, y la cámara rígida, y permitiendo que la bolsa del área periférica se extienda más allá. Una abertura se conecta a la cámara exterior formada de esta manera para

permitir la conexión de un segundo vacío". El proceso consiste en aplicar simultáneamente un vacío en la primera cámara y un segundo vacío debajo de la cámara de vacío rígida. "Durante la etapa inicial, el vacío en dicha cámara exterior puede estar comprendido entre 0 y 67,7 mbar (0 y 2 pulgadas de Hg), más o menos, es decir, un valor mayor o menor, que el vacío en dicha cámara interior hasta que se eliminen sustancialmente todos los volátiles". Cuando el vacío en la cámara exterior es 67,7 mbar (2 pulgadas de Hg) menor que en la bolsa de vacío interior, la misma colapsará y, tal como se ha descrito anteriormente, la extracción de volátiles se verá dificultada en cierto grado. Cuando el vacío en la cámara exterior es 67,7 mbar (2 pulgadas de Hg) mayor que en la bolsa de vacío interior, esta se inflará y permanecerá estable en su sitio si los bordes inferiores de la cámara rígida están sellados y asegurados firmemente a la superficie exterior de la bolsa interior. En la fabricación de componentes tridimensionales (paneles intercalados con zonas achaflanadas, larguerillos en omega o en T, etc.) el sellado apropiado y completo de la cámara de vacío rígida exterior podría ser difícil de conseguir si la bolsa de vacío interior ha sido plegada en las zonas relevantes para acomodarse y adaptarse a la forma del componente. Además, este sistema no puede aplicarse para procesos de reparación debido a que la fuente de vacío en la bolsa de vacío interior está situada en la herramienta de fabricación en el interior de la zona cubierta por la cámara rígida exterior (elemento 73 en la Figura 2).

Además de estos documentos revisados anteriormente, la publicación "Evaluation of Double-Vacuum-Bag Process for composite Fabrication" (NASA Langley Research Center, Hampton, Virginia 23681) describe otro proceso de fabricación de materiales compuestos de laminado de alta calidad, sin huecos, basado en una técnica de bolsa de vacío doble (Figura 3). "Los preimpregnados de matriz de resina reactiva reforzada con fibra se colocan entre la placa de prensado y las placas de acero de la herramienta. A continuación, se cubren con una bolsa de vacío (designada como bolsa interior), que se sella alrededor de los bordes en la placa de herramienta. Se construye un puerto de vacío en la placa de herramienta en el interior de la bolsa interior y conectado a una bomba de vacío, al igual que con el proceso SVB. A continuación, se monta una segunda bolsa de vacío (designada como bolsa exterior) de la misma manera, con un puerto de vacío construido en la placa de herramienta, que está situado entre las bolsas interior y exterior y conectado a una bomba de vacío separada. Antes de montar la bolsa exterior, primero se instala una herramienta perforada fuera del perímetro de la bolsa interior. Esta herramienta debe ser lo suficientemente rígida como para soportar la presión atmosférica de 10,1 bar (14.7 Psi) creada por el vacío.

Durante la etapa B (es decir, el período de rampa-y-mantenimiento a baja temperatura), se aplica un vacío total (1,02 bares (30" Hg)) a la bolsa exterior, mientras se establece un nivel de vacío ligeramente más bajo (es decir, 0,95 bar (28" Hg)) en la bolsa interior. La bolsa exterior se colapsa sobre la herramienta perforada rígida debido a la presión atmosférica fuera de las bolsas. Debido a la diferencia de vacío entre las dos bolsas, la bolsa interior se "hincha" y presiona contra la herramienta rígida perforada sin dejar fuerza de compactación, mientras todavía produce vacío sobre el material compuesto. En la disposición DVB, el conjunto de laminado de material compuesto no es compactado por la presión atmosférica a través de la bolsa interior y permanece suelto. Los volátiles pueden escapar libremente por la succión de vacío de la bomba de vacío de la bolsa interior durante la etapa B".

"Al final de la etapa B, la bolsa exterior se purga a la atmósfera, mientras el vacío de la bolsa interior se aumenta a 1,02 bares (30"Hg).

La bolsa exterior se suelta de la herramienta, y la bolsa interior colapsa sobre la placa de prensado con una presión atmosférica. Esta presión ayuda a consolidar el laminado durante el período de rampa-y-retención a alta temperatura del ciclo de curado". El método descrito en esta publicación puede encontrarse también en el documento US 2005 253 309 A1.

Esta publicación describe también la posibilidad de usar el sistema en la manera opuesta, aplicando una presión de vacío más baja a la cámara exterior que a la bolsa interior, de manera que la bolsa interior colapse y presione contra el material compuesto con una pequeña presión de compactación. Se argumenta que la eliminación de volátiles no se verá obstaculizada por la arquitectura fibrosa ligeramente compactada y se menciona que el potencial de fuga de la bolsa interior se reduce en gran medida. Este riesgo se había descrito ya en el documento US6761783, en el que se eligió también esta forma de trabajo (presión en la bolsa exterior más baja que en la bolsa interior). Incluso si este sistema tiene una disposición diferente para las líneas de sellado y las fuentes de vacío, este sistema presenta también el mismo problema descrito anteriormente para el sistema del documento US6761783, es decir: la bolsa de vacío interior, cuando está "hinchada", podría arrastrar la cinta de sellado y podría romper las líneas de sellado. El grado en el que el aire atrapado entre las láminas durante el apilamiento y los volátiles se eliminan efectivamente con una pequeña presión de compactación que actúa sobre la bolsa interior dependerá del tipo y del espesor del refuerzo de fibra. Cuanto más grueso sea y más apretado esté el refuerzo, más difícil será la eliminación del aire atrapado y de los volátiles contra la presión de compactación.

Este sistema no es aplicable a las reparaciones debido a las posiciones de las fuentes de vacío en la herramienta.

Sumario de la invención

La presente invención supera todos los problemas indicados relacionados con la reducción de los volátiles y la gestión del aire atrapado mediante la mejora de la técnica DVD mediante un método según la reivindicación 1.

En una realización, la bolsa de vacío exterior comprende un conector de vacío, tal como un medio de vacío, fijado a la bolsa de vacío interior configurado de manera que regule la presión en la bolsa de vacío interior. Un segundo conector de vacío está instalado en la bolsa de vacío exterior para proporcionar presión de vacío a la bolsa de vacío exterior.

- 5 En otra realización, el vacío en la bolsa de vacío interior se aplica mediante un elemento tubular, tal como un medio de vacío, situado debajo de las bolsas de vacío exterior e interior y los elementos de sellado primero y segundo y fijado a las bolsas exterior e interior mediante elementos de sellado tercero y cuarto.

- 10 El método de fabricación de piezas de material compuesto de matriz polimérica y el método de reparación de piezas de material compuesto de matriz polimérica comprenden, en ambos casos, la etapa de curado de la pieza de material compuesto o del parche de material compuesto mediante el sistema descrito a continuación.

La presente invención supera los problemas descritos en las invenciones de la técnica anterior, porque:

La presente invención está diseñada para trabajar con una presión de vacío ligeramente más alta en la bolsa exterior que en la bolsa interior, de manera que esta se hinche y la eliminación del aire atrapado y los volátiles no se vea obstaculizada en modo alguno por ninguna presión de compactación.

- 15 La presente invención está diseñada de manera que las líneas de sellado de la bolsa de vacío interior no estén expuestas a la diferencia de presión entre las dos bolsas, sino firmemente presionadas por la presión de vacío en la bolsa exterior y, por lo tanto, cuando la bolsa interior se "hincha", sus líneas de sellado no se desprenderán de la zona de trabajo.

- 20 La presente invención está diseñada para ser aplicada en procesos de reparación debido a que las fuentes de vacío no se instalan a través de la zona de trabajo sino externamente a través de las bolsas de vacío.

Breve descripción de los dibujos

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

La Figura 1 muestra una vista esquemática de un sistema según un primer sistema de la técnica anterior.

La Figura 2 muestra una vista esquemática de un sistema según un segundo sistema de la técnica anterior.

- 25 La Figura 3 muestra una vista esquemática de un sistema según un tercer sistema de la técnica anterior.

La Figura 4 muestra una vista esquemática de un sistema según una primera realización para la fabricación de piezas de material compuesto de matriz polimérica.

La Figura 5 muestra una vista esquemática de un sistema según una segunda realización para la fabricación de piezas de material compuesto de matriz polimérica.

- 30 La Figura 6 muestra una vista esquemática de un sistema según una tercera realización para la reparación de piezas de material compuesto de matriz polimérica.

La Figura 7 muestra una vista esquemática de un sistema según una cuarta realización para la reparación de piezas de material compuesto de matriz polimérica.

- 35 La Figura 8 muestra una vista esquemática de un sistema según una quinta realización para la fabricación de piezas de material compuesto de matriz polimérica.

La Figura 9 muestra una vista esquemática de un sistema según una sexta realización para la reparación de piezas de material compuesto de matriz polimérica.

Realizaciones preferidas de la invención

- 40 Tal como se muestra en las Figuras 4 y 5, el sistema de fabricación de materiales compuestos de matriz polimérica comprende una bolsa (3) de vacío interior unida por sus bordes a la zona (15) de fabricación mediante primeros elementos (8) de sellado, colocados sobre el laminado (11) a ser curado situado sobre una zona (15) de fabricación, un tabique (4) perforado situado sobre la bolsa (3) de vacío interior, una bolsa (2) de vacío exterior sobre el tabique (4) perforado y sobre los bordes de la bolsa (3) de vacío interior con sus bordes unidos a la zona de fabricación mediante segundos elementos (1) de sellado.

- 45 Por lo tanto, el sistema comprende, tal como se muestra en las Figuras 4 y 5, medios de vacío para presionar los bordes de la bolsa (3) de vacío interior y la primera cinta (8) de sellado en una primera etapa del proceso de curado en la que se aplica presión de vacío tanto a la bolsa (3) de vacío interior como a la bolsa (2) de vacío exterior con una presión ligeramente más alta en la bolsa de vacío exterior que la presión de vacío en la bolsa de vacío interior.

En una primera realización, mostrada en la Figura 4, los medios de vacío son dos conectores (5, 6) de vacío:

un primer conector (5) de vacío conectado a la bolsa de vacío interior y fijado a la bolsa de vacío interior (3) y exterior (2) configurado de manera que regule la presión en la bolsa (3) de vacío interior y

5 un segundo conector (6) de vacío fijado a la bolsa (2) de vacío exterior configurado de manera que regule la presión en la bolsa (2) de vacío exterior.

En una segunda realización, mostrada en la Figura 5, el primer conector de vacío es un elemento (7) tubular situado debajo de la bolsa de vacío exterior (2) e interior (3) y sobre los elementos de sellado primero (8) y segundo (1) y fijado a la bolsa de vacío exterior (2) e interior (3) mediante los elementos de sellado tercero (17) y cuarto (16).

10 El sistema no solo es aplicable a procesos de fabricación, sino también a procesos de reparación, ya que puede instalarse sobre la pieza a ser reparada y puede aplicarse vacío a ambas bolsas de vacío, interior y exterior.

Tal como se muestra en las Figuras 6 y 7, realizaciones tercera y cuarta, el mismo sistema usado para la fabricación se usa para la reparación, que comprende, como medios de vacío, dos puertos de vacío, con el primer puerto (5, 7) de vacío conectado a la bolsa (3) de vacío interior y el segundo puerto (6) de vacío conectado a la bolsa (2) de vacío exterior.

15 Tal como se muestra en la Figura 7, en la cuarta realización para la reparación, de manera similar a la segunda realización para la fabricación (Figura 5), el primer puerto de vacío es un elemento (7) tubular situado debajo de la bolsa de vacío (2) exterior e interior (3) y sobre los elementos de sellado primero (8) y segundo (1) y fijado a la bolsa de vacío exterior e interior mediante los elementos de sellado tercero (17) y cuarto (16).

20 En el método de fabricación de una pieza de material compuesto de matriz polimérica mediante el sistema descrito anteriormente, el laminado (11) de material compuesto de matriz polimérica se coloca sobre la zona (15) de trabajo, que es una placa metálica, y se colocan materiales (10) auxiliares sobre el laminado (11), tal como se muestra en las Figuras 4 y 5. La fuente de calor puede ser, tal como se muestra en la Figura 8, un elemento (9) calentador colocado debajo de la bolsa (3) de vacío interior y entre el laminado (11) de material compuesto de matriz polimérica y la zona (15) de trabajo. Sobre el elemento (9) calentador puede disponerse una placa (13) metálica. Como otra alternativa, el elemento calentador puede ser un horno (20), tal como se muestra en la Figura 4, situado fuera de la bolsa (2) de vacío exterior o la fuente de calor puede ser la zona de trabajo, tal como se muestra en la Figura 5.

25 En el método de reparación de una pieza de material compuesto de matriz polimérica mediante el sistema descrito anteriormente, se coloca un parche (12) de un laminado de material compuesto de matriz polimérica sobre la zona (18) de reparación y se coloca un primer material (10) auxiliar sobre el parche (12), tal como se muestra en las Figuras 6, 7 y 9. Tal como se ha indicado anteriormente, existen diferentes opciones para la fuente de calor. En las Figuras 6 y 7 se muestra que la fuente de calor es un elemento (9) calentador colocado debajo de la bolsa (3) de vacío interior y sobre el parche (12) y el primer material (10) auxiliar. Además, un segundo material (14) auxiliar está situado debajo de la bolsa (3) de vacío interior y sobre el elemento (9) calentador. Entre el elemento (9) calentador y el segundo material (14) auxiliar puede disponerse una placa (13) metálica

30 Como otra alternativa, la fuente de calor puede ser un horno (20), tal como se muestra en la Figura 9, situado fuera de la bolsa (2) de vacío exterior.

Se entenderán como material auxiliar los purgadores, respiraderos, películas de liberación, fibra de vidrio perimetral, láminas desplegables, "airwavers" o cualquier accesorio o material que sirva para extraer volátiles del sistema y que permita el correcto rendimiento del curado y desmoldeo.

40

REIVINDICACIONES

1. Método de curado de un laminado de material compuesto de matriz polimérica para procesos de reparación o de fabricación, caracterizado porque comprende las etapas de:

- 5 - colocar una bolsa (3) de vacío interior sobre el laminado a ser curado situado sobre una zona (15, 18) de trabajo con los bordes de la bolsa (3) de vacío interior unidos a la zona (15, 18) de trabajo mediante primeros elementos (8) de sellado, en el que la zona de trabajo puede ser una zona (18) de reparación o una zona (15) de fabricación,
- colocar un tabique (4) perforado sobre la bolsa (3) de vacío interior,
- 10 - colocar una bolsa (2) de vacío exterior sobre el tabique (4) perforado y sobre los bordes de la bolsa (3) de vacío interior con los bordes de la bolsa (2) de vacío exterior unidos a la zona de trabajo mediante segundos elementos (1) de sellado,
- proporcionar medios de vacío y situar los mismos sobre la zona de trabajo,
- 15 - aplicar presión de vacío tanto a la bolsa (3) de vacío interior como a la bolsa (2) de vacío exterior, siendo la presión de vacío aplicada en la bolsa (2) de vacío exterior entre 6-10 mbar mayor que en la bolsa (3) de vacío interior de manera que el aire atrapado y los volátiles sean extraídos y la bolsa (3) de vacío interior se "hinche" contra el tabique (4) perforado mientras la bolsa (2) de vacío exterior presiona los bordes de la bolsa (3) de vacío interior y la primera cinta (8) de sellado, evitando su desprendimiento desde la zona (15, 18) de trabajo,
- situar una fuente (9, 20) de calor fuera de la bolsa (2) de vacío exterior o debajo de la bolsa (3) de vacío interior,
- calentar la zona de trabajo mediante la fuente (9, 20) de calor
- 20 - liberar el vacío en la bolsa (2) exterior mientras se aplica vacío en la bolsa (3) de vacío interior para producir la compactación del laminado y completar el ciclo de curado según el material.

2. Método según la reivindicación 1, en el que la zona de trabajo es una zona (18) de reparación de una pieza de material compuesto de matriz polimérica que comprende un parche (12) de un laminado de material compuesto de matriz polimérica y se coloca un primer material (10) auxiliar sobre el parche (12).

25 3. Método según la reivindicación 2, en el que la fuente de calor es un elemento (9) calentador colocado debajo de la bolsa (3) de vacío interior y sobre el parche (12) y el primer material (10) auxiliar.

4. Método según la reivindicación 2, en el que la fuente de calor es un horno (20) situado fuera de la bolsa (2) de vacío exterior.

30 5. Método según la reivindicación 1, en el que la zona de trabajo es una zona (15) de fabricación que es una placa metálica.

6. Método según la reivindicación 5, en el que el laminado (11) de material compuesto de matriz polimérica se coloca sobre la zona (15) de trabajo y los materiales (10) auxiliares se colocan sobre el laminado (11).

35 7. Procedimiento según la reivindicación 6, en el que la fuente de calor es un elemento (9) calentador situado debajo de la bolsa (3) de vacío interior y entre el laminado (11) de material compuesto de matriz polimérica y la zona (15) de trabajo.

8. Procedimiento según la reivindicación 7, en el que sobre el elemento (9) calentador se dispone una placa (13) metálica.

9. Procedimiento según la reivindicación 6, en el que la fuente de calor es la zona de trabajo.

40 10. Método según la reivindicación 6, en el que la fuente de calor es un horno (20) situado fuera de la bolsa (2) de vacío exterior.

11. Método según las reivindicaciones 1-10, en el que los medios de vacío son un primer puerto (5, 7) de vacío conectado a la bolsa (3) de vacío interior configurado para regular la presión en el interior de la bolsa (3) de vacío interior, y un segundo puerto (6) de vacío unido a la bolsa (2) de vacío exterior configurado para regular la presión en el interior de la bolsa (2) de vacío exterior.

45 12. Método según la reivindicación 11, en el que el primer conector de vacío es un elemento (7) tubular situado debajo de la bolsa de vacío exterior (2) e interior (3) y sobre los elementos de sellado primero (8) y segundo (1) y fijado a las bolsas de vacío exterior (2) e interior (3) mediante elementos de sellado tercero (17) y cuarto (16).

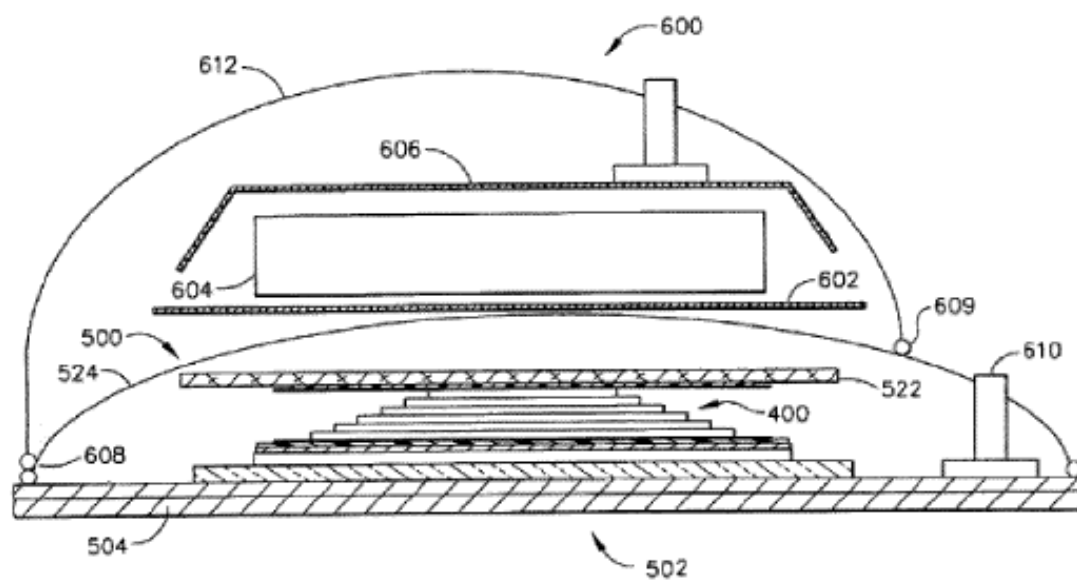


FIG. 1

TÉCNICA ANTERIOR

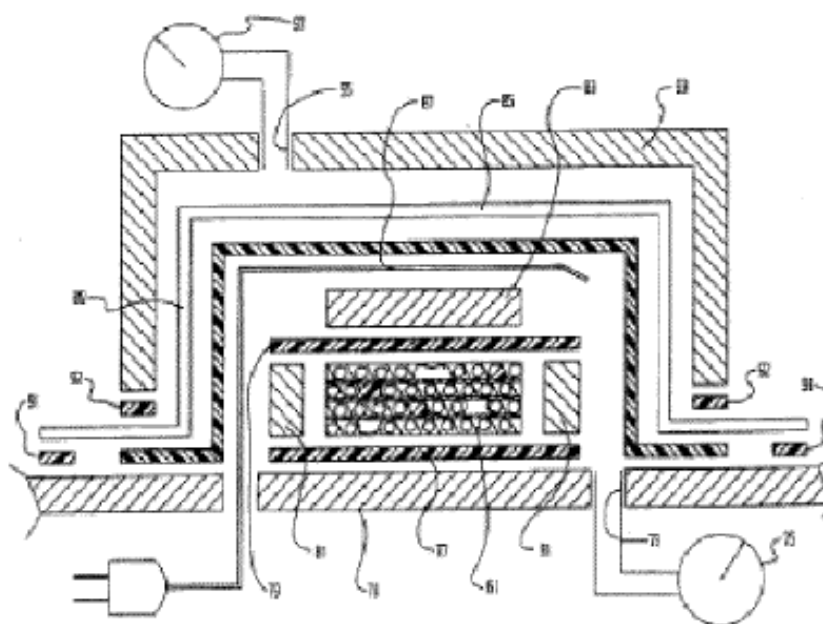


FIG. 2

TÉCNICA ANTERIOR

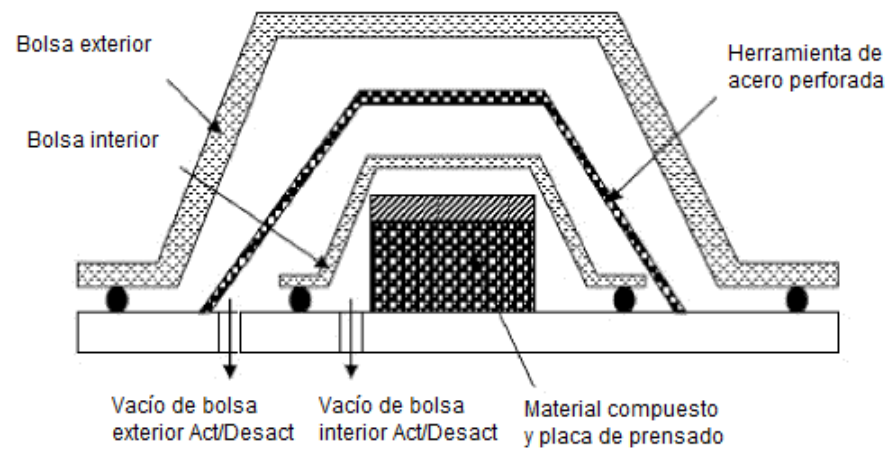


FIG. 3
TÉCNICA ANTERIOR

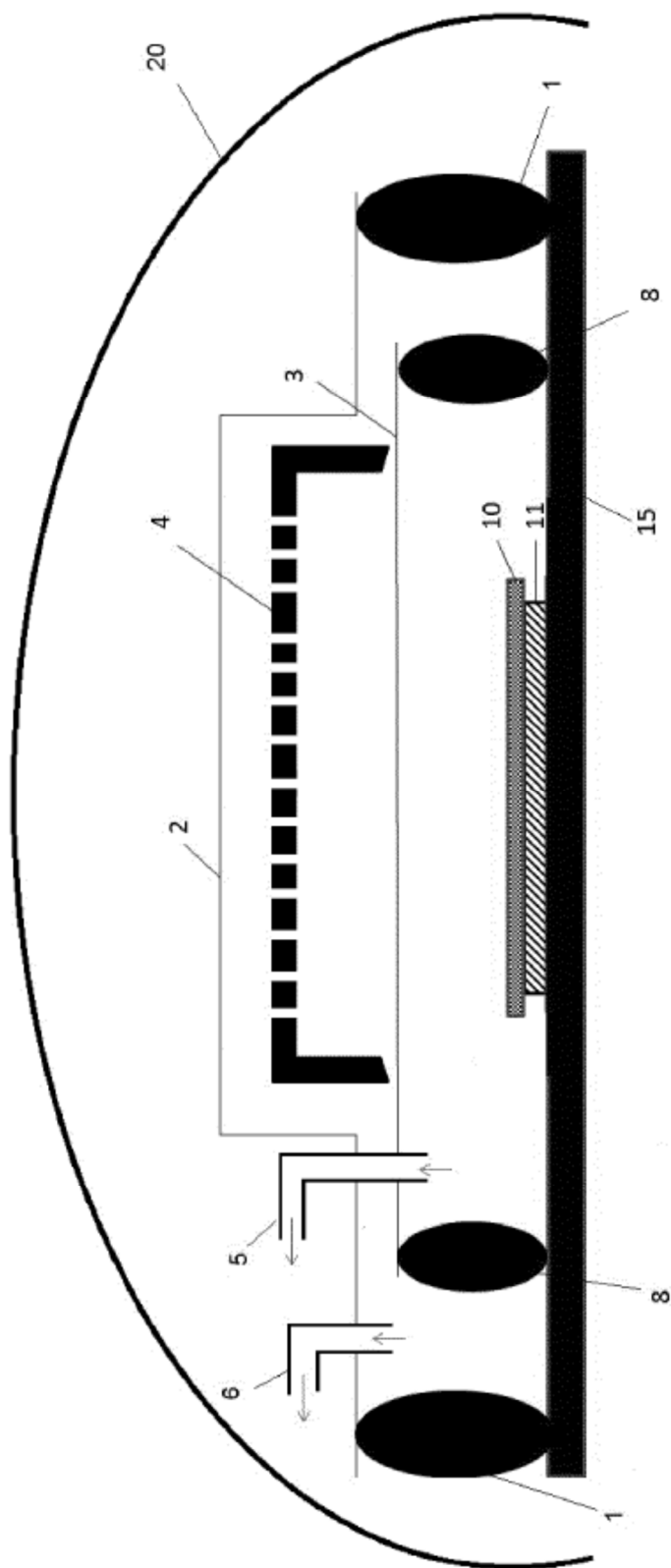


FIG. 4

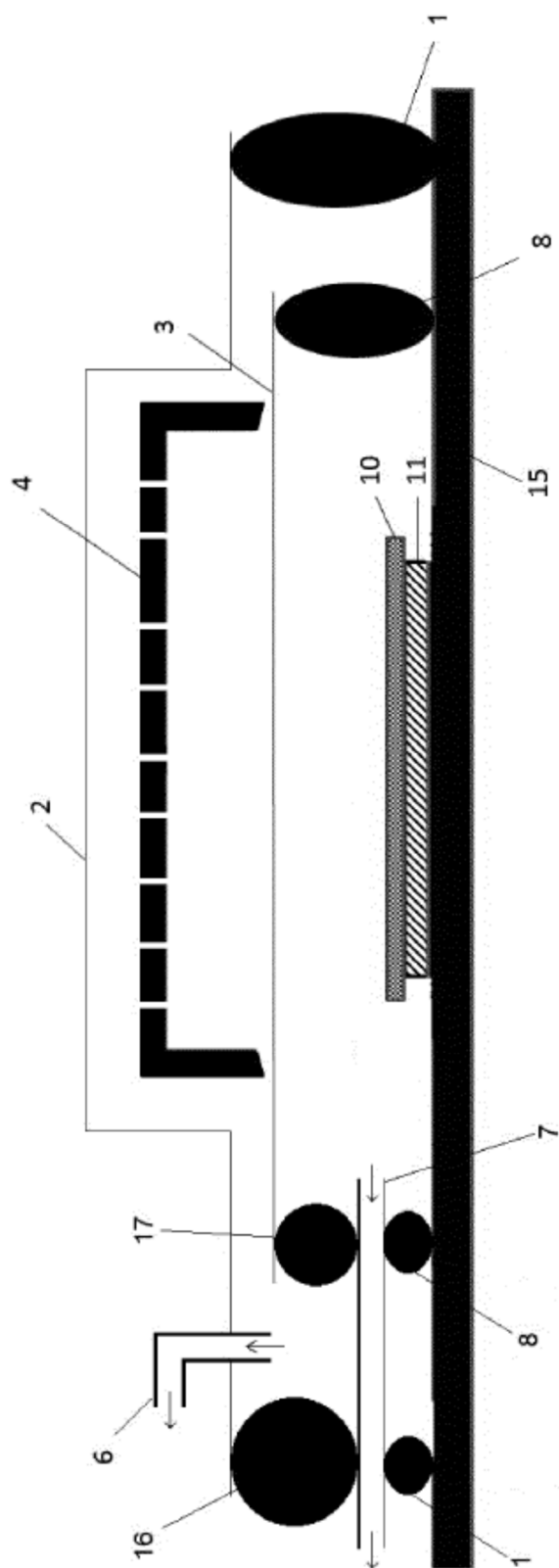


FIG. 5

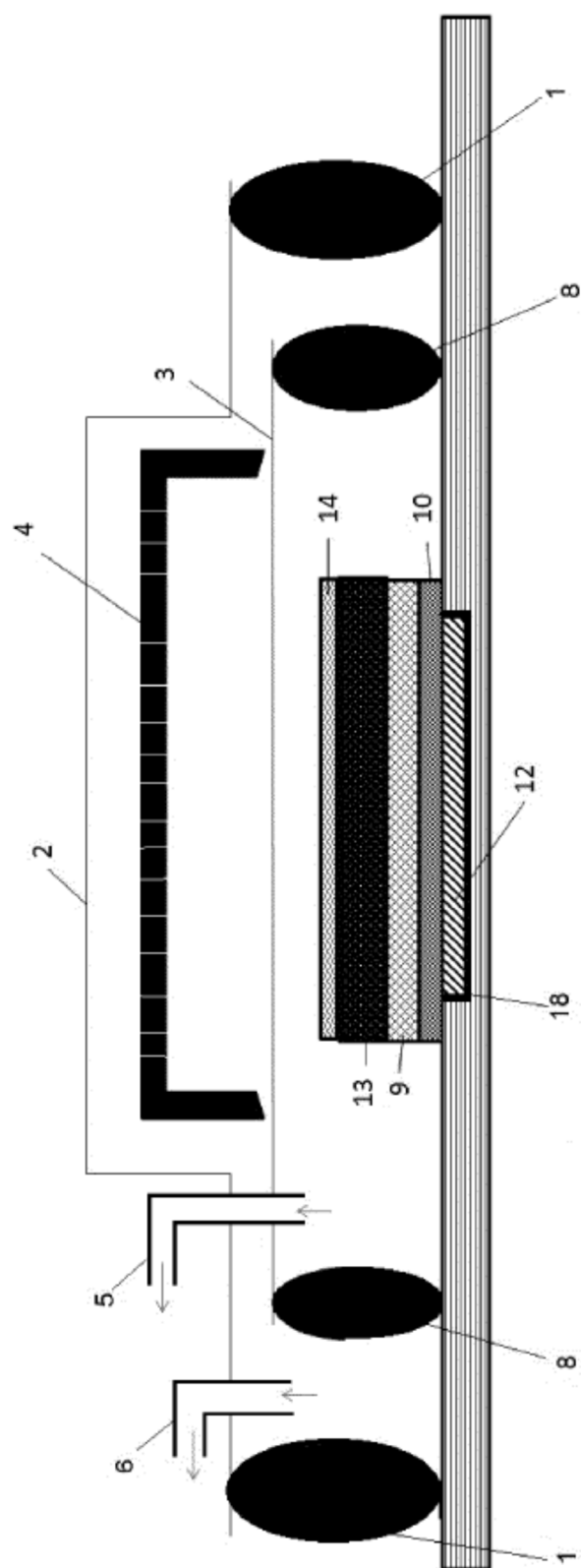


FIG. 6

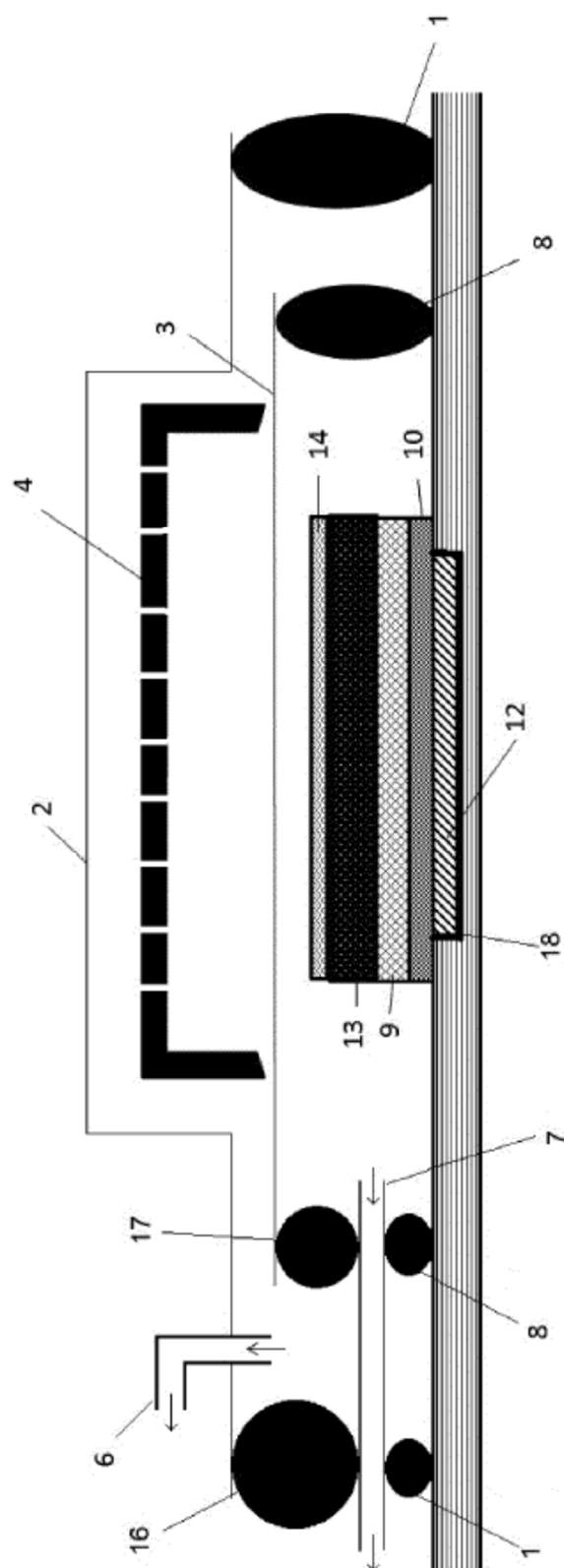
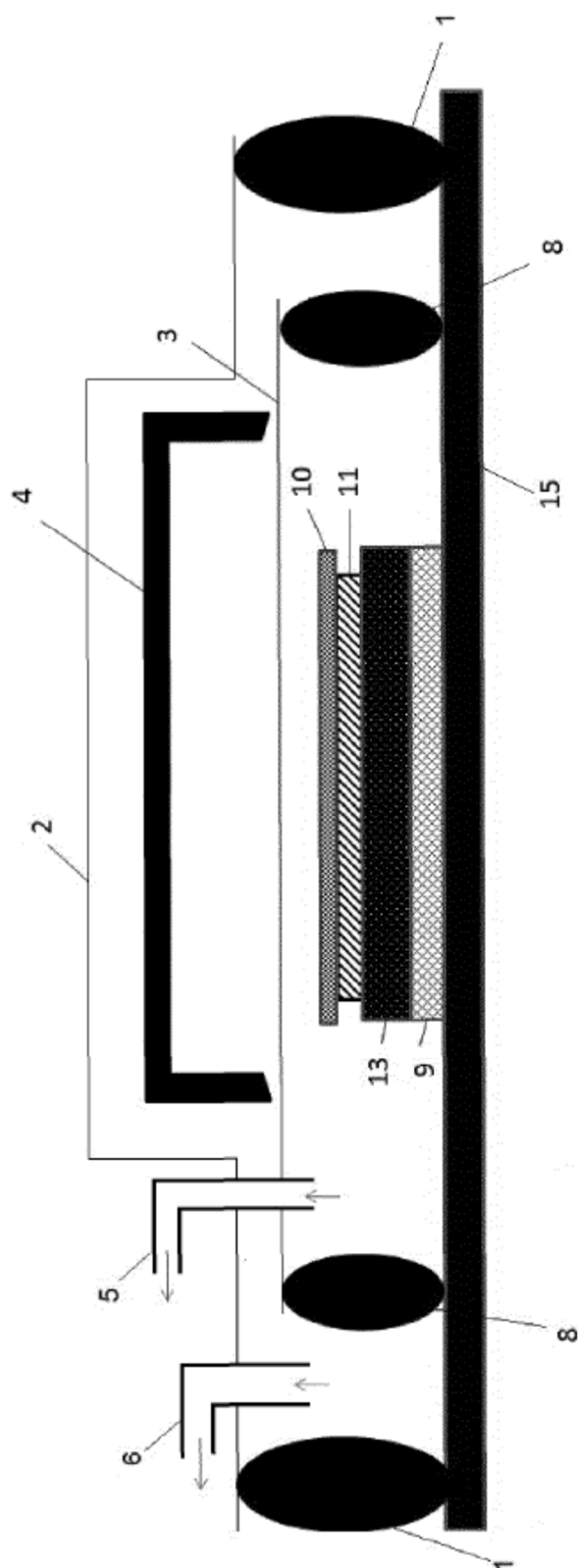


FIG. 7



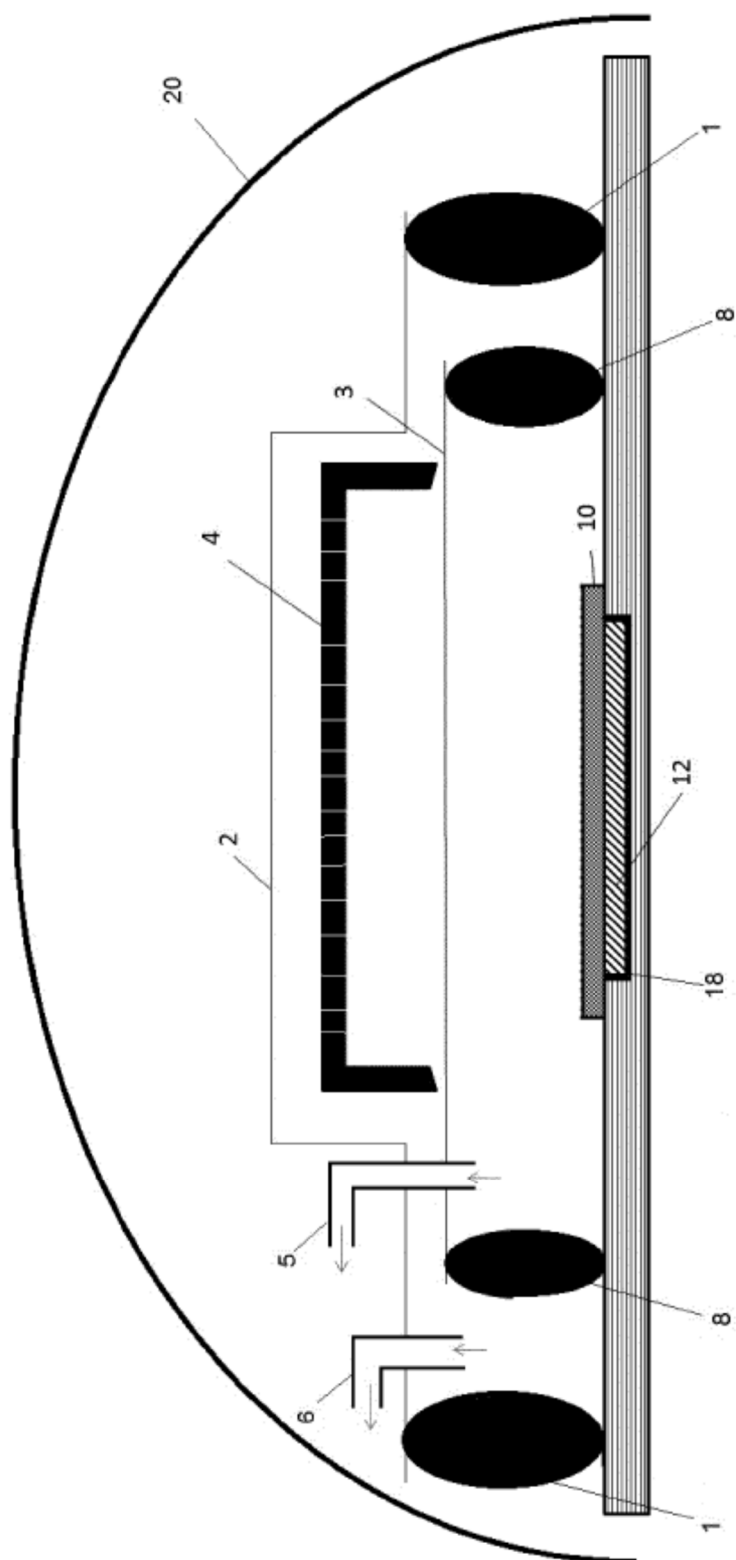


FIG. 9