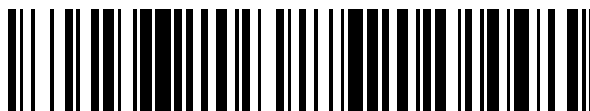


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 573 102**

51 Int. Cl.:

B29C 43/36 (2006.01)

B29C 70/44 (2006.01)

B29C 70/54 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.02.2013 E 13709067 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.02.2016 EP 2819823**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para la compactación y la consolidación de un panel compuesto grueso con una matriz termoplástica**

30 Prioridad:

29.02.2012 FR 1251876

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

06.06.2016

73 Titular/es:

**DAHER AEROSPACE (100.0%)
23 Route de Tours
41400 Saint Julien De Chedon, FR**

72 Inventor/es:

**KURTZ, DIDIER y
VAUDOUR, JULIE**

74 Agente/Representante:

LÓPEZ CAMBA, María Emilia

ES 2 573 102 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 y dispositivo para la compactación y la consolidación de un panel compuesto grueso con una matriz termoplástica

5

La invención se refiere a un procedimiento y un dispositivo para la compactación y la consolidación de un panel compuesto grueso con una matriz termoplástica. En particular, la invención es adecuada para la fabricación de un panel termoplástico utilizado para aplicaciones aeronáuticas, sobre todo para la estructura de una aeronave en las zonas susceptibles de recibir impactos, como el panel, llamado de gorra, situado por encima de la cabina o incluso para la fabricación de piezas estructurales de alta carga, como los postes que soportan los motores, siempre teniendo en cuenta que estos ejemplos de aplicación no son limitativos. La invención se refiere tanto a la fabricación de un panel plano como a la de un panel con curvatura.

10

15

Los compuestos con matriz termoplástica, en concreto los compuestos con refuerzo fibroso continuo en forma de fibras de carbono dentro de una matriz formada de polieterecetona o PEEK, se conocen por su combinación de características mecánicas, de resistencia a los impactos y por su comportamiento ante el fuego. Para aplicaciones estructurales exigentes, como los ejemplos de aplicación anteriores, la tasa de refuerzo en el compuesto es superior al 50 % y puede alcanzar el 65 %. El término «grueso» se refiere a paneles cuyo grosor es mayor de 20 mm, es decir, que está compuesto por más de 150 pliegues de refuerzo.

20

El documento EP-B-2 064 050 describe un procedimiento y un dispositivo para la fabricación de un panel compuesto con una matriz termoplástica cuyo grosor está entre 2 mm y 20 mm. Del mismo modo que el procedimiento descrito en ese documento de la técnica anterior, el procedimiento objeto de la invención es un procedimiento «fuera de la autoclave» que solo utiliza el proceso de vacío de la pila de pliegues para obtener el compactado y la consolidación. Así, el procedimiento objeto de la invención es especialmente ventajoso para la fabricación de un panel de grandes dimensiones cuya matriz esté formada por un polímero de punto de fusión elevado como el PEEK.

25

30

Se ha comprobado que el procedimiento de la técnica anterior se adapta poco a la fabricación de un panel destinado a una aplicación aeronáutica estructural y cuyo grosor acabado es mayor de 10 mm, es decir, que dicho panel consta de una pila de más de 70 pliegues. En efecto, el riesgo de que un panel de este grosor y obtenido mediante el procedimiento de la técnica anterior presente una tasa de porosidad incompatible con la aplicación buscada es muy significativo, ya que conduce a tasas de desechos que aumentan el coste de fabricación de dicho panel.

35

El documento EP 20064050 describe un procedimiento para la fabricación de un panel compuesto con una matriz termoplástica, de un grosor entre 1 mm y 20 mm.

40

El documento EP 2193014 describe un procedimiento para realizar una pieza de material compuesto con un sistema de drenaje del gas que incluye una placa perforada.

La invención trata de resolver los inconvenientes de la técnica anterior y con este fin da a conocer un dispositivo de compactado y consolidación de una pila mayor de 20 mm, de pliegues fibrosos preimpregnados de un polímero termoplástico, que puede colocarse en una estufa, y dicho dispositivo está formado por:

45

- a. una plataforma de plegado;
- b. unas cuñas, llamadas cuñas de contención, que se apoyan en la plataforma y delimitan el perímetro de la pila, y dichas cuñas constan de ranuras abiertas que desembocan en el perímetro de la pila;
- c. un tejido de vidrio de refuerzo sobre la superficie de las cuñas de contención que delimita el perímetro de la pila;
- d. una chapa de compactado flexible de superficie igual a la superficie de la pila, pero que pueda insertarse en el interior del perímetro delimitado por las cuñas de contención;
- e. medios para envolver de manera estanca la pila de pliegues, las cuñas de contención y la chapa de compactado;
- f. medios para extraer el vacío el volumen envuelto de este modo que consta de una pluralidad de orificios en la plataforma, y dicha pluralidad consiste en orificios que desembocan en el exterior del perímetro de la pila.

50

55

60

Así, el dispositivo objeto de la invención permite obtener un compactado óptimo de la pila de pliegues, ya que drena directamente los gases de dicha pila por la periferia de la misma. Esta característica se consigue gracias a las cuñas de contención ranuradas que, junto con la chapa de compactado flexible ayudan, por una parte, a contener el volumen y el grosor del panel en el momento de la fusión del polímero que forma la matriz y, por otra parte, a asegurar la uniformidad de la presión de compactado

65

sobre la pila de pliegues. El drenaje en la periferia se obtiene gracias a las ranuras efectuadas en las cuñas y a la posición de los orificios para someterlo al proceso de vacío ubicados en el exterior del perímetro de la pila.

- 5 La invención se refiere también a un procedimiento de compactado y de consolidación de una pila mayor de 20 mm, pliegues fibrosos preimpregnados de un polímero termoplástico, utilizando un dispositivo según la invención, y dicho procedimiento está formado por las etapas que consisten en:
- 10 i. plegar una pila de pliegues preimpregnados sobre la plataforma;
 - ii. rodear el perímetro de la pila creado de este modo con las cuñas de contención de modo que la cara en contacto con la pila esté provista de un tejido drenante;
 - 15 iii. colocar la chapa de compactado en lo alto de la pila;
 - iv. recubrir la chapa de compactado y las cuñas de contención de un tejido drenante;
 - v. embalar el conjunto en una lona estanca al vacío;
 - 15 vi. colocar el conjunto en una estufa;
 - vii. efectuar un primer nivel de proceso de vacío correspondiente a un primer valor de depresión, el volumen contenido entre la lona de vacío y la plataforma;
 - viii. llevar el conjunto a la temperatura de fusión del polímero que forma la matriz después del proceso de vacío del volumen contenido entre la lona de vacío y la plataforma;
 - 20 ix. sacar el volumen contenido entre la lona de vacío y la plataforma en un segundo nivel de vacío correspondiente a un segundo valor de depresión superior al primero.

25 Así, el procedimiento objeto de la invención hace el vacío en la pila de pliegues durante todo el proceso de calentamiento y, en particular, antes de la fusión del polímero termoplástico. Según un efecto sorprendente, la disposición de la aspiración del dispositivo objeto de la invención permite obtener unos niveles de compactado adecuados gracias a una desgasificación eficaz de la pila. Sin estar limitado por esta explicación, se supone que los pequeños defectos de estado de superficie de los pliegues preimpregnados y no pegajosos bastan para realizar la desgasificación de la pila por la aspiración periférica por medio de las ranuras efectuadas en las cuñas de contención, hasta la fusión del polímero que forma la matriz. La aspiración periférica permite aprovechar este efecto durante más tiempo que una aspiración efectuada principalmente a través del grosor de la pila como en el procedimiento de la técnica anterior. La aplicación de dos niveles de vacío permite efectuar esta desgasificación hasta la temperatura de fusión del polímero termoplástico que forma la matriz, después de compactar el conjunto con la chapa de compactado en el segundo nivel de vacío, cuando la resina está a una temperatura suficiente para impregnar las fibras de refuerzo. Esta chapa de compactado no se apoya en las cuñas y como es flexible, provoca un apoyo uniforme sobre la pila, evitando los apoyos localizados susceptibles de generar escurrimientos, ondulaciones de pliegues y defectos de compactado.

40 La invención se pone en práctica de forma ventajosa según los modos de realización expuestos a continuación, que pueden aplicarse individualmente o según cualquier combinación técnicamente operativa.

45 Ventajosamente, las cuñas de contención tienen una ligera forma de esquina, y el grosor de una cuña entre su pico y la superficie de apoyo en la plataforma es decreciente desde la superficie de la cuña que delimita el perímetro de la pila, formando una cara inclinada que está ranurada. Esta característica mejora notablemente la desgasificación de la pila por la periferia y asegura del mismo modo una presión uniforme en el sentido perpendicular a la pila de la lona de vacío sobre la chapa de compactado.

50 Ventajosamente, la cara de apoyo de las cuñas de contención en la plataforma está ranurada. Así, la aspiración periférica se mejora en la parte inferior de la pila, en contacto con la plataforma.

Ventajosamente, la cara de las cuñas de contención que delimitan el perímetro de la pila está ranurada. Así, la aspiración periférica se mejora en todo el grosor de la pila.

55 Ventajosamente, las cuñas de contención son de acero. Así, estas disponen de la rigidez suficiente para contener el volumen de la pila durante el compactado y la consolidación de la misma.

60 Ventajosamente, la chapa de compactado es una hoja de titanio de un grosor inferior o igual a 0,5 mm. Así, la resistencia de este material se adapta para conservar un comportamiento elástico a una temperatura correspondiente a la temperatura de fusión del polímero que forma la matriz, incluso para temperaturas de fusión elevadas del orden de 400 °C, conservando la flexibilidad necesaria teniendo en cuenta el débil grosor de la chapa y del módulo elástico de titanio.

65 La invención se expone a continuación según los modos de realización preferidos, no limitativos, y en relación con las figuras 1 y 4, en las que:

- la figura 1 es una vista esquemática en sección transversal según un plano de corte definido por

- la figura 3, de un ejemplo de realización del dispositivo objeto de la invención;
- la figura 2, relativa a la técnica anterior, es una vista esquemática en sección transversal de un dispositivo de compactado y consolidación llevado a la temperatura de fusión del polímero termoplástico que forma la matriz del compuesto;
- 5 – la figura 3 es una vista esquemática superior de un ejemplo de realización del dispositivo objeto de la invención;
- y la figura 4 es un organigrama del procedimiento objeto de la invención.

10 Figura 1, según un ejemplo de realización, el dispositivo (100) objeto de la invención está adaptado al compactado y a la consolidación de una pila (110) de pliegues fibrosos preimpregnados de un polímero termoplástico. Dichos pliegues fibrosos, según un ejemplo de realización están adaptados a la fabricación de paneles destinados a aplicaciones aeronáuticas, capas unidireccionales de fibras de carbono protegidas por un polímero termoplástico como el PEEK. De modo alternativo, el dispositivo (100) objeto de la invención está adaptado a la consolidación de pliegues formados por tejidos, recubiertos con polvo de un polímero termoplástico o que contienen fibras termoplásticas entremezcladas. El dispositivo objeto de la invención está adaptado al compactado y a la consolidación de una pila (110) de más de 150 pliegues, es decir, un panel en donde el grosor terminado es mayor de 20 mm para una tasa de refuerzos del orden de 65 %.

20 La pila (110) está plegada directamente sobre la superficie de una plataforma (120) que reproduce la forma del panel que se va a obtener. El plegado es manual o automatizado. Los pliegues preimpregnados no son pegajosos, la pila está estabilizada, según un ejemplo de realización, al pegar el primer pliegue sobre la superficie de la plataforma (120) mediante bandas adhesivas, y los pliegues siguientes de la pila están unidos unos a otros y a este primer pliegue mediante soldaduras puntuales, en forma de puntos o líneas de soldadura. Una vez que la pila está plegada, se encierra entre las cuñas de contención (130), que delimitan la periferia de dicha pila (110) y están fijadas a la plataforma (120), por ejemplo, mediante bandas adhesivas resistentes a altas temperaturas, o incluso por obstáculo mediante peones. Según un ejemplo de realización, dichas cuñas (130) de contención tienen una ligera forma de esquina, y la parte más elevada está colocada del lado de la pila (110). Una cuña (130) de contención de este tipo dispone ventajosamente de una pluralidad de ranuras (131, 132, 133) abiertas y que desembocan unas en otras en distintas caras de dicha cuña (130), sobre todo, en la cara de apoyo de la cuña sobre la plataforma, en la cara de la cuña que delimita el perímetro de la pila y en la cara superior inclinada de dicha cuña. La plataforma (120) y las cuñas de contención (130) están formadas ventajosamente de acero, preferentemente de un acero, denominado acero para herramientas, constituido por 0,4 % de carbono, 2 % de cromo, manganeso y molibdeno, de una resistencia en tracción mayor o igual a 1000 M Pa. La cara de las cuñas de contención (130) que delimita el perímetro de la pila (120) está separada de dicha pila por un tejido de drenaje (135) formado por un tejido de vidrio fino. La plataforma (120) está perforada con una pluralidad de orificios (125) de aspiración, conectados por un circuito adecuado para una bomba (150) de vacío. Estos orificios (150) desembocan todos en el exterior de la pila, de modo que la superficie de la plataforma (120) sobre la que se realiza el plegado de la pila es lisa. Una chapa de compactado (140) se coloca en lo alto de la pila. Las dimensiones de dicha chapa (140) de compactado son tales que esta cubre la pila (110) sin reposar en lo alto de las cuñas (130) de contención. La chapa de compactado es flexible. Esta combinación de características le permite apoyarse de manera uniforme sobre toda la superficie de la pila.

45 En efecto, la figura 2 relativa a la técnica anterior representa de forma amplificada la acción de una chapa de compactado (240) según la técnica anterior, que reposa sobre las cuñas de contención (230) durante la consolidación de una pila (210) de pliegues para la formación de un panel compuesto. La solicitante ha puesto de manifiesto que, debido a los efectos de borde inevitables, cuando el polímero termoplástico que forma la matriz está fusionando, la parte superior de la pila toma una forma ligeramente convexa. La chapa de compactado (240), rígida según la técnica anterior, está apoyada sobre las cuñas de contención (230) que están ligeramente a menor altura que el grosor final de la pieza. Así, la chapa de compactado, aunque conserva el volumen, no aplica una presión uniforme sobre dicha pila (210), lo que provoca defectos. Además, cuando la consolidación se produce a altas temperaturas, por ejemplo, 400 °C, las características mecánicas del material que forma la chapa de compactado decaen, de modo que dicha chapa (240) tiende también a deformarse, aunque de forma cóncava, amplificando así el fenómeno de apoyo local.

60 Regresando a la figura 1, un tejido de drenaje (152) por ejemplo en forma de un tejido de vidrio basto se coloca encima de la chapa de compactado, y dicho tejido (152) se extiende hasta la superficie de la plataforma (120). Una vejiga (155) o lona de vacío asociada a los medios de estanquidad (151), ambos (151, 155) adaptados a la temperatura de utilización del dispositivo, crean un volumen estanco, en el cual los medios de aspiración (125, 151) pueden crear el vacío.

65 Figura 3, según una vista superior, las cuñas de contención constan de unas cuñas rectas (130) y unas cuñas en ángulo (330) todas ranuradas, de modo que rodean el perímetro de la pila (110), el tejido de drenaje (135) en contacto con la pila (110) se prolonga también sobre todo el perímetro.

Figura 4, según un ejemplo de realización, el procedimiento objeto de la invención consta de una primera etapa de plegado (410) que consiste en la colocación de la pila en la plataforma. La cara de la plataforma sobre la que se coloca la pila se impregna ventajosamente de un agente desmoldante de base acuosa de tipo CIREX® SI 041 WB distribuido por SICOMIN 31 avenue de la Lardière 13 161 Châteauneuf les Martigues FRANCIA. En el transcurso de una etapa de instalación (420) las cuñas de contención y el tejido de drenaje se instalan a lo largo del perímetro de la pila. En el transcurso de una etapa de embalaje (430), se instalan la chapa de compactado, el tejido de drenaje, la lona de vacío y los medios de estanquidad, y así el dispositivo está conectado a la bomba de vacío. Ventajosamente, la cara de la chapa de compactado en contacto con la pila también se impregna de un agente desmoldante de tipo CIREX®. En el transcurso de una etapa (440) de horneado, el dispositivo se coloca en una estufa. En el transcurso de una etapa de desgasificación (450) la temperatura de la estufa se lleva hasta la temperatura de fusión del polímero termoplástico al realizar dentro de la cámara delimitada por la lona de vacío un primer nivel de vacío que lleve la presión de dicha cámara a un valor comprendido entre 10 y 100 Pa.

Según una etapa de compactado (460) la temperatura de la estufa se eleva hasta una temperatura superior a la temperatura de fusión del polímero, suficiente para obtener la impregnación de los refuerzos fibrosos para dicho polímero, por ejemplo, una temperatura de 400 °C para el PEEK. Al mismo tiempo se lanza el vacío en la cámara delimitada por la lona de vacío para descender la presión en dicha cámara hasta un valor comprendido entre 0,1 y 0,01 Pa. La viscosidad del polímero termoplástico en estado fundido le impide atravesar el tejido de drenaje que rodea el perímetro de la pila y ser aspirado por la bomba. Así, el efecto del crecimiento del vacío es sobre todo aumentar la presión de la chapa de compactado sobre la pila, lo que realiza el compactado del conjunto. En el transcurso de una etapa de enfriamiento (470), se corta el calentamiento de la estufa, y se mantiene el vacío hasta que la temperatura dentro de la pila alcance la temperatura de transición vítrea del polímero que forma la matriz del compuesto. Finalmente el conjunto se desmolda en el transcurso de una etapa de desmoldado (480). Si fuera necesario, el panel formado de este modo se somete a operaciones de acabado, sobre todo de afinación, o de añadido por soldadura de refuerzos a su superficie.

La descripción anterior y los ejemplos de realización muestran que la invención logra los objetivos previstos, en particular, al separar las fases de desgasificación (450) y de compactado (460), con la utilización de una desgasificación lateral y de una chapa de compactado (140) flexible, el dispositivo y el procedimiento objeto de la invención permiten la fabricación de un panel termoplástico grueso, y dicho panel puede utilizarse de forma ventajosa, sobre todo como panel de fuselaje de una aeronave en una zona sometida a riesgos de impacto, en particular como el panel de gorra de dicha aeronave, con el fin de reducir la masa y el consumo de carburante de dicha aeronave.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo (100) de compactado y consolidación de una pila (110) mayor de 20 mm, de pliegues fibrosos preimpregnados de un polímero termoplástico, que puede colocarse en una estufa, **caracterizado porque** incluye:
- 10 a. una plataforma (120) de plegado;
- b. unas cuñas (130,330), llamadas cuñas de contención, que se apoyan en la plataforma (120) y delimitan el perímetro de la pila, y dichas cuñas (130) constan de ranuras (131, 132, 133) abiertas que desembocan en el perímetro de la pila;
- 15 c. un tejido de vidrio (135) de refuerzo sobre la superficie de las cuñas (130) de contención que delimita el perímetro de la pila (110);
- d. una chapa (140) de compactado flexible de superficie igual a la superficie de la pila (110), pero que pueda insertarse en el interior del perímetro delimitado por las cuñas de contención (130, 330);
- e. medios (151, 152, 155) para envolver de manera estanca la pila de pliegues, las cuñas de contención y la chapa de compactado;
- 20 f. medios (150, 125) para extraer el vacío el volumen envuelto de este modo que consta de una pluralidad de orificios (125) en la plataforma (120), y dicha pluralidad consiste en orificios que desembocan en el exterior del perímetro de la pila.
- 25 2. Procedimiento de compactado y consolidación de una pila (110) mayor de 20 mm, de pliegues fibrosos preimpregnados de un polímero termoplástico, utilizando un dispositivo (100) según la reivindicación 1, **caracterizado porque** está formado por las etapas que consisten en:
- 30 a. plegar (410) una pila de pliegues preimpregnados sobre la plataforma;
- b. rodear (420) el perímetro de la pila creado de este modo con las cuñas de contención (130, 330) de modo que la cara en contacto con la pila esté provista de un tejido drenante (135);
- 35 c. colocar la chapa de compactado (140) en lo alto de la pila (110);
- d. recubrir (430) la chapa de compactado y las cuñas de contención de un tejido drenante;
- e. embalar (430) el conjunto en una lona (155) estanca al vacío;
- 40 f. colocar (440) el conjunto en una estufa;
- g. efectuar (450) un primer nivel de proceso de vacío correspondiente a un primer valor de depresión, el volumen contenido entre la lona (155) de vacío y la plataforma (120);
- h. llevar (450) el conjunto a la temperatura de fusión del polímero que forma la matriz después del proceso de vacío del volumen contenido entre la lona (155) de vacío y la plataforma (120);
- i. sacar (460) el volumen contenido entre la lona (155) de vacío y la plataforma (120) en un segundo nivel de vacío correspondiente a un segundo valor de depresión superior al primero.
- 45 3. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado porque** las cuñas de contención (130, 330) tienen una ligera forma de esquina, y el grosor de una cuña entre su pico y la superficie de apoyo en la plataforma es decreciente desde la superficie de la cuña que delimita el perímetro de la pila, formando una cara inclinada que está ranurada (133).
- 50 4. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la cara de apoyo de las cuñas de contención (130, 330) en la plataforma (120) está ranurada (131).
- 55 5. Dispositivo según la reivindicación 1 **caracterizado porque** la cara de las cuñas (130) de contención que delimitan el perímetro de la pila está ranurada (132).
6. Dispositivo según las reivindicaciones 3 a 5, **caracterizado porque** las ranuras (131, 132, 133) sobre las 3 caras de las cuñas (130) de contención desembocan las unas en las otras.
- 60 7. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado porque** las cuñas de contención (130, 330) son de acero.
8. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la chapa (140) de compactado es una hoja de titanio de un grosor inferior o igual a 0,5 mm.

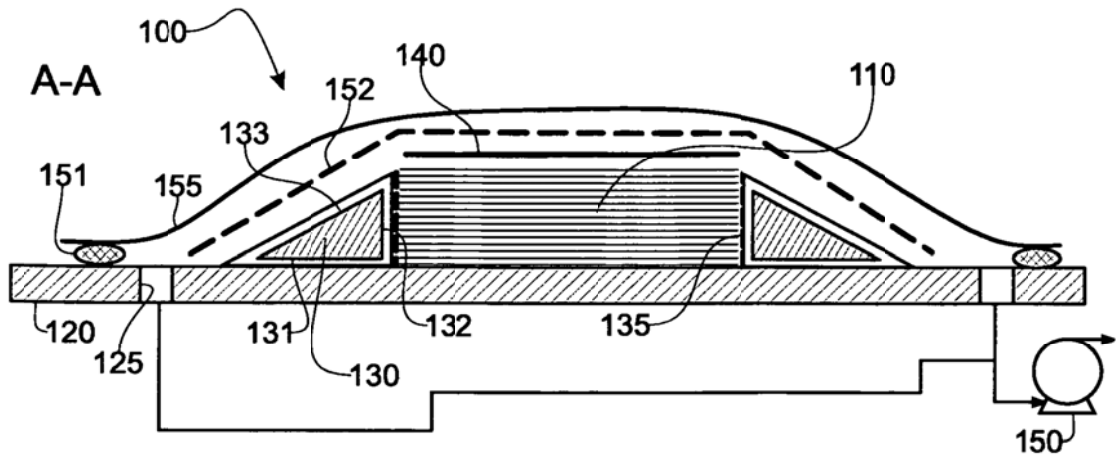


Fig. 1

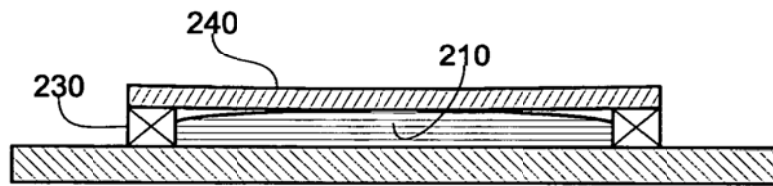


Fig. 2

(técnica anterior)

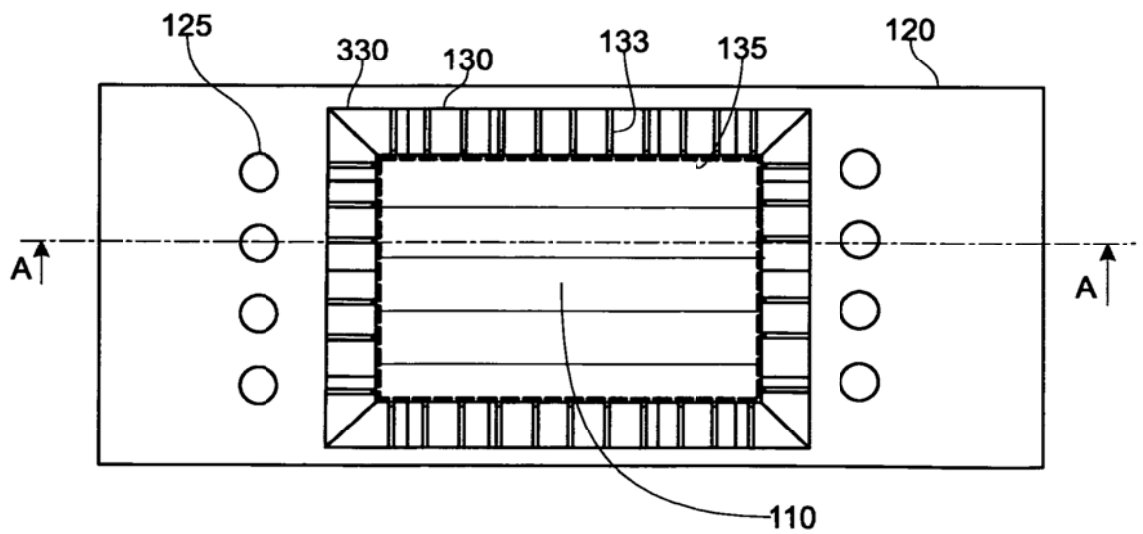


Fig. 3

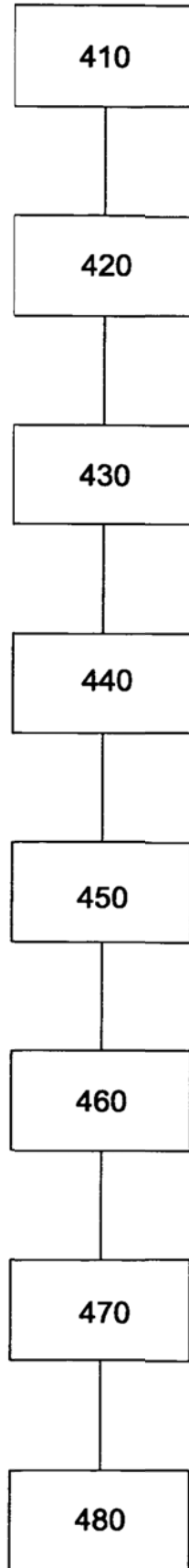


Fig. 4