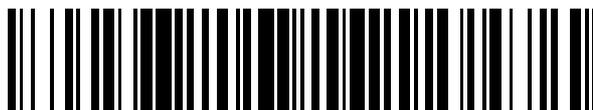


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 577 146**

51 Int. Cl.:

**B29C 70/34** (2006.01)

**B29C 70/54** (2006.01)

**B29C 33/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.10.2012 E 12187138 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.04.2016 EP 2578383**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para la realización de un orificio con reborde en un panel compuesto**

30 Prioridad:

**03.10.2011 FR 1158919**

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

**13.07.2016**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**PELARD, ALEXANDRE;  
HUGON, MICHAEL y  
SOUBELET, DOMINIQUE**

74 Agente/Representante:

**LÓPEZ CAMBA, María Emilia**

**ES 2 577 146 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 realización de un orificio con reborde en un panel compuesto

5 La invención se refiere a un procedimiento para la realización de un orificio con reborde en un panel compuesto y a un panel obtenido mediante dicho procedimiento. La invención está adaptada especialmente, aunque no exclusivamente, para la realización de un panel compuesto con refuerzo fibroso continuo, destinado a aplicaciones aeronáuticas.

10 Según la técnica anterior, dichos orificios pueden practicarse en un panel plano metálico de aleación ligera, utilizado, por ejemplo, como tabique, para atravesar dicho tabique por sistemas, o incluso para aligerar dicho panel. Estos orificios, cuyo contorno puede ser circular o elíptico, constan de rebordes, es decir, que la chapa está volteada hacia una dirección ligeramente perpendicular a la superficie del panel sobre el borde de dicho orificio. Este reborde, al aumentar la inercia de la sección, aumenta la rigidez del panel con respecto a la solicitaciones perpendiculares a su superficie, más especialmente en la zona del orificio. Así, estas distribuciones son especialmente interesantes para las aplicaciones aeronáuticas, ya que esta ganancia en rigidez se obtiene sin añadir masa e incluso con una reducción de materia. Para un panel metálico, dichos orificios con reborde, cuyas dimensiones regularmente están comprendidas entre 50 mm et 200 mm, están realizadas por una combinación de procedimientos de choque y de corte como el procedimiento llamado procedimiento de Guérin (formación por bloque de caucho) o la formación por vejiga hidráulica, asociados, si fuera necesario mediante afinados mecánicos. En el caso de un panel de material compuesto con refuerzo fibroso continuo, estos procedimientos de formación no son aplicables. Así, dichos paneles compuestos normalmente están reforzados por pliegues de estratificación suplementarios en la zona que rodea a una perforación, o por el ensamblado de piezas suplementarias que encierran los bordes del orificio. El documento EP 1 537 983 A1 describe una solución de refuerzo del borde de un orificio por una pieza recuperada. Estas soluciones de la técnica anterior son desfavorables desde el punto de vista de la masa.

25 Especialmente cuando el material que forma el panel compuesto es un compuesto de matriz termoplástica de alto rendimiento, como la polieteretercetona, o PEEK, la formación por vejiga necesita una vejiga susceptible.

30 Así, el documento WO 2006 069989 describe un procedimiento para la realización de un orificio con reborde en un panel compuesto que consta de una matriz termoestable, y la formación del reborde se realiza en una porción de la chapa de compactado deformable durante la curación del panel compuesto. Este procedimiento de la técnica anterior necesita que la porción de la chapa de compactado, inicialmente plana, se deforme durante el proceso de formación y de curación. Así, este procedimiento no se puede aplicar de forma económica para la realización de un panel que consta de una matriz de PEEK con un refuerzo fibroso.

35 El documento DE 07 004314 describe un dispositivo y un procedimiento para la creación de un saliente en un panel formado por un material compuesto estratificado. El procedimiento expuesto en este documento consiste, después de un plegado automático de una estratificación formada por pliegues fibrosos en una matriz termoestable, en envolver dicha estratificación sin curar entre dos capas de elastómero, después de instalar este conjunto en un gálibo que consta de una cavidad correspondiente a la forma hueca del saliente que se va a realizar. Durante el proceso de vacío previo a la curación de la estratificación, el conjunto se deforma en dicha cavidad en el transcurso de una etapa de formación. Así, este procedimiento no está adaptado para una estratificación que conste de pliegues preimpregnados de un polímero termoplástico, ya que no permite ni la consolidación de esta estratificación si esta no está consolidada antes de la etapa de formación ni la fusión y reconsolidación de dicha estratificación si esta está preconsolidada antes de la operación de formación.

40 La invención trata de resolver los inconvenientes de la técnica anterior y propone para ello un procedimiento para la realización de un panel formado por un compuesto de refuerzo fibroso estratificado en una matriz de polímeros termoplásticos, y dicho panel consta de consta de un orificio con reborde, y dicho procedimiento está formado por las etapas que consisten en:

- 55 a. instalar sobre una plataforma de plegado un punzón cilíndrico apoyado cuyos costados reproducen el contorno del reborde de dicho orificio y en la cara opuesta a la de la plataforma consta de una cara de apoyo saliente, suspendida diametralmente en relación con los costados de dicho punzón y de una altura (e) igual o superior al grosor de la estratificación;
- 60 b. depositar sobre dicha plataforma unos paños de fibras preimpregnadas de polímero termoplástico y que constan de un recorte para cubrir el punzón salvo en su cara de apoyo, hasta obtener la estratificación deseada;
- c. colocar sobre la cara de apoyo del punzón una chapa de alisado rígida de superficie inferior o igual a la de la boca del orificio con reborde;
- 65 d. ensacar la pila rematada por un panel conformador rígido capaz de adaptarse a la superficie de la estratificación creada en la etapa c);
- e. consolidar el panel haciéndole pasar por un ciclo de calentamiento y enfriamiento bajo presión, y

dicho ciclo se compone de un calentamiento a una temperatura superior o igual a la temperatura de fusión del polímero termoplástico.

Así, al colocar el relieve al lado del ensacado y por la cooperación entre la parte saliente del punzón y la chapa de alisado, un juego puede aprovecharse localmente en la parte que va desde la parte en la que los paños se encuentran sobre la chapa de alisado. Este juego permite compensar la dilatación diferencial entre las herramientas y la estratificación, asegurando además un compactado eficaz del conjunto del panel. La parte compactada débilmente, al encontrarse sobre la chapa de alisado durante la consolidación, se puede eliminar fácilmente mediante una operación de afinado produciendo unos bordes limpios.

La invención se refiere también a unas herramientas para la puesta en marcha del procedimiento objeto de la invención, y dichas herramientas constan de:

- i. una plataforma;
- ii. un punzón cilíndrico apoyado que consta de una superficie llamada de colocación para su instalación en saliente sobre dicha plataforma, y que consta de una primera sección que se extiende desde dicha superficie de colocación y cuyos costados (225) reproducen el contorno del reborde;
- iii. una chapa de alisado rígida de superficie inferior o igual a la de la boca del orificio con reborde de modo que pueda apoyarse en la extremidad del punzón situado enfrente de la superficie de colocación, cuya extremidad forma una cara de apoyo para dicha chapa de alisado;
- iv. un panel conformador rígido.

Dichas herramientas, al colocar dicho punzón en saliente con relación a la plataforma, permiten obtener el relieve en reborde durante la operación de compactado y consolidación al aplicar una presión sobre toda la estratificación que forma el panel, por lo que el punzón permanece estático. Así se evita la utilización de un dispositivo punzón-matriz, en caliente, con las dificultades que un sistema de este tipo conlleva con respecto a la dilatación térmica.

La invención puede ponerse en práctica según los modos de realización ventajosos expuestos a continuación, que pueden tomarse en cuenta individualmente o según cualquier combinación técnicamente operativa.

Ventajosamente, la etapa e) de consolidación del procedimiento objeto de la invención está formada por las operaciones que consisten en:

- ei. calentar la pila sin aplicar presión sobre la misma hasta una temperatura, llamada de conformación, superior o igual a la temperatura de transición vítrea del polímero que forma la matriz e inferior o igual a la temperatura de fusión de dicho polímero;
- eii. aplicar una presión ligeramente normal a la pila hasta que se alcance la temperatura de conformación;
- eiii. seguir calentando bajo presión hasta una temperatura superior o igual a la temperatura de fusión del polímero que forma la matriz.

Así, la aplicación de la presión sobre la pila se realiza cuando los paños de la pila están suficientemente flexibles para poder aplicarlos sobre los costados del punzón.

Ventajosamente, el panel conformador está constituido de un material capaz de formarse sin curar en la pila y el procedimiento está formado por las etapas que consisten en:

- f. formar en la pila el panel conformador sin curar mientras se realiza la etapa e) para el primer panel de una serie realizada según el procedimiento de la reivindicación 1.
- g. curar el panel conformador (450) de forma que se establezca su forma obtenida durante la etapa f).

Así, al formar directamente el panel conformador sobre la pila durante la realización del primer panel, el panel conformador se adapta perfectamente a la forma de la pieza y garantiza una presión de compactado uniforme en toda la superficie, incluido el reborde.

Según un modo de realización determinado del procedimiento objeto de la invención, la plataforma está formada por un compartimento que está hueco en relación con la superficie de dicha plataforma y que dicho procedimiento está formado, antes de la etapa b), por las etapas que consisten en:

- h. colocar (510) en dicho compartimento una placa de refuerzo (130) o parche constituido por una placa preconsolidada de un compuesto con refuerzo fibroso en una matriz termoplástica con una temperatura de fusión igual o inferior a la temperatura de fusión de la matriz de los preimpregnados depositados en la etapa b).

La naturaleza termoplástica del polímero que impregna los paños y que forma la placa de refuerzo permite

obtener la soldadura de dicha placa en el transcurso de la operación de compactado y consolidación con la piel del panel. La utilización de una placa de refuerzo preconsolidada permite facilitar el plegado y permite localizar con precisión el refuerzo en la superficie del panel.

5 Ventajosamente, la curva directriz de la primera sección del punzón de las herramientas objeto de la invención es una elipse. Así, el orificio con reborde puede orientarse favorablemente con relación al flujo de esfuerzo al que está sometido el panel.

10 Ventajosamente, el punzón consta de una segunda sección cilíndrica suspendida diametralmente en relación con la primera sección en cuya cima se encuentra la cara de apoyo ligeramente paralela a la superficie de colocación. Dicha superficie de apoyo permite recibir una placa de alisado para conservar la parte de estratificación que se sitúa sobre dicha placa de alisado de la presión de compactado y autorizar los deslizamientos interlaminares en esta zona durante la operación de compactado y consolidación de la estratificación.

15 Ventajosamente, la curva directriz de la segunda sección consta de una parte rectilínea. Esta parte rectilínea se utiliza como guía para el plegado de los paños próximos al punzón.

20 Según un modo de realización determinado de las herramientas objeto de la invención, la plataforma consta de un compartimento en el que cabe un elemento de refuerzo o parche para su co-consolidación con el panel. Así, las herramientas objeto de la invención permiten obtener la piel de un panel compuesto, acabado, que consta de un refuerzo local, en una única operación.

25 La invención se expone a continuación según sus modos de realización preferidos, no limitativos, y en relación con las figuras 1 a 6, en las que:

- la figura 1 es una vista frontal de un panel compuesto según un ejemplo de realización de la invención y consta de dos vistas parciales de perfil según los cortes AA y BB definidos sobre esta misma vista;
- la figura 2 muestra en perspectiva y de forma gráfica según un punto de vista superior un ejemplo de herramientas para la realización del panel de la figura 1 y presenta según una vista detallada Z, en perspectiva, un ejemplo de realización de un punzón para la creación de un orificio con reborde en dicho panel;
- la figura 3A es una vista en el transcurso del plegado de un punzón según un corte CC definido en la figura 2;
- la figura 3B representa la misma vista que la figura 3A, pero en el transcurso de la operación de compactado y consolidación subsiguiente.
- la figura 4 es una vista según un corte DD definido en la figura 2, de las herramientas presentadas en esta misma figura 2 en el transcurso del plegado tras la realización del ensacado;
- la figura ilustra mediante un organigrama las distintas etapas del procedimiento objeto de la invención;
- y la figura 6 representa un diagrama de evolución temporal de la presión y de la temperatura aplicadas a la pila durante el ciclo de compactado y consolidación, según un ejemplo de realización del procedimiento objeto de la invención.

45 Cuando hay presentes varias entidades de la misma naturaleza, están diseñadas en su conjunto por un punto de referencia y de manera específica por el mismo punto de referencia acompañado de un índice.

Figura 1, según un ejemplo de realización, la invención se refiere a un panel compuesto (100) endurecido. Un panel de este tipo es por ejemplo un tabique que aísla el fuselaje de una aeronave del grupo auxiliar de potencia de dicha aeronave. Este panel está formado por una piel (110) estratificada, que consta de una pila de pliegues de fibras continuas (111, 112), de orientación definida, en una matriz termoplástica, y dichas fibras se extienden de un extremo a otro del panel (100). Como ejemplo no limitativo, las fibras están hechas de carbono y la matriz termoplástica está hecha de polieteretercetona, o PEEK. EL panel (100) consta de refuerzos locales de grosor (130), o parches, formados por pliegues de estratificación suplementarios, de naturaleza similar a la de la piel y co-consolidados con dicha piel. Dicho panel puede estar formado también por tensores (140), que se recuperan por soldadura después de la consolidación de dicho panel. Finalmente, el panel (100) consta de orificios (120) que atraviesan la piel. Dichos orificios (120) vistos en sección (A-A) constan de un reborde (125), en forma de un giro hacia el exterior de la piel (100) al borde del orificio.

Figura 2, según un ejemplo de realización de la invención, las herramientas para la realización de un panel de este tipo constan de:

- una plataforma (200);
- una máscara (230) que, colocada sobre dicha plataforma (200) crea los compartimentos en los lugares de los refuerzos de espesor o parches;
- una pluralidad de punzones (220) correspondientes a los orificios con reborde, y dichos punzones, según el modo de realización, se colocan sobre la superficie de la plataforma (200) o sobre la superficie de la máscara (230).

La máscara, de forma ventajosa, puede estar formada por varias partes, sobre todo con el fin de facilitar su manipulación. Tanto dicha máscara (230) como los punzones pueden posicionarse de forma precisa en relación con la plataforma (200) y una respecto a los otros mediante pietajes (no representados).

Los punzones (220) constan cada uno de dos secciones (221, 222). Los costados (225) de la primera sección del punzón reproducen ligeramente el perfil pretendido para el reborde (125). La segunda sección (222) está suspendida diametralmente en relación con la primera sección (221) y termina con una superficie de apoyo (223). Así, el punzón es de forma general cilíndrica, y la primera sección, según un modo de realización preferido, es cónica. La curva directriz del cilindro o del cono que forman la primera sección puede ser un círculo o una elipse.

Figura 3A, el plegado de una estratificación de paños (311, 312, 313, 314) de fibras preimpregnadas se realiza sobre las herramientas así montadas, y los paños recubren la primera sección de los punzones, hasta la segunda sección de los mismos. Así, dichos paños recubren un corte superficial que les permite rodear la segunda sección en el momento del plegado. La altura del saliente (e) de la segunda sección del punzón en relación con la primera sección es igual o ligeramente superior al grosor de la estratificación. Según un modo de realización, los paños están hechos de fibras llamadas de alto rendimiento, como fibras de carbono adheridas a una película termoplástica. Dichos paños son relativamente rígidos y no se adaptan espontáneamente a la forma del relieve creado por el punzón sobre la plataforma. Además, dichos paños no son pegajosos. Para evitar que dichos paños no se muevan ni se desorienten durante la operación de plegado, de forma ventajosa se mantienen en posición sobre las herramientas mediante puntos de soldadura. Después del plegado, una placa de alisado (350) rígida se coloca sobre la superficie de apoyo (223) de las segundas secciones de cada punzón. Dicha placa de alisado (350) puede colocarse simplemente sobre la superficie de apoyo (223) de la segunda sección o puede colocarse y mantenerse sobre dicha superficie mediante un pietaje (no representado).

Volviendo a la figura 2, la segunda sección (222) del punzón está formada ventajosamente por una porción rectilínea (226) que sirve de guía para el plegado de los paños. Con el fin de simplificar el corte de los paños al paso de la segunda sección (222) de los punzones (220), la yuxtaposición de dichos paños se realiza de forma ventajosa según una línea (227), ligeramente paralela a la porción rectilínea (226) de la segunda sección del punzón y ligeramente centrada en relación con esta segunda porción

Figura 3B, en el transcurso de la operación de compactado y consolidación, los paños se someten para adaptarse a la forma de la plataforma y del punzón mediante la presión de compactado. Para ello, la presión de compactado no debe aplicarse más que cuando la elasticidad de los paños sea suficiente para que puedan adaptar esa forma. Así, cuando los paños son inicialmente rígidos, la presión de compactado no se aplica más que cuando la temperatura es al menos superior a la temperatura de transición vítrea del polímero que forma la matriz del panel.

Figura 4, los refuerzos de grosor (130) se colocan junto a la plataforma (200) y pueden presentarse en forma de paños preimpregnados doblados al mismo tiempo que la piel. Sin embargo, estos parches (130) están formados ventajosamente por placas preconsolidadas de un compuesto de refuerzo fibroso en una matriz termoplástica con una temperatura de fusión igual o inferior a la temperatura de fusión de la matriz de los paños preimpregnados de la piel. Según un modo de realización preferido, el polímero que forma la matriz de los refuerzos preconsolidados y el mismo que el que forma la matriz de la piel. Un panel conformador (450) que se ajusta al perfil de la pila se utiliza ventajosamente para el compactado y la consolidación del conjunto del panel, los parches (130) y la realización de los rebordes en la misma operación. Un panel conformador (450) de este tipo está formado ventajosamente por un material termoestable resistente a altas temperaturas como un compuesto a base de mica o un compuesto de refuerzos fibrosos en una matriz de polímero inorgánico a base de aluminosilicatos alcalinos. Dichos materiales se distribuyen con marcas comerciales como MIGLASIL® o PYROTOOL®. Estos materiales presentan un coeficiente de dilatación térmica muy débil, considerado como nulo para aplicaciones prácticas. En estado puro, pueden ponerse en forma a una temperatura comprendida entre 120 °C y 400 °C según las variantes, y después se estabilizan en esta forma por curación. Una vez curados, resisten altas temperaturas, hasta 1200 °C, sin perder su rigidez. Así, el panel conformador (450) inicialmente plano se pone en forma sobre las herramientas, cuando se encuentra en estado puro, por ejemplo durante la realización del primer panel. Después, el panel conformador se cura. Entonces puede utilizarse para la realización de paneles en serie. Como este panel conformador (450) presenta un coeficiente de dilatación térmica débil y se pone en forma mediante calor, directamente sobre las herramientas, se adapta perfectamente a la forma que se va a compactar independientemente de cualquier fenómeno de dilatación diferencial y de hiperestatismo, sobre todo, cuando el panel consta de numerosos orificios con rebordes realizados durante la misma operación de compactado y consolidación. Una película de poliamida (455) resistente a la temperatura de fusión del polímero termoplástico que forma la matriz del panel se interpone entre la estratificación y el panel conformador y crea una barrera estanca con respecto a dicho polímero en fusión y el panel conformador (450). El ensacado se termina mediante un tejido drenante (465) y una vejiga (460).

Las porciones de pliegues (410) situadas sobre la placa de alisado (350) no sufren la presión del panel

conformador (450) durante el compactado y consolidación y pueden por consiguiente deslizarse uno con respecto al otro de modo que compensen los fenómenos de dilatación diferencial entre la estratificación y las herramientas, sobre todo cuando el panel está formado por numerosos orificios con rebordes. Esta parte (410) compactada débilmente se elimina mediante el afinado después de la consolidación del panel.

5  
10  
15  
20  
25

Figura 5, la obtención del panel según la invención está formada por las fases que consisten en ensamblar (500) los distintos elementos (200, 230, 220) de las herramientas. Si el panel está formado por parches de refuerzo de grosor (130), estos se instalan de forma ventajosa durante la etapa siguiente (510) al estado de preconsolidados en los espacios huecos que forman compartimentos entre la máscara (230) y la plataforma (200). Los paños de fibras preimpregnadas se doblan sobre el conjunto durante una etapa de plegado (530), y los paños están previamente cortados alrededor de las segundas secciones de los punzones. Según la dimensión del panel y la importancia de la serie realizada, este corte puede realizarse manualmente durante el doblado mediante una cuchilla, utilizando la segunda sección del punzón como guía. Una vez terminado el doblado, el conjunto se ensancha durante una etapa de ensanchado (540) que consiste en primer lugar en colocar (535) las placas de alisado (350) sobre la cima de las superficies de apoyo (223) de los punzones (220), y después, la película de poliamida (455), el panel conformador (450), el tejido drenante (465) y la vejiga. Ventajosamente, la película de poliamida puede recibir una pulverización de un agente que evite cualquier adhesión con el polímero en fusión durante la fase de consolidación. El ensanchado (540) se realiza para crear una cámara estanca entre la vejiga (460) y la plataforma (200). Esta cámara se calienta (550) a una temperatura al menos igual a la temperatura de fusión del polímero que forma la matriz del panel. Durante el calentamiento, cuando la temperatura de la pila es superior o igual a la temperatura de transición vítrea (654) del polímero que forma la matriz, de alrededor de 170 °C para el PEEK, pero inferior o igual a la temperatura de fusión (655) de dicha matriz, de alrededor de 400 °C para el PEEK, la cámara formada por el ensacado se somete al vacío. El proceso de vacío de dicha cámara aplica el panel conformador sobre la pila, y los paños están así lo suficientemente flexibles para ajustarse a los costados del punzón. Se sigue con el calentamiento hasta la temperatura de fusión.

30

Después de mantenerlo (560) brevemente a esta temperatura, el conjunto se enfría (570) lo que tiene como consecuencia la condensación del polímero. Cuando la temperatura alcanza la temperatura de transición vítrea (654) de dicho polímero, el vacío de la cámara se rompe. El acabado (580) se realiza después del desmoldado, y consiste esencialmente en operaciones de afinado del panel, incluido el afinado de los rebordes (125).

35  
40

Figura 6, sobre un diagrama que representa la evolución (625) de la temperatura (620) y la evolución de la presión (635) aplicada sobre la pila en función del tiempo (610), la puesta en presión de la pila, por un proceso de vacío de la cámara, se desplaza del arranque de calentamiento de un tiempo (650) correspondiente al alcance de la temperatura de conformación (656) comprendida entre la temperatura de transición vítrea (654) y la temperatura de fusión (655) del polímero que forma la matriz del panel. Así, el tiempo total de calentamiento (675) está formado por un primer tiempo (650) de calentamiento sin presión aplicada sobre la pila, un tiempo de mantenimiento (670) a una temperatura superior o igual a la temperatura de fusión del polímero de la matriz. Según un ejemplo de realización, la presión se aplica por un proceso de vacío de la cámara, de modo que dicha presión se aplique según un valor (636) ligeramente constante desde el momento (650) de aplicación de la misma, hasta que, una vez que haya empezado el enfriamiento, la temperatura de la pila alcance un valor inferior o igual a la temperatura (654) de transición vítrea del polímero que forma la matriz del panel.

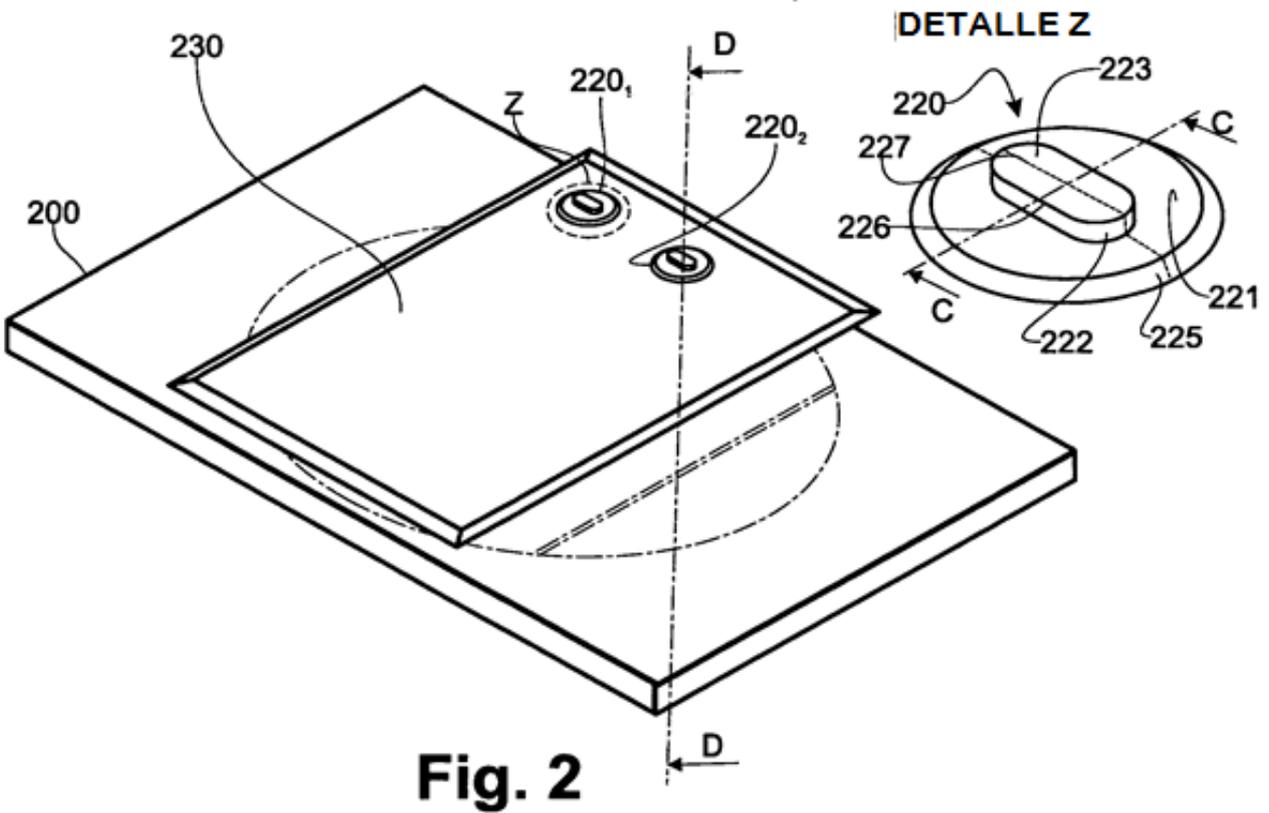
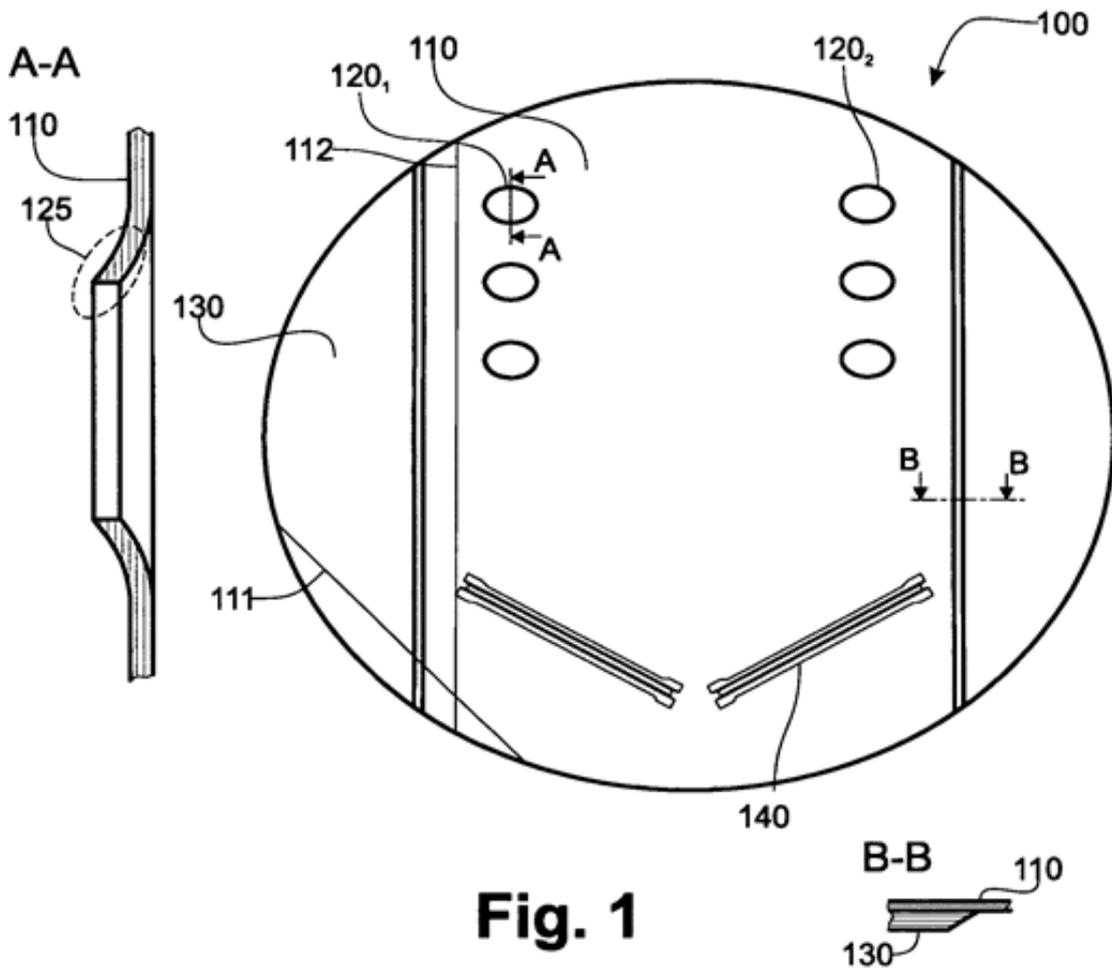
45  
50

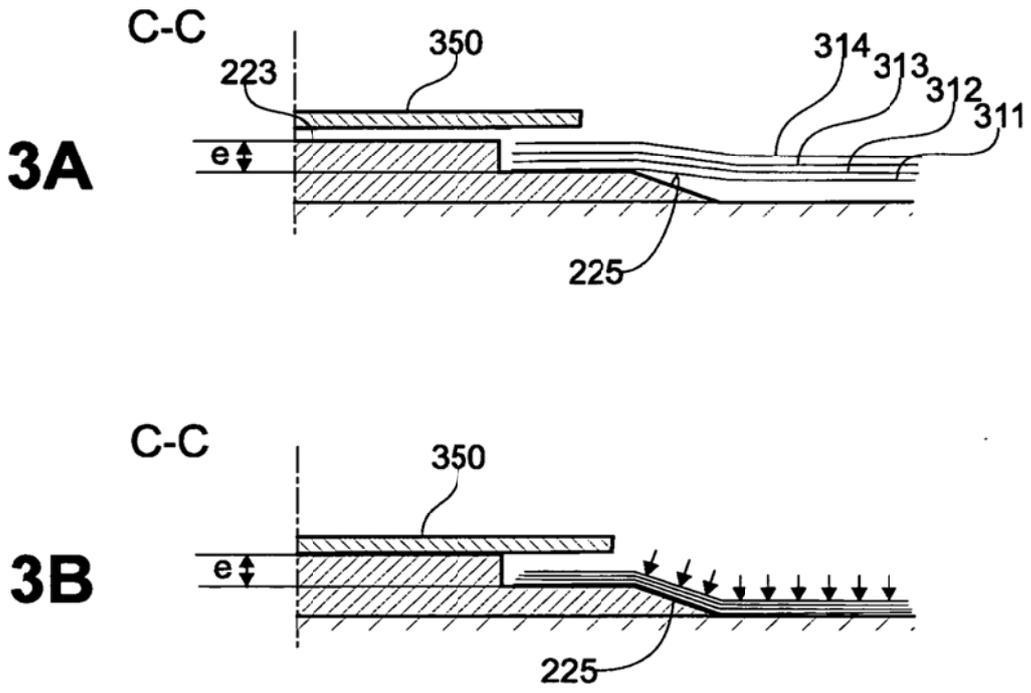
La descripción anterior demuestra que la invención consigue los objetivos previstos, en particular permite la realización de un panel compuesto monobloque que puede atravesarse mediante unos orificios con reborde, pero que ofrece también todas las demás características ventajosas, como los refuerzos locales de grosor, para la puesta en marcha de un panel de este tipo en el cuadro de aplicaciones aeronáuticas. El procedimiento y las herramientas objeto de la invención permiten obtener el conjunto de estas características en una sola operación de compactado.

**REIVINDICACIONES**

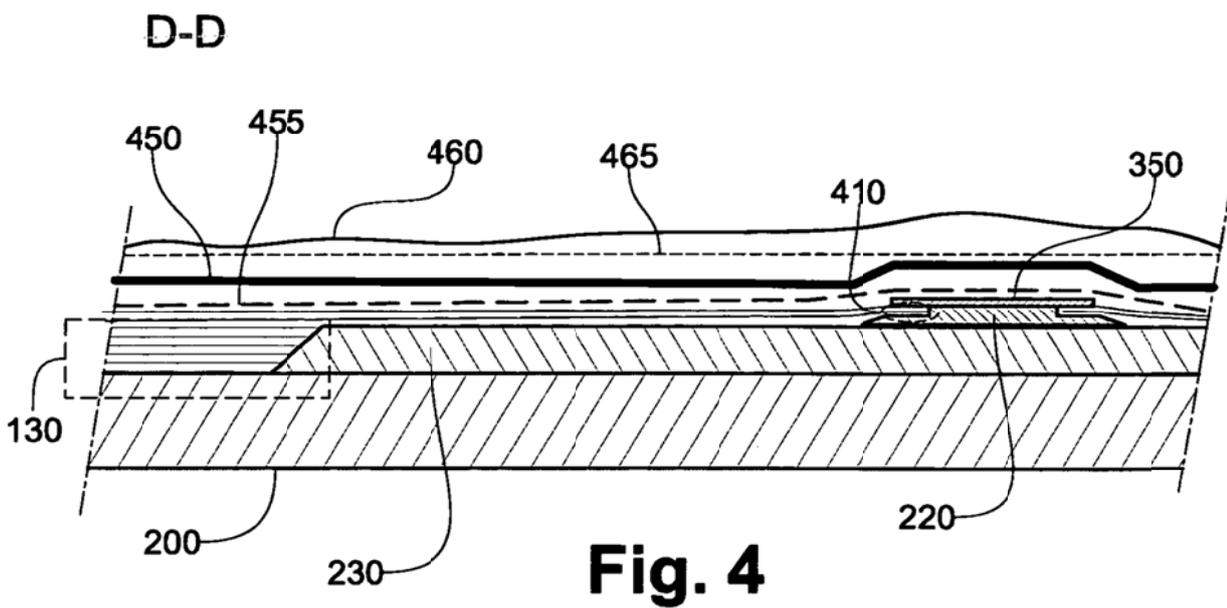
- 5 1. Procedimiento para la realización de un panel (100) formado por un compuesto de refuerzo fibroso estratificado en una matriz de polímeros termoplásticos, y dicho panel consta de consta de un orificio (120) con reborde, **caracterizado porque** está formado por las etapas que consisten en:
- 10 a. instalar (500) sobre una plataforma (200) de plegado un punzón (220) cilíndrico apoyado cuyos costados (225) reproducen el contorno del reborde (125) de dicho orificio y en la cara opuesta a la de la plataforma consta de una cara de apoyo (223) saliente, suspendida diametralmente en relación con los costados (225) de dicho punzón (220) y de una altura (e) igual o superior al grosor de la estratificación;
- 15 b. depositar (530) sobre dicha plataforma unos paños (311, 312, 313, 314) de fibras preimpregnadas de polímero termoplástico y que constan de un recorte para cubrir el punzón salvo en su cara (223) de apoyo, hasta obtener la estratificación deseada;
- 20 c. colocar (535) sobre la cara de apoyo (223) del punzón una chapa de alisado (350) rígida de superficie inferior o igual a la de la boca del orificio (120) con reborde;
- d. ensacar (540) la pila rematada por un panel (450) conformador rígido capaz de adaptarse a la superficie de la estratificación creada en la etapa c);
- e. consolidar (550, 60, 70) el panel (100) haciéndole pasar por un ciclo de calentamiento y enfriamiento bajo presión, y dicho ciclo se compone de un calentamiento a una temperatura (655) superior o igual a la temperatura de fusión del polímero termoplástico.
- 25 2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la etapa e) de consolidación está formada por las operaciones que consisten en:
- 30 eiv. calentar (650) la pila sin aplicar presión sobre la misma hasta una temperatura (656), llamada de conformación, superior o igual a la temperatura de transición vítrea (654) del polímero que forma la matriz e inferior o igual a la temperatura de fusión (655) de dicho polímero;
- 35 ev. aplicar una presión (636) ligeramente perpendicular a la pila hasta que se alcance la temperatura de conformación (656);
- evi. seguir calentando bajo presión (636) hasta una temperatura (655) superior o igual a la temperatura de fusión del polímero que forma la matriz.
- 35 3. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el panel conformador (450) está constituido de un material capaz de formarse sin curar en la pila y porque el procedimiento está formado por las etapas que consisten en:
- 40 f. formar en la pila el panel conformador sin curar mientras se realiza la etapa e) para el primer panel de una serie realizada según el procedimiento de la reivindicación 1.
- g. curar el panel conformador (450) de forma que se establezca su forma obtenida durante la etapa f).
- 45 4. Procedimiento según la reivindicación 1 **caracterizado porque** la plataforma (200) está formada por un compartimento que está hueco en relación con la superficie de dicha plataforma y porque dicho procedimiento está formado, antes de la etapa b), por las etapas que consisten en:
- 50 h. colocar (510) en dicho compartimento una placa de refuerzo (130) o parche constituido por una placa preconsolidada de un compuesto con refuerzo fibroso en una matriz termoplástica con una temperatura de fusión igual o inferior a la temperatura de fusión de la matriz de los preimpregnados depositados en la etapa b).
- 55 5. Herramientas para la puesta en marcha de un procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizadas porque** constan de:
- 60 i. una plataforma (200);
- ii. un punzón (220) cilíndrico apoyado que consta de una superficie llamada de colocación para su instalación en saliente sobre dicha plataforma (200), y que consta de una primera sección (221) que se extiende desde dicha superficie de colocación y cuyos costados (225) reproducen el contorno del reborde;
- 65 iii. una chapa de alisado (350) rígida de superficie inferior o igual a la de la boca del orificio (120) con reborde de modo que pueda apoyarse en la extremidad del punzón situado enfrente de la superficie de colocación, cuya extremidad forma una cara (223) de apoyo para dicha chapa de alisado;
- iv. un panel (450) conformador rígido.
- 65 6. Herramientas según la reivindicación 5, **caracterizadas porque** la curva directriz de la primera sección (221) del punzón es una elipse.

- 5
7. Herramientas según la reivindicación 6, **caracterizadas porque** el punzón (220) consta de por una segunda sección (222) cilíndrica suspendida diametralmente en relación con la primera sección (221) en cuya cima se encuentra la cara de apoyo (223) ligeramente paralela a la superficie de colocación.
8. Herramientas según la reivindicación 7, **caracterizadas porque** la curva directriz de la segunda sección (222) consta de una parte rectilínea (226).
- 10
9. Herramientas según la reivindicación 5, **caracterizadas porque** la plataforma (200) consta de un compartimento en el que cabe un elemento de refuerzo (130) o parche para su co-consolidación con el panel.

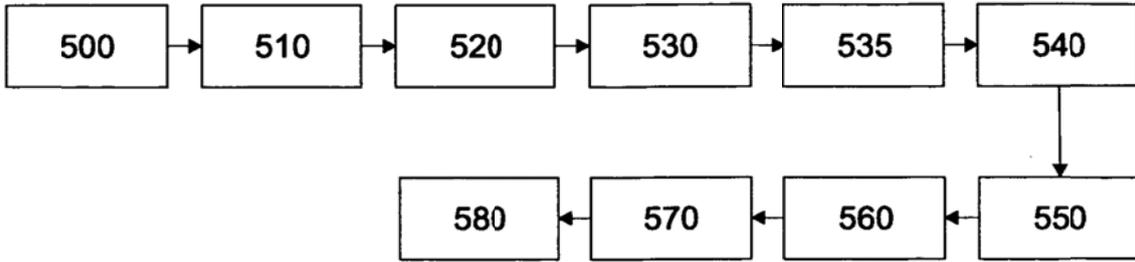




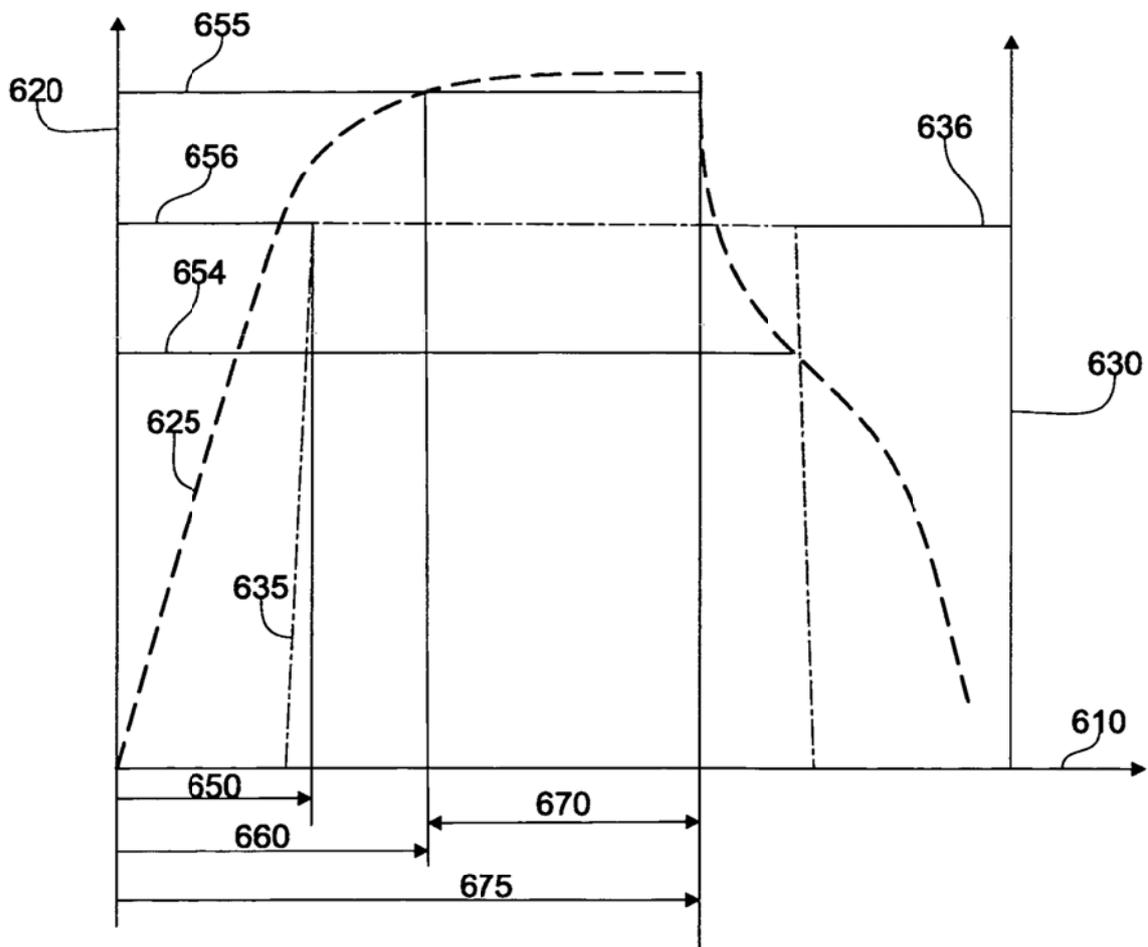
**Fig. 3**



**Fig. 4**



**Fig. 5**



**Fig. 6**