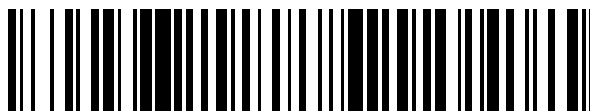


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 408 116**

51 Int. Cl.:

B29C 70/54 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.04.2010 E 10712445 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.03.2013 EP 2416946**

54 Título: **Procedimiento de fabricación de un panel rigidizado de material compuesto de matriz termoplástica y panel así obtenido**

30 Prioridad:

06.04.2009 FR 0952224

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

18.06.2013

73 Titular/es:

**EUROPEAN AERONAUTIC DEFENCE AND
SPACE COMPANY EADS FRANCE (100.0%)
37 Bld de Montmorency
75016 Paris, FR**

72 Inventor/es:

CAVALIERE, FRÉDÉRIK

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 408 116 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 un panel rigidizado de material compuesto de matriz termoplástica y panel así obtenido.

5 El ámbito de la invención es relativo al ámbito de la fabricación de las piezas de formas complejas de material compuesto. De modo más preciso, la invención concierne a un procedimiento particularmente adaptado para la realización de piezas de material compuesto de matriz termoplástica y que comprende elementos de refuerzo de sección transversal cerrada hueca.

La invención concierne igualmente a piezas de materiales compuestos adaptadas para la puesta en práctica del procedimiento.

10 Los materiales compuestos son utilizados actualmente para la fabricación de piezas de numerosos ámbitos industriales, en particular en el ámbito aeronáutico, incluso para piezas estructurales, es decir que deben soportar esfuerzos significativos del orden de magnitud de su resistencia estructural durante su utilización.

15 Existen actualmente numerosos materiales compuestos, estando constituidos los más extendidos de fibras más o menos largas de materiales minerales u orgánicos (vidrio, carbono, aramida ...) contenidas en una matriz formada por una resina termoendurecible o termoplástica.

20 La fabricación de piezas de materiales compuestos termoendurecibles comprende la impregnación de un refuerzo de fibras por una resina termoendurecible, y la solidificación de la pieza se obtiene por la polimerización de la resina. La fabricación de piezas de materiales compuestos termoplásticos comprende la impregnación de un refuerzo de fibras por una resina termoplástica, su puesta a presión y temperatura, generalmente a alta presión y temperatura. La solidificación de la pieza se obtiene durante el enfriamiento.

25 Algunas piezas estructurales están compuestas de una capa exterior y de elementos de refuerzo, denominados rigidizadores, solidarios de la capa exterior, por ejemplo los paneles puestos en práctica en la fabricación de fuselajes o de alas de aeronaves. Los rigidizadores tienen secciones transversales de formas diversas. A título de ejemplo, se puede citar una sección en forma de Z, de J o todavía de T. Estas formas, que tienen la ventaja de ser abiertas, permiten realizar rigidizadores que pueden ser realizados simultáneamente con la capa exterior por medio de moldes simples de extraer, pero presentan un inconveniente importante cuando la pieza es sometida a ciertos esfuerzos. En efecto, cuando el rigidizador es cargado en compresión, éste tiene tendencia a desviarse, es decir a tumbarse más o menos con respecto a la capa exterior a la cual estos están fijados.

El documento US-A-4946526 describe las características del preámbulo de las reivindicaciones 1 y 7.

30 Para evitar esta desviación, se prefiere utilizar rigidizadores de sección cerrada, por ejemplo en forma de omega, que comprenden dos alas, dos almas y una cabeza, como los rigidizadores ilustrados en la figura 1a. A masa equivalente, una pieza que comprende rigidizadores de tipo omega presenta, además de una mejor estabilidad, una inercia mejorada con respecto a una pieza que comprenda rigidizadores de tipo T o Z.

35 Sin embargo, una dificultad particularmente encontrada durante la realización de piezas que comprenden un rigidizador de tipo omega está ligada a la existencia de una cavidad cerrada en el rigidizador, abierta solamente en las extremidades del rigidizador.

40 En el caso de la realización de piezas por medio de material compuesto a base de resina termoendurecible, por ejemplo de tipo epoxy, una solución conocida consiste en realizar simultáneamente los diferentes elementos de la pieza (capa exterior y rigidizadores) integrando un núcleo de relleno en lugar de una cavidad, antes de la etapa de polimerización. Este núcleo de relleno debe presentar características tales que éste pueda soportar las temperaturas de polimerización, por ejemplo del orden de 180 °C para las resinas de clase 180, y las presiones relativamente moderadas (del orden de 7 bares a 9 bares) puestas en práctica en este tipo de procedimiento. Estas características relativamente limitadas exigidas por este procedimiento permiten realizar sin mayor dificultad núcleos extraíbles después de la polimerización y generalmente reutilizables.

45 En el caso de la realización de piezas por medio de material compuesto a ala de resina termoplástica, por ejemplo de tipo poliéter éter cetona (PEEK) o polisulfuro de fenileno (PPS), es necesario aumentar la temperatura a valores más elevados, por ejemplo generalmente del orden de 400 °C, para obtener la refusión total o parcial de la resina y poner en práctica presiones necesarias para la consolidación del material que pueden alcanzar varias veces a aquéllas utilizadas en el caso de los materiales termoendurecibles.

50 La realización de un núcleo extraíble que presente las características, en particular de estabilidad dimensional a las temperaturas y presiones consideradas, adaptadas para la puesta en práctica de esta tecnología con rigidizadores de sección cerrada se considera así mucho más difícil.

No existe tecnología simple y de un coste industrialmente aceptable que permita rellenar la cavidad del rigidizador en omega durante una operación de fabricación de la pieza y que sea fácilmente extraíble, especialmente cuando la

pieza sea de gran longitud, presente una o unas curvaturas y o secciones de rigidizador variables, por ejemplo en razón de escalones en la pieza de partida de la capa exterior a la que están fijados los rigidizadores.

5 Debido a esto, la realización de piezas de materiales compuestos de matriz termoplástica que implica la puesta en práctica de núcleos en las cavidades de los rigidizadores durante las operaciones de consolidación y o co-consolidación, se considera relativamente difícil y cara, incluso industrialmente imposible.

Por el término consolidación, se entienden las operaciones de realización de una pieza termoplástica elemental.

Por el término co-consolidación, se entienden las operaciones de realización de una pieza termoplástica compuesta por varias piezas termoplásticas elementales, pudiendo ser estas piezas elementales previamente consolidadas o no.

10 En un modo de realización preferido, los paneles autorrigidizados son consolidados, es decir que los rigidizadores son previamente consolidados, la capa exterior es previamente consolidada o no consolidada, o bien drapeada sobre los rigidizadores consolidados, y después la capa exterior y los rigidizadores son consolidados simultáneamente.

15 El procedimiento de co-consolidación permite obtener una interfaz que tenga una buena salud material y muy buenas propiedades mecánicas, particularmente deseadas especialmente para las uniones entre las alas de los rigidizadores y la capa exterior.

20 Sin embargo, la solución consistente en realizar una pieza autorrigidizada en consolidación sin utilizar núcleos desmoldables para rellenar las cavidades cerradas de los rigidizadores no se considera satisfactoria para obtener todos los beneficios aportados por los materiales termoplásticos. En efecto, el comportamiento reversible de las resinas termoplásticas, es decir el hecho de que las viscosidades disminuyen cuando éstas son calentadas a un nivel de temperatura suficiente, las hace inestables y puede provocar una desconsolidación de las piezas termoplásticas elementales si la pieza autorrigidizada no está bajo presión. Así, la integración de un rigidizador en omega, previamente consolidado, a la capa exterior durante la etapa de co-consolidación sin núcleo para rellenar la cavidad del rigidizador no es actualmente posible para obtener una pieza autorrigidizada que tenga una buena geometría y una buena salud material y conviene poner en práctica otras técnicas de ensamblaje.

25 Las técnicas actuales consisten en ensamblar el rigidizador en omega a la capa exterior, ambos previamente consolidados separadamente y en realizar un ensamblaje por difusión de un material de interposición entre las alas del rigidizador y la capa exterior, o por soldadura estática o dinámica entre las alas del rigidizador y la capa exterior.

30 Por el término soldadura, se entiende un ensamblaje de las piezas elementales por un calentamiento de las piezas elementales localizado a nivel de una interfaz de unión entre las citadas piezas elementales.

Por el término soldadura estática, se entiende un ensamblaje de las piezas elementales por una operación de calentamiento simultáneamente en la totalidad de la interfaz de unión que hay que soldar.

Por el término de soldadura dinámica, se entiende un ensamblaje de las piezas elementales por una operación de soldadura local, en una zona limitada, repetida en la totalidad de la interfaz de unión que hay que soldar.

35 Sin embargo, las técnicas de ensamblaje son generalmente difíciles de poner en práctica, o presentan inconvenientes y/o limitaciones.

Las técnicas de ensamblaje o de soldadura son por ejemplo:

- El ensamblaje o la soldadura por adición de un material termoplástico de interposición.

40 Este método consiste en integrar en cada pieza elemental (capa exterior, rigidizador), durante su realización y a nivel de una interfaz de unión (unión ala-capla exterior), un material de interposición, tal como por ejemplo una película de resina, que presente una temperatura de fusión inferior a la de la resina contenida en las diferentes piezas elementales que hay que ensamblar. El ensamblaje o la soldadura son obtenidos por difusión de las moléculas de la resina del material termoplástico de aportación, a una temperatura inferior a la temperatura de fusión de la resina contenida en las diferentes piezas elementales, preservando así la geometría y la salud material de las partes elementales de la pieza. Sin embargo, este método necesita ensamblar o soldar a presión, se necesita por tanto un autoclave o una prensa. Éste necesita igualmente integrar un material de interposición en superficie durante la fabricación de las piezas elementales y un buen control de las tolerancias geométricas en la interfaz de las piezas que hay que ensamblar o soldar.

- 50 - La soldadura por ultrasonidos:

Es un método de soldadura dinámica que permite soldar entre sí directamente dos piezas elementales (la capa exterior y el rigidizador) sin material de interposición. Éste consiste en asociar una presión de apoyo, a

nivel de la interfaz entre las dos piezas elementales, a una vibración ultrasónica, generada por una herramienta vibratoria, o sonotrodo. La energía local transmitida por los ultrasonidos, produce un calentamiento intenso en la interfaz y permite la soldadura en la interfaz entre las dos piezas elementales cuando la resina de las piezas elementales es termofusible. Sin embargo, este método solamente permite la soldadura en una banda, denominada cordón, relativamente estrecha. Además, se observa la presencia de efectos de bordes al principio y al final de la soldadura. El método necesita un esfuerzo de contacto no despreciable. El método es igualmente sensible a la variación de espesor de las estructuras que hay que soldar, y necesita un buen control de las tolerancias geométricas en la interfaz de las piezas elementales que hay que soldar.

5

10 - La soldadura por inducción:

Es un método de soldadura dinámica que consiste en calentar un material metálico, tal como por ejemplo una rejilla metálica, introducido en la interfaz de unión de las piezas elementales que hay que soldar para provocar la fusión buscada de la resina. El calentamiento es obtenido por generación de una corriente eléctrica en el material metálico debido al desplazamiento de un fuerte campo magnético local en la proximidad de la interfaz que hay que soldar. Sin embargo, este método presenta algunos inconvenientes, tales como por ejemplo, la necesidad de integrar un material metálico a nivel de la interfaz que hay que soldar, la soldadura en un cordón relativamente estrecho, una sensibilidad a la variación de espesor de las piezas elementales que hay que soldar, la necesidad de un control de las tolerancias geométricas, y una posible perturbación provocada por una eventual presencia en la superficie exterior de una protección metálica contra los rayos.

15

20

- La soldadura por resistencia:

Es el método de soldadura dinámica que consiste igualmente en calentar un material metálico, tal como por ejemplo una rejilla metálica, introducido en la interfaz de unión de las piezas elementales que hay que soldar. El calentamiento se obtiene por el paso de una corriente eléctrica. Como en el caso de la soldadura por inducción, este método presenta algunos inconvenientes, tales como por ejemplo, la necesidad de integrar un material metálico a nivel de la interfaz que hay que soldar, el control de las tolerancias geométricas en la interfaz de las piezas elementales que hay que soldar.

25

Las principales técnicas de soldadura dinámica son difíciles de poner en práctica en las zonas en las que la capa exterior presenta variaciones significativas y o brascas de espesor, tales como en el ejemplo de panel ilustrado en la figura 1b.

30

Es igualmente difícil recurrir a las técnicas de soldadura dinámica cuando las alas presentan una anchura variable.

La presente invención pretende poner remedio a los inconvenientes de las piezas autorrigidizadas existentes, especialmente a los inconvenientes de ensamblaje entre las alas y la capa exterior anteriormente enunciados, proponiendo una solución de integración de un rigidizador que presente una sección cerrada hueca a una capa exterior que permita la realización de piezas autorrigidizadas de geometría compleja y que mejore la resistencia mecánica en la interfaz alas/capa exterior que permita beneficiarse de las propiedades del material compuesto termoplástico.

35

La invención propone un procedimiento para la fabricación de una pieza rigidizada realizada de material compuesto que comprenda fibras orgánicas o minerales mantenidas en una matriz orgánica.

La pieza rigidizada comprende una capa exterior formada principalmente de un material compuesto termoplástico y al menos un rigidizador de longitud L grande con respecto a sus dimensiones transversales, anchura l y altura h.

40

El rigidizador considerado comprende dos alas, dos almas, siendo cada alma solidaria a nivel de un primer borde de una ala, y comprende una cabeza que solidariza entre sí las dos almas a nivel de un segundo borde de cada alma, distante del primer borde, determinando las citadas dos almas y la cabeza con la capa exterior un volumen hueco del rigidizador de sección transversal cerrada cuando el rigidizador, en el que la forma general de la sección es denominada en Ω , es solidario de la capa exterior a nivel de las alas.

45

De acuerdo con el procedimiento, a fin de poder ensamblar el rigidizador a la capa exterior en varias etapas, y de sacar el mejor partido de las potenciales ventajas de los materiales compuestos termoplásticos en términos de conformación y de ensamblaje, el procedimiento comprende:

- 50
- una etapa de realización:
 - de un primer elemento del rigidizador, en un material compuesto termoplástico, que comprende una primera ala y una primera alma o al menos una parte de una primera alma,
 - de un segundo elemento del rigidizador, en un material compuesto termoplástico, que comprende una segunda ala y una segunda alma o al menos una parte de una segunda alma,

- de un tercer elemento que comprende la cabeza,
 - una etapa de posicionamiento, en los emplazamientos deseados en una superficie de la capa exterior, de las alas de los primero y segundo elementos,
- 5
- una etapa de solidarización de la capa exterior y de los primero y segundo elementos por co-consolidación del material termoplástico de la citada capa exterior y de las alas de los citados primero y segundo elementos,
 - una etapa de fijación del tercer elemento a los segundos bordes de los primero y segundo elementos a nivel de zonas de unión.
- 10
- Para realizar la etapa de co-consolidación de las alas del rigidizador y de la capa exterior, aplicando las presiones necesarias simultáneamente a la elevación de la temperatura del material compuesto termoconformable y sin correr el riesgo de deformar los elementos de la pieza, se coloca un núcleo en el emplazamiento del volumen hueco del rigidizador, entre los primero y segundo elementos, y se retira el núcleo antes de la etapa de fijación del tercer elemento.
- 15
- Para permitir una extracción fácil del núcleo, en particular si las almas del rigidizador son envolventes en razón de la forma del rigidizador, el núcleo es realizado ventajosamente en al menos dos partes para poder ser extraído en partes por la abertura longitudinal dejada libre entre las almas antes de la colocación del tercer elemento.
- Ventajosamente, el tercer elemento se fija a los segundos bordes de los primero y segundo elementos a nivel de las zonas de unión por un procedimiento de soldadura que permita realizar la solidarización del tercer elemento a las otras partes del rigidizador.
- 20
- Los procedimientos de soldadura consisten ventajosamente, y de manera no limitativa, en un procedimiento de soldadura dinámica tal como el procedimiento de soldadura por ultrasonidos, un procedimiento de soldadura por inducción o un procedimiento de soldadura por resistencia, que estén adaptados a los materiales termoplásticos.
- De manera alternativa, el tercer elemento se fija a los segundos bordes de los primero y segundo elementos a nivel de las zonas de unión por un procedimiento de soldadura por puntos. Este procedimiento consiste en aplicar un procedimiento de soldadura de manera intermitente en una serie de puntos.
- 25
- De manera alternativa o en combinación con otro procedimiento de ensamblaje, el tercer elemento se fija a los segundos bordes de los primero y segundo elementos a nivel de las zonas de unión por remachado. Es así posible realizar el tercer elemento en un material que no presente necesariamente características termoplásticas o cuya resina no sea obligatoriamente compatible con la de los otros elementos.
- 30
- Además, es posible realizar reparaciones de un despegue local, por ejemplo de una soldadura, por un procedimiento diferente, por ejemplo de un remachado o de una soldadura por puntos, disponible y más práctico de realizar en la pieza cuando ésta está en funcionamiento por ejemplo en un avión.
- La invención concierne igualmente a un panel rigidizado para el cual el procedimiento de la invención se considera particularmente ventajoso.
- 35
- El panel rigidizado de la invención es principalmente de material compuesto que comprende fibras orgánicas o minerales contenidas en una matriz orgánica.
- Éste comprende una capa exterior formada principalmente de un material compuesto termoplástico y al menos un rigidizador de longitud L grande con respecto a sus dimensiones transversales, anchura l y altura h, determinado el rigidizador con la capa exterior un volumen hueco de sección transversal cerrada.
- 40
- En el panel de la invención, el rigidizador comprende tres elementos ensamblados entre sí:
- un primer elemento de material compuesto termoplástico que comprende una primera ala, solidaria de la capa exterior, y una primera alma, o de una parte de una primera alma, solidaria de la primera ala a lo largo de un primer borde de la citada primera alma,
 - un segundo elemento de material compuesto termoplástico que comprende una segunda ala, solidaria de la capa exterior, y una segunda alma, o de una parte de una segunda alma, solidaria de la segunda ala a lo largo de un primer borde de la citada segunda alma,
 - un tercer elemento que comprende una cabeza, añadida a un segundo borde de cada alma, o de cada parte de alma, opuesto al primer borde, de la citadas primera y segunda almas, o partes de almas, a nivel de una zona de unión.
- 45

Para asegurar una unión óptima del rigidizador con la capa exterior a nivel de las alas, unión fuertemente cargada, las primera y segunda alas de material compuesto termoplástico son co-consolidadas con la capa exterior de material compuesto termoplástico.

5 Ventajosamente, las eventuales variaciones de geometría de las zonas de unión, por una parte, entre el primer elemento y el tercer elemento del rigidizador y, por otra, entre el segundo elemento y el tercer elemento del rigidizador, son compatibles con un procedimiento de ensamblaje entre sí de los citados elementos por soldadura menos traumatizante para la pieza a fin de permitir la puesta en práctica de tal procedimiento de soldadura en una zona menos cargada que la unión de las alas con la capa exterior.

10 De acuerdo con las limitaciones de fijación del tercer elemento, en particular de la dimensión de la superficie de contacto en la zona de unión, una zona de unión está determinada:

- por una superficie de contacto entre una extremidad, o una extensión terminal, de un alma y de los rebordes longitudinales de la cabeza;
- por una superficie de contacto entre una extremidad o una extensión terminal de una parte de alma de los primero y o segundo elementos y una parte de alma o una extensión de una parte de alma.

15 Para ensamblar fácilmente entre sí los elementos del rigidizador por procedimientos de termosoldadura, ventajosamente el tercer elemento se realiza igualmente en un material compuesto termoplástico.

En una forma particular de realización que permite realizar sin elementos añadidos la realización separada del tercer elemento, el tercer elemento está provisto de medios de anclaje para la fijación de elementos exteriores al panel tales como por ejemplo tuberías, arneses eléctricos o soportes para tales equipos.

20 En otra forma particular de realización de la invención, cuando el rigidizador es de sección cerrada en Ω , se fijan al rigidizador soportes específicos complementarios de la forma del rigidizador, de modo más específico de la cabeza del rigidizador, sin necesitar perforación del citado rigidizador o de pegado de los soportes específicos al citado rigidizador, permitiendo los citados soportes la fijación de elementos exteriores al panel rigidizado tales como tuberías, arneses eléctricos o soportes para tales equipos.

25 La descripción detallada de la invención se hace refiriéndose a las figuras, que representan:

Figura 1a, ya citada, una vista esquemática en perspectiva de un panel rigidizado,

Figura 1b, una ampliación de la figura 1a en una zona de variación de espesor de la capa exterior,

Figuras 2a a 2r, diferentes ejemplos de rigidizadores de acuerdo con la invención que ilustran formas diferentes de realización,

30 Figura 3, una vista en perspectiva del rigidizador de la figura 2r,

Figura 4, una vista en perspectiva de un rigidizador que comprende medios complementarios de anclaje de sistema,

Figura 5, una vista esquemática en perspectiva de un panel rigidizado con rigidizadores que comprenden alas de anchura variable,

Figuras 6a a 6h, una ilustración de las diferentes etapas del procedimiento de acuerdo con la invención.

35 Un panel rigidizado 1 de material compuesto de acuerdo con la invención, como está ilustrado en la figura 1a, comprende una capa exterior 2 y rigidizadores 3 en una de sus caras 21 de la capa exterior 2.

Tal panel rigidizado puede comprender otros elementos de estructura, no específicos de la invención, o accesorios, tales como aberturas, refuerzos locales, insertos ..., que no están representados para no recargar los dibujos.

40 Llegado el caso, un panel de este tipo comprende igualmente rigidizadores en una cara opuesta a la cara 21, solución no representada.

Un rigidizador 3 es un elemento de estructura de forma alargada, es decir que presenta una dimensión característica, la longitud L, grande con respecto a las otras dimensiones de una sección, la anchura l y la altura h. De manera general, la anchura l y la altura h son diferentes según la posición de la sección considerada en la longitud y el rigidizador tiene una forma más o menos compleja en la longitud (curvaturas, varillajes, variación de altura) en función de la forma deseada del panel y de características buscadas. El rigidizador 3 considerado en el marco de la invención presenta una sección transversal cerrada, cuando éste es solidario del panel 2, que forma un volumen hueco.

45 A título de ejemplo no limitativo, la figura 1a ilustra un panel cuyos rigidizadores en forma de omega presentan una sección transversal cerrada.

El ejemplo de realización se describe de manera detallada en su aplicación al caso de un panel de curvatura simple. Esta elección no es limitativa de la invención y se aplica igualmente a otras formas de paneles rigidizados, tales como paneles rigidizados por marcos u otras estructuras que una vez realizadas presentan al menos una cavidad 4.

5 Los materiales compuestos a los cuales se dirige la invención son materiales que comprenden, al menos durante una etapa de ensamblaje de los rigidizadores con la capa exterior, propiedades termoplásticas que comprenden fibras, tales como por ejemplo fibras de vidrio, de aramida o de carbono, aprisionadas en una matriz orgánica, tal como por ejemplo una resina de poliéter éter cetona (PEEK) o una resina de polisulfuro de fenileno (PPS).

10 Por propiedad termoplástica se entiende una matriz que toma un estado plástico cuando su temperatura es llevada a un valor denominado de conformación plástica y que presenta un estado sólido cuando la temperatura es disminuida a un valor correspondiente a una temperatura de puesta en práctica de la pieza.

15 Para identificar bien el interés de la invención, conviene señalar que las piezas consideradas son realizadas generalmente a partir de materiales compuestos denominados termoplásticos que se presentan en forma de placas planas de espesor sensiblemente constante y que se forman en caliente para tomar la forma deseada, por ejemplo en moldes. Los espesores deseados, generalmente función del emplazamiento considerado en la pieza, son obtenidos, en caliente y bajo presión, por apilamientos de las placas previamente recortadas a fin de realizar la cohesión estructural de las placas por una operación denominada de co-consolidación en el transcurso de la cual la resina de la matriz de las placas apiladas es mezclada en la interfaz entre las placas y los diferentes planos de fibras son aproximados para obtener una buena salud del material.

20 La invención se describe en detalle para un rigidizador de un panel, pero la invención es aplicable a un panel que comprenda un número cualquiera de rigidizadores.

25 De manera conocida, un rigidizador de sección cerrada, tal como un rigidizador de sección en omega de la figura 2a, comprende una primera 311 y una segunda 321 alas solidarias de la capa exterior 2 a nivel de una cara 21 de la citada capa exterior, una primera 312 y una segunda 322 almas solidarias de las alas respectivamente 311, 321, y una cabeza 331 solidaria de las almas de modo que la capa exterior 2, las almas 312, 322 y la cabeza 331 forman una sección cerrada, generalmente, pero no necesariamente, sensiblemente simétrica con respecto a un eje del rigidizador sensiblemente perpendicular a la capa exterior.

Según una forma conocida, tal rigidizador está formado en una sola pieza, por ejemplo por conformación en caliente, deformando plásticamente una pieza de partida de un material compuesto termoplástico para obtener un rigidizador.

30 Al contrario, de acuerdo con la invención, como está ilustrado en las figuras 2a a 2r y 3, el rigidizador 3 comprende tres elementos ensamblados entre sí:

- un primer elemento 31 solidario de la capa exterior, que comprende al menos la primera ala 311;
- un segundo elemento 32 solidario de la capa exterior que comprende al menos la segunda ala 321;
- un tercer elemento 33 solidario del primero 31 y del segundo 32 elementos, comprendiendo el citado tercer elemento al menos una cabeza 331.

35 Los primero y segundo elementos 31, 32 del rigidizador están realizados en un material compuesto termoplástico cuya matriz sea compatible con la del material compuesto de la capa exterior 2.

Las alas 311, 321 son co-consolidadas con la capa exterior 2 lo que se caracteriza a nivel de la unión ala-capa exterior por una co-fusión de la resina termoplástica a nivel de la interfaz entre las alas y la capa exterior.

40 La solidarización de las alas con la capa exterior por co-consolidación es realizable sin dificultad incluso cuando las alas presenten una anchura variable, como está ilustrado en la figura 5.

El tercer elemento 33 se realiza preferentemente en un material compuesto termoplástico de la misma naturaleza que el material de los primero y segundo elementos 31, 32. Esta elección permite garantizar la compatibilidad del material entre los diferentes elementos.

Sin embargo, esta elección no viene impuesta.

45 El tercer elemento 33 es solidario de los primero 31 y segundo 32 elementos por ensamblaje. El ensamblaje puede ser obtenido por ejemplo por remachado, por pegado, por soldadura estática o dinámica, o por combinación de técnicas de ensamblaje compatibles con los materiales puestas en práctica para realizar los diferentes elementos ensamblados, tal como por ejemplo la soldadura y el remachado.

50 De acuerdo con un primer modo de realización, como está ilustrado en las figuras 2a a 2h, el primer elemento 31 comprende la primera ala 311 y la primera alma 312 inclinada con respecto a un plano local del ala y solidaria, a lo largo de un primer borde 313, de la primera ala 311. El segundo elemento 32 comprende la segunda ala 321, la

segunda alma 322 inclinada con respecto al plano de la segunda ala 321 y solidaria, a lo largo de un primer borde 323, de la segunda ala 321.

5 De acuerdo con este primer modo, la cabeza 331 se añade a segundos bordes 314, 324, opuestos a los primeros bordes, respectivamente 313, 323, de las almas 312, 322, determinando una zona de unión entre la cabeza y las almas. La cabeza 331 queda así mantenida a una distancia sensiblemente constante de la cara 21 de la capa exterior 2.

10 En un primer ejemplo de realización de este primer modo, ilustrado en las figuras 2a, 2b y 2c, la cabeza 331 es sensiblemente plana y está añadida a superficies de contacto 315, 325 de las zonas de unión, de los segundos bordes 314, 324 formados por las extensiones de las almas 312, 322. La zona de unión presenta así un espesor correspondiente al espesor acumulado del alma y de la cabeza, que se extiende hacia el exterior del rigidizador 3, y que participa ventajosamente en aumentar la inercia del rigidizador.

Las superficies de contacto 315, 325 presentan, cada una, una anchura suficiente para permitir el ensamblaje de los elementos entre sí con la resistencia estructural deseada y por el procedimiento puesto en práctica.

15 Ventajosamente, la anchura de las citadas superficies de contacto puede ser adaptada fácilmente, en particular en función del tipo de ensamblaje puesto en práctica, eligiendo la dimensión según la anchura del rigidizador de las extensiones de las almas.

Ventajosamente, las superficies de contacto presentan evoluciones de sus formas y en particular de sus curvaturas locales, en particular según el sentido longitudinal del rigidizador, compatibles con la técnica de ensamblaje que debe ser puesta en práctica para fijar la cabeza 331 al primero y segundo elementos 31, 32.

20 Llegado el caso, esta curvatura local es diferente, porque ésta presente radios de curvatura siempre suficientemente grandes para responder a las exigencias de la técnica de ensamblaje puesta en práctica, de las curvaturas locales de las alas que pueden ser de radios de curvatura localmente pequeños, véanse en peldaños de escalera, para seguir las variaciones de la superficie 21 de la capa exterior 2.

25 En este primer ejemplo de realización, las superficies de contacto 315, 325 están en un plano local de la cabeza 331 sensiblemente paralelo a la cara 21 de la capa exterior a la cual está ensamblado el rigidizador, como está ilustrado en las figuras 2a, 2b y 2c. El rigidizador 3 presenta una sección en forma de Ω .

30 Sin embargo, la forma característica presentada en la figura 2a es susceptible de variaciones en función del ángulo con el cual cada alma esté inclinada con respecto a la superficie de la cara exterior 2. La figura 2o ilustra un ejemplo en el cual las almas son sensiblemente perpendiculares localmente a la capa exterior y la figura 2p presenta un ejemplo en el que las almas se separaran una de la otra cuando se alejan de la capa exterior. En ciertas circunstancias, tales situaciones pueden permitir extracciones de núcleos de moldeo simples como se comprenderá en la descripción del procedimiento.

35 En variantes de este primer ejemplo, la forma de la cabeza 331 está adaptada para facilitar un posicionamiento preciso de la cabeza sobre las superficies de contacto 315, 325. Por ejemplo, se realiza un rebaje en cada borde de la cabeza en el emplazamiento de las citadas superficies de contacto como está ilustrado en la figura 2b o se realizan bordes caídos en la cabeza como está ilustrado en la figura 2c.

En un ejemplo particular, la cabeza 331 y las almas 312, 322 presentan una geometría sensiblemente constante y la capa exterior 2 presenta una geometría variable ligada a las variaciones de espesor de la capa exterior, tales como la presencia de escalones.

40 Así, la geometría sensiblemente constante de la cabeza y de las almas permite ventajosamente asegurar una calidad de ensamblaje homogénea en toda la zona de unión.

En otro ejemplo de realización próximo, ilustrado en las figuras 2d a 2f, las superficies de contacto 315, 325 no están en un plano local sensiblemente paralelo a la cara 21 de la capa exterior y se alejan sensiblemente de este plano local.

45 En la variante de la figura 2d, las superficies de contacto 315, 325 están en un plano local de su respectiva alma 312, 322.

En otra variante de realización, las superficies de contacto 315, 325 están en un plano local intermedio entre el determinado por la cabeza 331, por una parte, y por las respectivas almas 312, 322, por otra, como está ilustrado en la figura 2e.

50 La variante presentada en la figura 2f está muy próxima a la variante de la figura 2e, estando reducidas sensiblemente las anchuras de las superficies de contacto 315, 325 a una superficie de una sección lateral de la cabeza 331, lo que es posible cuando el espesor del tercer elemento 33 permite obtener una superficie de contacto suficiente para asegurar el ensamblaje de acuerdo con el procedimiento elegido.

- En un tercer ejemplo de realizaciones, la cabeza 331 está añadida a las extremidades 316, 326 de los segundos bordes, formando todas o parte de las superficies de contacto de una zona de unión, respectivamente 314, 324, de las almas, respectivamente 321, 322.
- 5 En una forma de realización, la cabeza 331 comprende ranuras 337 adaptadas para recibir, cada una, a una extremidad 316, 326 de un alma, respectivamente 321, 322, como ilustra la figura 2g.
- En una variante de realización de acuerdo con este ejemplo, las ranuras 337 están situadas en la cabeza 331 a nivel de los bordes de la citada cabeza, formando así escalones adaptados para recibir, cada uno, a una extremidad 316, 326 de alma, como está ilustrado en la figura 2h.
- 10 Preferentemente, el rigidizador presenta una simetría con respecto a un plano longitudinal, como está ilustrado en los ejemplos de las figuras 2a a 2h, pero el rigidizador puede igualmente presentar una estructura disimétrica, como está ilustrado en la figura 2i.
- En este ejemplo. La cabeza 331 presenta un borde caído 332 en un solo borde de modo que su posicionamiento durante el ensamblaje se realiza de manera precisa contra el alma situada en el lado del citado borde caído sin crear tensión con respecto al otro alma del rigidizador 3.
- 15 De acuerdo con un segundo modo de realización, como está ilustrado en las figuras j a n, el primer elemento 31 comprende la primera ala 311 y una parte 312a de una primera alma inclinada con respecto al plano del ala y solidaria, a lo largo de un primer borde 313, de la primera ala 311. El segundo elemento 32 comprende la segunda ala 321 y una parte 322a de una segunda alma inclinada con respecto al plano de la citada segunda ala y solidaria, a lo largo de un primer borde 323, de la segunda ala 321. El tercer elemento 33 comprende una cabeza 331 solidaria, a nivel de dos bordes longitudinales 338, 339, de partes laterales 333, 334 del tercer elemento 33, siendo las citadas partes laterales solidarias de la cabeza 331 y formando una parte de las almas complementarias de las partes de alma solidarias de las alas.
- 20 Las partes laterales 333, 334 del tercer elemento 33 son solidarios de las partes de almas, respectivamente 312a y 322a, solidarias de las alas, a nivel de las zonas de unión de alma respectivamente 315a, 325a.
- 25 La cabeza 331a es así mantenida a distancia de la cara 21 de la capa exterior 2.
- En un ejemplo de realización de este segundo modo, el tercer elemento 33 es añadido a nivel de una superficie de contacto 315a, 325a sensiblemente en el plano local de las partes de almas 312a, 322a.
- 30 En la variante de la figura 2j, las superficies de contacto 315a, 325a están localizadas próximas a la cabeza 331 lo que presenta la ventaja de aumentar la inercia del rigidizador al aumentar la cantidad de material en el lado de la cabeza.
- En la variante de la figura 2k, las superficies de contacto 315a, 325a están localizadas próximas a las alas 311, 321 lo que presenta la ventaja de localizar la zona de ensamblaje del tercer elemento a los primero y segundo elementos en la proximidad de la capa exterior permitiendo simplificar los citados primero y segundo elementos.
- 35 Las figuras 2l y 2m presentan variantes en las cuales están realizados escalones, véase la figura 2l, o rebajes, véase la figura 2m, a nivel de las superficies de contacto de modo que la superficie exterior del rigidizador 3 no presenta forma prominente sobre las almas.
- En la variante de la figura 2n, cada superficie de contacto 315a, 325a está inclinada con respecto al plano local de las respectivas almas por formas adaptadas de extremidades libres de las partes de almas 312a, 322a solidarias de las alas y de las partes laterales 333, 334, del tercer elemento.
- 40 Preferentemente, el rigidizador presenta una simetría con respecto a un plano longitudinal sensiblemente perpendicular localmente a la capa exterior 2, como ilustran las figuras, pero el rigidizador puede igualmente presentar una disimetría, resultante por ejemplo de una combinación de diferentes variantes según el alma considerada.
- 45 En estas diferentes variantes de realización, la superficie de contacto 315a, 325a es determinada durante el diseño del rigidizador para presentar dimensiones suficientes para permitir la fijación de los elementos entre sí.
- La realización del tercer elemento separadamente a otros elementos del rigidizador presenta entre otras la ventaja de permitir la integración de funciones complementarias en el rigidizador.
- 50 Las figuras 2q, 2r y 3, ilustran ejemplos de rigidizadores en los cuales la cabeza presenta una forma compleja, por ejemplo en T o en L, para facilitar la instalación y el anclaje de sistemas, tales como por ejemplo cordones de cables eléctricos o estructuras secundarias.
- Medios de anclaje 5 son solidarios, por ejemplo a nivel de un borde longitudinal o en el plano de simetría longitudinal, de la cabeza.

Tales medios de anclaje consisten por ejemplo en lengüetas preferentemente provistas de agujero de fijación como está ilustrado en la figura 3.

5 En una forma particular, cuando el rigidizador es de sección cerrada, como ilustran las figuras 2a a 2c, la presencia de bordes salientes en los lados de la cabeza permite fijar soportes específicos 51, complementarios de la forma de la cabeza, tales como los ilustrados en la figura 4, sin necesitar perforación o pegado.

El panel rigidizado de la invención es susceptible de variantes al alcance del especialista en la materia en particular para integrar requisitos propios del diseño.

10 Por ejemplo, el tercer elemento 33 presenta un espesor sensiblemente igual al espesor de los primero 31 y segundo 32 elementos, lo que permite considerar la producción de estos elementos por recorte de piezas de partida en placas planas en forma de panoplias.

Por ejemplo, el tercer elemento 33 presenta un espesor diferente, preferentemente superior, del espesor del primero y segundo elementos, lo que es más complejo de realizar en rigidizadores omega realizados en un solo elemento, a fin de aumentar ciertas características mecánicas de estos.

15 Por ejemplo, el tercer elemento 33 está formado de un material compuesto diferente, especialmente en lo que concierne a las fibras del citado material, del material compuesto de los primero 31 y segundo 32 elementos.

Ventajosamente, en condiciones normales de carga, las uniones entre el tercer elemento y los primero y segundo elementos están menos solicitadas mecánicamente que las uniones capa exterior / primero y segundo elementos, lo que permite simplificar la fijación entre el citado tercer elemento y los citados primero y segundo elementos.

20 Ventajosamente, el rigidizador de acuerdo con la invención presenta una mejor tolerancia a los daños. En efecto, un impacto mecánico sobre el tercer elemento crearía un deslaminado, un despegue entre capas de fibras en el seno del material, localizado a nivel de este elemento. Debido a la realización del rigidizador en tres partes, se disminuye considerablemente el riesgo de propagación del deslaminado a los primero y segundo elementos. Además, en la eventualidad de un despegue del tercer elemento con respecto a los primero y segundo elementos vinculado al impacto, pueden considerarse soluciones de reparaciones tales como por ejemplo el reemplazamiento del tercer elemento y una nueva soldadura, y o un remachado ...

25 La presente invención no se limita a los ejemplos de rigidizadores de sección cerrada descritos anteriormente a título de ejemplos no limitativos. El especialista en la materia está en condiciones de adaptar la forma del citado rigidizador a formas no descritas.

30 La invención concierne igualmente a un procedimiento para realizar un panel rigidizado tal como uno de los paneles ilustrados en las figuras 1 a 5.

Se hace una descripción del procedimiento, véanse las figuras 6a a 6h, en aplicación de la realización de un panel rigidizado semejante al panel rigidizado de la figura 1a, siendo ilustrados los detalles del procedimiento para un rigidizador que tiene una sección similar a la del rigidizador de la figura 2a.

35 De acuerdo con una primera etapa del procedimiento, se realizan separadamente los tres elementos 31, 32, 33 del rigidizador.

Esta primera etapa pone en práctica métodos y procedimientos tradicionales para realizar piezas elementales, conocidos por el especialista en la materia.

40 Se preparan, por ejemplo, piezas de partida 131, 132, 133, es decir elementos planos, por ejemplo recortados en placas de material compuesto termoplástico de espesor deseado teniendo en cuenta que debe respetarse la orientación de las fibras, véase la figura 6a.

A continuación, se conforman las piezas de partida 131, 132, 133, ventajosamente por conformación en caliente, véase la figura 6b, para ser llevadas a la forma deseada para cada elemento 31, 32, 33 del rigidizador.

45 Por ejemplo, cada pieza 131, 132, 133 es puesta en forma por termoconformado, por ejemplo en una máquina de tipo prensa calefactora equipada con un punzón y una matriz, o un punzón y una vejiga. Las técnicas de puesta en forma por termoconformado de piezas de material compuesto de materia termoplástica son en sí conocidas y por tanto no se describen.

50 En el transcurso de esta operación de conformado, ventajosamente los elementos son sometidos a esfuerzos de compresión para realizar una operación de consolidación. Esta operación de consolidación permite reducir las porosidades en el interior del material termoplástico y mejora la unión entre los diferentes pliegues que le constituyen.

Al final de esta operación de conformado y de consolidación, los elementos 31, 32, 33 son enfriados a la temperatura ambiente a la cual estos conservan las formas adquiridas durante el conformado.

- 5 En una variante de puesta en práctica del procedimiento, las piezas de partida se preparan por medio de fibras preimpregnadas de resina termoendurecible, por ejemplo por recorte en un panel formado por un apilamiento de pliegues de fibras preimpregnadas, que son sometidos a una cocción parcial, es decir a una cocción interrumpida antes de la polimerización completa de la resina, que confiere al material intermedio obtenido características termoplásticas.
- Los primero y segundo elementos 31, 32 son realizados de modo que presenten a nivel de sus alas 311, 321 una superficie de apoyo sobre la capa exterior 2 correspondiente sensiblemente al perfil de la cara 21 de la capa exterior a la cual las alas están destinadas a ser fijadas.
- 10 El orden de puesta en práctica de la fase de consolidación y la de conformación no viene impuesto y, de acuerdo con el procedimiento, pueden ser realizadas en el orden inverso al orden descrito o realizadas simultáneamente sin modificar los resultados de las citadas fases.
- Al final de esta primera etapa, cada uno de los diferentes elementos estructurales destinados a formar el rigidizador está disponible en la forma y las dimensiones deseadas.
- 15 En una segunda etapa, se colocan la capa exterior 2 y los primero y segundo elementos 31, 32 uno con respecto a otro en la posición deseada para el panel rigidizado.
- En una primera fase de esta segunda etapa, como está ilustrado en la figura 6c, se colocan individualmente los primero 31 y segundo 32 elementos en el interior de un molde 8 de modo que queden mantenidos de modo preciso en la posición deseada.
- 20 Por ejemplo, se sitúan separadamente los primero y segundo elementos 31, 32 sobre utillajes específicos 7 de modo que se tengan en cuenta las formas particulares de los primero y segundo elementos realizados en la etapa precedente y se colocan los citados primero y segundo elementos con sus utillajes específicos en el interior del molde 8 en el cual se encuentran ajustados en posición. Los utillajes comprenden una superficie de apoyo que presenta una forma complementaria de la forma de los primero y segundo elementos.
- 25 Se coloca un núcleo 71, que reproduce la forma de la cavidad 4 del rigidizador con sus variaciones de forma y de sección, entre las almas de los primero y segundo elementos 31, 32. El núcleo 71 debe ser suficientemente rígido para resistir las manipulaciones y tensiones mecánicas y térmicas durante la etapa posterior de consolidación.
- El núcleo puede ser realizado en material metálico o estar constituido de materiales diferentes, que permitan satisfacer exigencias térmicas y mecánicas similares.
- 30 El núcleo 71 se realiza de modo que pueda ser extraído por la abertura disponible a nivel de la cabeza 33, después de la etapa de consolidación y antes de que sea fijada la cabeza.
- El núcleo es, por ejemplo, en particular para el perfil del rigidizador de la ilustración, un núcleo de cuña realizado al menos en dos partes. En el ejemplo de la figura 6c, el núcleo está realizado en tres partes 71a, 71b.
- 35 El núcleo asegura dos funciones en la etapa posterior de consolidación del panel. Por una parte, éste permite aplicar una presión sobre las almas del rigidizador sin deformarlas, incluso a la temperatura de conformación y de co-consolidación y, por otra, éste forma una superficie de apoyo en el lado de las alas del rigidizador en continuidad con las citadas alas para servir de soporte, a nivel de la cavidad, a la capa exterior posteriormente depositada para formar el panel.
- 40 En una segunda fase de esta segunda etapa, como está ilustrado en la figura 6d, se coloca la capa exterior sobre el molde 8 recubriendo los utillajes 7, 71 que aseguran el posicionamiento de los elementos del rigidizador de modo que recubra las alas en los emplazamientos deseados en la capa exterior.
- Tal operación de colocación de la capa exterior es en sí conocida por el especialista en la materia.
- La capa exterior es realizada, por ejemplo, por un ensamblaje de placas de un material compuesto termoplástico a fin de realizar una capa exterior que tenga los espesores deseados de la capa exterior del panel. Ventajosamente, las placas son fijadas entre sí por una operación de co-consolidación parcial.
- 45 En una tercera etapa del procedimiento, se someten a la capa exterior 2 y a los primero y segundo elementos 31, 32 a una operación de co-consolidación.
- 50 Esta operación de co-consolidación se caracteriza por la aplicación de una presión sobre la capa exterior y sobre los primero y segundo elementos simultáneamente a un calentamiento a una temperatura a la cual la resina esté parcialmente en fusión, a fin de permitir la fusión entre los pliegues. La presión es aplicada por ejemplo a la superficie de la capa exterior opuesta al molde 8 por intermedio de un contramolde (no representado). Después del enfriamiento, se endurece la matriz del material compuesto termoplástico y se fijan entre sí la capa exterior y los elementos a nivel de sus superficies en contacto durante la operación de co-consolidación.

En una cuarta etapa del procedimiento, se desmoldean la capa exterior 2 y los primero y segundo elementos 31, 32.

Se retiran el molde 8 y los utillajes exteriores 7 necesarios para la consolidación de la estructura del panel parcialmente realizado, como ilustra la figura 6e.

5 Se extrae el núcleo 71 prisionero de la cavidad entre los primero y segundo elementos, en el caso ilustrado desmontando en primer lugar la cuña 71a que libera a las otras partes 71b del núcleo, por la abertura todavía presente en el emplazamiento del tercer elemento no ensamblado todavía, como ilustra la figura 6f.

En una quinta etapa del procedimiento, se fija el tercer elemento 33 a los primero y segundo elementos 31, 32.

10 En una primera fase, véase la figura 6g, de esta quinta etapa, se sitúa el tercer elemento 33 sobre los bordes de los primero y segundo elementos 31, 32 opuestos a la capa exterior para encontrarse en contacto con los citados primero y segundo elementos a nivel de la zonas de unión 315, 325 y permitir su fijación.

En una segunda fase, véase la figura 6h, de esta quinta etapa, se fija el tercer elemento 33.

En un ejemplo de puesta en práctica de esta segunda fase, se remacha el tercer elemento a nivel de la zona de unión.

15 En otro ejemplo preferido de puesta en práctica, el tercer elemento 33 es soldado, ventajosamente por un procedimiento de soldadura dinámica tal como por ejemplo la soldadura por ultrasonidos, la soldadura por inducción o la soldadura por resistencia que permita solidarizar los elementos sin elevación general de la temperatura de los elementos, elevación general de temperatura que podría provocar deformaciones del rigidizador, y sin ejercer presión elevada, igualmente fuente de deformación.

20 El procedimiento de acuerdo con la invención permite realizar una pieza de material compuesto termoplástico que comprende rigidizadores de sección cerrada hueca.

25 El procedimiento de acuerdo con la invención permite crear uniones capa exterior/ alas co-consolidadas utilizando al máximo las ventajas de los materiales compuestos termoplásticos, uniones que son firmemente solicitadas mecánicamente, y añadir a nivel de las uniones cabeza/almas, que son menos solicitadas que las uniones capa exterior/ alas y más fácilmente accesibles, la utilización de procedimientos de fijación que garanticen una resistencia estructural suficiente sin tener las limitaciones de los procedimientos de co-consolidación.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento de fabricación de una pieza rigidizada (1), de material compuesto que comprende fibras orgánicas o minerales en una matriz orgánica, que comprende una capa exterior (2) formada principalmente por un material compuesto termoplástico y al menos un rigidizador (3) de longitud L grande con respecto a dimensiones transversales, anchura l y altura h, del citado rigidizador, comprendiendo el citado al menos un rigidizador dos alas (311, 321), dos almas (312, 322), siendo cada alma solidaria a nivel de un primer borde (313, 323) de una ala, y que comprende una cabeza (331) que solidariza entre sí las dos almas a nivel de un segundo borde (314, 324) de cada alma, distante del citado primer borde, determinando la citadas dos almas y la cabeza con la capa exterior un volumen hueco del rigidizador de sección transversal cerrada cuando el rigidizador es solidario de la capa exterior a nivel de las alas, caracterizado porque el procedimiento comprende:
- 10 - una etapa de realización:
- 15 - de un primer elemento (31) del rigidizador, en un material compuesto termoplástico, que comprende una primera ala (311) y una primera alma (312) o al menos una parte (312a) de una primera alma,
- 15 - de un segundo elemento (32) del rigidizador, en un material compuesto termoplástico, que comprende una segunda ala (321) y una segunda alma (322) o al menos una parte (322a) de una segunda alma,
- 20 - de un tercer elemento (33) que comprende la cabeza (331),
- 20 - una etapa de posicionamiento en los emplazamientos deseados en una superficie de la capa exterior (2) de las alas (311, 321) de los primero y segundo elementos (31, 32),
- 20 - una etapa de posicionamiento de un núcleo (71) en el emplazamiento del volumen hueco del rigidizador, entre los primero (31) y segundo (32) elementos, siendo el citado núcleo, llegado el caso, al menos en dos partes,
- 25 - una etapa de solidarización de la capa exterior (2) y de los primero y segundo elementos (31, 32) por co-consolidación del material termoplástico de la citada capa exterior y de las alas (311, 321) de los citados primero y segundo elementos,
- 25 - una etapa de retirada del núcleo (71),
- 25 - una etapa de fijación del tercer elemento (33) a los segundo bordes (314, 324) de los primero (31) y segundo (32) elementos a nivel de la zonas de unión (315, 325).
- 30 2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual un núcleo (71) está formado por dos o varias partes (71a, 71b) que permiten retirar sucesivamente cada parte del volumen hueco del rigidizador por una abertura longitudinal del citado volumen hueco que debe ser cerrada por la fijación del tercer elemento (33).
- 35 3. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en el cual el tercer elemento se fija a los segundos bordes (314, 324) de los primero (31) y segundo (32) elementos a nivel de las zonas de unión por un procedimiento de soldadura dinámica.
- 40 4. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, en el cual el procedimiento de soldadura es un procedimiento de soldadura dinámica.
- 40 5. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, en el cual el procedimiento de soldadura dinámica es un procedimiento de soldadura por ultrasonidos o un procedimiento de soldadura por inducción o un procedimiento de soldadura por resistencia.
- 45 6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en el cual el tercer elemento se fija a los segundos bordes (314, 324) de los primero (31) y segundo (32) elementos a nivel de las zonas de unión por remachado.
- 45 7. Panel rigidizado (1) de material compuesto que comprende una capa exterior (2) constituida de un material compuesto termoplástico y que comprende un rigidizador (3) de longitud L grande con respecto a las dimensiones transversales de anchura l y de altura h, del citado rigidizador, determinado el citado rigidizador con la capa exterior un volumen hueco de sección transversal cerrada, caracterizado porque el citado rigidizador comprende:
- 50 - un primer elemento (31) de material compuesto termoplástico que comprende una primera ala (311), en contacto con la capa exterior (2), y una primera alma (312),
- 50 - un segundo elemento (32) de material compuesto termoplástico que comprende una segunda ala (321), en contacto con la capa exterior (2), y una segunda alma (322),

- un tercer elemento (33) que comprende una cabeza (331),

comprendiendo cada alma (312, 322) de los primero (31) y segundo (32) elementos un borde, denominado segundo borde (314, 324), en contacto con el tercer elemento (33) y que se extiende hacia un exterior del rigidizador.

5 8. Panel rigidizado de acuerdo con la reivindicación 7, en el cual el tercer elemento (33) está constituido de un material compuesto termoplástico.

9. Panel rigidizado de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 u 8, en el cual el tercer elemento (33) presenta una forma en L para la fijación de elementos exteriores al citado panel

10. Panel rigidizado de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 u 8, en el cual el tercer elemento (33) presenta una forma en T para la fijación de elementos exteriores al citado panel.

10

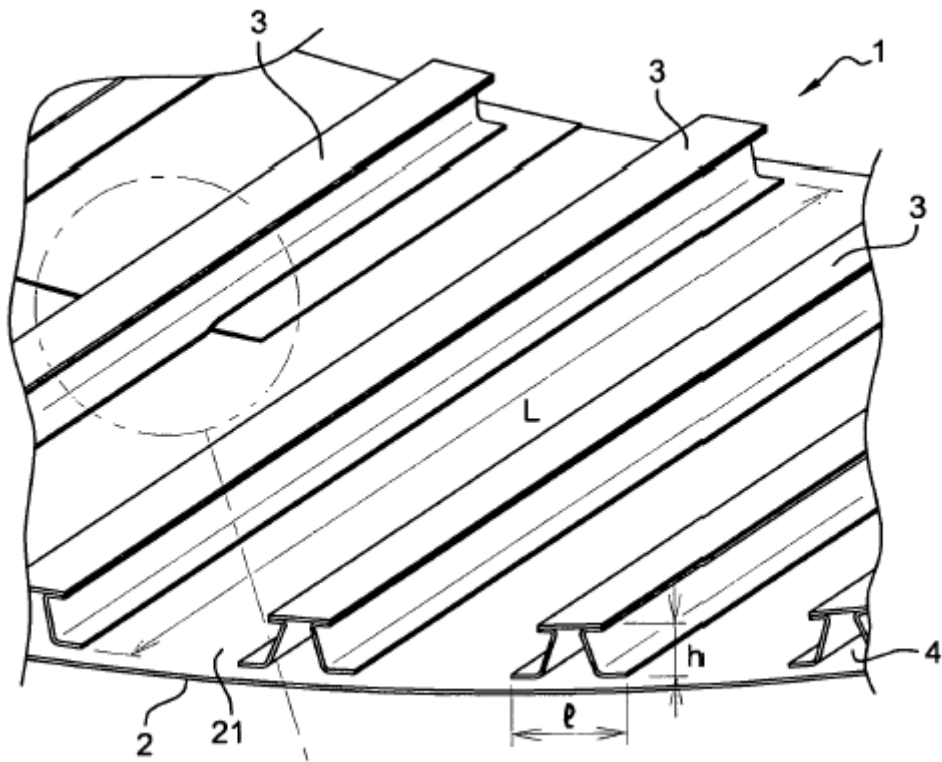


Fig. 1a

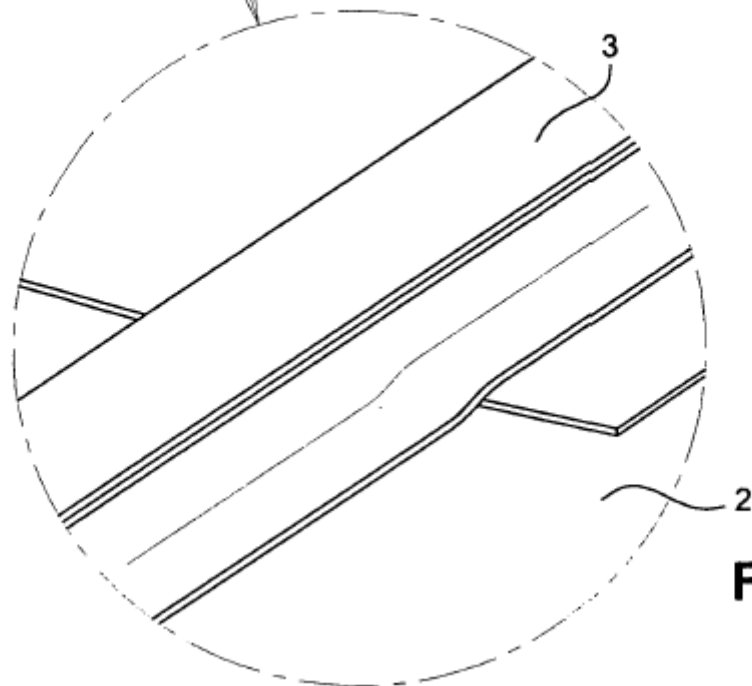


Fig. 1b

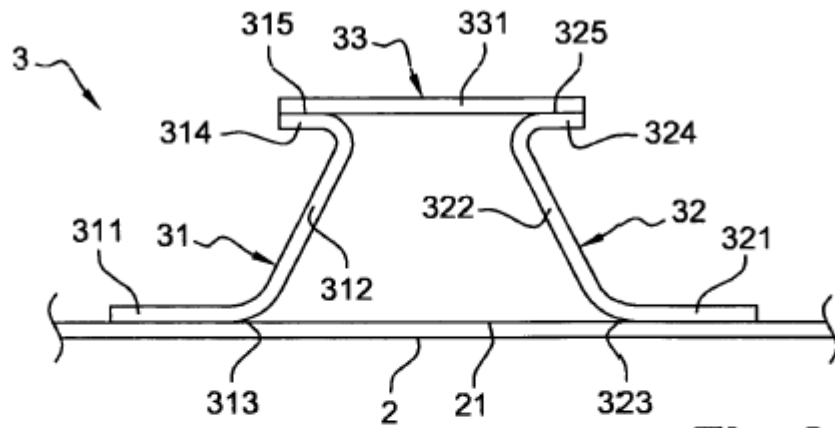


Fig. 2a

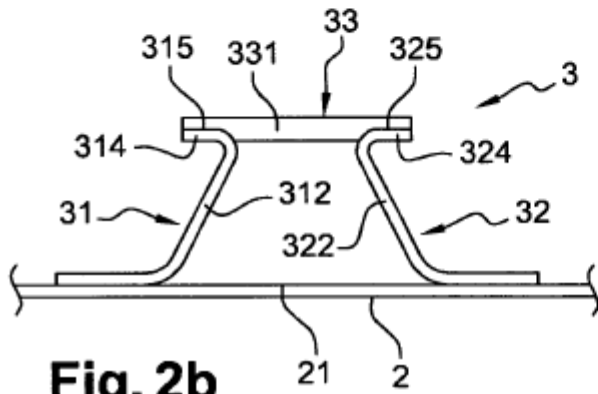


Fig. 2b

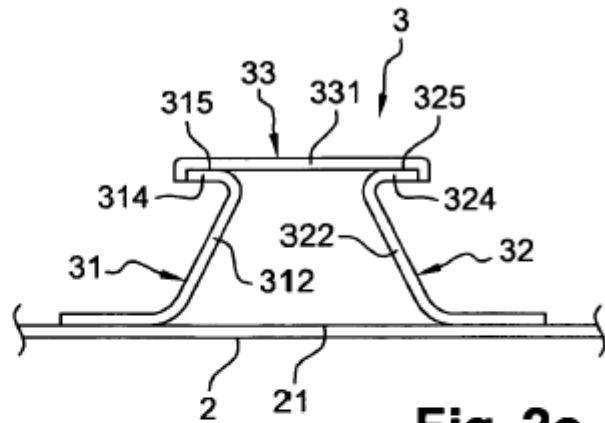


Fig. 2c

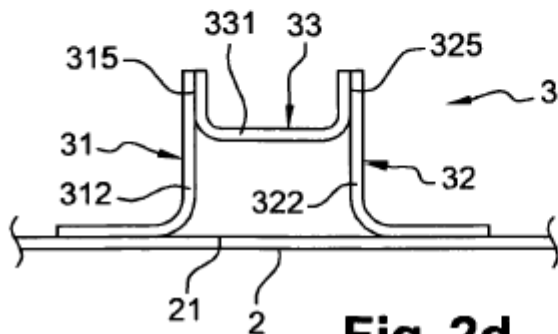


Fig. 2d

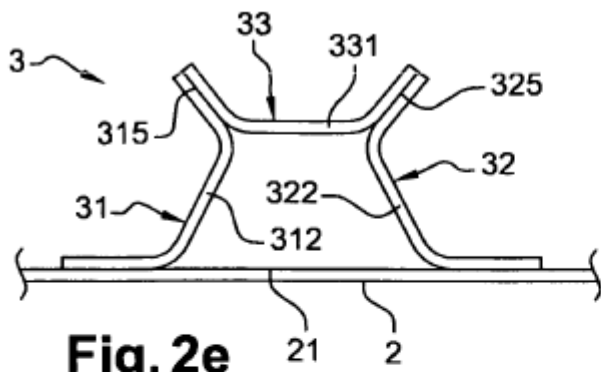


Fig. 2e

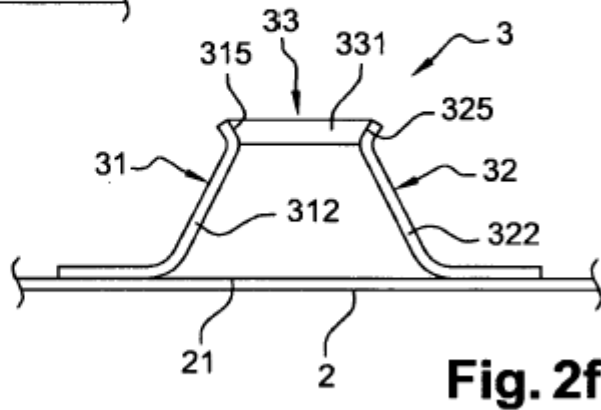


Fig. 2f

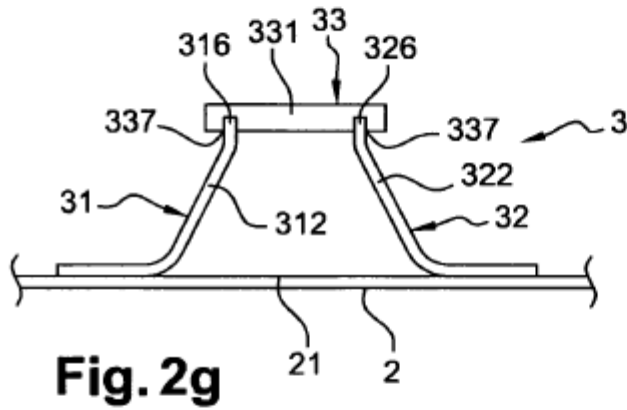


Fig. 2g

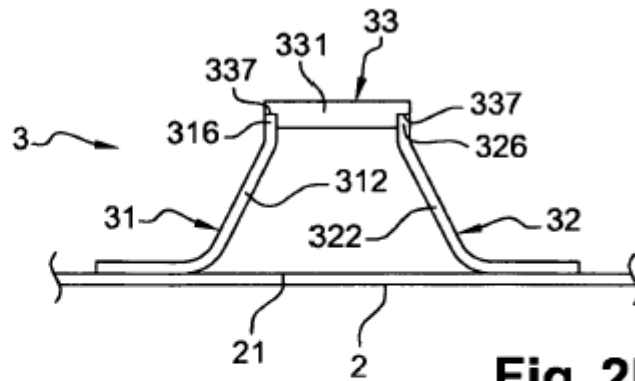


Fig. 2h

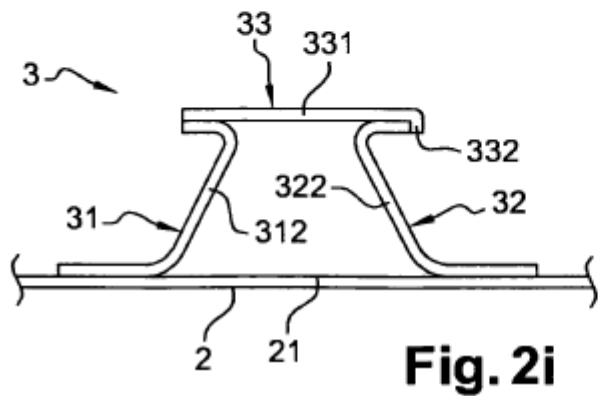
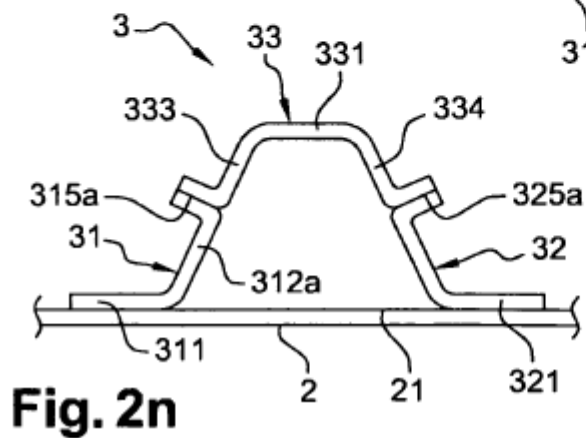
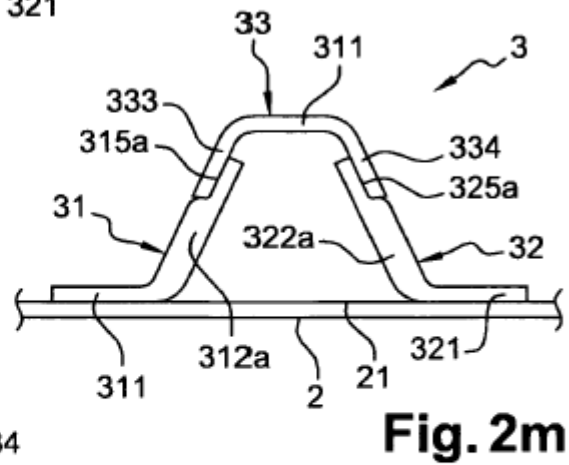
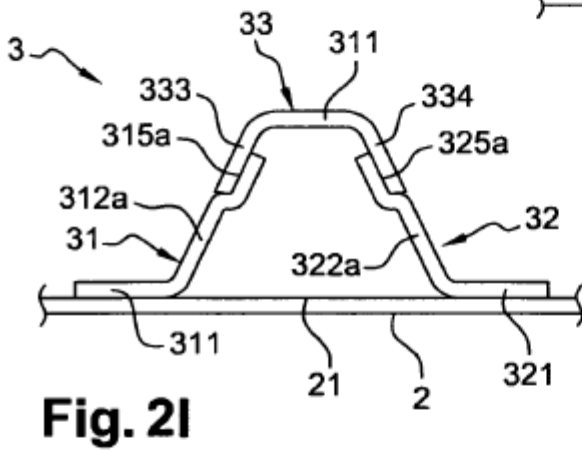
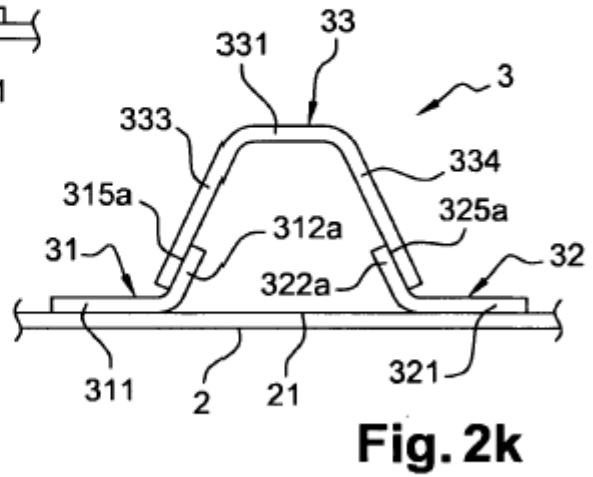
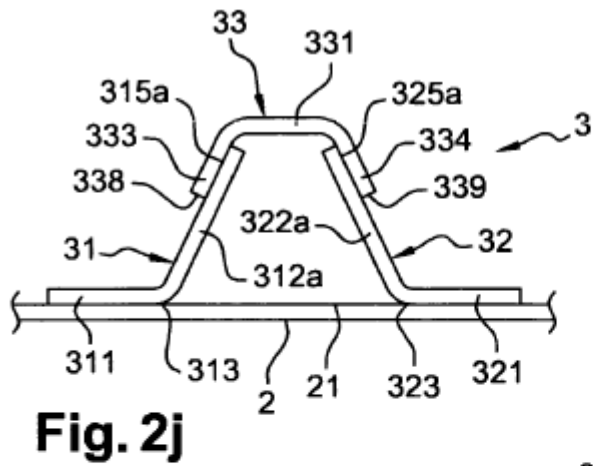


Fig. 2i



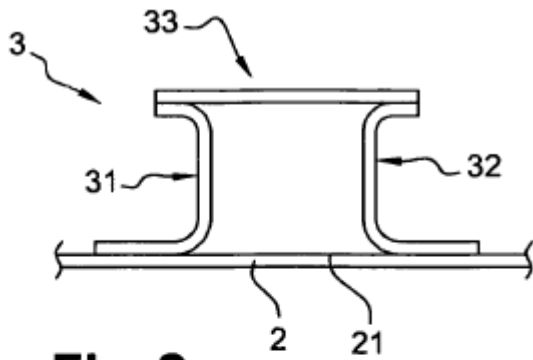


Fig. 2o

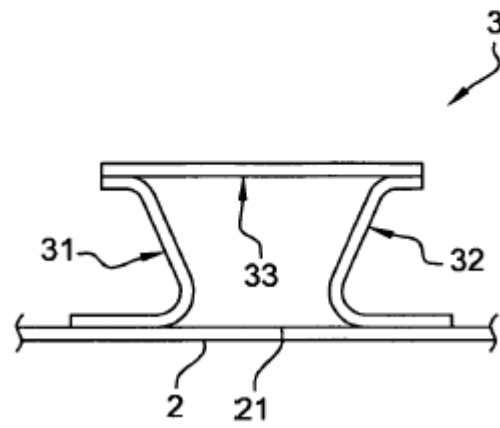


Fig. 2p

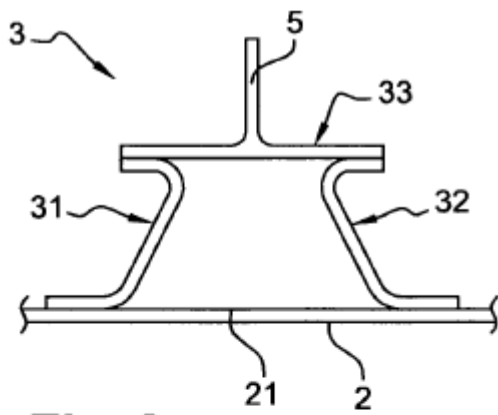


Fig. 2q

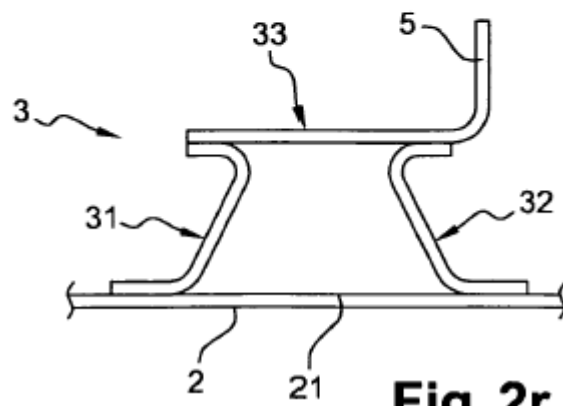


Fig. 2r

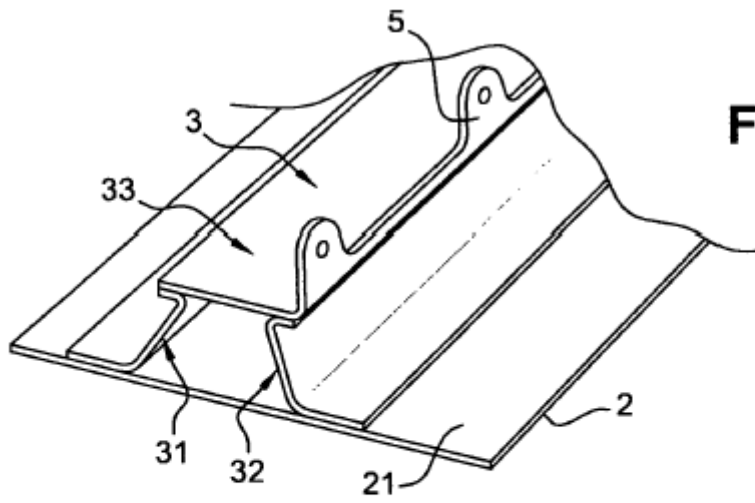


Fig. 3

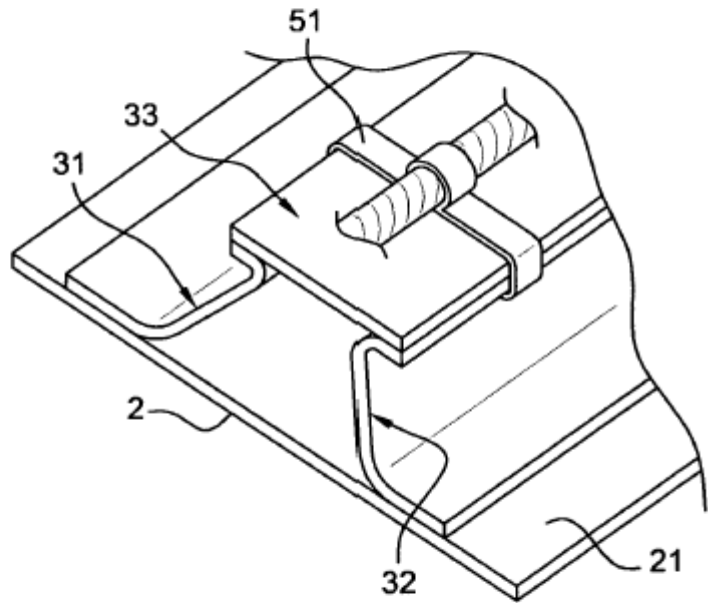


Fig. 4

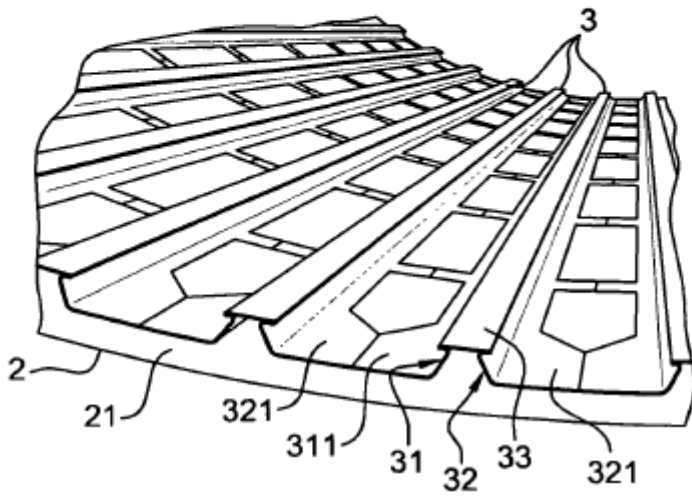
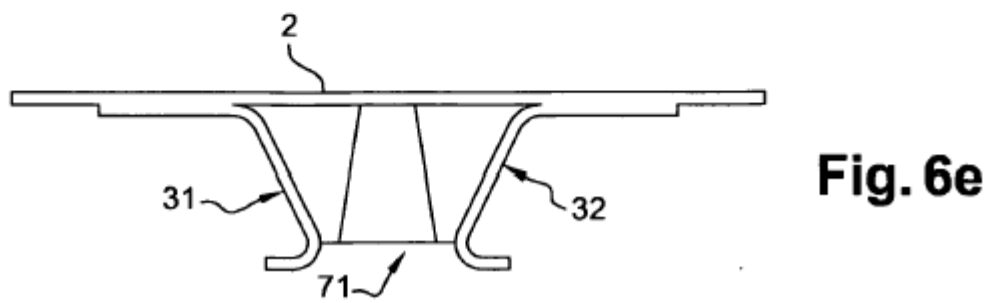
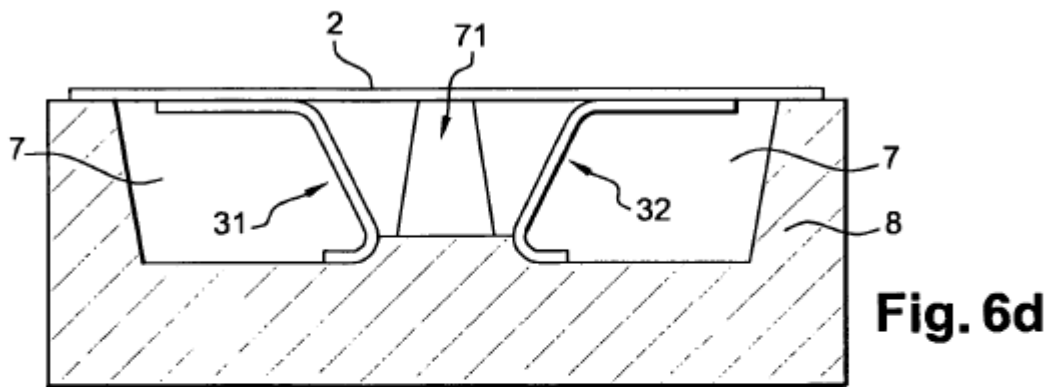
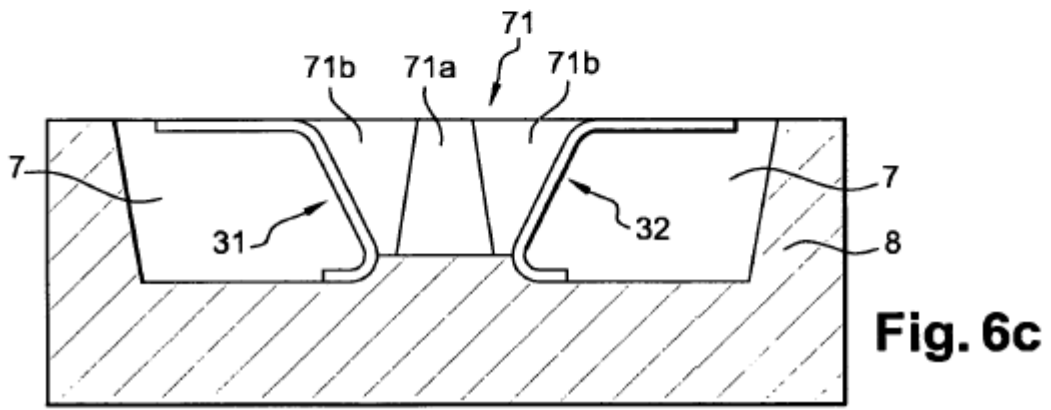
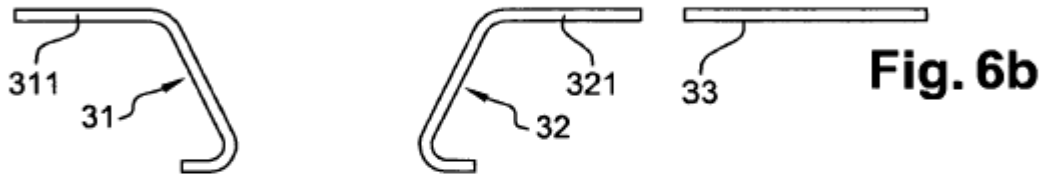


Fig. 5



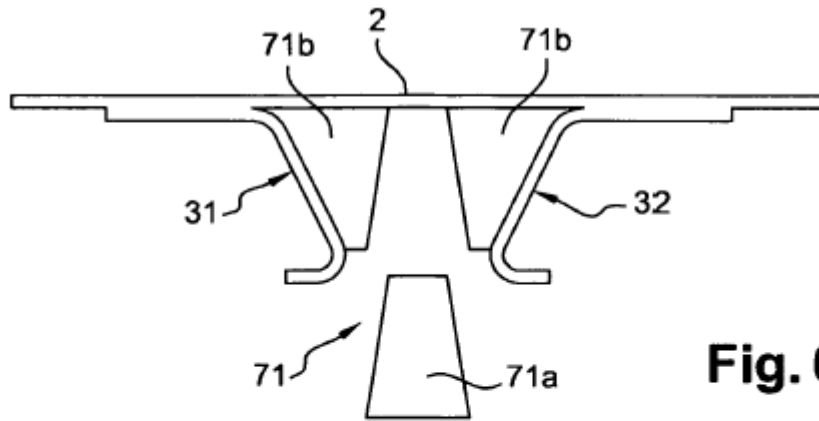


Fig. 6f

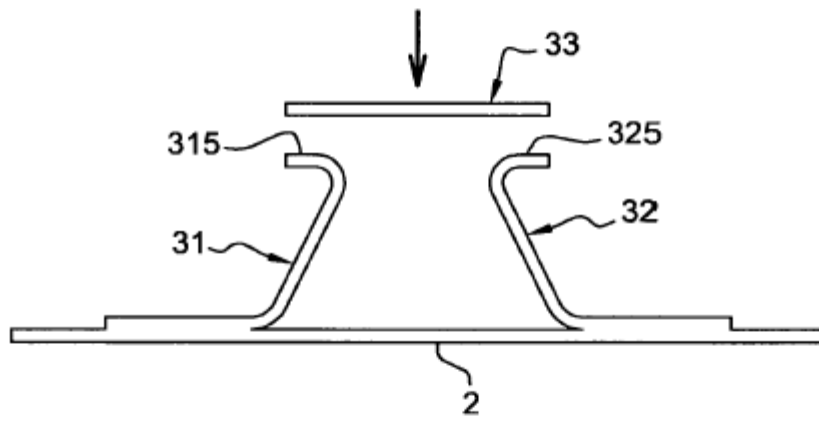


Fig. 6g

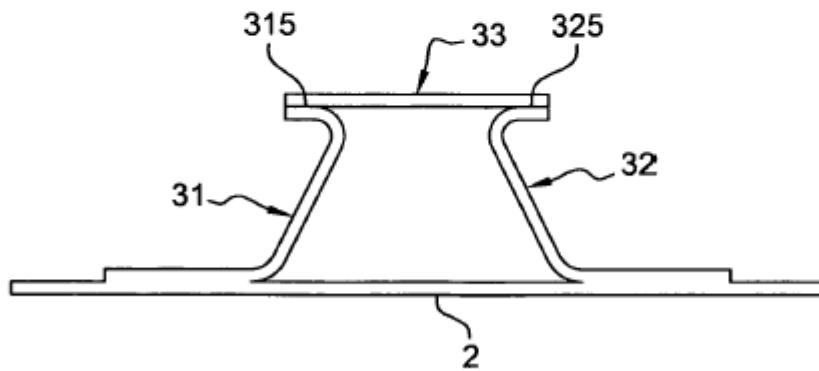


Fig. 6h