

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 370 106**

51 Int. Cl.:
B29C 65/00 (2006.01)
B29C 70/00 (2006.01)
B29C 69/00 (2006.01)
B29C 65/50 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08786910 .3**
96 Fecha de presentación: **05.08.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2195154**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **16.06.2010**

54 Título: **PROCEDIMIENTO DE FABRICACIÓN DE UNA ESTRUCTURA COMPLEJA EN MATERIAL
COMPUESTO MEDIANTE EL MONTAJE DE ELEMENTOS RÍGIDOS.**

30 Prioridad:
10.08.2007 FR 0705810

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
12.12.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
12.12.2011

73 Titular/es:
**EUROPEAN AERONAUTIC DEFENCE AND
SPACE COMPANY EADS FRANCE
37, BOULEVARD DE MONTMORENCY
75016 PARIS, FR**

72 Inventor/es:
CINQUIN, Jacques

74 Agente: **Morgades Manonelles, Juan Antonio**

ES 2 370 106 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 una estructura compleja en material compuesto mediante el montaje de elementos rígidos

5 La presente invención pertenece al ámbito de la fabricación de piezas realizadas por montaje de elementos realizados en material compuesto.

10 Más concretamente, la presente invención se refiere a la realización de dichas piezas destinadas a estructuras fuertemente solicitadas y cuyas dimensiones de realización deben estar garantizadas con precisión.

15 Los materiales compuestos son ampliamente utilizados hoy en día para la fabricación de piezas en numerosos ámbitos industriales, incluyendo piezas estructurales, es decir, que deban soportar esfuerzos importantes durante su utilización.

Existen numerosos materiales compuestos, estando constituidos los más difundidos de fibras más o menos largas de materias minerales u orgánicas (vidrio, carbono, aramida, etc.) contenidas en una matriz formada por una resina orgánica dura.

20 Cuando las estructuras complejas se deban realizar en materiales compuestos con formas que hagan que su realización sea difícil en una sola pieza, por ejemplo, en estructuras difíciles de desmoldear, o en estructuras de dimensiones demasiado grandes con respecto a los medios de fabricación disponibles (moldes, estufas, autoclaves, etc.), la solución utilizada más habitualmente consiste en realizar piezas de formas más sencillas y de dimensiones más reducidas y montar estas piezas para realizar la estructura deseada.

25 Los procedimientos de montaje utilizados para estas estructuras en materiales compuestos son similares a los utilizados para el montaje de estructuras en materiales metálicos y consisten esencialmente en la colocación de fijaciones, por ejemplo de remaches, en los orificios de montaje realizados en las piezas que se montan con un recubrimiento parcial y/o con una o varias mordazas.

30 En particular, con respecto a las aplicaciones del ámbito de las construcciones aeronáuticas, estos procedimientos de montaje presentan diversos inconvenientes.

35 Por una parte, la presencia de orificios de montaje en unas estructuras fuertemente solicitadas exige realizar refuerzos locales que se traducen, en particular para los materiales compuestos que tienen malas características en presencia de un orificio, por unos incrementos necesarios de los grosores locales de las piezas que perjudican al conjunto del montaje.

40 Por otra parte, en la mayor parte de casos, es necesario intercalar entre las piezas montadas masillas de hermeticidad que garanticen la estanqueidad entre las piezas y la estanqueidad a nivel de las fijaciones, y que garanticen el llenado, dentro de ciertos límites, de los espacios entre las piezas montadas teniendo en cuenta las tolerancias de fabricación de las piezas.

45 Este procedimiento de realización de estructuras, en particular para las estructuras en material compuesto, tiene como resultado perjudicar el conjunto de las estructuras montadas de este modo, y resulta complejo y costoso desde el punto de vista del proceso industrial.

50 Con el objeto de simplificar los métodos industriales de realización de estructuras complejas en material compuesto sin afectar al conjunto de dichas estructuras, la presente invención da a conocer un procedimiento de montaje que utiliza elementos de montaje en material compuesto para montar las piezas elementales de la estructura compleja.

55 Según el procedimiento de la presente invención, para la realización de una estructura compleja en material compuesto que comprende, por lo menos, dos piezas estructurales elementales montadas, al menos, por un borde de una de las piezas elementales, el procedimiento comprende las etapas de:

- a) realización de las piezas elementales;
- b) realización, por lo menos, de un elemento de montaje destinado a garantizar una unión estructural entre las piezas elementales, estando al menos dicho elemento de montaje:
 - 60 - b1) realizado en material compuesto que está compuesto de fibras impregnadas de una resina adecuada para endurecerse por polimerización durante una cocción térmica;
 - 65 - b2) comprendiendo unas alas solidarias de un alma y, por lo menos, un par de alas que determinan, al menos una garganta, destinada a alojar el borde de una pieza elemental cuya longitud de fondo de la garganta a nivel del alma se corresponde, prácticamente en cualquier punto, con el grosor de la pieza elemental a lo largo del borde, que debe ser introducida en dicha garganta;

- 5 - b3) estando sometido a una cocción térmica parcial que tiene como consecuencia, por una parte, la polimerización parcial de la resina del elemento de montaje hasta una fase en la que el elemento ha adquirido una estabilidad dimensional suficiente para asegurar su manipulación y garantizar su integridad durante las operaciones posteriores de montaje y, por otra parte, limitada a un estado en el que la resina tiene propiedades termoplásticas que permiten una conformación plástica del elemento de montaje al elevar su temperatura;
- 10 - c) el posicionado relativo de las piezas elementales y de los elementos de montaje de acuerdo con sus posiciones relativas respectivas en la estructura a realizar;
- 15 - d) elevación de la temperatura, por lo menos localmente, hasta una temperatura de conformación termoplástica de las alas y aplicación de una presión P sobre las alas para aplicar las alas sobre las caras de las piezas elementales;
- e) realización de una cocción térmica completa para la polimerización de la resina, por lo menos, de un elemento de montaje.

20 Con el fin de hacer más fácil la colocación de las piezas elementales en las gargantas de los elementos de montaje y para facilitar la introducción de los bordes de las piezas hasta el fondo de las gargantas, de forma ventajosa las alas de un par de alas que forman una garganta de un elemento de montaje, se separan una de la otra desde los pies próximos al alma hacia los extremos libre de dichas alas, de tal manera que la garganta está ensanchada hacia los extremos libres.

25 Para mejorar la calidad del montaje a nivel de la unión entre las alas y las piezas elementales, se coloca preferentemente una película de adhesivo sobre las superficies de las caras sobre las que se apoyan las alas.

30 Para simplificar la realización de los elementos de montaje y evitar moldes complejos para esta realización, de forma ventajosa, cuando un elemento de montaje debe seguir curvas o retorcimientos limitados que se pueden obtener utilizando las propiedades elásticas del elemento de montaje durante su colocación, el elemento de montaje considerado está realizado durante la etapa b) sin que se reproduzcan en este elemento de montaje el conjunto de las curvas y/o las torsiones en cuestión que el elemento de montaje tendrá en la posición de premontaje, o montado con las piezas elementales.

35 Con el fin de realizar diferentes estructuras que comprendan diversas configuraciones de montaje de piezas elementales, los elementos de montaje tienen formas adaptadas de manera ventajosa, por ejemplo, pares de alas prácticamente alineadas para asegurar el montaje de dos piezas elementales prácticamente alineadas, o pares de alas que forman un ángulo para montar dos piezas elementales que forman un ángulo con los bordes comunes, o tres o más pares de alas que tengan orientaciones diferentes para montar, al menos, tres piezas elementales.

40 En una forma particular que responde a la necesidad de fijar una pieza elemental por un borde sobre una cara de otra pieza elemental, un elemento de montaje está realizado de tal forma que las alas del par de alas fijadas sobre la otra pieza complementaria forman una superficie de apoyo dispuesta para ser aplicada sobre la cara de esta otra pieza.

45 El procedimiento según la presente invención está descrito haciendo referencia a las figuras que representan de forma esquemática:

- 50 figura 1: un ejemplo de elemento de montaje antes de su colocación, después de una segunda etapa del procedimiento ;
- figura 1a: un detalle de una sección del elemento de montaje de la figura 1 ;
- figura 2: el posicionado de piezas elementales y de un elemento de montaje durante una tercera etapa del procedimiento;
- 55 figura 3: las piezas elementales y el elemento de montaje de la figura 2 en una posición de premontaje después de la tercera etapa del procedimiento;
- figura 3a: un detalle de una sección de los elementos premontados de la figura 3;
- figura 4: las piezas elementales y el elemento de montaje de la figura 3 durante la fase de encolado después de la cuarta etapa del procedimiento y durante una quinta etapa del procedimiento;
- figura 4a: un detalle de una sección de los elementos durante la quinta etapa del procedimiento;
- 60 figura 5a: detalle de una sección de un montaje a tope;
- figura 5b: detalle de una sección de un montaje en L;
- figura 5c: detalle de una sección de un montaje en Pi;
- figura 5d: detalle de una sección de un montaje en cruz;
- 65 figura 5e: detalle de una sección de una variante de un montaje en Pi.

Según el procedimiento de la presente invención, cuyas etapas están ilustradas en las figuras 1 a 4, una estructura compleja en material compuesto está realizada mediante un montaje de varias piezas simples y/o de subconjuntos igualmente realizados esencialmente en material compuesto.

5 En el sentido de la presente invención, por material compuesto se entiende un material perteneciente a la familia de los materiales compuestos utilizados generalmente en la realización de estructuras que deban ser a la vez ligeras y resistentes, tales como las utilizadas en la realización de aeronaves o de otros vehículos eficientes, que comprenden fibras más o menos largas de materias minerales u orgánicas (vidrio, carbono, aramida, etc.) mantenidas en el seno de una matriz formada por una resina orgánica dura.

10 A efectos de la presente invención, las piezas simples o subconjuntos montados para realizar la estructura son de dos tipos principales.

15 Un primer tipo de piezas simples corresponde a los elementos 1a, 1b de la estructura que se deben mantener en posiciones exactas, y unidos entre sí para constituir la estructura compleja. Las piezas de este primer tipo se denominan piezas elementales.

20 Las piezas elementales 1a, 1b son de formas más o menos complejas y están, llegado el caso, formadas por varios elementos más simples montados previamente con un procedimiento conocido cualquiera o, de forma ventajosa, cuando es posible, con el procedimiento de la presente invención.

25 Para mostrar un modo de colocación del procedimiento en particular, en las figuras 1 a 4, las piezas elementales 1a, 1b son paneles planos o con una ligera curvatura. Estas formas de piezas elementales no son en ningún caso limitativas de la aplicación del procedimiento.

Un segundo tipo de piezas simples corresponde a los elementos de montaje 2 que aseguran uniones entre las piezas elementales 1a, 1b.

30 Las uniones realizadas según el procedimiento mediante los elementos de montaje son uniones denominadas estructurales, es decir, uniones que son adecuadas para garantizar la transmisión de esfuerzos entre las piezas elementales de intensidades equivalentes a las de los esfuerzos para los que han sido concedidas dichas piezas elementales.

35 Según el procedimiento, en una primera etapa no representada, las piezas elementales 1a, 1b están realizadas de forma ventajosa a base de materiales compuestos siguiendo métodos convencionales.

40 Por ejemplo, en función de los esfuerzos y de la rigidez necesaria de la estructura que debe ser realizada, se fabrica una pieza elemental siguiendo una tecnología que utiliza fibras dispuestas en capas o en fibras tejidas, impregnadas previamente de una resina no endurecida, denominadas pre-impregnadas, depositadas sobre una forma o en el interior de un molde y sometidas a una operación de cocción que endurece la resina por polimerización. Las piezas así fabricadas tienen formas estables que se corresponden en general a las formas definitivas deseadas para dichas piezas, comprendiendo dichas piezas, en caso necesario, elementos asociados, por ejemplo elementos de refuerzo que pueden ser realizados al mismo tiempo que las piezas o pueden ser añadidos y fijados sobre las piezas por medios conocidos.

45 Otro ejemplo para realizar una pieza elemental consiste en recortar con un troquel un material compuesto deformable mediante calor, y colocar dichas piezas troqueladas en la forma.

50 Un material compuesto deformable mediante calor es un material compuesto cuya matriz está formada por una resina dura a la temperatura normal de instalación de la estructura, pero que se puede deformar plásticamente elevando la temperatura durante un proceso de conformación.

55 Otro ejemplo para realizar una pieza elemental consiste, según el procedimiento conocido denominado RTM o según cualquier otro procedimiento derivado, tal como la infusión de una película, impregnar las fibras secas colocadas previamente en un molde con una resina líquida inyectada en dicho molde, resina que es endurecida a continuación por polimerización.

En una segunda etapa del procedimiento, representada en la figura 1, se preparan los elementos de montaje 2.

60 Un elemento de montaje 2, destinado a una forma simple tal como la representada en la figura 1 y en la figura 1a, para montar dos piezas elementales 1a y 1b que tienen un borde 11a y 11b respectivamente, prácticamente común cuando dichas dos piezas son montadas, consiste en un perfil, es decir, un elemento alargado de sección corriente aproximadamente constante o ligeramente variable, en el que una longitud característica L corresponde prácticamente a la longitud común de las piezas elementales montadas.

65

El elemento de montaje 2 comprende, en cada uno de los dos lados opuestos de un alma longitudinal 21 de unión, un par de alas longitudinales 22a, 22b solidarias del alma 21 a nivel de cada una de dichas alas, un pie de ala 221a, 221b respectivamente y que forman una garganta 23a, 23b, respectivamente.

5 Los elementos de montaje se realizan por medio de moldes o de formas adaptadas a las formas de dichos elementos de montaje en un material compuesto termoendurecible, es decir, en el que la matriz es una resina adecuada para endurecerse por polimerización durante una fase de elevación de la temperatura, mediante un procedimiento que utilice fibras impregnadas previamente o por un procedimiento RTM de transferencia de resina en las fibras secas.

10 Los moldes o formas instalados, no representados, para realizar un elemento de montaje, son tales que:

- una anchura de fondo de garganta d_a , d_b que separa los pies de ala 221a, 221b de un par de alas 22a, 22b, a nivel del alma 21 del elemento de montaje 2, es prácticamente igual en cualquier punto de la longitud de dicho elemento de montaje al grosor de la pieza elemental 1a, 1b con la que dicho elemento de montaje debe estar montado;
- preferentemente, las dos alas 21a, 21b de un par de alas se separan sensiblemente una de otra, de manera ventajosa, de forma prácticamente simétrica con respecto a un plano medio 12a, 12b de la pieza elemental 1a, 1b con la que el elemento de montaje debe ser montado desde los pies de alas 221a, 221b hacia los extremos libres 222a, 222b de las alas, opuestos a dichos pies con relación al alma 21, formando una sección de una forma geométrica ensanchada en dirección a la abertura de la garganta 23a, 23b;
- las alas 22a, 22b de cada par de alas están orientadas en el espacio para corresponderse con las orientaciones relativas deseadas de las piezas elementales 1a, 1b destinadas a ser montadas mediante el elemento de montaje.

25 En un modo particular de realización, cuando el elemento de montaje 2 debe seguir, de acuerdo con las piezas elementales 1a, 1b a montar, unas curvas con unos radios relativamente pequeños que no podrían ser obtenidos sin defectos significativos por medio de una operación posterior de combado de dicho elemento de montaje, los moldes o formas utilizados para realizar el elemento de montaje reproducen tanto como sea necesario las curvas en el espacio que dicho elemento de montaje tendrá en una posición definitiva en la estructura a realizar.

30 En una primera fase de la segunda etapa del procedimiento, se depositan fibras pre-impregnadas de resina o bien fibras secas y se inyecta resina fluida en las fibras según el procedimiento utilizado, utilizando los moldes o formas correspondientes al elemento de montaje 2 a realizar.

35 En una segunda fase de la segunda etapa del procedimiento, la resina de las fibras se somete a una primera fase de cocción térmica, denominada cocción térmica parcial que tiene como efecto la polimerización parcial de la resina de tal manera que:

40 - proporciona, a la temperatura ambiente de un taller de alrededor de unos 20° C, una rigidez adecuada al elemento realizado que le permite conservar aproximadamente su forma cuando no está sometido a esfuerzos mecánicos significativos y poder ser almacenado durante largos periodos de tiempo, a escala de los tiempos de los procedimientos industriales de fabricación considerados, sin evolución química significativa de la resina;

45 - una elevación temporal posterior de la temperatura conduce a una reducción de la rigidez del material compuesto que constituye el elemento que le confiere características físicas y reológicas similares a las de un material compuesto termoplástico.

50 Dicha fase de cocción térmica parcial es, por ejemplo, una cocción térmica de endurecimiento del material termoendurecible normalmente utilizado para polimerizar y endurecer el material compuesto y que queda interrumpida antes de la gelificación completa de la resina, es decir, el punto dentro del proceso de polimerización en el que la densidad de la red tridimensional de cadenas moleculares en el seno de la resina alcanza una fase en la que la resina ya no tiene las características suficientes para una aplicación convencional de las fibras pre-impregnadas. El momento en el que es deseable interrumpir la cocción térmica está en función del tipo de resina utilizado. Se determina, por ejemplo, de forma experimental cerca del punto de gelificación de dicha resina.

55 El procedimiento utiliza pues una propiedad denominada de termoplasticidad en que los materiales termoendurecibles, normalmente insensibles al calor después de la polimerización (dentro de los límites de la estabilidad química de la resina polimerizada) tienen temporalmente durante el curso del proceso normal de endurecimiento por polimerización.

60 La cocción térmica parcial consiste en elevar la temperatura de la resina por medio de un proceso convencional para provocar el endurecimiento de la resina, pero en este caso el proceso de polimerización se interrumpe antes del endurecimiento completo de la resina mediante el retorno a la temperatura ambiente.

65 En particular, en esta fase del procedimiento, el elemento de montaje 2 conserva a temperatura ambiente aproximadamente la curvatura que le ha sido conferida por el molde o la forma en la que ha sido fabricado, y las alas

22a, 22b son suficientemente estables para no hundirse bajo su propio peso y en el transcurso de las manipulaciones posteriores.

5 Los procedimientos convencionales de fabricación de piezas en material compuesto se ponen en práctica de forma ventajosa para fabricar un elemento de montaje 2, por ejemplo, unas fibras pre-impregnadas se depositan sobre moldes que tienen la forma exterior deseada para dicho elemento de montaje. Esta operación se realiza, por ejemplo, cubriendo manualmente o por medio de una máquina de recubrir, las capas de fibras pre-impregnadas.

10 A continuación, el elemento de montaje 2 es sometido a la cocción térmica parcial, generalmente con aplicación de presión sobre el material compuesto depositado sobre los moldes.

En una tercera fase de la segunda etapa del procedimiento, se extrae el elemento de montaje del molde en el que ha sido sometido a la cocción térmica parcial de polimerización.

15 Después del retorno del elemento a la temperatura ambiente, la polimerización de la resina se ralentiza mucho y el elemento de montaje 2 puede ser almacenado como mínimo durante seis meses, de acuerdo con los ensayos realizados, en las condiciones ambientales cuando la temperatura se mantiene por debajo de los 40° centígrados con una humedad relativa inferior al 60% sin que sus propiedades denominadas termoplásticas evolucionen de forma sensible.

20 En una tercera etapa del procedimiento, correspondiente a la figura 2 y a la figura 3, las piezas elementales 1a, 1b, por lo menos dos piezas, son colocadas y mantenidas mediante utillajes no representados, unas con respecto a las otras en las posiciones relativas correspondientes a las posiciones relativas que deben tener dichas piezas elementales en el montaje, posición denominada de pre-montaje.

25 Durante esta etapa de colocación de las piezas elementales 1a, 1b, el elemento o los elementos de montaje 2 fabricados en el transcurso de la segunda etapa del procedimiento, son colocados asimismo en posición, de tal manera que los bordes 11a, 11b de las piezas elementales 1a, 1b que deben ser montadas son introducidos en las gargantas 23a, 23b formadas por los pares de alas 22a, 22b de dichos elementos de montaje, llegando prácticamente a apoyarse dichos bordes de las piezas elementales introducidos en dichas gargantas en las almas 21 de los elementos de montaje 2.

35 Debido al hecho de la cocción térmica parcial aplicada previamente a los elementos de montaje 2, dichos elementos de montaje presentan por una parte una rigidez a temperatura ambiente y una estabilidad que permite manipularlos sin medios especiales, tales como moldes o núcleos portadores de fibras pre-impregnadas no endurecidas, necesarios en los procedimientos conocidos y, por otra parte, dichos elementos de montaje son suficientemente poco rígidos para ser conformados fácilmente con la forma requerida durante su colocación y ser mantenidos en los emplazamientos deseados durante las diversas operaciones de pre-montaje, contrariamente a los procedimientos que montan elementos totalmente polimerizados demasiado rígidos para ser deformados prácticamente.

40 Después de esta etapa del procedimiento, un conjunto de piezas elementales 1a, 1b, por lo menos dos, y de elementos de montaje, por lo menos uno, se encuentran situados en posiciones conformes a las posiciones que dichos elementos y perfiles deben tener en el montaje a realizar.

45 En todo caso, como se muestra en el detalle de la figura 3a, en esta misma etapa del procedimiento, las alas 22a, 22b de los elementos de montaje 2, relativamente rígido a la temperatura de colocación, a priori, la temperatura ambiente de un taller de fabricación de piezas en materiales compuestos, que no están en contacto con las caras 13a, 13b de las piezas elementales 1a, 1b debido a la forma geométrica ensanchada de las gargantas 23a, 23b formadas por los pares de alas, lo que tiene como efecto por una parte hacer que la introducción de los bordes 11a, 11b de las piezas elementales 1a, 1b en las gargantas de los elementos de montaje 2 sea especialmente fácil hasta el alma 21 de dichos elementos de montaje y por otra parte como consecuencia que la unión estructural entre una pieza elemental 1a, 1b y un elemento de montaje 2 en la que está introducido no presenta ninguna superficie de contacto significativa.

55 En una cuarta etapa del procedimiento, la temperatura de las piezas elementales y de los elementos de montaje en posición de pre-montaje, al menos localmente en las zonas afectadas por los perfiles de montaje, se eleva hasta un valor para el cual el material compuesto de los elementos de montaje se vuelve plástico y puede ser deformado, y se aplica una presión P sobre las alas 22a, 22b de los elementos de montaje, de tal modo que dichas alas se encuentran próximas a las caras 13a, 13b de las piezas elementales 1a, 1b, tal como se muestra en el detalle de la figura 4a.

60 En una quinta etapa correspondiente a la figura 4, se realiza una segunda cocción térmica completa de polimerización, de tal modo que el material de los elementos de montaje, que ha sufrido una cocción térmica parcial durante la segunda etapa del procedimiento, se endurece por polimerización completa de la resina.

65

Durante esta cocción térmica completa, la presión ejercida sobre las alas 22a, 22b se mantiene de forma ventajosa, de tal modo que las alas se adhieren íntimamente a las caras 13a, 13b de las piezas elementales 1a, 1b con las que están en contacto.

5 Por polimerización completa, se entiende el nivel de polimerización de las resinas utilizadas que se alcanza en los procedimientos convencionales cuando se considera que el material compuesto ha adquirido características mecánicas estables admitidas como definitivas con respecto a la utilización prevista de las piezas.

10 Esta adherencia por polimerización bajo presión mejora de forma ventajosa mediante la adición de películas de adhesivo 14a, 14b colocadas antes de la tercera etapa del procedimiento, sobre las caras 13a, 13b de las piezas elementales 1a, 1b a nivel de las superficies que deben estar en contacto con las alas 22a, 22b.

15 Las presiones P ejercidas sobre las alas 22a, 22b durante estas etapas cuarta y quinta del procedimiento, solamente se pueden realizar por cualquier medio apto para ejercer una presión repartida y regular.

De manera ventajosa, la presión se realiza por medio de vejigas flexibles, no representadas, fijadas en las zonas donde deben estar aplicadas las presiones y en cuyas vejigas se realiza un vacío parcial, de tal manera que la presión atmosférica ejerce la presión deseada.

20 En otras formas de realización de esta etapa del procedimiento, la presión es ejercida contra las superficies de apoyo de los moldes por medio de una contraforma o de un dispositivo de puesta a presión contra el molde, un dispositivo de puesta a presión, comprende de forma ventajosa medios hidrostáticos debido a la distribución homogénea de la presión producida por dichos medios.

25 En una forma preferente de realización de los elementos de montaje 2, las alas 22a, 22b tienen grosores variables entre sus pies 221a, 221b y sus extremos libres 222a, 222b.

30 De este modo, un ala 22a, 22b presenta un primer grosor en el pie, denominado grosor de implantación, y un segundo grosor en el extremo libre denominado grosor de extremo, inferior al grosor de implantación.

Las disminuciones del grosor de un ala 22a, 22b entre el grosor de implantación y el grosor del extremo, se realizan durante la fabricación del perfil de montaje por medio de reducciones de un cierto número de pliegues de fibras del material compuesto que forman el ala desde su pie 221a, 221b hasta su extremo libre 222a, 222b.

35 Esta reducción del número de pliegues que forman el ala se adapta de forma ventajosa al flujo de esfuerzos transmitidos entre las alas y la pieza elemental a la cual están fijadas dichas alas, quedando descargada progresivamente la pieza elemental y transmitiéndose esfuerzos crecientes en las alas desde los extremos libres hacia los pies.

40 De forma ventajosa, los extremos libres 222a, 222b de las alas 22a, 22b terminan en chaflanes que garantizan a la vez la adecuación de la conexión entre las caras 13a, 13b de la pieza elemental y las alas, y protegen los extremos libres 222a, 222b de las alas.

45 Como se ha indicado anteriormente, el ejemplo detallado descrito no muestra más que una forma determinada de elementos de montaje y una aplicación asociada del procedimiento.

Son posibles otras numerosas formas de perfiles de montaje en el marco de la aplicación del procedimiento de la presente invención.

50 En la práctica se fabrica un perfil de montaje 2 durante la segunda etapa del procedimiento en función de las formas y del número de piezas elementales que deben ser mantenidas por el elemento de montaje.

55 Además de las dimensiones del elemento de montaje, en particular de las alas que están adaptadas a las dimensiones de las diferentes piezas elementales, un elemento de montaje comprende tantos pares de alas como piezas elementales mantenidas por dicho elemento de montaje, comprendiendo, llegado el caso, un mismo elemento de montaje un número variable de pares de alas según la posición a lo largo de dicho elemento de montaje.

60 Cada par de alas 22a, 22b determina una orientación media 12a, 12b correspondiente a un plano medio local de la pieza elemental 1a, 1b que debe ser mantenida por medio de dicho par de alas, y forma con la orientación media de otro par de alas un ángulo cualquiera definido en cualquier punto por los ángulos de conexión deseados para las piezas elementales.

65 De acuerdo con las conexiones deseadas de las piezas elementales, un elemento de montaje es rectilíneo o curvado, con curvatura simple o curvatura doble, y/o retorcido, es decir que la dirección de la orientación media de un par de alas es variable en función de la posición, según su posición a lo largo del elemento de montaje.

5 Sin embargo, cuando las curvaturas y/o las torsiones son reducidas con respecto a la rigidez del elemento de montaje 2 obtenido después de la cocción térmica parcial de la segunda etapa del elemento de montaje, dichas curvaturas y torsiones reducidas no son tenidas en cuenta de forma ventajosa durante la segunda etapa del procedimiento para simplificar la realización del elemento de montaje 2, y dicho elemento de montaje se deforma de una manera más o menos elástica durante el montaje previo de la tercera etapa del procedimiento.

De manera no limitativa, las figuras 5a a 5e muestran ejemplos de secciones de elementos de montaje simples.

10 En el montaje de dos piezas elementales, presentado en la figura 5a, denominado a tope, el perfil de montaje presenta una forma en H en la que los pares de alas están orientados en direcciones medias sensiblemente opuestas.

15 Este montaje a tope corresponde al utilizado en la descripción detallada de una forma de realización del procedimiento de la presente invención.

En el caso del montaje de dos piezas elementales, presentado en la figura 5b, denominado en ángulo, el elemento de montaje presenta una forma en L en la que los pares de alas están orientados en direcciones medias que forman el ángulo A deseado.

20 En el caso del montaje de tres piezas elementales presentado en la figura 5c, denominado a tope, el perfil de montaje presenta una forma en Pi en la que los pares de alas están orientados en direcciones medias dos de ellas prácticamente opuestas y en una dirección que forma el ángulo B deseado la tercera.

25 En el caso del montaje denominado en cruz de cuatro piezas elementales presentado en la figura 5d, el perfil de montaje presenta una forma en X en la que los pares de alas tomados dos a dos están orientados en direcciones medias prácticamente opuestas y un grupo de dos pares de alas forma un ángulo con el otro grupo de pares de alas.

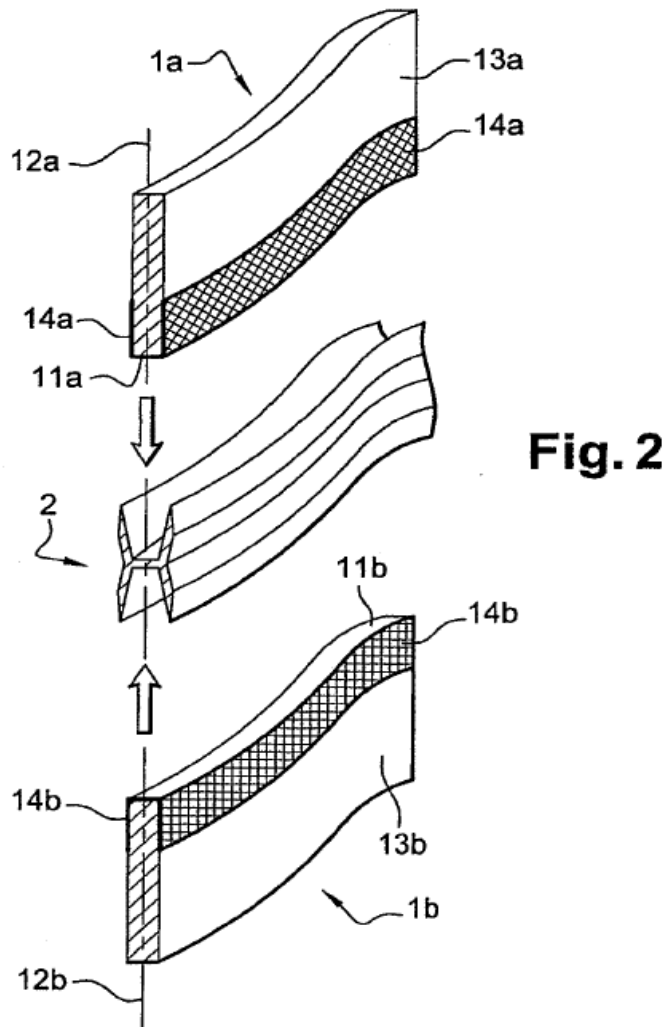
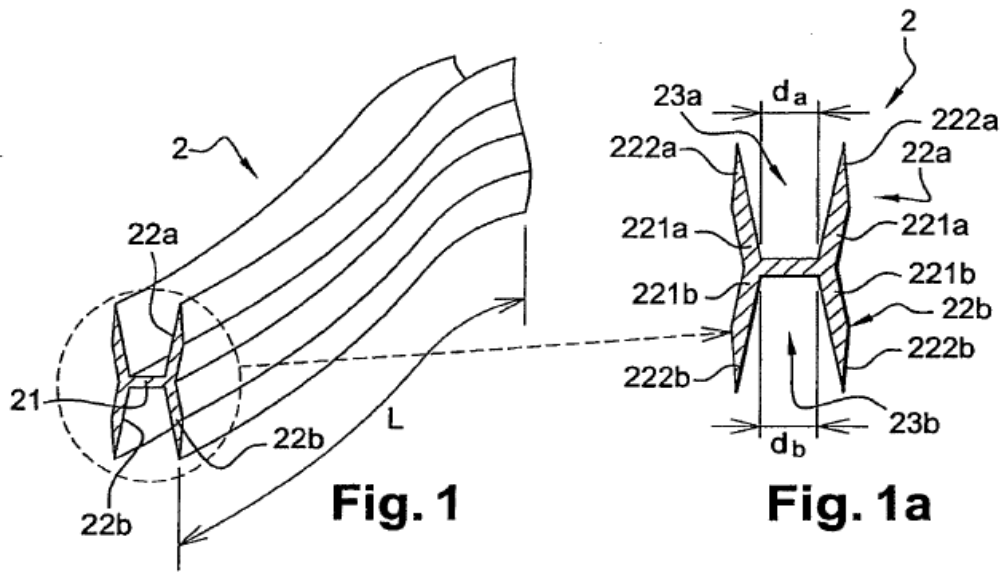
30 En una forma de realización próxima a la forma en Pi representada en la figura 5e, una primera pieza elemental está montada mediante un borde de dicha primera pieza sobre una cara de una segunda pieza elemental. En este montaje, las alas del perfil de montaje situadas del lado de la cara de la segunda pieza elemental están realizadas abiertas de tal manera que las superficies de contacto de dichas alas que deben adherirse a dicha cara de la segunda pieza se apoyan sobre dicha cara durante la quinta etapa del procedimiento.

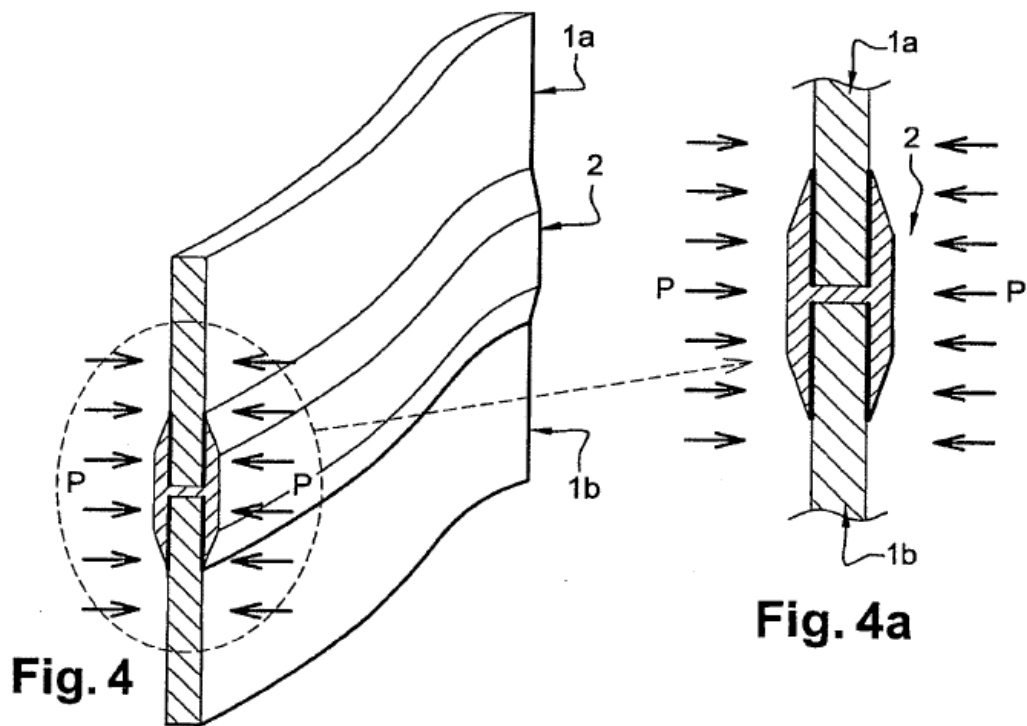
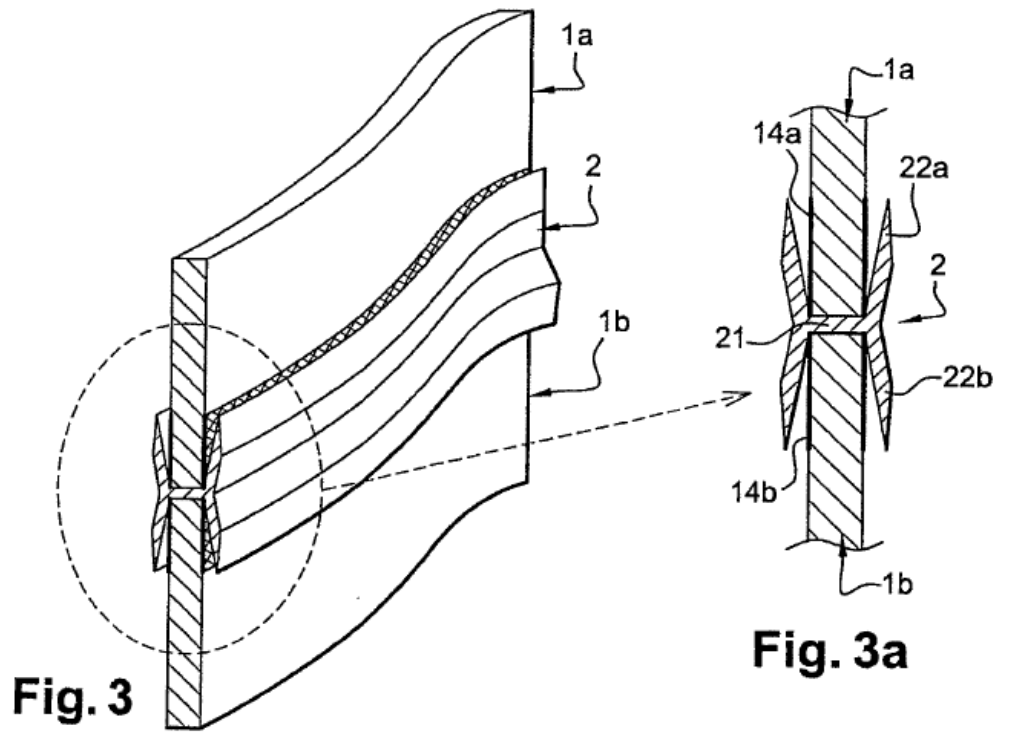
35 Asimismo, en el marco de la presente invención, son posibles diversas combinaciones de diferentes ejemplos de los montajes mostrados u otros montajes realizados según principios similares.

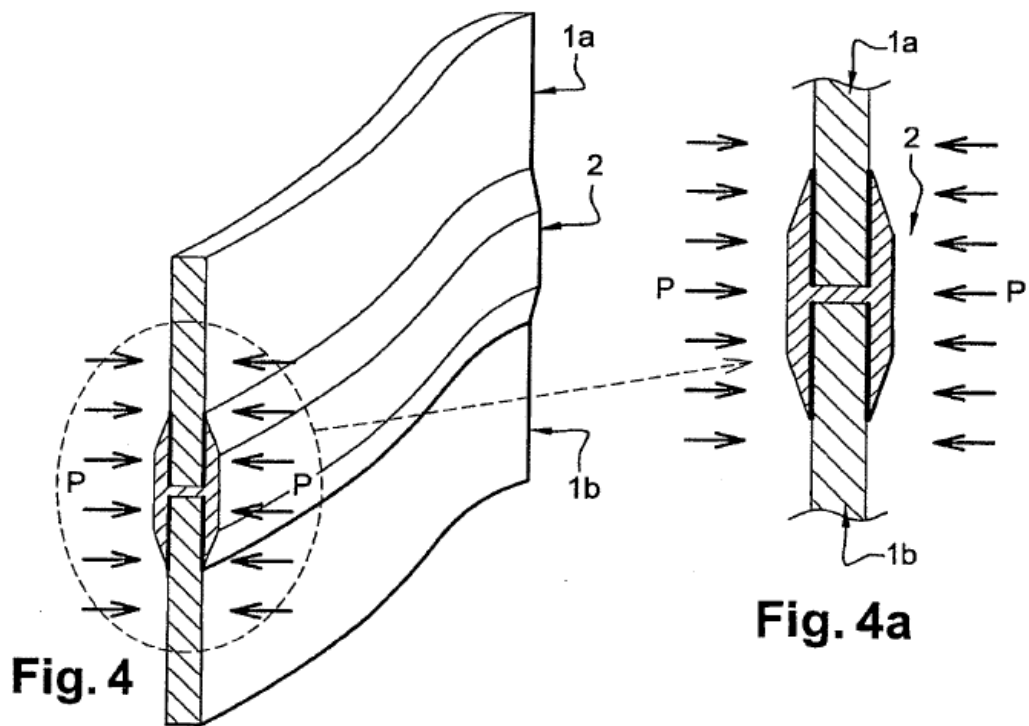
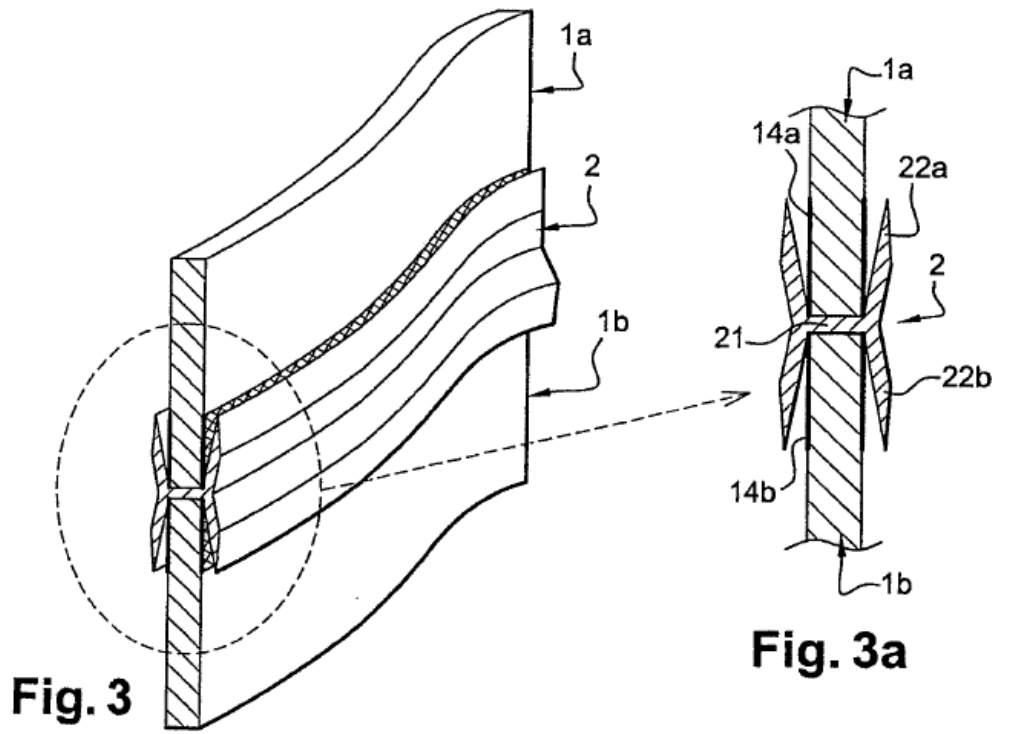
40 El procedimiento según la presente invención se aplica de forma ventajosa, aunque no exclusivamente, al montaje de piezas elementales que tienen forma de paneles, por ejemplo, para la realización de estructuras en cajones, tales como los cajones de los planos de sustentación de un avión.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento de realización de una estructura compleja en material compuesto, que comprende, por lo menos, dos piezas elementales estructurales (1a, 1b) montadas, por lo menos, por un borde (11a, 11b) de una de dichas dos piezas elementales, cuyo procedimiento comprende las etapas de:
- a) fabricar las piezas elementales (1a, 1b);
 - b) fabricar, por lo menos, un elemento de montaje (2) adecuado para garantizar una unión estructural entre las piezas elementales (1a, 1b), por lo menos con dicho elemento de montaje:
- 10
- b1) que está fabricado en material compuesto que comprende fibras impregnadas de una resina adecuada para endurecerse por polimerización durante una cocción térmica;
 - b2) comprende alas (22a, 22b) solidarias de un alma (21), por lo menos un par de alas que determinan, por lo menos, una garganta (23a, 23b) destinada a alojar el borde (11a, 11b) de una pieza elemental en la que la anchura del fondo de la garganta (da, db) a nivel del alma se corresponde prácticamente en cualquier punto con el grosor de la pieza elemental (1a, 1b) a lo largo del borde (11a, 11b) que debe ser introducido en dicha garganta;
 - b3) está sometido a una cocción térmica parcial, que tiene como efecto la polimerización parcial de la resina del elemento de montaje (2), por una parte hasta un estado en el que dicho elemento adquiera una estabilidad dimensional suficiente para asegurar su manipulación y garantizar su integridad durante las operaciones posteriores de montaje y, por otra parte, está limitado a un estado en el que la resina tiene propiedades termoplásticas que permiten una conformación plástica de dicho elemento de montaje al elevar su temperatura;
- 15
- 20
- c) posicionado relativo, por lo menos, de dos piezas elementales (1a, 1b) y, por lo menos, de un elemento de montaje (2), de acuerdo con sus posiciones relativas respectivas en la estructura a fabricar;
 - d) elevación de la temperatura, por lo menos localmente, hasta una temperatura de conformación termoplástica de las alas (22a, 22b) y aplicación de una presión P sobre dichas alas para aplicar dichas alas a las caras (13a, 13b) de las piezas elementales (1a, 1b);
 - e) realización de una cocción térmica completa de polimerización de la resina, al menos de un elemento de montaje (2).
- 25
- 30
- 35 2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que las alas (22a) (22b) de un par de alas que forman, por lo menos, una garganta (23a) (23b) de por lo menos un elemento de montaje (2) se separan una de la otra desde los pies (221a) (221b) en las proximidades del alma (21), hacia los extremos libres (222a) (222b) de dichas alas, de tal manera que dicha garganta está ensanchada hacia dichos extremos libres.
- 40 3. Procedimiento según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que se deposita una película de adhesivo (14a, 14b) sobre las superficies de las caras (13a, 13b) sobre las que van a apoyarse las alas (22a, 22b).
- 45 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el elemento de montaje (2) está fabricado durante la etapa b) sin que se reproduzcan en dicho elemento de montaje el conjunto de las curvas y/o de las torsiones que dicho elemento de montaje tendrá en la posición de pre-montaje o de montaje con las piezas elementales (1a, 1b).
- 50 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que por lo menos un elemento de montaje (2) está fabricado con dos pares de alas opuestas para garantizar el montaje de dos piezas elementales (1a, 1b) prácticamente alineadas.
- 55 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que por lo menos un elemento de montaje (2) está fabricado con dos pares de alas con orientaciones medias diferentes para garantizar el montaje de dos piezas elementales (1a, 1b) que forman un ángulo en sus bordes comunes (11a, 11b).
- 60 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que por lo menos un elemento de montaje (2) está fabricado, por lo menos, con tres pares de alas con orientaciones medias diferentes para garantizar el montaje, por lo menos, de tres piezas elementales (1a, 1b).
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que por lo menos un elemento de montaje (2) está fabricado para garantizar el montaje de dos piezas elementales (1a, 1b), estando montada una pieza elemental con un borde de dicha pieza sobre una cara de la otra pieza elemental, estando fijadas las alas del par de alas sobre dicha otra pieza elemental, formando una superficie de apoyo conformada para ser aplicada sobre la cara de dicha otra pieza.







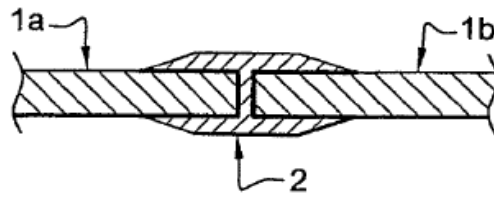


Fig. 5a

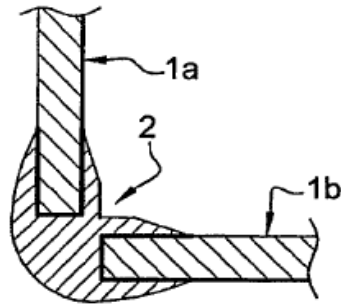


Fig. 5b

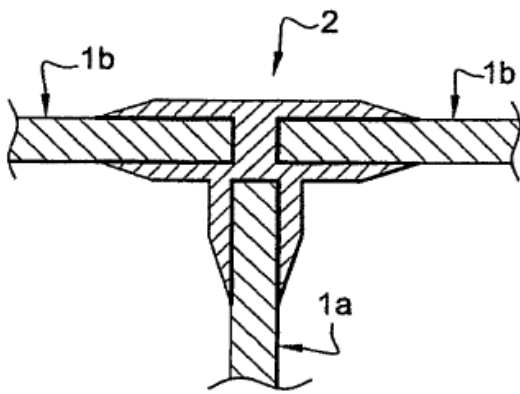


Fig. 5c

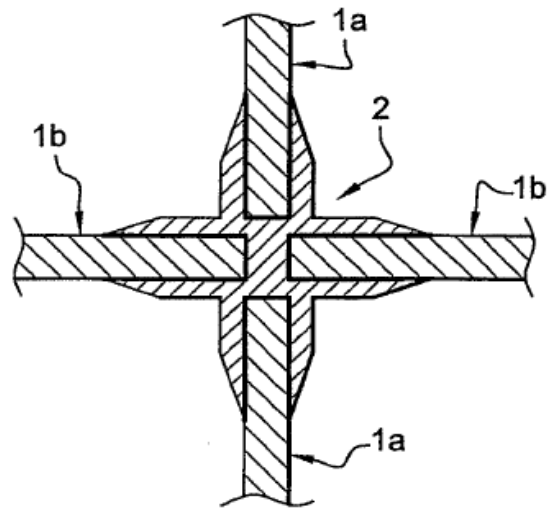


Fig. 5d

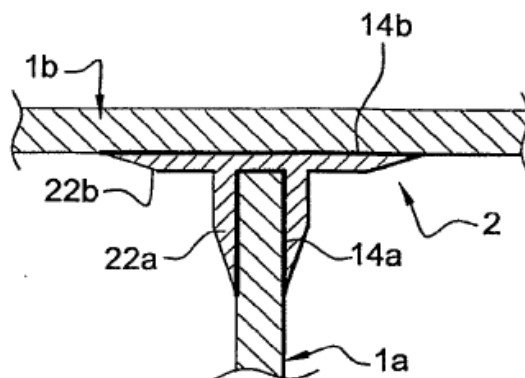


Fig. 5e