

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 014 090**

51 Int. Cl.:

B29C 70/30	(2006.01) B29K 101/10	(2006.01)
B29C 70/46	(2006.01) B29L 31/00	(2006.01)
B29D 99/00	(2010.01) B29L 31/30	(2006.01)
B29C 70/34	(2006.01)	
B29C 65/02	(2006.01)	
B29C 65/00	(2006.01)	
B29C 70/44	(2006.01)	
B64C 3/18	(2006.01)	
B29C 70/38	(2006.01)	
B64C 1/00	(2006.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.11.2023** **E 23211627 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.02.2025** **EP 4378671**

54 Título: **Método para integrar un herraje entre las alas de un perfil**

30 Prioridad:

23.11.2022 FR 2212240

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.04.2025

73 Titular/es:

**DAHER AEROSPACE (100.00%)
Immeuble Belaia 7 Avenue de l'Union
94390 Orly, FR**

72 Inventor/es:

BARBIER, QUENTIN

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 3 014 090 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

Método para integrar un herraje entre las alas de un perfil

5 Solicitudes relacionadas

Esta solicitud reivindica prioridad de la solicitud francesa n.º FR2212240, presentada el 23 de noviembre de 2022 cuyo contenido se introduce por referencia en su totalidad.

10 Campo técnico

La invención pertenece al campo de la aplicación de materiales compuestos. Más específicamente, la invención se refiere a un conjunto estructural que comprende una pieza de material compuesto en forma de perfil que incorpora un rigidizador que comprende un herraje de interfaz, formando, por ejemplo, una horquilla. Dicho herraje tiene una función estructural de rigidización y/o se usa para conectarse a un dispositivo operativo tal como un cilindro. La invención está particularmente, pero no exclusivamente, prevista en el ámbito aeronáutico para la fabricación de un larguero de ala de avión.

20 Antecedentes de la técnica

Un larguero de ala es el principal elemento estructural del ala de un avión, que se extiende en función de la envergadura, sustancialmente perpendicular al fuselaje en el caso de un ala de avión. Un ala de avión comprende uno o más largueros diseñados para soportar todas las cargas sufridas a lo largo de la envergadura, incorporan también funciones relativas al control de la forma aerodinámica del ala, en particular, para el movimiento de los elementos móviles del ala. Para este fin, los largueros comprenden herrajes de interfaz tales como horquillas, realizando conexiones a efectores tales como cilindros hidráulicos o eléctricos para permitir dichos movimientos de los elementos de las alas.

Estos medios mecánicos, que también pueden desempeñar un papel de refuerzo estructural, están, según la técnica anterior, ensamblados al larguero mediante remaches.

La fabricación de una estructura de caja de ala de avión hecha de un material compuesto y la limitación del número de operaciones de remachado se describe, por ejemplo, en particular, en el documento EP 3 041 664 / patente estadounidense n.º 10 350 830. Sin embargo, esta solución técnica del estado de la técnica se refiere a la fabricación de una estructura encajonada que integra rigidizadores, largueros y nervaduras, pero no aborda la integración de las partes técnicas, en particular, de los herrajes de interfaz.

Hoy en día, añadir estas piezas técnicas, que la mayoría de las veces siguen siendo metálicas aunque el propio larguero esté realizado en un material compuesto de matriz orgánica, requiere operaciones de remachado que requieren mucho tiempo, remachado que además aumenta la masa del conjunto así fabricado.

Adicionalmente, el contacto de una pieza metálica con una pieza de material compuesto reforzado con fibras conductoras de la electricidad, tales como fibras de carbono, da lugar a un acoplamiento galvánico que puede provocar problemas de corrosión en la parte metálica, que requiere, por ejemplo, la interposición de una capa de fibras de vidrio entre la parte metálica y la parte compuesta, añadiendo así adicionalmente una operación más.

Por último, los remaches pueden dar lugar a problemas de hermeticidad que deberán resolverse, en particular, en la zona del depósito de combustible.

Independientemente de su método de montaje, los herrajes se integran en el perfil entre dos rebordes, de modo que quedan unidos a 3 lados del perfil. Esta configuración dificulta la integración de estos herrajes en una preforma compuesta fabricada a partir de capas preimpregnadas.

De hecho, el volumen de dicha preforma, ya sea la preforma del perfil o la preforma del herraje, no es el mismo en estado no curado que en estado polimerizado. Normalmente, grosor de un laminado de capas sin polimerizar es mayor que grosor del mismo laminado una vez polimerizado. Este fenómeno se denomina a veces hinchamiento, la variación de grosor es del orden del 25 % de magnitud, lo que significa que para un reborde o un alma de un perfil que tiene aproximadamente 10 mm de grosor, la diferencia de grosor entre el estado no polimerizado y el estado polimerizado puede alcanzar 2,5 mm y la variación de una distancia medida entre dos rebordes paralela a su grosor puede alcanzar el doble, es decir, 5 mm.

La FIG. 1 ilustra esta situación. Debido a este efecto de hinchamiento en la sección transversal, la distancia (105) entre el laminado correspondiente a los rebordes (101, 102) de la preforma no polimerizada del perfil (100) que constituye el larguero es inferior a esta misma distancia medida en el perfil curado después de la polimerización.

Por otro lado, con respecto a la preforma del herraje (110), la distancia (115) entre el laminado correspondiente a los

rebordes (111, 112) a ensamblar con los rebordes del perfil del larguero (101, 102) es mayor que esta misma distancia medida en el herraje polimerizado.

Como resultado de este fenómeno, es muy difícil o incluso imposible obtener un ensamblaje por co-consolidación o co-curado de las dos preformas, incluso utilizando utillaje específico, de tal manera que los perfiles compuestos integralmente rigidizados de este tipo se obtengan mediante técnicas tales como la inyección de resina en preformas secas.

Sin embargo, estas técnicas de inyección son complejas de aplicar, requieren costosas herramientas y son difíciles de automatizar.

Adicionalmente, al aplicar estas técnicas de inyección, es difícil obtener un relleno uniforme y compacto de resina sin defectos, especialmente cuando las piezas son muy largas y cuando la relación de refuerzo es elevada, tal cual es el caso de un larguero de ala de avión.

El documento US 2017/247115 divulga un método para fabricar una pieza hecha de un material compuesto que incluye precurar a una forma predeterminada un herraje hecho de fibras largas discontinuas en una primera resina termoendurecible contactando el herraje precurado con una segunda preforma que comprende fibras continuas impregnadas con una segunda resina termoendurecible, polimerizando las preformas primera y segunda.

El documento WO 2021/018002 divulga un conjunto de moldeo por compresión y un método de moldeo por compresión para un miembro de refuerzo en forma de I de material compuesto termoplástico.

Sumario de la invención

La invención pretende resolver los inconvenientes de la técnica anterior y se refiere a este extremo a un método para integrar un herraje compuesto laminado ajustado entre dos alas de un perfil compuesto laminado que comprende las etapas de:

I) obtener una preforma laminada de un herraje que comprende un refuerzo fibroso impregnado de una resina termoendurecible, comprendiendo la preforma laminada del herraje dos rebordes previstos para su inserción en contacto entre 2 alas de un perfil y una nervadura que se extiende entre los dos rebordes y es parte integrante de los mismos;

II) precurar la preforma laminada del herraje para obtener una polimerización parcial de la preforma del herraje;

III) drapear una preforma laminada del perfil de modo que las fibras impregnadas con una resina termoendurecible incluidas en dos de las alas de la preforma laminada del perfil se drapeen en las dos alas de la preforma del herraje parcialmente polimerizado; y

IV) polimerizar completamente un conjunto que comprende la preforma laminada del perfil y la preforma laminada del herraje parcialmente polimerizada, manteniendo en contacto los rebordes de la preforma laminada del herraje con las alas de la preforma laminada del perfil.

De este modo, tras la polimerización parcial, la preforma del herraje es dimensionalmente estable, y sus dimensiones no varían o solo varían ligeramente durante la copolimerización con la preforma del perfil. Dado que la polimerización de la preforma del herraje es solo parcial, dicho herraje se integrará en el perfil durante el curado final, dando lugar a la polimerización completa del conjunto, es decir, las cadenas moleculares del [polímero que constituye la matriz se desarrollan y atraviesan las interfaces entre los rebordes del herraje y las alas del perfil durante la polimerización final.

La invención puede llevarse a cabo de acuerdo con las realizaciones y variantes expuestas a continuación, que deben considerarse individualmente o según cualquier combinación técnicamente operativa.

Ventajosamente, una relación de polimerización parcial obtenida al extremo de la etapa ii) está comprendida entre el 70 % y el 80 %. Al estar parcialmente polimerizada, la preforma del herraje presenta suficiente rigidez para su manipulación y posición con precisión en un utillaje. La preforma es no pegajosa, dimensionalmente estable y puede almacenarse a temperatura ambiente durante varios meses.

Sin embargo, la relación de polimerización alcanzada permite que el polímero permanezca "activo" y se co-consolide con otra pieza.

De acuerdo con la invención, la preforma laminada del herraje comprende dos semipreformas obtenidas por la superposición de fibras preimpregnadas con la resina termoendurecible, dichas semipreformas se ensamblan mediante precurado durante la etapa ii) a lo largo de un plano de contacto situado en el alma. Esta realización permite utilizar el mismo utillaje para todas las operaciones de fabricación.

Ventajosamente, el drapeado de una semipreforma se realiza en 4 caras de una plantilla, siendo secantes los planos medios de al menos 3 de dichas caras. Esta realización permite crear un herraje de una sola pieza cuyo reborde de una sola pieza es integral con el alma y las alas del perfil.

5 De acuerdo con una realización, el drapeado de las semipreformas se realiza a mano.

De acuerdo con otra realización, el drapeado de las semipreformas se realiza mediante colocación automatizada de fibras preimpregnadas.

10 De este modo, el método de la invención ofrece una gran flexibilidad de aplicación.

De acuerdo con una realización específica, la nervadura del herraje comprende dos ramas que forman una horquilla y el método comprende antes de la etapa ii) las etapas de:

- 15 - obtener una preforma compuesta laminada de la horquilla e
- insertar la preforma compuesta laminada de la horquilla entre las dos semipreformas para que se copolimericen parcialmente conjuntamente durante la etapa ii).

20 De este modo, el método permite fabricar un herraje integral que comprende una horquilla.

Ventajosamente, la preforma de la horquilla se coloca sobre un núcleo. De acuerdo con esta realización, una parte de una rama de la horquilla está inclinada un ángulo α inferior a 45°.

25 La invención también se refiere a un utillaje configurado para implementar la etapa ii) del método, comprendiendo el utillaje:

- una base que comprende medios de guía de traslación,
- 30 - dos plantillas guiadas sobre los medios de guía traslacional, estando detenida una de las dos plantillas en traslación con respecto a la base,
- una lona estanca configurada para crear un recinto hermético estanco que comprende las dos plantillas, y
- 35 - medios para evacuar al vacío el recinto hermético estanco.

De este modo, se utiliza el mismo utillaje para el laminado de los herrajes y para su polimerización parcial.

40 De acuerdo con una realización del utillaje, el herraje comprende una horquilla y el núcleo es guiado en traslación sobre los medios de guía de traslación de la base.

De acuerdo con una realización ventajosa, el utillaje comprende una pluralidad de pares de plantillas guiadas en traslación con respecto a la base.

45 Este utillaje se usa ventajosamente para la aplicación de un método en el que:

- el utillaje se usa para la polimerización parcial de los herrajes en la etapa ii),
- 50 - el utillaje se usa como mandril, sujetándose los herrajes parcialmente polimerizados en el utillaje, para el drapeado de la etapa iii),
- el utillaje que comprende la preforma del perfil, drapeado sobre dicho utillaje en la etapa iii), se usa para la polimerización completa del conjunto en la etapa iv).

55 El método y el utillaje de la invención se utilizan ventajosamente para fabricar un larguero de ala de avión que comprende dos alas y un alma y una pluralidad de herrajes, el larguero y la pluralidad de herrajes están hechos de un compuesto continuo de matriz orgánica termoendurecible reforzado con fibras en el que la pluralidad de herrajes está integrada en las alas y el alma.

60 Breve descripción de los dibujos

La invención se implementa según las realizaciones preferidas, en ningún caso limitativas, expuestas a continuación con referencia a las figuras 1 a 11, en las que:

65 la FIG. 1 muestra en una vista en perspectiva despiezada los elementos ensamblados durante la aplicación del método de la invención;

la FIG. 2 muestra en una vista en perspectiva una realización ilustrativa de un utillaje para la colocación y consolidación de un herraje;

5 la FIG. 3 muestra el utillaje de la FIG. 2 con una preforma del herraje a lo largo de una sección AA definida en la FIG. 2 y a lo largo de una sección BB en un plano perpendicular al plano de sección AA;

la FIG. 4 muestra, de acuerdo con la sección AA, una realización ilustrativa del utillaje de precurado para un herraje;

10 la FIG. 5 ilustra, según una vista en perspectiva despiezada y una vista en sección CC definida en esta misma figura, una realización ilustrativa de una porción de un larguero de ala de avión;

la FIG. 6 muestra, según una sección DD definida en la FIG. 2, una realización ilustrativa de una plantilla en dos partes;

15 la FIG. 7 muestra, según una vista en sección correspondiente a la sección AA, una realización ilustrativa de un utillaje para un herraje donde el herraje comprende una horquilla;

20 la FIG. 8 muestra, según un plano de sección equivalente a la sección AA, una realización ilustrativa de un utillaje que comprende varias plantillas para el precurado simultáneo de varias realizaciones;

la FIG. 9 muestra el utillaje de la FIG. 8 después de la polimerización parcial de los herrajes;

25 la FIG. 10 es una vista en perspectiva y despiece de una realización ilustrativa de un utillaje para la fabricación de la pieza mostrada en la FIG. 5;

la FIG. 11 muestra, en una vista en perspectiva y recortada, la integración de un larguero de acuerdo con la invención con un elemento de ala de un avión.

30 Descripción detallada

En la FIG. 1, la invención se refiere a un método para integrar un herraje (110) entre dos alas (101, 102) de un perfil en forma de U o de I.

35 El herraje comprende al menos dos rebordes (111, 112) y, según una realización ilustrativa, puede comprender tres rebordes (111, 112, 113) previstos para su integración con las 2 alas (101, 102) y, según una realización específica, para su integración con las dos alas y un alma (103) del perfil (100).

40 Integración significa que al final de la aplicación del método los rebordes del herraje, las alas y el alma del perfil están hechos del mismo material, como si se hubieran moldeado conjuntamente.

El herraje incluye una nervadura (114) que se extiende entre los rebordes y es parte integrante de los mismos en al menos una porción de su perímetro.

45 En la FIG. 2, según un ejemplo de realización, el herraje se fabrica por medio de un utillaje que comprende una base (200) dotada de medios para posicionar (201, 202) y guiar en traslación dos plantillas (211, 212) sobre las que se disponen dos semipreformas del herraje.

50 Al menos la base y los medios de guía están fabricados con un material que tiene un coeficiente de dilatación térmica próximo al del material compuesto que constituye el herraje. A modo de ejemplo no limitativo, al menos la base y los medios de guía están hechos de una aleación de níquel y hierro del tipo INVAR®.

55 De acuerdo con realizaciones ilustrativas, las plantillas son también de INVAR® o de un acero para herramientas. En el caso de que las plantillas no sean de INVAR®, su dilatación térmica durante una etapa de curado contribuye a someter las preformas a una presión de compactación y a una presión de montaje.

60 En la FIG. 3, el drapeado de las dos semipreformas (311, 312) se realiza por separado en cuatro caras de sus respectivas plantillas (211, 212) dichas cuatro caras se muestran con sombreados en cruz en la FIG. 2. Entonces, el conjunto se monta en la base (200) del utillaje, la porción que constituye el herraje (315) se sitúa entre dichas plantillas tras el montaje, de modo que las dos semipreformas estén en contacto entre sí a lo largo de un plano de contacto (300) situado sustancialmente a mitad de camino entre la porción que constituye la nervadura.

65 Para fabricar un herraje, los rebordes que están en contacto con cada una de las alas, así como con el alma del perfil, y que comprenden una nervadura que se extiende entre los rebordes y perpendicular a dichos rebordes, cada plantilla comprende al menos 4 caras cuyas formas y su orientación corresponden a las de los rebordes y de la nervadura.

De este modo, según el ejemplo mostrado en la FIG. 2, cada plantilla comprende 4 caras orientadas a lo largo de 3 planos perpendiculares entre sí. En general, cada plantilla comprende 4 caras orientadas a lo largo de al menos 3 planos medios secantes.

5 De acuerdo con una realización específica, la plantilla puede comprender uno o más caras no planas. En el caso de que una cara sea plana, el plano medio es tangente a la cara. En el caso de que una cara no sea plana, el plano medio se define por una posición relativa a la cara tal que el volumen entre el plano medio y la parte de la cara que se encuentra a un lado de dicho plano (p. ej., por encima) es igual al volumen entre el plano medio y la parte de la cara que se encuentra al otro lado de dicho plano medio (p. ej., por debajo).

10 Cuando las caras de la plantilla no son planas, la última puede estar hecha en varias partes como se muestra en la FIG. 6 para permitir que los herrajes se retiren del molde después de la fabricación.

15 Ventajosamente, un elemento de relleno (316), denominado comúnmente "cabeza de clavo", se coloca en la unión entre las semipreformas correspondiente a la unión entre los futuros rebordes del herraje.

En la FIG. 4, el mismo utillaje puede usarse para el precortado del herraje. Para este fin, el conjunto que comprende el utillaje y las dos semipreformas se embolsa en una lona estanca (400) que comprende medios de hermeticidad (410) para delimitar un recinto hermético alrededor de las dos semipreformas.

20 Las placas de compactación (420), también conocidas como "placas de calafateo", pueden colocarse entre los rebordes de las semipreformas y la lona (400) en los diferentes planos en los que se extienden dichos rebordes.

25 El recinto delimitado por la lona (400) se evacua por los medios (450) adecuados, el conjunto se introduce a continuación en un horno o en un autoclave para aplicar un ciclo de prepolimerización destinado a alcanzar una relación de polimerización parcial deseada, normalmente está comprendido entre el 70 % y el 80 %.

30 La polimerización parcial puede obtenerse llevando las dos semipreformas montadas en el utillaje a una temperatura comprendida entre 50 °C y 180 °C durante un tiempo de mantenimiento compatible con una relación de polimerización parcial prevista.

35 Para una resina termoendurecible dada, la temperatura de prepolimerización y el tiempo de mantenimiento para obtener una polimerización parcial determinada pueden determinarse mediante ensayos con muestras, por ejemplo, para usar el método de diseño experimental, mediante un método tal como la calorimetría diferencial de barrido para determinar la relación de polimerización alcanzada y correspondiente a las diferentes combinaciones (temperatura, tiempo, presión) de las condiciones ensayadas.

40 La relación de polimerización puede, por ejemplo, medirse por calorimetría diferencial de barrido (DSC) según la norma ISO 11357-5. La relación de polimerización se calcula a partir de la entalpía de reacción del material ensayado parcialmente polimerizado y de la entalpía de reacción del mismo material no polimerizado que sirve de referencia.

45 Como ejemplo no limitativo, el precurado de una preforma de un herraje fabricado con un preimpregnado impregnado con una resina epoxídica disponible comercialmente bajo la marca Hexcel® y la designación OOA M56, se lleva a cabo a 135 °C durante 350 min a una presión de 950 mbar, que corresponde a un vacío primario en el recinto delimitado por la lona, es decir, mediante un método fuera del autoclave, para obtener una relación de polimerización comprendida entre el 70 % y el 80 %.

50 Por ejemplo, Hexcel Composites Sales suministra este preimpregnado: Parc Les Algorithmes, Euclide Building, Avenue Didier Daurat, Blagnac 31 700, Francia. El método está más en particular, pero no exclusivamente, adaptado a la aplicación de resinas optimizadas para el curado fuera del autoclave. De este modo, otras resinas epoxi de tipo OOA (optimizadas para el curado fuera del autoclave) de este proveedor se adaptan también a la aplicación del método, así como la referencia 8552.

55 Para garantizar una integridad material adecuada, una presión comprendida entre 850 mbar y 1000 mbar es necesaria y suficiente.

60 En el caso de piezas macizas, puede resultar la naturaleza exotérmica de la polimerización, al menos a nivel local, en relaciones de polimerización más elevadas, del orden del 90 %, para una proporción máxima inicialmente prevista del 80 %. La clave es mantener la resina "activa" en las interfaces, para que pueda producirse la copolimerización, por lo que puede seguir siendo necesario realizar ensayos basados en los principios expuestos anteriormente para afinar las condiciones del método en el marco de una aplicación específica.

65 Al menos una de las plantillas (212) está bloqueada en traslación en una dirección impuesta por los medios de guía (201, 202 en la FIG. 2), por ejemplo, mediante un pasador de fijación (412) en la base (200). La otra plantilla (211) puede mantenerse libre en traslación en la misma dirección o también puede estar detenida por un pasador de fijación en la base.

De este modo, la evacuación del recinto delimitado por la lona (400), o la presión aplicada en el caso de usar un autoclave, somete la parte de la preforma que constituye la nervadura a una presión de compactación, la plantilla configurada para estar libre en traslación (211) se desplaza hacia la plantilla (212) detenida en traslación por el pasador de fijación (412), compactando así la nervadura.

La presión ejercida por la lona (400) coopera a la compactación de los rebordes a través de las placas de compactación (420).

Las plantillas (211, 212) pueden incluir ventajosamente resaltes en sus diferentes caras para calibrar los grosores de los rebordes y de la nervadura durante la etapa de precurado.

En la FIG. 5, según un ejemplo de realización, una porción de larguero de ala puede comprender un perfil (500) cuya sección, sustancialmente en forma de U, puede comprender un pinzamiento de las alas (501, 502) tendiendo a cerrarse en función de su altura desde la banda (503).

En tal caso, en la FIG. 6, las plantillas del utillaje pueden estar fabricadas en dos partes (611₁, 611₂) ensambladas mediante un sistema de espiga y mortaja para permitir el desmontaje del utillaje después de la etapa de precurado.

Volviendo a la FIG. 5, una porción de larguero puede comprender una pluralidad de herrajes (510₁, 510₂, 510₃, 510₄, 510₅) entre sus alas. Según este ejemplo de realización, un tipo de racor (510₁, 510₃, 510₅) comprende una sola nervadura entre sus rebordes, otro tipo de herraje (510₂, 510₄) comprende al menos una porción de la nervadura con una forma sustancialmente en Y, esta parte de la nervadura formando una horquilla.

En la FIG. 7, el utillaje para la colocación y el precurado de este tipo de herraje que comprende una nervadura en forma de Y puede diseñarse según los mismos principios explicados anteriormente, pero puede incluir una plantilla adicional en forma de núcleo (713), correspondiente a las ramas de la Y que forma la horquilla y que está entre las otras dos plantillas (711, 712).

Las plantillas (711, 712) y el núcleo (713) son guiados en traslación con respecto a la base (200) sobre los medios de guía (201, 202) como se ha indicado anteriormente.

La preforma del herraje comprende 3 preformas, 2 semipreformas (751, 753) dispuestas sobre las plantillas (711, 712) y una preforma de la horquilla (753) dispuesta sobre el núcleo (713).

Las dos semipreformas (751, 752) que comprenden los rebordes están en contacto según un plano de contacto (300). También están en contacto a lo largo de una pluralidad de interfaces (701, 702, 704, 704) con la preforma de la horquilla.

El espacio entre la preforma de horquilla (753) y las dos semipreformas (751, 752) puede rellenarse con una denominada cabeza de clavo (716).

Los planos de contacto que no son verticales (703, 704), o más justamente que no son perpendiculares a la dirección de guía de traslación proporcionada por los medios de guía de traslación, están inclinados un ángulo α con respecto a esta perpendicular (vertical en la figura).

Durante la fase de precurado, al menos una de las plantillas (711, 712) o el núcleo (713) puede cerrarse, por ejemplo, mediante un pasador de localización en la base. La presión ejercida por la lona del recinto evacuado sobre las placas compactadoras y sobre las plantillas permite el ensamblaje a lo largo de sus interfaces por copolimerización parcial de las 3 preformas (751, 752, 753).

Durante esta fase de precurado, para que el hinchamiento sea controlado y para que la copolimerización parcial tenga lugar entre las interfases no verticales (703, 704), el ángulo α será preferentemente inferior a 45°, y más preferentemente inferior a 20°.

En la FIG. 8, para fabricar una porción de larguero tal como se muestra en la FIG. 5, o un larguero completo que comprende una pluralidad de herrajes, de acuerdo con una realización ventajosa, el utillaje puede comprender una pluralidad de pares de plantillas (810₁, 810₂, 810₃) con o sin un núcleo intermedio para que todos los herrajes se precuren durante una misma operación.

De este modo, de acuerdo con una realización ilustrativa, de forma similar al utillaje para el precurado de un solo herraje, el utillaje con una pluralidad de pares de plantillas comprende una base (800) que comprende medios de guía traslacional (802) de las plantillas con respecto a la base (800). Los pares de plantillas (810₁, 810₂, 810₃), comprendidas o no en una plantilla para una preforma de tipo horquilla están unidas a la base por medios de guía traslacional.

Los pares de plantillas (810₁, 810₂, 810₃) pueden estar distribuidos a lo largo de un eje longitudinal del utillaje según las mismas distancias que en el larguero real. De este modo, de acuerdo con una realización ilustrativa, uno o más espaciadores (830) pueden ser insertados entre los pares de plantillas para igualar estas distancias. Dichos espaciadores también son guiados en traslación sobre la base y según realizaciones alternativas pueden o no, en su totalidad o en parte, estar fijados a la base, p. ej., mediante un pasador.

Al menos una de las plantillas puede estar detenida en traslación con respecto a la base, estando los pares de plantillas (810₁, 810₂, 810₃) y los espaciadores yuxtapuestos de forma contigua, para que la presión de compactación, ejercida por la lona por la evacuación del recinto durante la etapa de precurado, consiga la compactación de las nervaduras y el control del efecto de hinchamiento.

En la FIG. 9, después de la fase de precurado, los rebordes de los herrajes parcialmente polimerizados y compactados quedan enrasados con la superficie exterior del utillaje. Las dimensiones de los herrajes parcialmente polimerizados son estables e iguales a las dimensiones finales de estos herrajes.

De acuerdo con una realización ilustrativa, si solo una de las plantillas está fijada a la base, las grapas de sujeción (950) pueden instalarse y apretarse a la base (800) y a los medios de guía de traslación (802). El utillaje que comprende los herrajes parcialmente polimerizados se utiliza a continuación en su conjunto como mandril para la colocación del perfil directamente sobre él. El drapeado se realiza manualmente o mediante la colocación automatizada de fibras.

La FIG. 10 muestra una realización ilustrativa de tal utillaje (1000) correspondiente a la sección del larguero mostrado en la FIG. 5, que comprende los herrajes parcialmente polimerizados (510₁, 510₂, 510₃, 510₄, 510₅) instalados en dicho utillaje (1000) antes del drapeado del perfil en este utillaje utilizado como mandril.

El laminado de la preforma del perfil (1010) se realiza manualmente o mediante la colocación automatizada de fibras en el utillaje que comprende las preformas parcialmente polimerizadas.

A continuación, el conjunto se embolsa en una lona hermética, evacuado y polimerizado mediante curado en horno o autoclave.

En la FIG. 11, el método que puede implementarse con el utillaje anteriormente descrito, permite la fabricación de perfiles de gran longitud, rectos o curvos con herrajes integrales, mediante el drapeado de láminas preimpregnadas, método que es más fácilmente automatizable que el uso de una preforma seca y un método de moldeo por inyección de resina.

El método está así particularmente adaptado a la fabricación de un larguero de material compuesto (1100) para un ala de avión. Además del ahorro en peso y la simplificación de la hermeticidad del larguero que proporciona la ausencia de fijaciones, al mantener el mismo utillaje durante todo el proceso de fabricación, sin desmontar y recolocar los elementos durante este proceso, los herrajes están perfectamente colocados con respecto al larguero, lo que también simplifica el montaje de la estructura del ala.

REIVINDICACIONES

1. Un método para integrar un compuesto laminado (110, 510₁, 510₂, 510₃, 510₄, 510₅) ajustado entre dos alas de un perfil compuesto laminado (100, 500) que comprende las etapas de:

I) obtener una preforma laminada de un herraje (110) que comprende un refuerzo fibroso impregnado de una resina termoendurecible, comprendiendo la preforma laminada del herraje dos rebordes (111, 112) previstos para su inserción en contacto entre las dos alas (101, 102) del perfil compuesto laminado y una nervadura (114) que se extiende entre los dos rebordes y es parte integrante de los mismos;

II) precurar la preforma laminada del herraje (110) para obtener una polimerización parcial de la preforma laminada del herraje;

III) drapear una preforma de perfil del perfil compuesto laminado (100) de modo que las fibras impregnadas con una resina termoendurecible comprendidas en dos de las alas (101, 102) de la preforma compuesta laminada del perfil se drapeen sobre los dos rebordes (111, 112) de la preforma laminada parcialmente polimerizada del herraje (110); y

IV) polimerizar completamente un conjunto que comprende la preforma compuesta laminada del perfil (100) y la preforma laminada parcialmente polimerizada del herraje (110), manteniendo en contacto los rebordes (111, 112) de la preforma laminada del herraje (110) con las alas (101, 102) de la preforma compuesta laminada del perfil (100);

caracterizado por que la preforma laminada del herraje comprende dos semipreformas (311, 312, 751, 752) realizadas por un drapeado de fibras preimpregnadas con la resina termoendurecible, ensamblándose las semipreformas por precurado durante la etapa II) a lo largo de un plano de contacto situado en la nervadura (114).

2. El método de la reivindicación 1, en donde una relación de polimerización parcial obtenida al final de la etapa II) está comprendida entre el 70 % y el 80 %.

3. El método de la reivindicación 1, en donde una semipreforma se drapea sobre 4 caras de una plantilla (211, 212, 711, 712), siendo secantes los planos medios de al menos 3 de las 4 caras.

4. El método de la reivindicación 3, en donde el drapeado de la semipreforma se realiza a mano.

5. El método de la reivindicación 3, en donde el drapeado de la semipreforma se realiza mediante colocación automatizada de fibras.

6. El método de la reivindicación 1, en donde la nervadura del herraje comprende dos rebordes que forman una horquilla, comprendiendo el método antes de la etapa II) las etapas de:

obtener una preforma compuesta laminada de la horquilla (753), e

insertar la preforma compuesta laminada de la horquilla entre las dos semipreformas (751, 752) para que se copolimericen parcialmente conjuntamente durante la etapa II).

7. El método de la reivindicación 6, en donde una preforma de la horquilla se drapea sobre un núcleo.

8. El método de la reivindicación 7, en donde una porción de una rama de la horquilla está inclinada un ángulo α inferior a 45°.

9. El método de la reivindicación 1, en donde:

se usa un utillaje para una polimerización parcial del herraje en la etapa II),

el utillaje se usa como mandril, sujetándose la preforma laminada parcialmente polimerizada del herraje en el utillaje, para el drapeado de la etapa III), y

el utillaje, que comprende la preforma compuesta laminada del perfil que se drapea sobre dicho utillaje en la etapa III), se usa para la polimerización completa del conjunto en la etapa IV).

10. Un utillaje para la fabricación de un larguero de ala que comprende un perfil compuesto laminado (100) que comprende un alma (103) y dos alas (101, 102) y al menos un herraje compuesto laminado (110) que comprende dos rebordes (111, 112) y una nervadura (114), siendo los dos rebordes del al menos un herraje compuesto laminado parte integrante de las dos alas del perfil compuesto laminado, **caracterizado por que** el utillaje comprende:

una base (200, 800) que comprende medios de guía traslacional (201, 202, 802),

al menos un par de plantillas (211, 212, 711, 712) guiadas sobre los medios de guía traslacional, en donde una de las plantillas del al menos un par de plantillas está detenida en traslación con respecto a la base (200, 800),

una lona estanca (400) configurada para crear un recinto hermético que comprende al menos un par de plantillas, y

medios para evacuar al vacío el recinto hermético estanco.

- 5 11. El utillaje de la reivindicación 9, configurado para fabricar un larguero de ala que comprende un herraje cuya nervadura comprende dos rebordes que forman una horquilla, en donde el utillaje comprende además un núcleo (713) guiado en traslación sobre los medios de guía traslacional de la base entre las plantillas del al menos un par de plantillas.
12. El utillaje de la reivindicación 11, que comprende una pluralidad de pares de plantillas guiadas en traslación sobre la base.

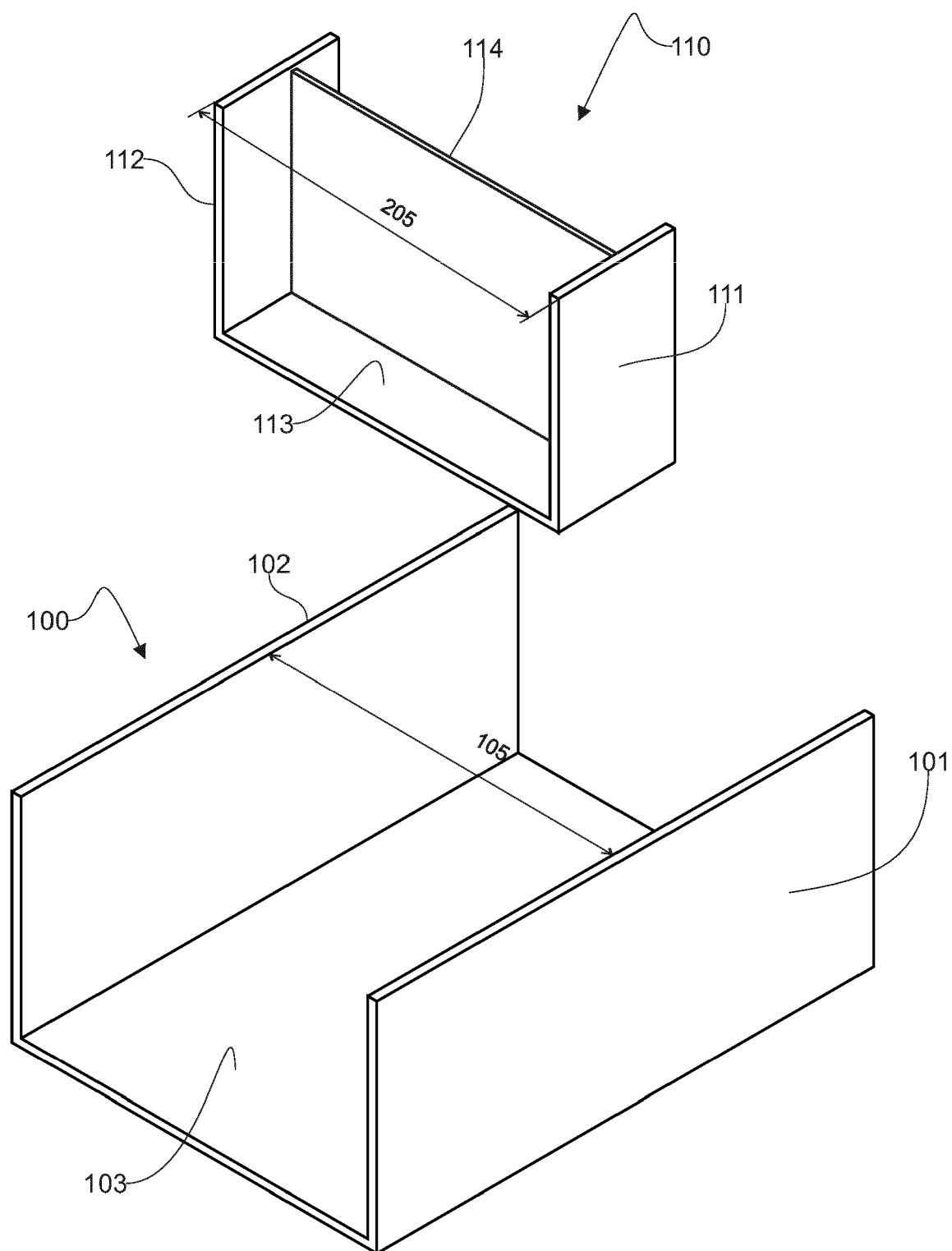


FIG. 1

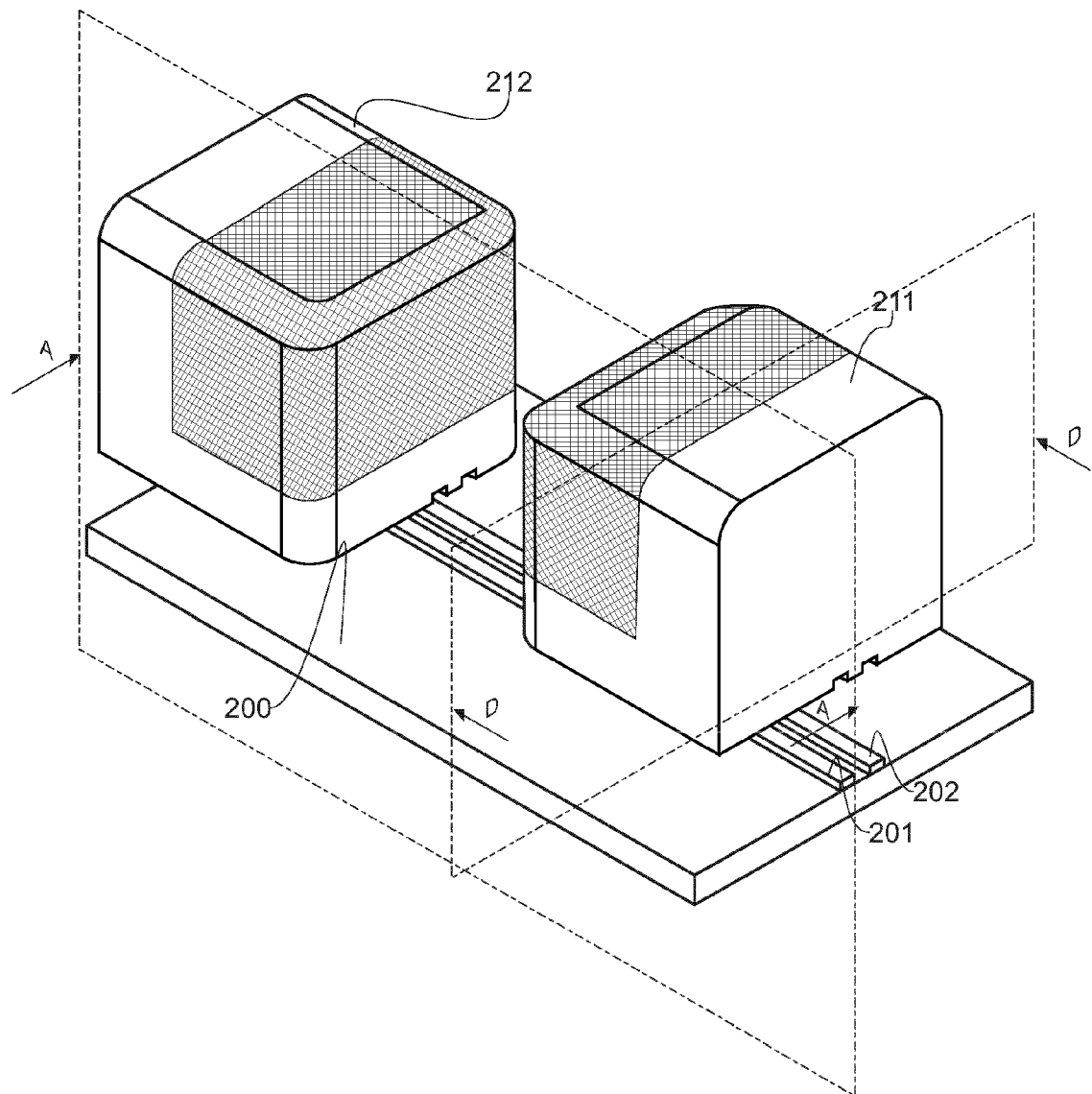


FIG. 2

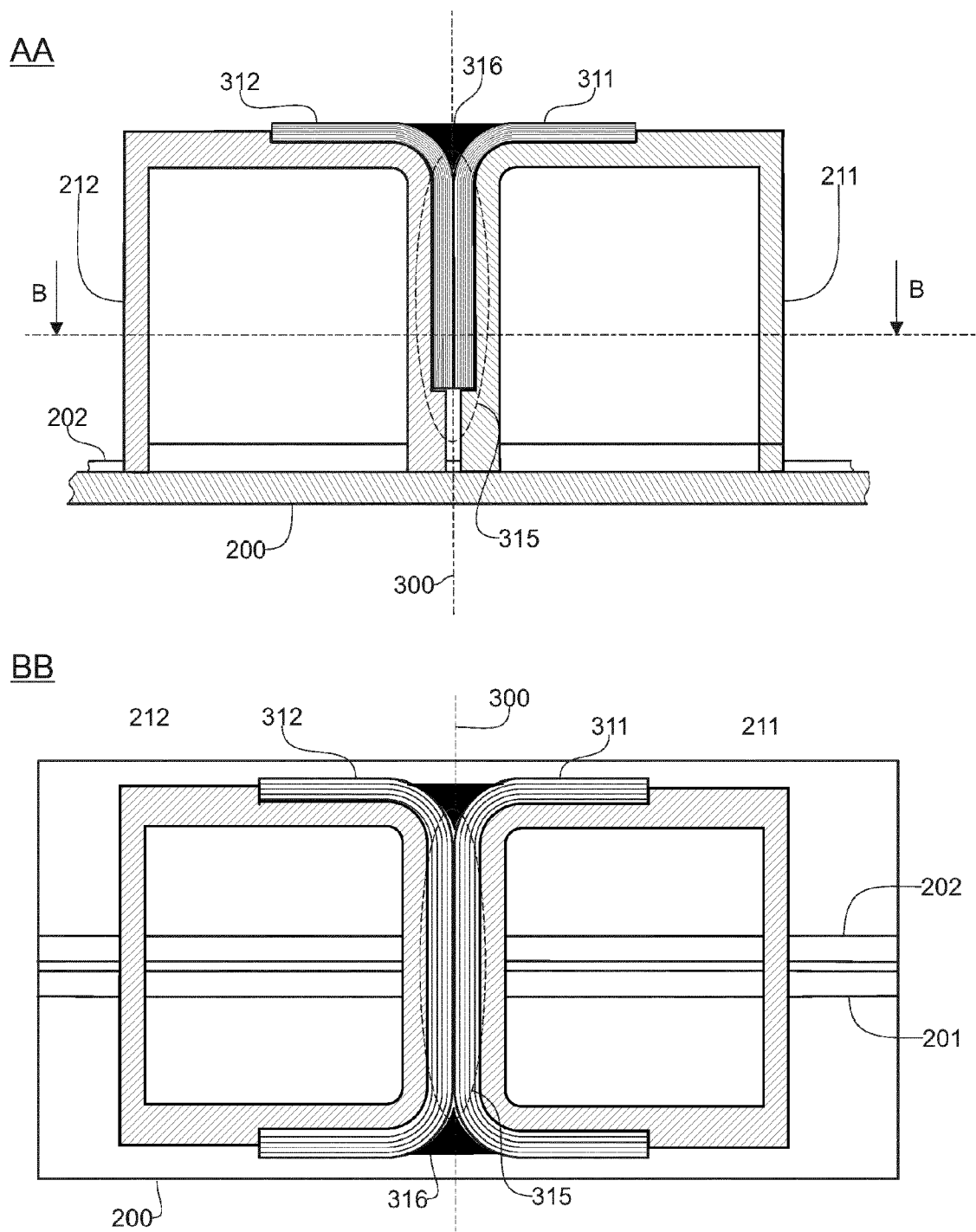


FIG. 3

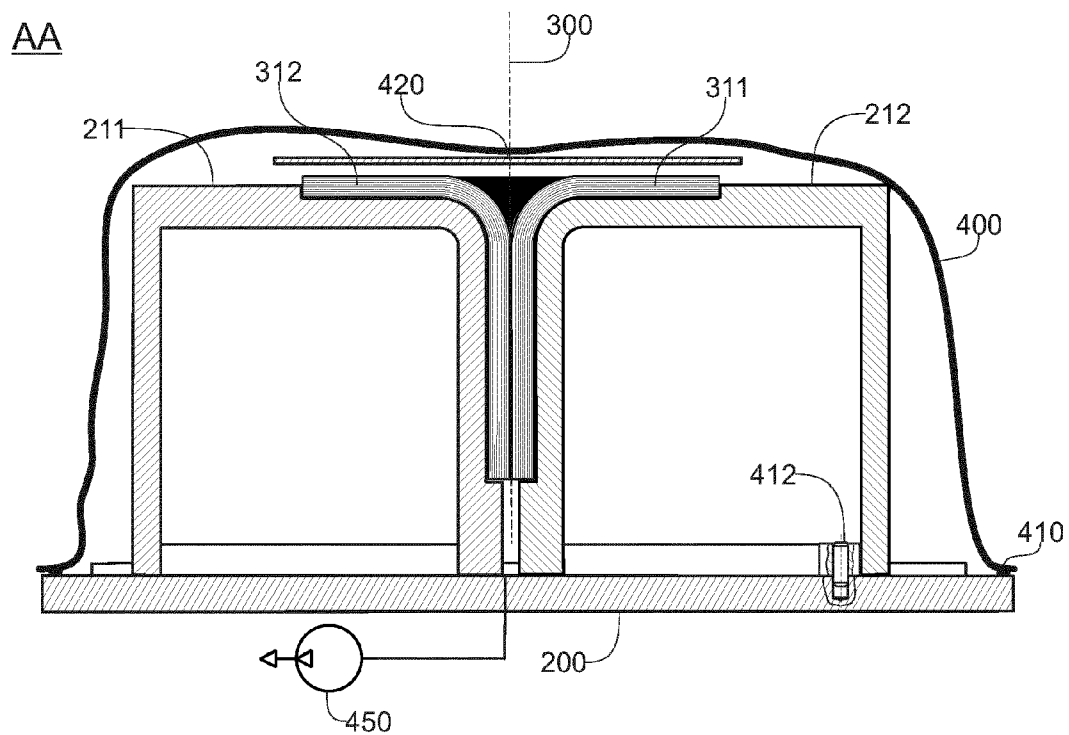


FIG. 4

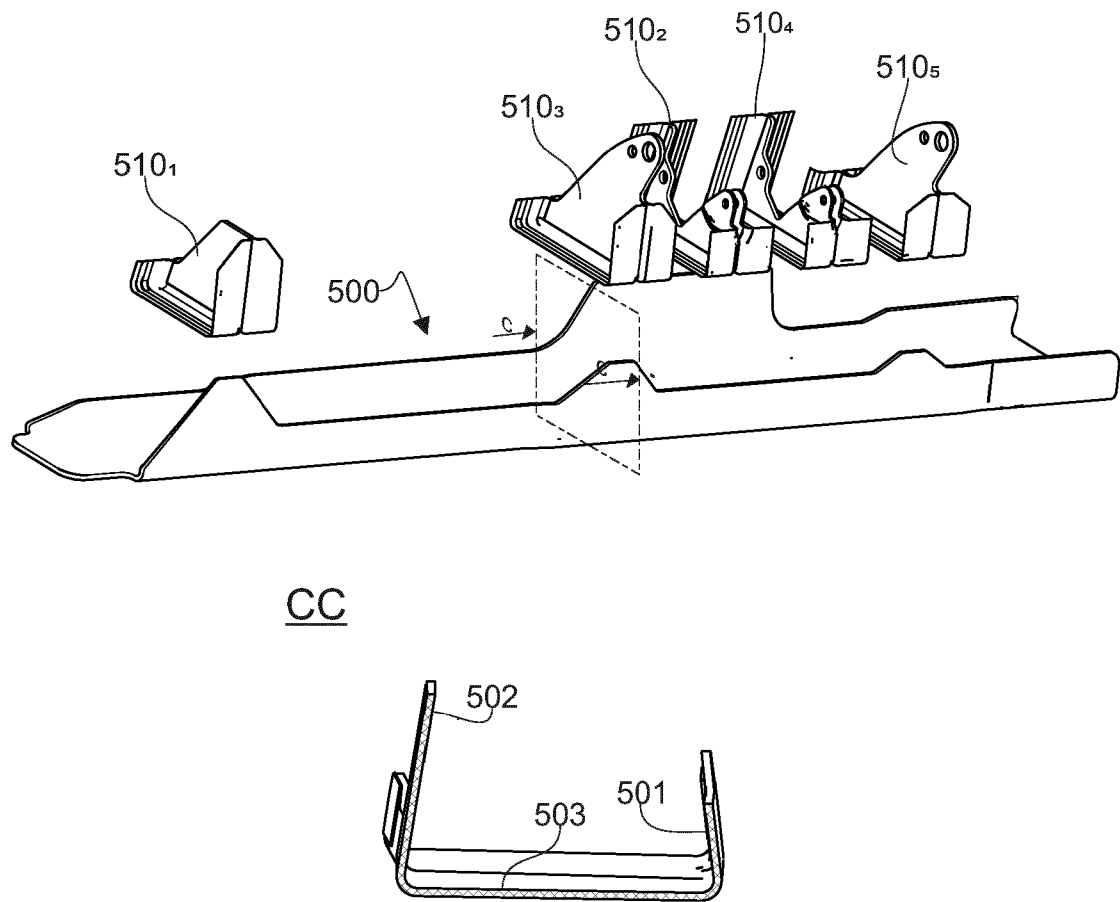


FIG. 5

DD

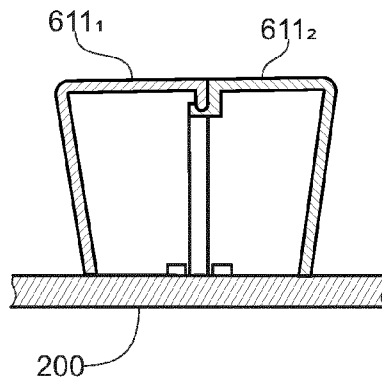


FIG. 6

AA

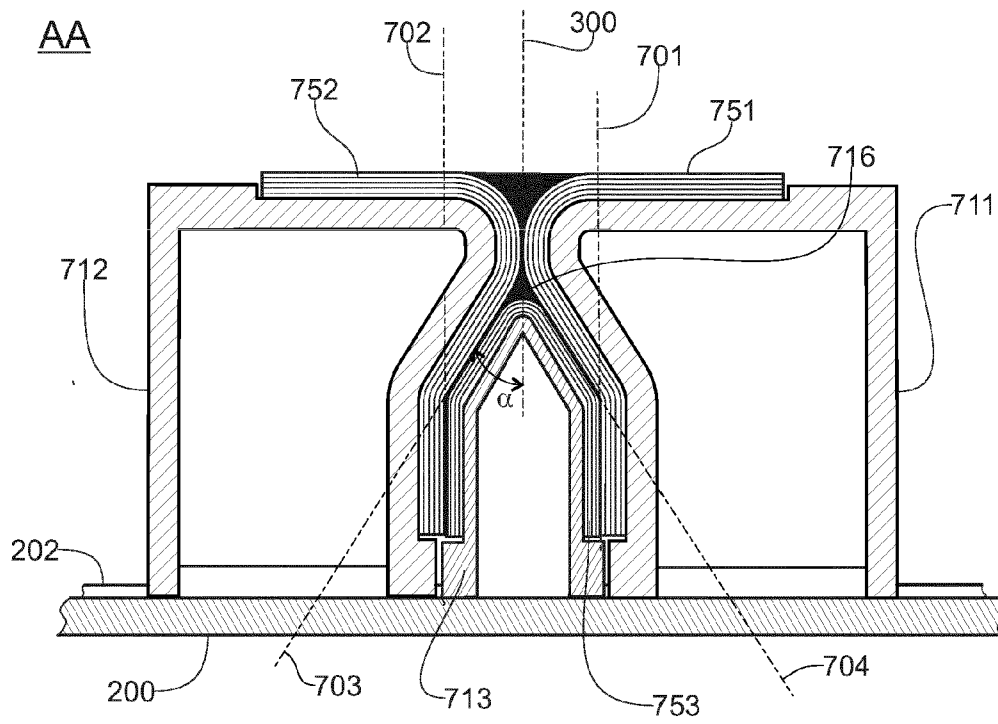


FIG. 7

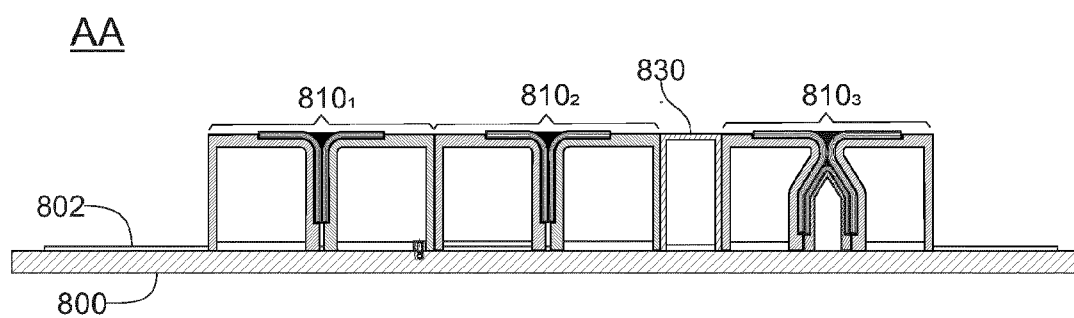


FIG. 8

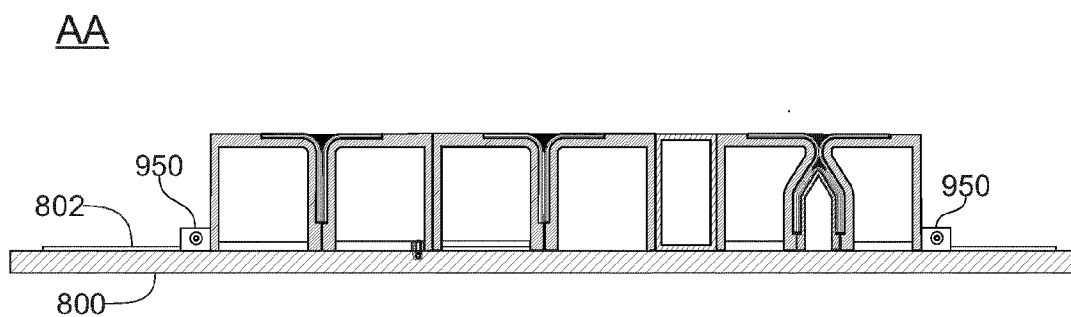


FIG. 9

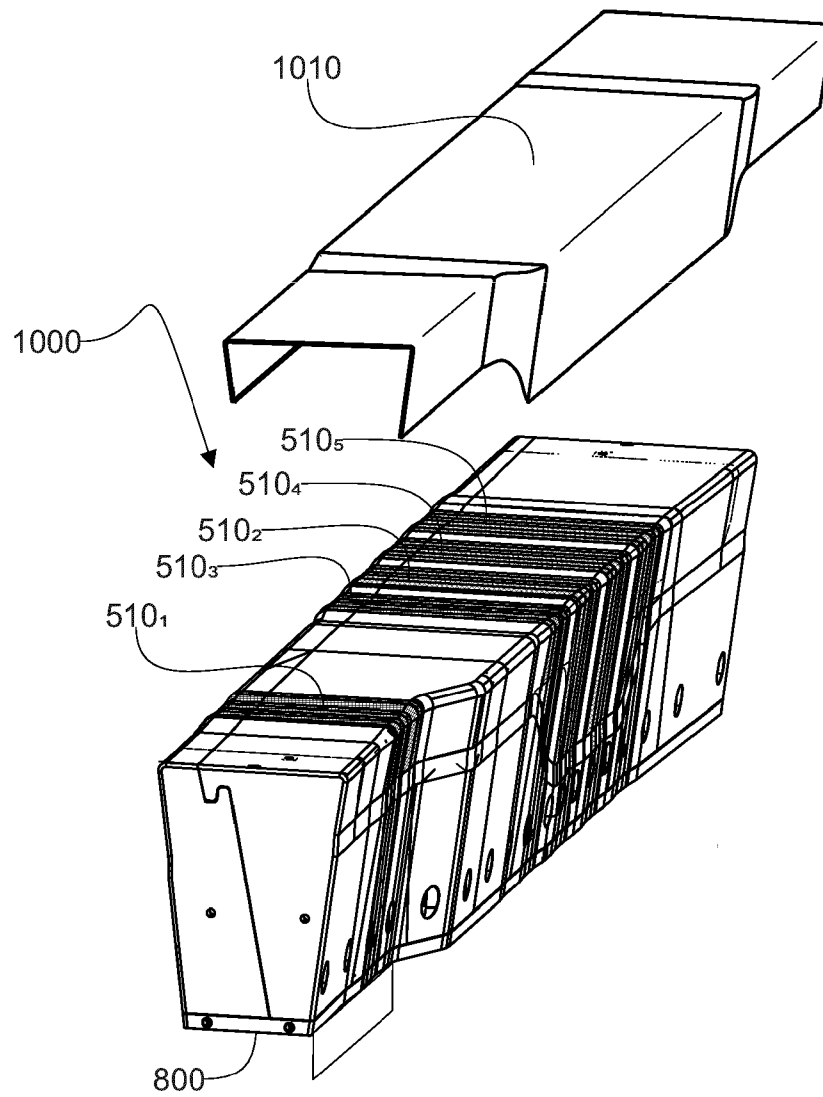


Fig. 10

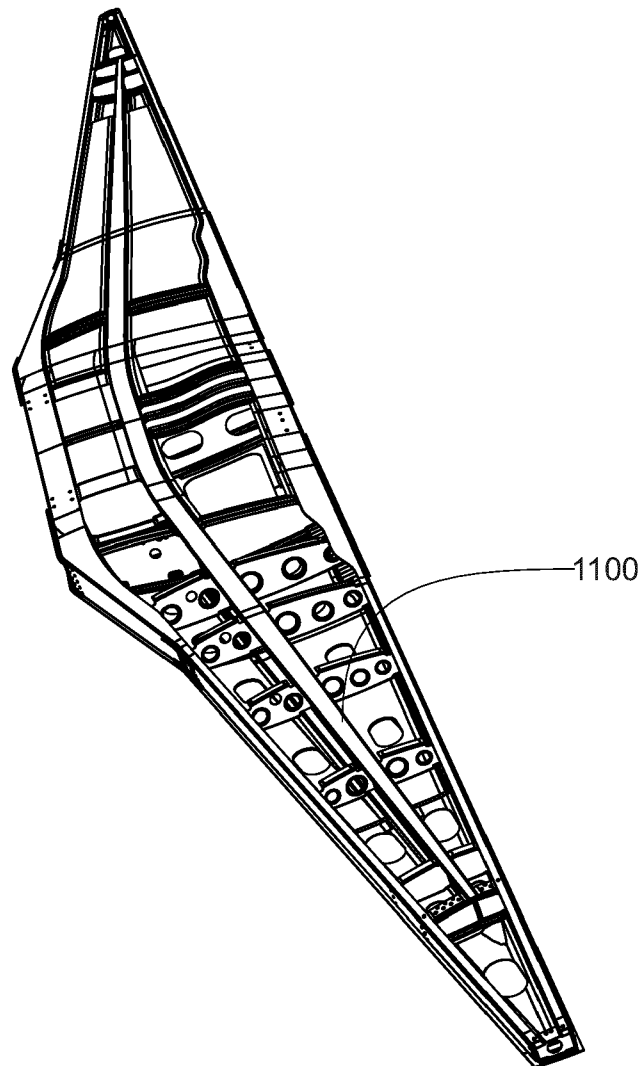


FIG. 11