

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 788 529**

51 Int. Cl.:

B64C 3/20 (2006.01)

B29C 33/00 (2006.01)

B64C 3/26 (2006.01)

B64F 5/00 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.12.2013** **E 13382581 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.02.2020** **EP 2889214**

54 Título: **Método de fabricación de un cajón infundido altamente integrado hecho de material compuesto**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.10.2020

73 Titular/es:
AIRBUS OPERATIONS, S.L. (100.0%)
Avda. John Lennon s/n
28906 Getafe Madrid, ES

72 Inventor/es:
GARCIA MARTIN, DIEGO;
BARROSO FERNANDEZ, LARA;
CEBOLLA GARROFE, PABLO;
CEREZO ARCE, DAVID ALFONSO y
MARQUEZ LOPEZ, IGNACIO JOSÉ

ES 2 788 529 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 de fabricación de un cajón infundido altamente integrado hecho de material compuesto

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un método de fabricación de un cajón infundido altamente integrado de material compuesto, en particular, un cajón de torsión que puede ser utilizado en estructuras de cajón de aeronaves, tales como alas, estabilizadores verticales (VTP), estabilizadores horizontales (HTP), pilones y otros dispositivos de control.

Antecedentes de la invención

Hoy en día la integridad estructural y un alto ritmo de producción son características fundamentales en la industria aeronáutica, donde la competitividad entre las compañías aéreas es muy dura.

10 Las estructuras con cajones altamente integrados se consideran como un paso importante en la integración de las estructuras de materiales compuestos en el campo aeronáutico.

Hace años las aeronaves estaban en su mayoría o totalmente construidas con componentes metálicos, que proporcionaban un buen rendimiento en términos de comportamiento mecánico, pero, como inconveniente, las penalizaban en términos de peso.

15 Como la industria aeronáutica requiere estructuras que, por una parte, soporten las cargas a las que son sometidas, cumpliendo con los altos requisitos en resistencia y rigidez, y por otro lado, sean lo más ligeras posible, el uso de materiales compuestos en estructuras primarias está cada vez más y más extendido, ya que con la aplicación adecuada de dichos materiales compuestos, es posible lograr un ahorro de peso importante con relación a un diseño en material metálico.

20 Una de las soluciones más importantes fue el uso de polímeros reforzados con fibra de material compuesto (CFRP) para grandes piezas estructurales, logrando importantes ahorros de peso y disminución del coste de operación.

En resumen, se ha demostrado que los materiales compuestos cumplen los siguientes requisitos:

- Ahorro de peso.
- Rentables.
- 25 - Cumplen los requisitos estructurales bajo las condiciones de una aeronave.
- Relación coste/peso beneficiosa.

La arquitectura típica de un estabilizador horizontal (HTP) se divide en los siguientes montajes: borde de ataque, cajón de torsión, borde de salida, punta, elevador y, en algunos casos, el cajón central.

30 En cuanto al cajón de torsión, algunos diseños se han basado principalmente en una estructura multi-costilla con dos largueros (largueros delantero y larguero trasero) y cerrado por dos revestimientos rígidos. En el caso del Airbus A330 y A340, puede haber un cajón central en lugar de una costilla central de unión, como puede encontrarse, por ejemplo, en el A320. En este caso, esta estructura está montada y remachada porque tiene un esqueleto con diferentes larguerillos.

Aunque las primeras aeronaves de Airbus como el A300 y el A310 se basaban en una disposición de costillas y largueros metálicos, este diseño fue pronto sustituido por componentes de CFRP producidos por diferentes métodos como el encintado manual, ATL y RTM. El diseño correspondiente al Airbus A350 XWB se basa en este último enfoque, donde largueros, revestimientos y costillas son piezas de CFRP monolíticas producidas por ATL.

5 Las típicas construcciones de CFRP utilizadas actualmente en el cajón de torsión HTP son construcciones de dos largueros que comprenden un larguero delantero, un larguero trasero, larguerillos, revestimientos y varias costillas transversales entre el larguero delantero y el larguero trasero, siendo la principal función de dichas costillas la de proporcionar rigidez a torsión, para limitar los revestimientos y los largueros longitudinalmente así como para discretizar las cargas de pandeo y para mantener la forma de la superficie aerodinámica. Esta estructura está reforzada longitudinalmente por medio de los larguerillos.

15 Típicamente, el proceso para la fabricación de un cajón de torsión es considerablemente manual y se lleva a cabo en un número de pasos. Las diferentes piezas (revestimiento, larguerillos, largueros y costillas) que forman el cajón se fabrican por separado y después se integran por medio de co-pegado (especialmente los revestimientos y los largueros), y en la mayoría de los casos se unen mecánicamente con la ayuda de complicados utillajes para conseguir las tolerancias necesarias, que se dan por las exigencias aerodinámicas y estructurales. Esto implica diferentes estaciones de montaje y una gran cantidad de elementos de unión, tales como remaches, lo que conlleva penalizaciones en peso, elevados costes de producción y de montaje, la necesidad de una capacidad logística mayor y una peor calidad aerodinámica de las superficies exteriores.

20 Además de eso, algunos de los procesos de fabricación estándar para cajones implican un proceso de curado separado para las costillas, los largueros, los larguerillos y los revestimientos.

Por esta razón, recientemente ha habido grandes esfuerzos para lograr un nivel cada vez más alto de integración en la producción de cajones de torsión en material compuesto y por lo tanto evitar los inconvenientes mencionados anteriormente.

25 Por ejemplo, el documento WO 2008/132251 A1 se refiere a una estructura de aeronave integrada que comprende un cajón de torsión multilarguero de material compuesto sin costillas, con varios largueros y larguerillos longitudinales con sección en forma de I o en forma de T, que tiene la intención de lograr una estructura eficaz en cuanto a la resistencia/ rigidez y bajo peso.

30 El documento WO 2005/110842 A2, que se refiere a un "cajón de superficie de sustentación y método asociado", describe un cajón de una superficie de sustentación que incluye dos o más estructuras de medio casco que pueden conformarse de manera integral de materiales compuestos. Cada estructura de medio casco es un miembro integral o unitario que incluye al menos una parte del revestimiento exterior de la superficie de sustentación, así como miembros rigidizadores y miembros de conexión. Las estructuras de medio casco se pueden ensamblar mediante la conexión de los elementos de conexión con elementos de fijación tales como remaches para formar el cajón de la superficie de sustentación.

35 Algunas de las propuestas de la técnica anterior tratan de obtener un alto nivel de integración para las estructuras y tratan de evitar la fabricación por separado de las piezas que forman el cajón y el uso de la tecnología de preimpregnados ("prepreg").

40 Sin embargo, algunos de los cajones de torsión actuales todavía comprenden un gran número de componentes y sus procesos de fabricación de montaje aún implican un alto número de operaciones. Además de eso, la tecnología de preimpregnados utilizada en algunos de ellos es costosa debido al proceso de curado, que requiere un autoclave.

Sumario de la invención

El objeto de la invención es proporcionar un método de fabricación de un cajón infundido altamente integrado hecho de material compuesto con una estructura simplificada que puede fabricarse de acuerdo con un método que reduce las operaciones de fabricación y montaje.

ES 2 788 529 T3

La invención se refiere a un cajón infundido altamente integrado hecho de material compuesto con dos revestimientos, varias costillas, varios larguerillos, un larguero delantero y un larguero trasero, que comprende un primer semicajón y un segundo semicajón unidos por medios de conexión, en el que:

- el primer semicajón (1) comprende un revestimiento (3) y las costillas (4), y

5 - el segundo semicajón (2) comprende un revestimiento (3), el larguero delantero, el larguero trasero y los larguerillos (5).

10 El cajón infundido integrado de la invención se fabrica utilizando tecnología de LRI (Infusión de Resina Líquida), y comprende dos semicajones, cada uno de ellos con elementos de refuerzo en una dirección (el primer semicajón comprende los elementos de refuerzo transversales, mientras que el segundo semicajón comprende los elementos de refuerzo longitudinales), lo que simplifica la fabricación del cajón.

La invención se refiere a un método de fabricación de un cajón infundido altamente integrado hecho de material compuesto que comprende las siguientes etapas:

- Preparación del utillaje para el proceso de infusión y ATL en seco de las costillas, los revestimientos y los larguerillos:

15 o Limpieza del utillaje.

 o Aplicación de medios de desmoldeo al utillaje.

- Encintado: los revestimientos, larguerillos, largueros y costillas son laminados con fibra seca con aglutinante entre las capas.

20 - Proceso de conformado de largueros, costillas y larguerillos: los larguerillos se forman con una forma en H y son posteriormente cortados en dos formas en T y los largueros y las costillas se forman con una forma en J.

- Proceso de fabricación del primer semicajón, comprende las siguientes subetapas:

 o Colocación del revestimiento sobre el utillaje de base.

 o Colocación de las costillas sobre el revestimiento.

25 o Colocación de los módulos del utillaje rígido para el alma de las costillas entre las costillas, de manera que la cara del alma de cada costilla que no contiene el reborde superior de la costilla está en contacto con uno de los lados del utillaje, y el conjunto se cubre con una bolsa de vacío.

 o Infusión del primer semicajón con resina usando tecnología LRI (Infusión de Resina Líquida).

 o Curado con herramientas auto-calefactantes o dentro de un horno.

30 o Desmoldeo: una vez que el proceso de curado ha terminado, la bolsa de vacío se retira y el utillaje se desmoldea.

○ Inspección dimensional y por ultrasonidos.

- Proceso de fabricación del segundo semicajón, que comprende las siguientes subetapas:

○ Colocación del revestimiento sobre el utillaje de base.

○ Colocación de los larguerillos y de los largueros sobre el revestimiento.

5 ○ Colocación de los módulos del utillaje flexible para el alma de los larguerillos con entrada de resina sobre los larguerillos.

○ Colocación de los módulos del utillaje rígido para el alma de los largueros entre los largueros, sobre el revestimiento y sobre los módulos del utillaje flexible para el alma de los larguerillos.

○ Infusión del segundo semicajón con resina usando tecnología LRI (Resina Líquida para Infusión).

10 ○ Curado con herramientas auto-calefactantes o dentro de un horno.

○ Desmoldeo: una vez que el proceso de curado ha terminado, la bolsa de vacío se retira y el utillaje se desmoldea.

○ Inspección dimensional y por ultrasonidos.

15 - Proceso de ensamblado del primer semicajón con el segundo semicajón por medio de la perforación y remachado de las uniones.

La principal ventaja sobre los procesos de fabricación convencionales se basa en la reducción de las operaciones de fabricación y montaje, porque se reduce el número de componentes y de los procesos de curado.

20 Algunos de los procesos de fabricación estándar para cajones implican un proceso de curado separado para las costillas, los largueros, los larguerillos y los revestimientos. En cambio, el método de fabricación de la invención efectúa sólo dos procesos de curado, uno para el primer semicajón y otro para el segundo semicajón.

Otra ventaja de la invención es que no se necesita autoclave para el curado. Las estructuras compuestas construidas con materiales preimpregnados, sin embargo, requieren un autoclave.

Para el proceso de infusión se selecciona la tecnología LRI, debido a la simplificación del utillaje y su consiguiente reducción de costes no recurrentes en comparación con un proceso de RTM.

25 El segundo semicajón que comprende un revestimiento, los largueros delantero y trasero y los larguerillos, y que no incluye costillas, tiene una cierta flexibilidad (un par en la dirección de la envergadura) capaz de abrir los largueros un poco durante la integración entre los dos semicajones. Este par tan pequeño hace posible este ensamblado con la cuña y la aplicación del sellante entre las costillas y los largueros, evitando la dispersión de líquido durante el proceso de integración, y sin que ello suponga un riesgo de deformación por tensión de la estructura.

30 El proceso de montaje se acorta significativamente a medida que el número de etapas y operaciones necesarias se reduce considerablemente, debido a que se evitan las fases que requieren más tiempo de las operaciones de montaje de los cajones laterales.

La cantidad necesaria de remaches se reduce ya que la mayor cantidad de uniones está co-infundidas; esto reduce también el peso debido a la eliminación de estas uniones mecánicas.

Otras características y ventajas de la presente invención quedarán claras a partir de la siguiente descripción detallada de una realización típica de su objeto, haciendo referencia a los dibujos adjuntos.

5 Descripción de las figuras

Las figuras 1, 3 y 5 muestran diferentes vistas de un primer semicajón de un cajón infundido altamente integrado de material compuesto según la invención.

Las figuras 2, 4 y 6 muestran diferentes vistas de un segundo semicajón de un cajón infundido altamente integrado de material compuesto según la invención.

10 La figura 7 muestra el primer semicajón y el segundo semicajón de un cajón infundido altamente integrado de material compuesto antes de ser unidos entre sí.

La figura 8 muestra la flexibilidad del segundo semicajón.

La figura 9 muestra el proceso de formación de los larguerillos del cajón infundido altamente integrado de material compuesto según la invención.

15 La figura 10 muestra el proceso de formación de los largueros y costillas del cajón infundido altamente integrado de material compuesto según la invención.

La figura 11 muestra el utillaje y la bolsa de vacío utilizados en el proceso de fabricación del primer semicajón.

La figura 12 muestra el utillaje y la bolsa de vacío utilizados en el proceso de fabricación del segundo semicajón.

20 La figura 13 muestra una secuencia esquemática del proceso de fabricación de un cajón infundido altamente integrado de material compuesto según la invención.

La figura 14 muestra un módulo del utillaje flexible para el alma del larguerillo con una entrada de resina para el proceso de infusión.

La figura 15 muestra el útil de apoyo para las costillas y largueros con una entrada de resina.

Descripción detallada de la invención

25 Las figuras 1, 3 y 5 muestran varias vistas del primer semicajón 1 del cajón infundido altamente integrado de material compuesto según la invención. El primer semicajón 1 comprende un revestimiento 3 y las costillas 4.

Las figuras 2, 4 y 6 muestran varias vistas del segundo semicajón 2 del cajón infundido altamente integrado de material compuesto según la invención. El segundo semicajón 2 comprende un revestimiento 3, el larguero delantero, el larguero trasero y los larguerillos 5.

30 Ambos semicajones 1, 2 utilizan fibra seca (de tejido de láminas o tejido unidireccional).

Como se muestra en la figura 7, ambos semicajones 1, 2 son complementarios, y después de ser ensamblados entre sí, forman el cajón infundido altamente integrado de material compuesto según la invención.

5 La figura 8 muestra la flexibilidad del segundo semicajón 2. Como las costillas 4 no se incluyen en este semicajón 2, tiene una cierta flexibilidad que hace posible que los largueros 6 se abran un poco durante la integración con el primer semicajón 1, al cual está unido mediante medios de conexión. En una realización de la invención, las costillas 4 y los largueros 6 son en forma de J (como se puede ver en la Fig. 10) y los larguerillos 5 son en forma de T (véase la Fig. 9).

Los larguerillos 5 se forman por la unión de dos preformas en forma de C, que forman juntos una doble C (o forma de H), que posteriormente se cortan en dos larguerillos en forma de T 5 (Fig. 9).

10 En cuanto a las costillas 4 y los largueros 6, se forman usando un proceso de conformación que comprende dos etapas, como se ilustra en la figura 10:

- Formación de dos formas en L, utilizando módulos laterales, cada uno de ellos dividido en dos sub-módulos (uno superior y uno inferior) que se mantienen unidos en esta etapa.

15 - Unión de ambas formas en L, eliminando de los sub-módulos inferiores y flexionando el alma 15 para cambiar la forma de T en forma de J.

- Introducción de "rovings" (tiras de fibra unidireccionales que deben ser del mismo material que el utilizado en los encintados o un material compatible) en el espacio entre las bases de las formas en L.

20 Es importante que las costillas 4, los largueros 6 y los larguerillos 5 se proporcionen con pies 16 a cada lado del alma 15 (véanse las Figs. 11 y 12). La forma en J de las costillas 4 y los largueros 6 y la forma en T de los larguerillos 5 permite tal configuración.

Los rovings también se introducen en el espacio existente entre los larguerillos 5 y el revestimiento 3.

Los pies 16 a cada lado del alma 15 permiten las siguientes ventajas:

- Se aumenta la superficie de unión entre el elemento de refuerzo y el revestimiento 3.

25 - Para evitar espacios / esquinas en el lado del alma 15 que no está provista de un pie 16 en el área de contacto con el revestimiento 3, que podría causar efectos de despegado.

La figura 13 muestra un diagrama de flujo esquemático con la secuencia de pasos del proceso de fabricación de un cajón infundido altamente integrado de material compuesto según la invención.

El método de fabricación de un cajón infundido altamente integrado de material compuesto de acuerdo con la invención comprende los siguientes pasos:

30 - Preparación de la herramienta para el proceso de inyección y ATL en seco de las costillas 4, los revestimientos 3 y los larguerillos 5:

o Limpieza del utillaje.

o Aplicación de medios de desmoldeo al utillaje (esto permitirá un desmoldeo fácil).

ES 2 788 529 T3

- Encintado: los revestimientos 3, los larguerillos 5, los largueros 6 y las costillas 4 son laminados con fibra seca con aglutinante entre las capas. Gracias al aglutinante entre las capas, el proceso de encintado automático se podría realizar de manera similar a lo que se hace con la tecnología de preimpregnado dependiendo del material utilizado.
- 5
- Proceso de conformado de largueros 6, costillas 4 y larguerillos 5: los larguerillos 5 se conforman con una forma en H y después se cortan en dos formas en T (véase la Fig. 9.), y los largueros 6 y las costillas 4 se conforman con una forma en J (véase Fig. 10). Un proceso similar de conformado en caliente puede aplicarse para fibras secas gracias al aglutinante entre los laminados secos que proporciona la capacidad para deslizar las capas en el proceso de conformado.
- 10
- Proceso de fabricación del primer semicajón 1, que comprende las siguientes subetapas:
 - o Colocación del revestimiento 3 sobre el utillaje 7 de base.
 - o Colocación de las costillas 4 sobre el revestimiento 3.
 - o Colocación de los módulos del utillaje rígido 8 para el alma de las costillas entre las costillas 4, de manera que la cara del alma de cada costilla 4 que no contiene el reborde superior 14 de la costilla 4 esté en contacto con uno de los lados del utillaje 8, y el conjunto se cubre con una bolsa de vacío 11.
 - o Infusión del primer semicajón 1 con resina usando tecnología LRI (Infusión de Resina Líquida).
 - o Curado con herramientas auto-calefactantes o dentro de un horno.
- 15
- o Desmoldeo: una vez que el proceso de curado ha terminado, la bolsa de vacío 11 se retira y el utillaje 7, 8 se desmoldea.
 - o Inspección dimensional y por ultrasonidos.
- 20
- Proceso de fabricación del segundo semicajón 2, que comprende las siguientes subetapas:
 - o Colocación del revestimiento 3 sobre el utillaje de base.
 - o Colocación de los larguerillos 5 y los largueros 6 sobre el revestimiento 3.
 - o Colocación de los módulos del utillaje flexible 10 para el alma del larguerillo con entrada de resina 12 sobre los larguerillos 5.
 - o Colocación de los módulos de utillaje rígido para el alma del larguero entre los largueros 6 sobre el revestimiento 3 y sobre los módulos 10 del utillaje flexible para el alma del larguerillo.
 - o Infusión del segundo semicajón 2 con resina usando tecnología LRI (Infusión de Resina Líquida).
- 25
- o Curado con herramientas auto-calefactantes o dentro de un horno.
- 30

○ Desmoldeo: una vez que el proceso de curado ha terminado, la bolsa de vacío 11 se retira y el utillaje 9, 10 se desmoldea.

○ Inspección dimensional y por ultrasonidos.

- 5 - Proceso de ensamblado del primer semicajón 1 con el segundo semicajón 2 por medio de la perforación y remachado de las uniones.

10 En la figura 12 puede apreciarse que hay un módulo de utillaje 9 colocado sobre las secciones del revestimiento 3 entre los larguerillos 5 y sobre las pestañas superiores de los largueros 6, y que hay módulos de utillaje 10 más pequeños que rodean el alma 15 de cada larguerillo 5. Los módulos de utillaje 10 más pequeños permiten la compactación de la pieza y su desmoldeo. La figura 14 muestra el utillaje blando de apoyo del larguerillo y el utillaje de entrada de resina. Para los larguerillos 5, se utiliza el utillaje blando de apoyo para aprovechar su ligereza, manejabilidad y versatilidad. Tradicionalmente se utiliza un perfil de silicona para la distribución de la resina en el proceso de infusión, con una entrada 12 de resina en la cabeza del larguerillo 5.

15 La figura 15 muestra el utillaje duro 17 para las costillas 4 y largueros 6. Este utillaje duro de apoyo 17 se necesita para asegurar una buena compactación y para reducir la porosidad. También incluye un canal 18 de entrada de resina y un dispositivo 19 de cierre y sellado del borde.

El extremo del utillaje en la zona de huecos de las costillas 4 solo contiene un dispositivo sellante (junta de estanqueidad), pero no un canal de resina para minimizar distancias entre costilla 4 y larguerillo 5 en estas zonas.

De acuerdo con una realización, la perforación y remachado de las uniones en el proceso de montaje del primer semicajón 1 con el segundo semicajón 2 se realiza desde la superficie exterior con pernos ciegos.

20 Pueden utilizarse pernos de titanio hi-lite estándar para los largueros 6 ya que los agujeros manuales en los largueros 6 son compatibles con este concepto para introducir estos pernos. Se utilizan cierres ciegos para la unión de las costillas 4 con el revestimiento 3, y pernos de titanio hi-lite estándar para la unión de los largueros 6 al revestimiento 3, y para la unión de los largueros 6 a las costillas 4.

El encintado en el proceso de fabricación puede ser automático o manual, dependiendo del material.

25 En las realizaciones que se acaban de describir, es posible introducir modificaciones dentro del alcance definido por las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1 -. Método de fabricación de un cajón infundido altamente integrado hecho de material compuesto con dos revestimientos (3), varias costillas (4), varios larguerillos (5), un larguero delantero y un larguero trasero, que comprende un primer semicajón (1) y un segundo semicajón (2) unidos por medios de conexión, de modo que:

- 5 - el primer semicajón (1) comprende un revestimiento (3) y las costillas (4), y
- el segundo semicajón (2) comprende un revestimiento (3), el larguero delantero, el larguero trasero y los larguerillos (5).

caracterizado por que comprende los siguientes pasos:

- 10 - Preparación del utillaje para el proceso de inyección y ATL (colocación automática de cinta) en seco de costillas (4), revestimientos (3) y larguerillos (5):

- Limpieza del utillaje.
- Aplicación de medios de desmoldeo al utillaje.

- Encintado: los revestimientos (3), los larguerillos (5), los largueros (6) y las costillas (4) son laminados con fibra seca con aglutinante entre las capas.

- 15 - Proceso de conformado de largueros (6), costillas (4) y larguerillos (5): los larguerillos (5) se conforman con una forma en H y después se cortan en dos formas en T, y los largueros (6) y las costillas (4) se conforman con una forma en J.

- Proceso de fabricación del primer semicajón (1), que comprende las siguientes subetapas:

- Colocación del revestimiento (3) sobre el utillaje (7) de base.

- 20 ○ Colocación de las costillas (4) sobre el revestimiento (3).

- Colocación de los módulos (8) de utillaje rígido para el alma de las costillas entre las costillas (4), de manera que la cara del alma de cada costilla que no contiene el reborde superior (14) de la costilla (4) esté en contacto con uno de los lados del utillaje (8), y el conjunto se cubre con una bolsa de vacío (11).

- 25 ○ Infusión del primer semicajón (1) con resina utilizando la tecnología LRI (Infusión de Resina Líquida).

- Curado con herramientas auto-calefactantes o dentro de un horno.

- Desmoldeo: una vez que el proceso de curado ha terminado, se retira la bolsa de vacío (11) y el utillaje (7, 8) se desmoldea.

- 30 ○ Inspección dimensional y por ultrasonidos.

- Proceso de fabricación del segundo semicajón (2), que comprende las siguientes subetapas:

○ Colocación del revestimiento (3) sobre el utillaje de base.

○ Colocación de los larguerillos (5) y los largueros (6) sobre el revestimiento (3).

5 ○ Colocación de los módulos (10) del utillaje flexible para el alma del larguerillo con entrada de resina (12) sobre los larguerillos (5).

○ Colocación de los módulos de utillaje rígido para el alma del larguero entre los largueros (6) sobre el revestimiento (3) y sobre los módulos (10) de utillaje flexible para el alma del larguerillo.

○ Infusión del segundo semicajón (2) con resina utilizando la tecnología LRI (Infusión de Resina Líquida).

10 ○ Curado con herramientas auto-calefactantes o dentro de un horno.

○ Desmoldeo: una vez que el proceso de curado ha terminado, la bolsa de vacío (11) se retira y el utillaje (9, 10) se desmoldea.

○ Inspección dimensional y por ultrasonidos.

15 - Proceso de ensamblado del primer semicajón (1) con el segundo semicajón (2) por medio de la perforación y remachado de las uniones.

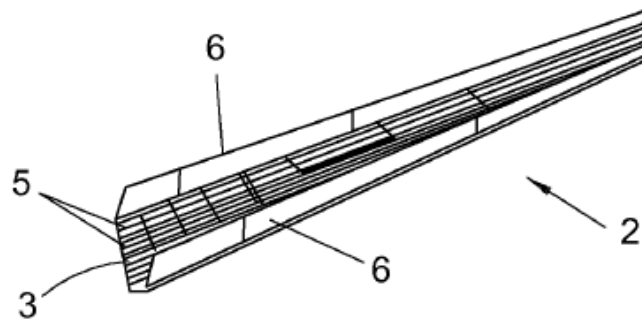
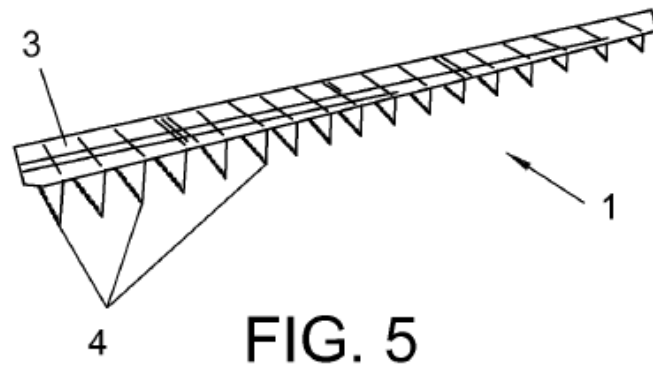
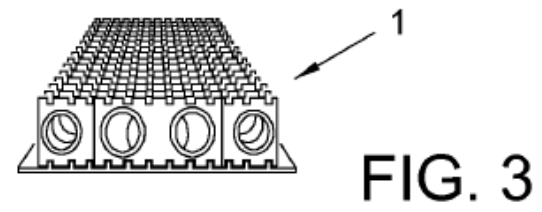
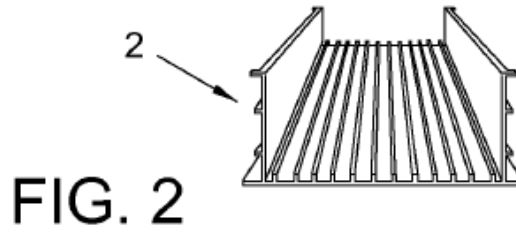
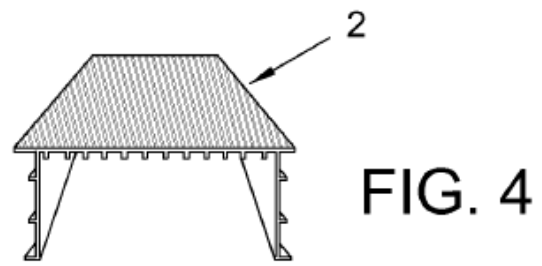
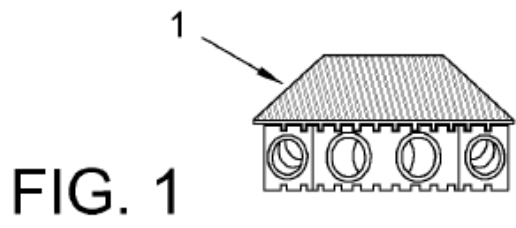
2 -. Método de fabricación de un cajón infundido altamente integrado de material compuesto, según la reivindicación 1, caracterizado por que la perforación y remachado de las uniones en el proceso de montaje del primer semicajón (1) con el segundo semicajón (2) se realiza desde la superficie exterior con pernos ciegos.

20 3 -. Método de fabricación de un cajón infundido altamente integrado de material compuesto, según la reivindicación 2, caracterizado por que se utilizan pernos de titanio hi-lite estándar para los largueros (6).

4 -. Método de fabricación de un cajón infundido altamente integrado de material compuesto, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que el encintado es manual.

5 -. Método de fabricación de un cajón infundido altamente integrado de material compuesto, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que el encintado es automático.

25



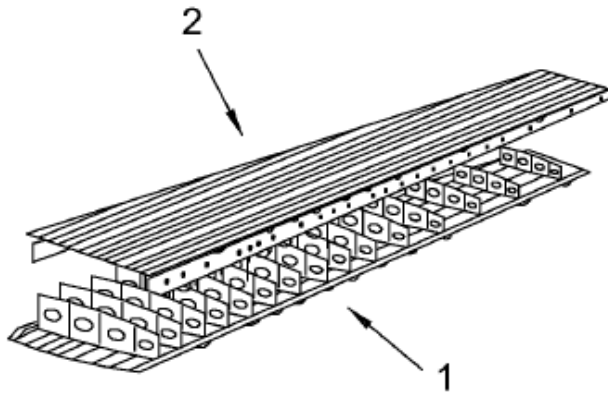


FIG. 7

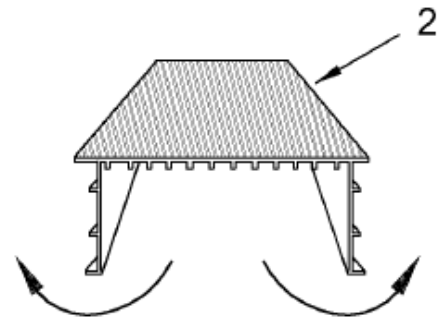


FIG. 8

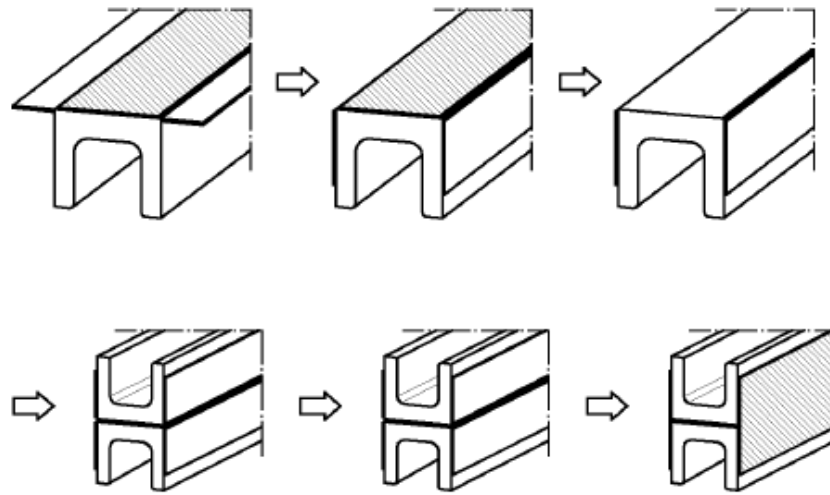


FIG. 9

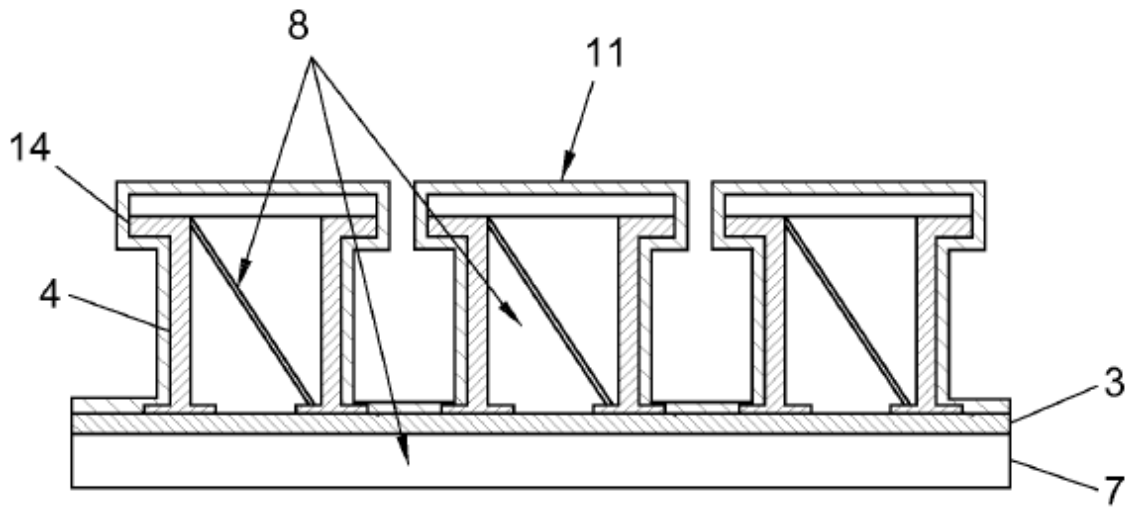


FIG. 11

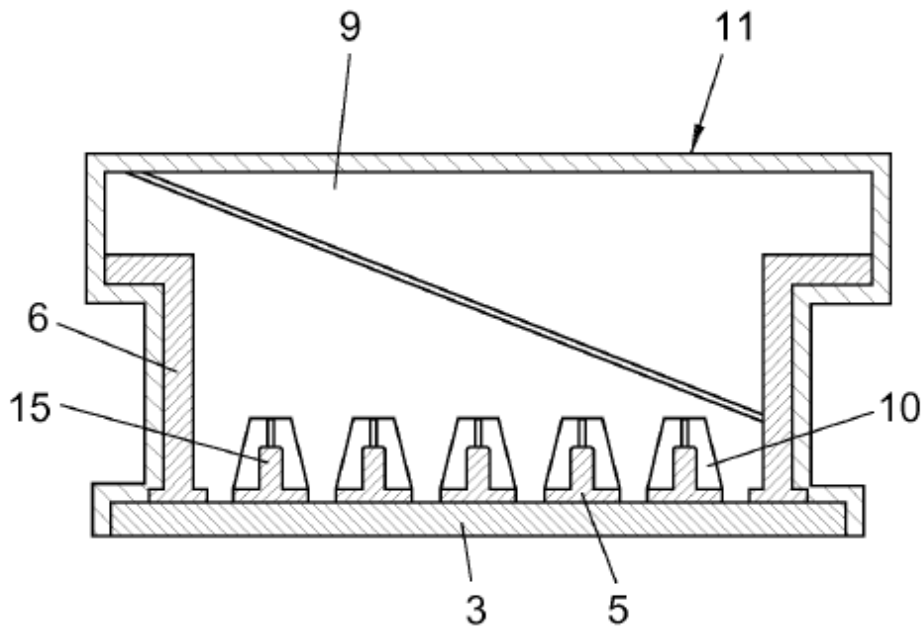


FIG. 12

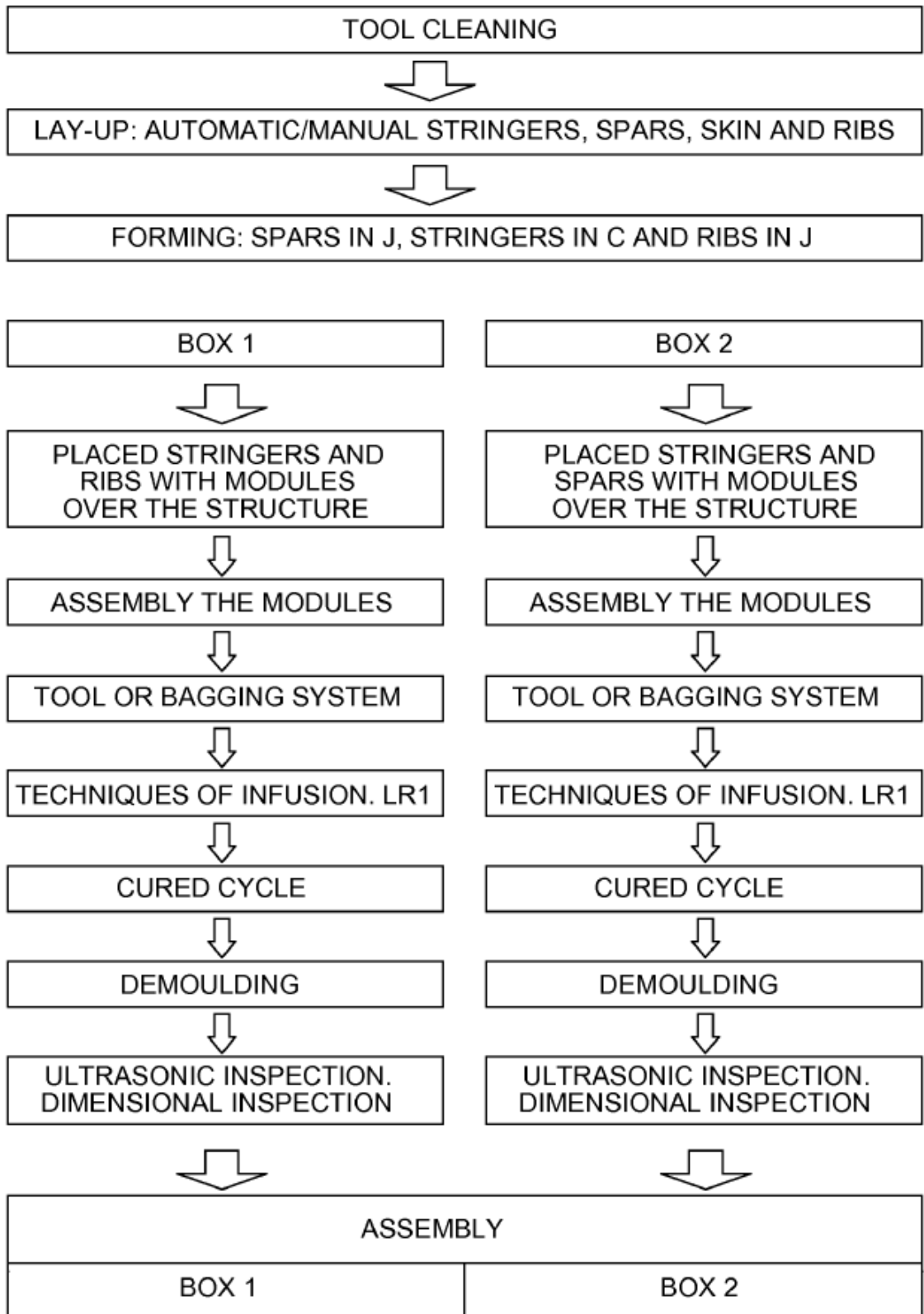


FIG. 13

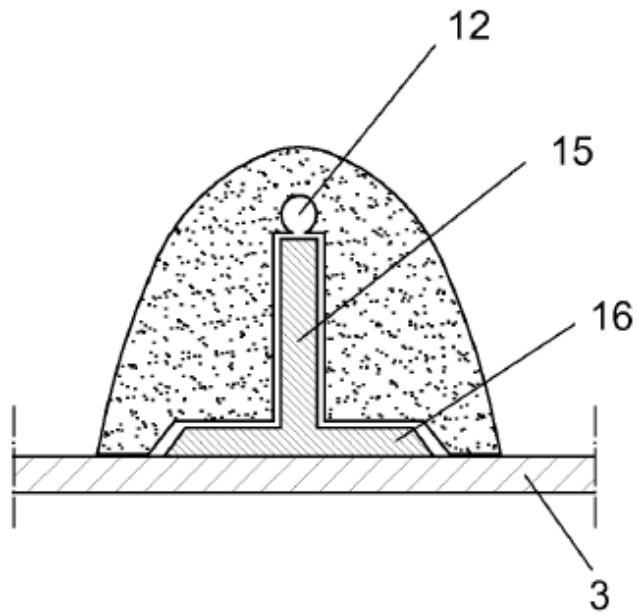


FIG. 14

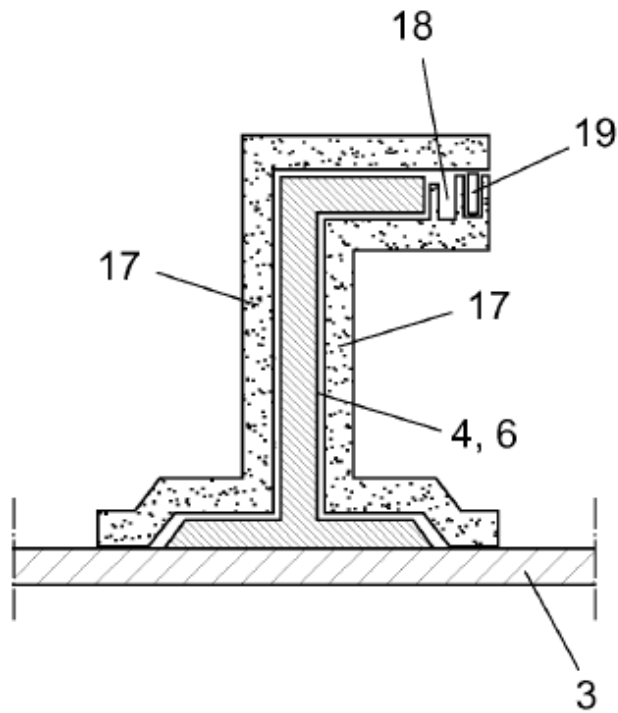


FIG. 15