

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 386 392**

51 Int. Cl.:
B29C 33/50 (2006.01)
B29C 70/34 (2006.01)
B29C 70/44 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08807690 .6**
96 Fecha de presentación: **17.09.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2203288**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **07.07.2010**

54 Título: **Un método para fabricar un elemento estructural curvado de material compuesto y que tiene una sección transversal abierta compleja**

30 Prioridad:
20.09.2007 IT TO20070659

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
20.08.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
20.08.2012

73 Titular/es:
Alenia Aermacchi S.p.A.
Via Ing. Paolo Foresio 1
21040 Venegono Superiore (Varese), IT

72 Inventor/es:
INSERRA IMPARATO, Sabato;
DE VITA, Vincenzo;
IAGULLI, Gianni y
DI TOMMASO, Luca

74 Agente/Representante:
Linage González, Rafael

ES 2 386 392 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

Un método para fabricar un elemento estructural curvado de material compuesto y que tiene una sección transversal abierta compleja

5 La presente invención se refiere a un método para fabricar un elemento estructural curvado de material compuesto y que tiene una sección transversal abierta, según el preámbulo de la reivindicación 1.

10 La necesidad de reducir peso y eliminar problemas de corrosión ha llevado a la industria aeronáutica a realizar fuselajes de aeronaves comerciales de material compuesto.

15 De importancia particular entre los elementos estructurales que constituyen el fuselaje son las cuadernas circunferenciales que están conectadas al revestimiento externo por medio de otro elemento estructural denominado tirante, que estabiliza el revestimiento externo y le proporciona la resistencia para resistir cargas de presurización y de vuelo.

La tecnología actual estipula diversos procesos para fabricar las cuadernas y tirantes de material compuesto por separado. Posteriormente se remachan entre sí y después al revestimiento externo para crear el conjunto final.

20 Sin embargo, una técnica particularmente avanzada consiste en producir el conjunto solidario de cuaderna y tirante como un único componente para poder reducir su peso (la ausencia de remachado permite reducir los espesores en las zonas de unión y se evita el peso de los elementos de conexión) así como los costes y tiempos de ejecución.

25 Hasta la fecha, se ha logrado la producción de cuadernas y tirantes solidarios mediante un proceso de moldeo por transferencia de resina (RTM) que permite infundir con resina las preformas de refuerzo de fibra de carbono seco; las preformas se producen a partir de capas de material textil unidireccionales y secas que se ensamblan previamente y se sitúan en el molde de infusión y curado.

Este proceso tiene las siguientes desventajas:

30 - para permitir que la resina fluya en el proceso de RTM, es necesario usar resinas muy fluidas que, sin embargo, no pueden contener en su interior los elementos de endurecimiento que son necesarios para mejorar sus propiedades, tales como compresión tras impacto o baja inflamabilidad; una alternativa es usar resinas cuyo elemento de endurecimiento se incorpora en la preforma y a continuación se disuelve en la resina en el momento de la infusión; sin embargo, este proceso hace que la producción de la preforma sea más compleja y cara;

35 - los materiales usados para el refuerzo tienen fibras rectas que no son adecuadas para producir elementos estructurales curvados; de hecho su adaptación forzada a formas curvadas provoca arrugas y/o distorsiones no controladas de las orientaciones de las fibras, lo que da como resultado la falta de fiabilidad de las propiedades mecánicas;

40 - la optimización estructural a menudo requiere que los elementos circunferenciales tengan un determinado porcentaje de fibras de refuerzo que están dispuestas de manera curvada; este requisito no puede satisfacerse con los refuerzos que se usan en el estado actual de la técnica;

45 - las herramientas para RTM son complejas de ensamblar, de mantener en posición con la precisión necesaria durante la inyección de resina, y de desensamblar tras la polimerización, y son difíciles de limpiar y mantener.

50 El documento US-A-5171510 da a conocer un método para fabricar un elemento estructural curvado de material compuesto y que tiene una sección transversal abierta, compleja, en el que el elemento estructural se forma mediante el ensamblaje de una pluralidad de componentes de material compuesto, comprendiendo el método las siguientes etapas:

55 - preparar una pluralidad de componentes frescos, planos constituidos cada uno por capas preimpregnadas con fibras rectas,

60 - conformar al menos algunos de los componentes frescos, planos para conferir formas en sección abierta respectivas a los mismos, en el que al menos uno de los componentes frescos conformados tiene una sección transversal en forma de C,

- ensamblar los componentes frescos y conformados según una secuencia predeterminada en una herramienta de polimerización, comprendiendo la herramienta al menos un dispositivo hinchable, conformado en el que se deposita a horcajadas al menos un componente fresco con una sección transversal en forma de C, y

65 - someter los componentes frescos ensamblados en la herramienta a un ciclo de polimerización en el que se hincha el dispositivo hinchable con el fin de aplicar una presión predeterminada desde el interior de los componentes

frescos con sección en forma de C colocados en el mismo, según el preámbulo de las reivindicaciones 1 y 2.

El documento EP-A-1800840 da a conocer el uso de capas de fibras curvadas infundidas previamente con resina y conformadas en caliente a lo largo de líneas de plegado curvadas.

5 Por tanto, el objeto de la presente invención es proporcionar un método para fabricar elementos estructurales curvados tales como combinaciones solidarias de cuaderna/tirante que elimine o al menos reduzca las desventajas de la técnica anterior.

10 Este objeto se logra, según la invención, mediante un método para fabricar un elemento estructural curvado de material compuesto y que tiene una sección transversal abierta, compleja, que tiene las características definidas en la reivindicación 1.

15 El principio de mecanización combinado con preformas infundidas previamente en una disposición plana y con fibras de refuerzo curvadas permite la producción de componentes complejos de material compuesto tales como cuadernas, tirantes o combinaciones de ambos con fibras de refuerzo curvadas, eliminando el riesgo de arrugas o interrupciones de fibras.

20 Además, el proceso descrito permite el uso de resinas que se endurecen y son resistentes a la llama debido a su naturaleza altamente viscosa.

25 El concepto de mecanización con respecto al dispositivo hinchable permite aplicar una presión uniforme al componente incluso cuando hay variaciones en el espesor, variaciones en el perfil (juntas machihembradas), etc., que no pueden lograrse con herramientas rígidas y convencionales. Esto permite la producción de componentes libres de defectos de adhesión, huecos y porosidad estructuralmente inaceptables.

El método según la invención puede usarse para componentes estructurales curvados en los campos naval, ferroviario, y de construcción, etc., así como en el campo aeronáutico.

30 Se definen realizaciones preferidas de la invención en las reivindicaciones dependientes.

Algunas realizaciones preferidas pero no limitativas de la invención se describirán ahora con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

35 - la figura 1 es una vista en perspectiva parcial de un elemento estructural curvado de material compuesto y que tiene una sección transversal abierta, compleja, en particular, una unidad de cuaderna/tirante,

40 - la figura 2 es una vista en sección transversal simplificada de una herramienta en la que los componentes del elemento de la figura 1 están dispuestos,

- las figuras 3a-3e son vistas en alzado frontales simplificadas que muestran diversas fases de una etapa para la conformación en caliente de un componente del elemento de la figura 1 dentro del alcance de un método de fabricación según la presente invención,

45 - las figuras 4a-4b son vistas en alzado frontales simplificadas que muestran diversas fases de una etapa para la conformación en caliente de otro componente del elemento de la figura 1,

50 - las figuras 5 y 6 son una vista en perspectiva simplificada y una vista en alzado frontal simplificada, respectivamente, del conjunto de la figura 2, completo con bolsa a vacío,

- las figuras 7 a 9 son secciones longitudinales simplificadas a través de una parte de un elemento de mecanizado según diversas realizaciones y variantes de ese elemento, y

55 - la figura 10 es una vista similar a la figura 6 de una herramienta en la que los componentes de un elemento estructural curvado de material compuesto y que tiene una sección transversal diferente del de la figura 1 están dispuestos.

60 La figura 1 muestra un elemento 1 estructural curvado de material compuesto y que tiene una sección transversal abierta, compleja, en particular una unidad de una pieza formada por la combinación de una cuaderna y un tirante. En el dibujo, la parte indicada con 2 representa la parte del elemento 1 que tiene la función de un tirante, y la parte indicada con 3 representa la parte que tiene la función de una cuaderna. El término "curvado" significa que el elemento 1 es alargado y se extiende a lo largo de un eje S principal curvado. El elemento 1 ilustrado tiene una sección transversal abierta en forma de F. Aunque esta sección transversal se prefiere desde el punto de vista de la aplicación específica del elemento considerado, es decir, como elemento estructural del fuselaje de una aeronave, la presente invención puede aplicarse de hecho a elementos estructurales con diferentes secciones transversales, por ejemplo secciones transversales en forma de C o en forma de E (véase la figura 10), siempre que la sección

transversal sea abierta.

Tal como puede observarse en la figura 2, el elemento 1 estructural se forma uniendo entre sí tres componentes, indicados con 10, 20 y 30 en los dibujos. Los métodos de unión se explicarán en el transcurso de la descripción.

Cada uno de los componentes 10, 20 y 30 está constituido por al menos una capa plana de fibras curvadas infundidas con resina previamente, combinadas con al menos una capa preimpregnada con fibras rectas.

Estos componentes se preparan según la enseñanza de la solicitud internacional de patente n.º PCT/IB2008/052968 de Alenia Aeronautica S.p.A. y Cytec Engineered Materials Ltd., que debería consultarse para una explicación más completa del proceso.

Sin embargo, con fines descriptivos, algunas de las características del método de la solicitud n.º PCT/IB2008/052968 se describen brevemente a continuación con referencia específica a los componentes 10, 20 y 30.

1) Cada uno de los componentes 10, 20 y 30 se produce a partir de una preforma seca. La preforma tiene sustancialmente la forma de una tira plana y se dispone para curvarse en el plano de la tira.

2) La preforma seca está constituida por una capa de fibras de refuerzo en las que un primer porcentaje predefinido de las fibras tiene una orientación curvada, es decir, sustancialmente paralela al eje curvado de la preforma (que coincide con el eje S del elemento 1 estructural), un segundo porcentaje predefinido de las fibras tiene una disposición recta con una orientación inclinada entre 0 y +70 grados respecto al eje curvado, y un tercer porcentaje predefinido de las fibras tiene una disposición recta con una orientación inclinada entre 0 y -70 grados respecto al eje curvado. Esta disposición se logra mediante una técnica de trenzado convencional. El trenzado de las fibras de las tres diferentes fracciones con diferentes disposiciones permite obtener un material textil firme en el que las fibras no se mueven porque están trenzadas. Se selecciona el porcentaje para cada orientación basándose en los requisitos de carga pero con limitaciones resultantes de la necesidad de estabilizar las orientaciones de las fibras por medio del trenzado. Por tanto se obtiene una capa de refuerzo plana. En lugar de la técnica de trenzado, la capa de refuerzo también puede prepararse mediante otras técnicas convencionales tales como técnicas de colocación de haz de filamentos y material textil en espiral que pueden seleccionarse según las características estructurales que deban obtenerse en el elemento 1 curvado acabado. Las características geométricas (radio de curvatura, anchura en una dirección radial, longitud circunferencial) y las características físicas (tipo de fibra de refuerzo, peso por unidad de área de las fibras) también se seleccionan según las características estructurales del elemento 1 curvado acabado. Las fibras curvadas de la capa de refuerzo por tanto tienen orientaciones predefinidas en relación con el eje curvado que se establecen en la fase de la producción de la capa de refuerzo y son dependientes de las características deseadas del elemento 1 acabado.

3) La capa de refuerzo plana y seca así obtenida se combina con una película de resina. Se aplican entonces temperatura y presión controladas para dar lugar a la infusión, es decir penetración, de la resina en la capa de refuerzo y para obtener una capa de material preinfundido.

4) El método para producir cada uno de los componentes 10, 20 y 30 proporciona entonces la preparación de una o más capas preimpregnadas que están formadas por fibras rectas impregnadas con resina compatible con la resina del material preinfundido, para usarse principalmente para introducir orientaciones angulares superiores a 70 grados en el material laminado y/o para producir aumentos locales de espesor. El término "preimpregnado" significa, de manera convencional, un producto semiacabado que comprende fibras de refuerzo rectas y una matriz de resina en las que las fibras están sumergidas. Las fibras pueden estar dispuestas en diversas configuraciones, por ejemplo, en una capa unidireccional, en dos capas con diferentes orientaciones, o como material textil. Los materiales preimpregnados se preparan generalmente en forma de cinta y se bobinan en rollos.

5) El método para producir cada uno de los componentes 10, 20 y 30 proporciona entonces la(s) capa(s) de material preinfundido y la(s) capa(s) preimpregnada(s) que van a superponerse entre sí en una disposición predeterminada para obtener una estructura estratificada. Esta estratificación se realiza situando las capas con las orientaciones de fibra requeridas por el diseño, según el diseño del componente acabado.

La aplicación de las características descritas anteriormente 1) a 5) del método descrito en la solicitud n.º TO2007A000557 a la presente invención produce por tanto como "material" de partida los tres componentes 10, 20 y 30 curvados en forma plana y "fresca", es decir en los que la matriz de resina del material del que están compuestos todavía no está polimerizada.

Según el método de la presente invención, se realiza entonces una operación para la conformación en caliente de los componentes 10, 20 y 30 sin procesar. La conformación en caliente tiene lugar mediante un proceso en el que el material se calienta a una temperatura que no activa la polimerización y simultáneamente se aplica un vacío por medio de una membrana de conformación. Este proceso conocido se denomina "conformación por drapeado en caliente". Un ejemplo de la implementación de este proceso se ilustra en las figuras 3a-3e y 4a-4b. Las figuras 3a-3e muestran las fases del proceso par la conformación en caliente de los componentes 10, 20, tras cuya finalización se

confiere una sección transversal en forma de Z abierta a los componentes 10, 20.

Para ello se usa una herramienta de conformación que puede desmontarse y que comprende tres elementos 31, 32 y 33 de conformación. En un primer estado de conformación, mostrado en la figura 3a, el componente 10 ó 20 plano se coloca en una herramienta formada por la combinación de los elementos 31 y 32 de conformación, a continuación en el presente documento denominados elementos de conformación primero y segundo, que se unen entre sí por medios 34 de unión liberables. El componente 10, 20 se dispone de tal manera que una parte 10a, 20a lateral del mismo sobresale lateralmente de la herramienta 31, 32 en el lado remoto desde el segundo elemento 32 de conformación. En la zona de la parte 10a, 20a lateral del componente 10, 20, el primer elemento 31 de conformación tiene un borde 31a redondeado.

En un segundo estado de conformación, mostrado en la figura 3b, el componente 10 ó 20 plano se pliega alrededor del borde 31a redondeado del primer elemento 31 de conformación de modo que la parte lateral forme una primera ala 10a, 20a del componente 10, 20. Esto tiene lugar, tal como se indicó anteriormente, mediante la aplicación de calor y vacío por medio de una membrana de conformación (no mostrada).

En un tercer estado de conformación, mostrado en la figura 3c, la herramienta formada por los elementos 31, 32 de conformación primero y segundo se voltea y se sitúa de una manera coordinada sobre el elemento 33 de conformación, a continuación en el presente documento denominado tercer elemento de conformación. El tercer elemento 33 de conformación tiene un perfil escalonado que comprende una curva 33a de acuerdo de escalón con una curvatura complementaria a la curvatura del borde 31a redondeado del primer elemento 31 de conformación. La herramienta formada por los elementos 31, 32 de conformación primero y segundo se sitúa de tal manera que la línea de plegado del componente 10, 20 se encuentra en la curva 33a de acuerdo de escalón. El componente 10, 20 se dispone de tal manera que una parte 10b, 20b lateral del mismo remota desde el ala 10a, 20a sobresale lateralmente del tercer elemento 33 de conformación en el lado remoto desde la unión 33a de escalón. Además, el segundo elemento 32 de conformación también sobresale lateralmente en relación con el tercer elemento 33 de conformación. En la zona de la parte 10b, 20b lateral del componente 10, 20, el tercer elemento 33 de conformación tiene un borde 33b redondeado.

En un cuarto estado de conformación, mostrado en la figura 3d, el segundo elemento 32 de conformación se retira del primer elemento 31 de conformación, dejando así la parte 10b, 20b lateral del componente 10, 20 expuesta en la parte superior.

En un quinto estado de conformación, mostrado en la figura 3e, el componente 10, 20 se pliega alrededor del borde 33b redondeado del tercer elemento 33 de conformación de tal manera que la parte lateral forma una segunda ala 10b, 20b del componente 10, 20. Esto tiene lugar, tal como se indicó anteriormente, por la aplicación de calor y vacío por medio de una membrana de conformación (no mostrada). Por tanto se obtiene un componente 10, 20 fresco y conformado con una sección transversal en forma de Z, que tiene un alma 10c, 20c que interconecta las alas 10a, 10b, 20a, 20b.

Las figuras 4a-4b muestran las fases del proceso para la conformación en caliente del componente 30 tras cuya finalización se confiere una forma con una sección transversal en forma de C abierta al componente 30.

Se usa una herramienta 35 de conformación para ello. En un primer estado de conformación mostrado en la figura 4a, el componente 30 plano se coloca en la herramienta 35 de conformación. El componente 30 se dispone de tal manera que sus partes 30a, 30b laterales sobresalen lateralmente de la herramienta 35 en lados opuestos del componente 30. En la zona de las partes 30a, 30b laterales del componente 30, la herramienta 35 de conformación tiene bordes 35a, 35b redondeados respectivos.

En un segundo estado de conformación, mostrado en la figura 3b, el componente 30 plano se pliega alrededor de los bordes 35a, 35b redondeados de la herramienta 35 de conformación de tal manera que las partes laterales forman alas 30a, 30b respectivas del componente 30. Esto tiene lugar, tal como se indicó anteriormente, por la aplicación de calor y vacío por medio de una membrana de conformación (no mostrada). Por tanto se obtiene un componente 30 fresco y conformado con una sección transversal en forma de C que tiene un alma 30c que interconecta las alas 30a, 30b.

Tras la finalización de la etapa de conformación en caliente, se obtiene así el componente 30 en forma de C y los dos componentes 10, 20 en forma de Z mostrados en la figura 2. La etapa de conformación descrita anteriormente se programa así específicamente para el ejemplo del elemento 1 estructural que se considera en el presente documento. Más generalmente, según el tipo de elemento 1 estructural que deba producirse y el número de componentes del elemento, pueden producirse varios componentes con sección en forma de C. Si el diseño del elemento estructural curvado también requiere la provisión de componentes de refuerzo que deban disponerse localmente en zonas planas del elemento estructural, estos componentes específicos no necesitarán ninguna conformación preparatoria antes del ensamblaje final de los componentes.

El método según la invención proporciona entonces la deposición y ensamblaje de los componentes 10, 20, 30

ES 2 386 392 T3

frescos conformados en caliente en una herramienta de polimerización, mostrada en las figuras 2 y 5 a 8. Esta herramienta comprende elementos 41, 42; 42' de herramienta primero y segundo, soportados por una plataforma 43.

5 El primer elemento 41 de herramienta tiene un perfil escalonado y, como puede observarse en la figura 5, también es curvado. Este primer elemento 41 de herramienta es de material rígido, por ejemplo, Invar o Carboresin.

10 El segundo elemento 42; 42' de herramienta, por otro lado, es un dispositivo hinchable. Algunas realizaciones de este dispositivo hinchable se describen a continuación y se indican mediante diferentes números de referencia 42, 42', 42".

Una primera realización del dispositivo hinchable está constituida por un dispositivo semirrígido que puede usarse para una pluralidad de ciclos de autoclave.

15 Según una primera opción constructiva ilustrada en la figura 7 e indicada con 42, el dispositivo semirrígido está constituido por un elemento 42a de forma interno rígido en el que se coloca una capa 42d de caucho que puede resistir la presión y la temperatura de autoclave. Se crean conductos de aire en el elemento 42a de forma. En particular, un conducto 42e longitudinal se extiende longitudinalmente desde un extremo del elemento 42a de forma hasta el otro y un conducto 42f transversal se extiende transversalmente desde el conducto 42e longitudinal hasta la superficie lateral del elemento 42a de forma.

20 Una alternativa, mostrada en las figuras 5, 6 y 8 e indicada con 42', prevé que el dispositivo semirrígido esté constituido por un espesor adecuado de caucho para garantizar una forma lo suficientemente precisa para conformar un elemento de caucho tubular en el que se define una cavidad 42a'.

25 En ambos casos, el dispositivo 42; 42' semirrígido se cierra en sus dos extremos por elementos 42b de cierre de extremo respectivos, uno de los cuales puede observarse más claramente en las figuras 7 y 8. Los elementos de extremo se pegan al caucho del dispositivo 42; 42' semirrígido para garantizar estanqueidad a la presión y temperatura de autoclave. Tal como puede observarse en las figuras 7 y 8, en un extremo del dispositivo 42; 42' semirrígido, el elemento 42b de extremo respectivo es de material adecuado para la aplicación y retirada de un sellante que se requiere para preparar una bolsa a vacío mediante los métodos que se describirán a continuación, y tiene una abertura 42c para permitir hinchar el dispositivo 42; 42' semirrígido a la presión de autoclave cuando todo el conjunto está debajo de la bolsa preparada tal como se describe a continuación.

35 Una segunda realización del segundo elemento hinchable del dispositivo de herramienta, mostrado en la figura 9 e indicado con 42", está constituido por un dispositivo rígido, reutilizable y por una bolsa de nailon tubular que va a cambiarse con cada ciclo de autoclave.

40 En este caso el elemento hinchable está constituido por un soporte 42a" rígido que define la forma del segundo elemento 42" de herramienta y en el que se coloca una bolsa 42b" de nailon tubular con una sección transversal que tiene un perímetro superior al perímetro del soporte 42a". La bolsa tubular se coloca en el soporte 42a" rígido y el exceso de material se recoge en uno o más pliegues que se sitúan en las zonas que no entrarán en contacto con el componente que va a producirse.

45 La bolsa 42b" se prepara antes de colocar el componente 30 fresco en el elemento 42" de herramienta. Un material textil transpirable convencional (no mostrado) se sitúa sobre la bolsa 42b" de nailon. A continuación se sitúa sobre todo el conjunto una capa de película de desmoldeo (no mostrada), cerrada longitudinalmente mediante cinta adhesiva. El exceso de material se recoge de nuevo en pliegues que deben situarse en las zonas que no entran en contacto con el componente. La película de desmoldeo que se ha hecho tubular se sella a continuación en ambos extremos. Entonces se aplica el vacío en un extremo por medio de una válvula convencional, para provocar que todos los materiales (la película de desmoldeo, el material textil transpirable, y la bolsa 42b" tubular) se adhieran a las paredes del soporte 42a" rígido para producir un conjunto hinchable con dimensiones que son lo suficientemente precisas para alojar el componente 30 que va a polimerizarse que ya está conformado pero no polimerizado.

55 Ahora se describe una secuencia para el ensamblaje de los componentes 10, 20 y 30.

El primer componente 10 en forma de Z se sitúa en el primer elemento 41 de herramienta que ya está situado en la plataforma 43.

60 El componente 20 en forma de C se sitúa entonces a horcajadas en el segundo elemento 42; 42'; 42" de herramienta. Este último se dispone a continuación en la plataforma 43 en una posición coordinada en relación con el elemento 41 de herramienta de modo que un ala 10b del primer componente 10 en forma de Z se adapta estrechamente contra un ala 30b del componente 30 en forma de C.

65 A continuación se coloca una tira 50 de relleno de sección triangular de tipo conocido entre el primer componente 10 en forma de Z y el segundo componente 30 en forma de C en la zona de sus líneas de plegado.

El segundo componente 20 en forma de Z se sitúa entonces sobre el componente 30 en forma de C y el primer componente 10 en forma de Z de modo que el alma 20c del segundo componente 20 con sección en forma de Z se adapta estrechamente de manera parcial contra el alma 10c del primer componente 10 con sección en forma de Z y de manera parcial contra el alma 30c del componente 30 con sección en forma de C y de tal manera que una primera ala 20a del segundo componente 20 con sección en forma de Z se adapta estrechamente contra el ala 10a libre del primer componente 10 con sección en forma de Z y una segunda ala 20b del segundo componente 20 con sección en forma de Z se adapta estrechamente contra el ala 30a libre del componente 30 con sección en forma de C.

10 A continuación se prepara una bolsa a vacío para el conjunto sin procesar así obtenido.

Para ello, el conjunto se cubre con película de desmoldeo (no mostrada) y se sitúa un material textil transpirable (no mostrado) sobre la película.

15 Finalmente, la película 60 de nailon que forma la bolsa a vacío (que puede verse en las figuras 6 a 8) se coloca en su sitio. La película 60 de nailon cubre toda la herramienta 41, 42; 42'; 42" y se sella, 61, a lo largo de los bordes de la plataforma 43 que soporta la herramienta. Además, se sitúa un armazón 62 de sellado en un extremo (el extremo que está dispuesto para sellar) del dispositivo 42; 42'; 42" hinchable. La película 60 de bolsa también se sella entonces contra el extremo del dispositivo 42; 42'; 42" hinchable tal como se muestra en las figuras 7 a 9. En la realización de la figura 7, el armazón 62 de sellado se coloca alrededor de la abertura 42c de extremo del dispositivo 42 hinchable. Si se forma una abertura 63 en la película 60 de nailon (y se sitúa dentro del armazón 62 para sellarse contra el extremo del dispositivo 42 hinchable), los conductos 42e y 42f, y por tanto el espacio entre la superficie lateral del elemento 42a de forma y la capa 42d de caucho del dispositivo hinchable, estarán por tanto en comunicación de flujo con el exterior mientras que la envoltura creada por la bolsa 60 a vacío permanecerá aislada. Por tanto, la presión de autoclave podrá penetrar en el dispositivo 42 hinchable pero no por debajo de la envoltura creada por la bolsa 60 a vacío. En la realización de la figura 8, el armazón 62 de sellado se coloca alrededor de la abertura 42c de extremo del dispositivo 42' hinchable. Si se forma una abertura 63 en la película 60 de nailon (y se sitúa dentro del armazón 62 para sellarse contra el extremo del dispositivo 42' hinchable), la cavidad 42a' del dispositivo hinchable estará por tanto en comunicación de flujo con el exterior mientras que la envoltura creada por la bolsa 60 a vacío permanecerá aislada. Por tanto, la presión de autoclave podrá penetrar en el dispositivo 42' hinchable pero no por debajo de la envoltura creada por la bolsa 60 a vacío. En la realización de la figura 9, el armazón 62 de sellado se coloca alrededor de una abertura 42c" formada en un extremo de la bolsa 42b" a vacío tubular después de situar los componentes frescos 10-30. Si la abertura 63 se forma en la película 60 de nailon (y se sitúa dentro del armazón 62 para sellarse contra el extremo del dispositivo 42" hinchable) el espacio entre el soporte 42a" rígido y la bolsa 42b" a vacío tubular del dispositivo 42" hinchable estará por tanto en comunicación de flujo con el exterior mientras que la envoltura creada por la bolsa 60 a vacío permanecerá aislada.

Pliegues adecuados permiten que la película 60 de nailon se ajuste contra la herramienta sin formar puentes u otras tensiones cuando se aplica el vacío. Válvulas convencionales (no mostradas) para la aplicación del vacío se colocan entonces en la película 60 de bolsa.

El conjunto, dotado de la bolsa 60 a vacío, se coloca entonces en una autoclave con el fin de llevar a cabo la compactación y polimerización de los componentes 10 a 30 por medio de un ciclo de presión y temperatura, y por tanto la formación del elemento 1 estructural en una única pieza.

En la autoclave, en virtud de la contribución de la presión ejercida por el dispositivo hinchable en el interior del componente en forma de C, se aplica una presión uniforme a los componentes 10, 20 y 30 ensamblados, tal como se indica por las flechas en la figura 6, y se garantiza la compactación de los componentes sin riesgo de huecos o porosidad.

El método según la invención, aplicado a la fabricación de un elemento estructural curvado con una sección transversal en forma de E, se describirá ahora brevemente con referencia a la figura 10.

De manera similar a lo descrito anteriormente, este método proporciona la preparación de tres componentes 110, 120, 130 planos, frescos constituidos cada uno por al menos una capa plana de fibras curvadas infundidas previamente con resina, combinadas con al menos una capa preimpregnada con fibras rectas.

En cuanto al método anterior, se proporciona la conformación en caliente de los componentes sin procesar, planos para conferir a los mismos la forma en sección abierta respectiva. A diferencia del método anterior, se confiere una sección transversal en forma de C a los tres componentes.

En cuanto al método anterior, los componentes sin procesar conformados en caliente se ensamblan según una secuencia predeterminada en una herramienta 141, 42' de polimerización en la que la herramienta comprende al menos un dispositivo 42' hinchable, conformado; en particular, la herramienta comprende dos dispositivos 42' hinchables configurados según una de las realizaciones indicadas anteriormente. A diferencia del método anterior, la herramienta de polimerización comprende, como primer elemento 141 de herramienta curvado y rígido, un elemento

ES 2 386 392 T3

hembra con un rebaje 141a para alojar los componentes 110, 120, 130.

La secuencia para el ensamblaje de los componentes 110, 120 y 130 es por tanto la siguiente.

- 5 El primer componente 110 en forma de C se sitúa en el primer elemento 141 de herramienta que ya está situado en la plataforma 43.

- 10 Los componentes 120, 130 en forma de C segundo y tercero se sitúan a continuación a horcajadas en los elementos 42' de herramienta segundo y tercero respectivos. Los elementos 42' de herramienta segundo y tercero se voltean entonces y se disponen uno al lado de otro dentro del rebaje 141a del primer elemento 141 de herramienta en una posición coordinada entre sí de modo que las almas de los componentes 120, 130 segundo y tercero se adaptan estrechamente contra el alma del primer componente 110 y cada ala de cada uno de los tres componentes 110, 120, 130 se adapta estrechamente contra un ala de uno de los otros dos componentes.

- 15 Antes del ensamblaje de los componentes 110, 120, 130, se coloca una tira 50 de relleno de sección triangular de tipo conocido entre el segundo componente 120 y el tercer componente 130 en la zona de sus líneas de plegado.

- 20 En cuanto al método anterior, los componentes 110, 120, 130 sin procesar ensamblados en la herramienta 141, 42' se someten a un ciclo de polimerización en una autoclave para producir el elemento estructural con sección en forma de E. Cuando el elemento se usa como combinación de cuaderna/tirante en el campo aeronáutico, la herramienta 141 hembra permite el control necesario de la superficie de acoplamiento en el lado de fuselaje, tal como era el caso para el elemento con sección en forma de Z, en virtud del uso del elemento 41 de herramienta escalonado.

- 25 Aunque se usa una bolsa a vacío para la polimerización del elemento estructural en los métodos descritos, de hecho pueden usarse alternativamente otras técnicas convencionales tales como membranas de caucho reutilizables o bolsas de nailon con placas metálicas flexibles interpuestas.

REIVINDICACIONES

1. Método para fabricar un elemento estructural curvado de material compuesto y que tiene una sección transversal abierta compleja, en el que el elemento estructural se forma mediante el ensamblaje de una pluralidad de componentes de material compuesto, comprendiendo el método las siguientes etapas:
- 5 - preparar una pluralidad de componentes (10, 20, 30; 110, 120, 130) frescos, planos constituidos cada uno por al menos una capa plana de fibras curvadas infundidas previamente con resina, combinadas con al menos una capa preimpregnada con fibras rectas,
 - 10 - conformar en caliente al menos algunos de los componentes frescos, planos para conferir formas en sección abierta respectivas a los mismos, en el que al menos uno (30; 110, 120, 130) de los componentes frescos conformados tiene una sección transversal en forma de C,
 - 15 - ensamblar los componentes frescos conformados en caliente según una secuencia predeterminada en una herramienta de polimerización, comprendiendo la herramienta al menos un dispositivo (42; 42'; 42'') hinchable, conformado en el que se deposita a horcajadas al menos un componente fresco con una sección transversal en forma de C, y
 - 20 - someter los componentes frescos ensamblados en la herramienta a un ciclo de polimerización en una autoclave en la que se hincha el dispositivo hinchable por medio de la presión producida en la autoclave con el fin de aplicar una presión predeterminada desde el interior del (de los) componente(s) fresco(s) con sección en forma de C colocados en la misma;
 - 25 caracterizado porque, en la etapa de preparación, se preparan tres componentes (10, 20, 30) frescos distintos, en el que, en la etapa de conformación en caliente, se confiere una sección transversal en forma de C abierta a uno de los componentes (30) mientras que se confiere una sección transversal en forma de Z abierta a los otros dos (10, 20), y en el que, en la etapa de deposición, uno (10) de los componentes con sección en Z se deposita directamente en un elemento (41) de herramienta rígida que tiene una forma correspondiente y el otro (20) de los componentes en forma de Z se superpone a los mismos, ensamblándose los componentes de tal manera que un ala (10b) del componente (10) con sección en forma de Z en la herramienta (41) rígida se adapta estrechamente contra un ala (30b) del componente (30) con sección en forma de C en el dispositivo (42; 42'; 42'') hinchable mientras que el alma (20c) del componente (20) con sección en forma de Z superpuesto se adapta estrechamente de manera parcial contra el alma (10c) del componente (10) con sección en forma de Z en el elemento (41) de herramienta rígida y de manera parcial
 - 30 contra el alma (30c) del componente (30) con sección en forma de C, una primera ala (20a) del componente (20) con sección en forma de Z superpuesto se adapta estrechamente contra el ala (10a) libre del componente (10) con sección en forma de Z en el elemento (41) de herramienta rígida, y una segunda ala (20b) del componente (20) con sección en forma de Z superpuesto se adapta estrechamente contra el ala (30a) libre del componente (30) en forma de C.
 - 40
2. Método para fabricar un elemento estructural curvado de material compuesto y que tiene una sección transversal abierta, compleja, en el que el elemento estructural se forma mediante el ensamblaje de una pluralidad de componentes de material compuesto, comprendiendo el método las siguientes etapas:
- 45 - preparar una pluralidad de componentes (10, 20, 30; 110, 120, 130) frescos, planos constituidos cada uno por al menos una capa plana de fibras curvadas infundidas previamente con resina, combinadas con al menos una capa preimpregnada con fibras rectas,
 - 50 - conformar en caliente al menos algunos de los componentes frescos, planos para conferir formas en sección abierta respectivas a los mismos, en el que al menos uno (30; 110, 120, 130) de los componentes frescos conformados tiene una sección transversal en forma de C,
 - 55 - ensamblar los componentes frescos conformados en caliente según una secuencia predeterminada en una herramienta de polimerización, comprendiendo la herramienta al menos un dispositivo (42; 42'; 42'') hinchable, conformado en el que se deposita a horcajadas al menos un componente fresco con una sección transversal en forma de C, y
 - 60 - someter los componentes frescos ensamblados en la herramienta a un ciclo de polimerización en una autoclave en la que se hincha el dispositivo hinchable por medio de la presión producida en la autoclave con el fin de aplicar una presión predeterminada desde el interior del (de los) componente(s) fresco(s) con sección en forma de C colocados en la misma;
 - 65 caracterizado porque, en la etapa de preparación, se preparan tres componentes (110, 120, 130) frescos distintos, en el que, en la etapa de conformación en caliente, se confiere una forma con una sección transversal en forma de C abierta a los tres componentes, y en el que, en la etapa de deposición, un primero (110) de los componentes se deposita directamente en un elemento (141) de herramienta hembra rígida que tiene un rebaje (141a) mientras que

- los otros dos componentes (120, 130), que se disponen a horcajadas en dispositivos hinchables respectivos, se superponen al primero tras haberles dado la vuelta, ensamblándose los componentes de tal manera que las almas de los otros dos componentes (120, 130) se adaptan estrechamente contra el alma del primer componente (110) mientras que cada ala de cada uno de los tres componentes (110, 120, 130) se adapta estrechamente contra un ala de uno de los otros dos componentes.
- 5
3. Método según la reivindicación 1 ó 2, en el que el dispositivo hinchable es un dispositivo semirrígido reutilizable.
4. Método según la reivindicación 3, en el que el dispositivo hinchable está constituido por un elemento (42a) de forma interno rígido en el que se coloca una capa de caucho (42d), creándose en el elemento (42a) de forma un conducto (42e) longitudinal que se extiende longitudinalmente desde un extremo del elemento (42a) de forma hasta el otro y un conducto (42f) transversal que se extiende transversalmente desde el conducto (42e) longitudinal hasta la superficie lateral del elemento (42a) de forma de modo que el conducto (42e) longitudinal y el conducto (42f) transversal pueden conectar el espacio entre la capa (42d) de caucho y la superficie lateral del elemento (42a) de forma con el entorno de la autoclave de una manera estanca.
- 10
- 15
5. Método según la reivindicación 3, en el que el dispositivo hinchable está constituido por un elemento tubular, elastomérico que define en su interior una cavidad (42a') que puede conectarse con el entorno de la autoclave de una manera estanca.
- 20
6. Método según la reivindicación 1 ó 2, en el que el dispositivo hinchable esta constituido por un soporte (42a'') rígido, reutilizable que define la forma del dispositivo hinchable y por una bolsa (42'') tubular desechable que se coloca en el soporte rígido y puede conectarse con el entorno de la autoclave de una manera estanca.
- 25
7. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el elemento estructural curvado es un conjunto solidario de cuaderna/tirante para el fuselaje de una aeronave.

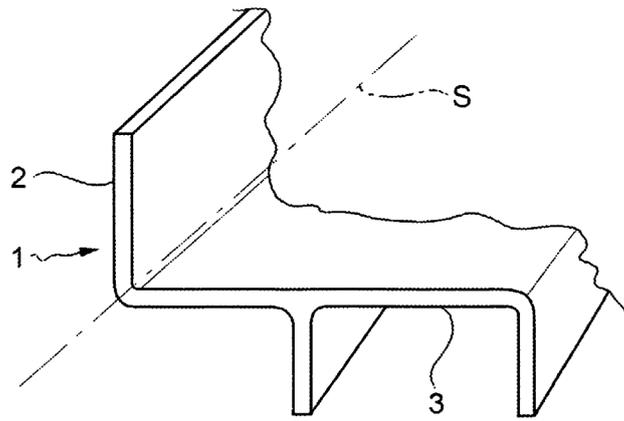


FIG. 1

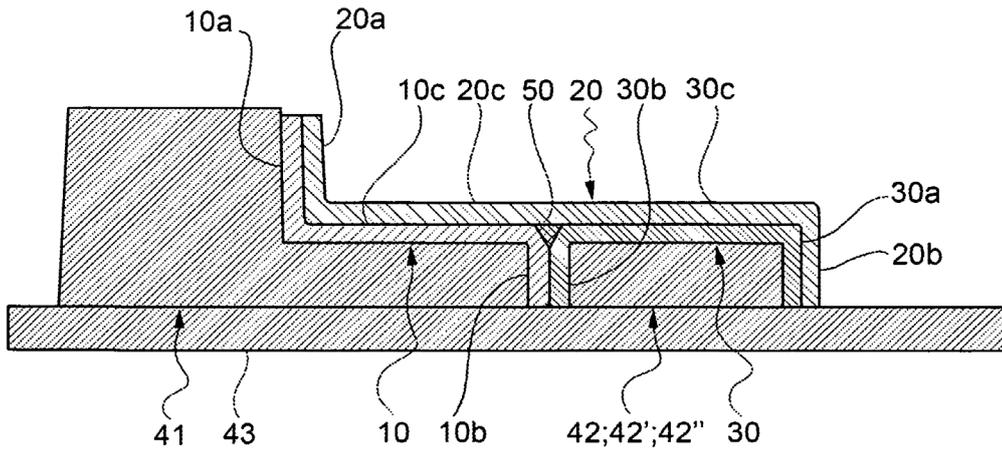


FIG. 2

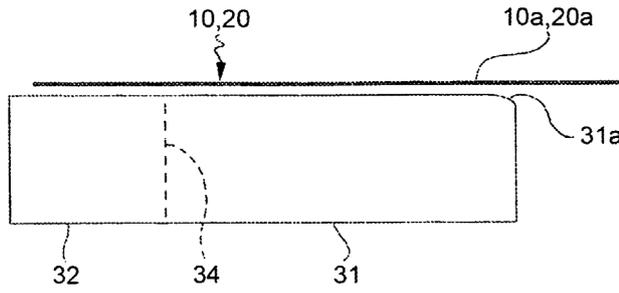


FIG.3a

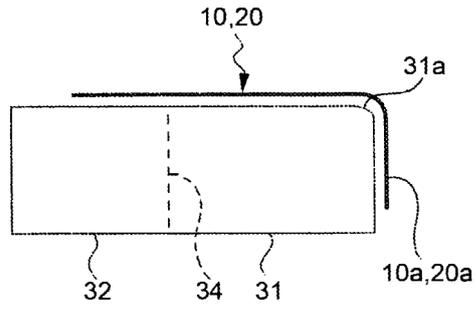


FIG.3b

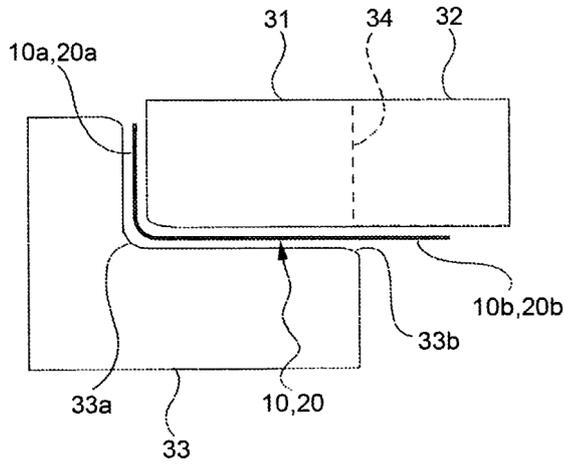


FIG.3c

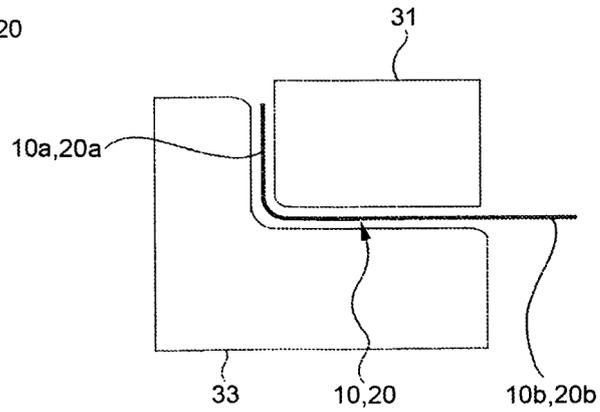
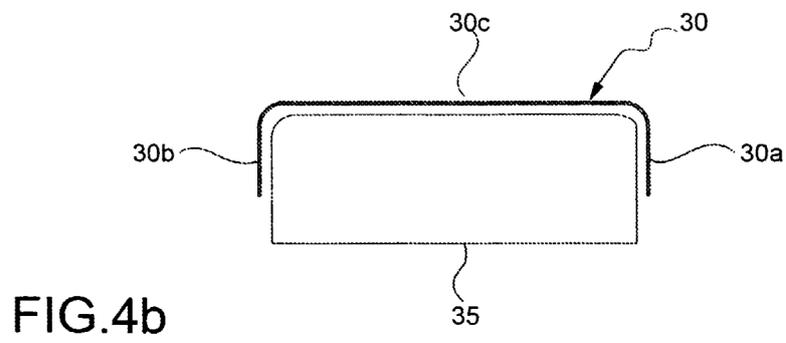
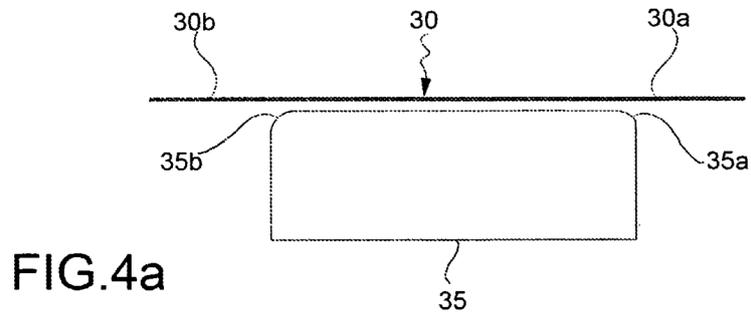
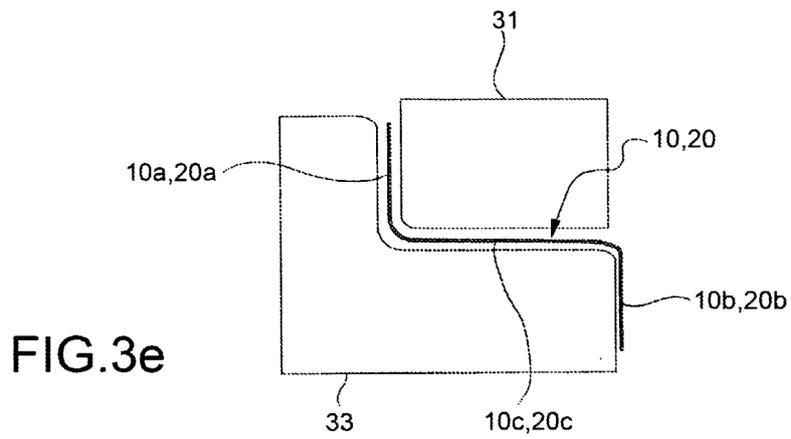
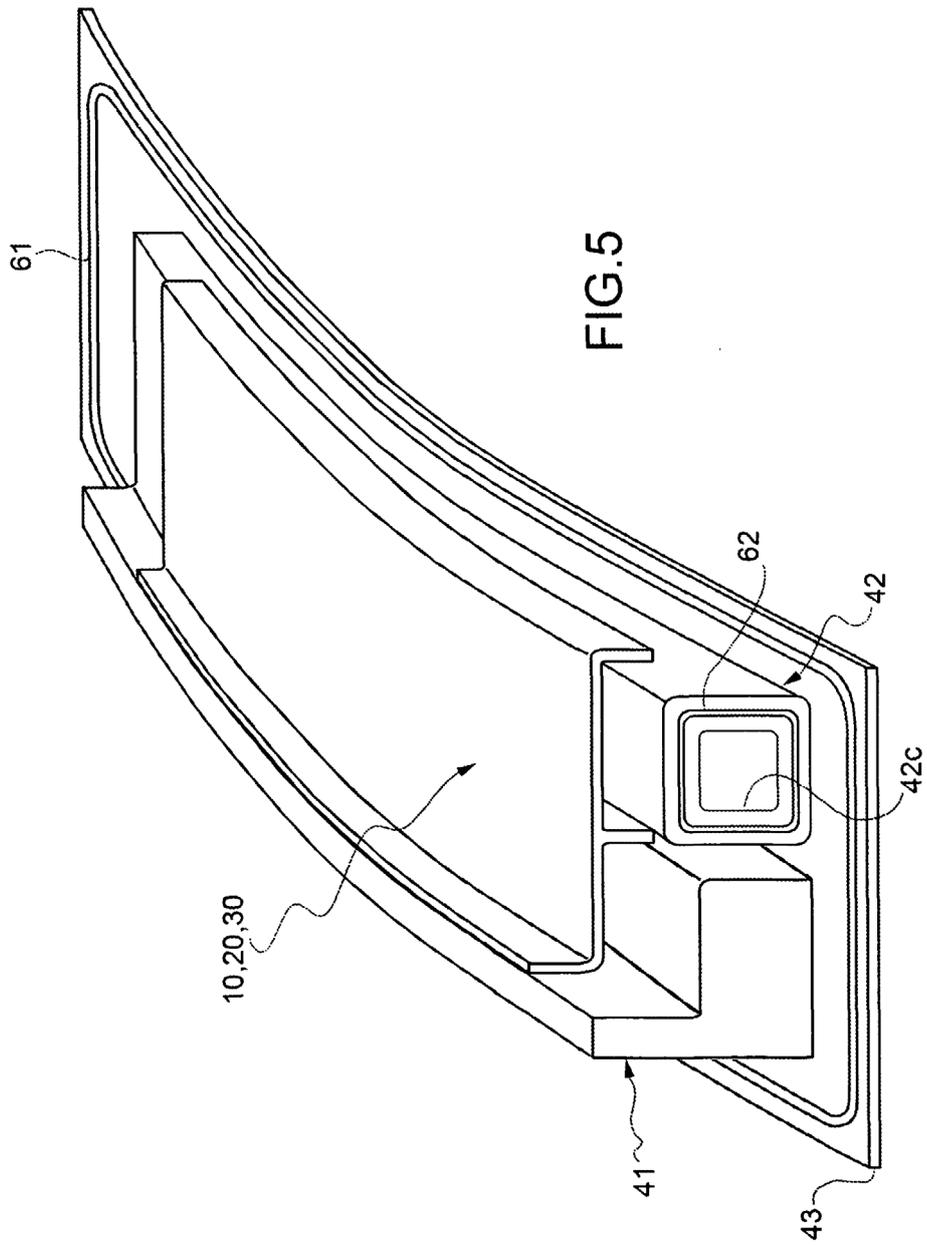


FIG.3d





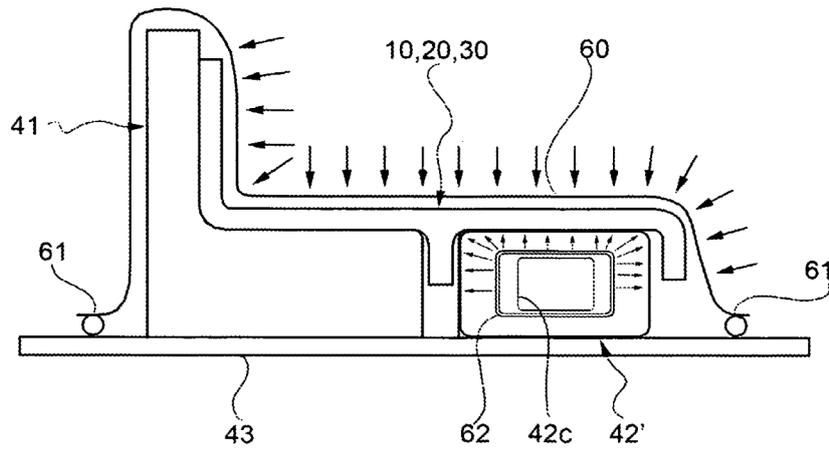


FIG. 6

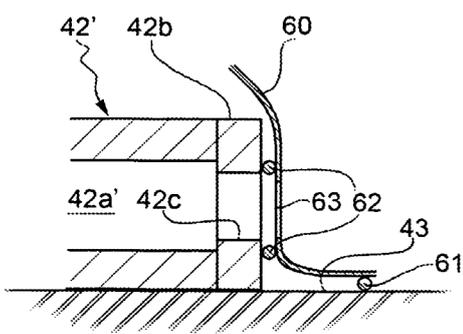


FIG. 8

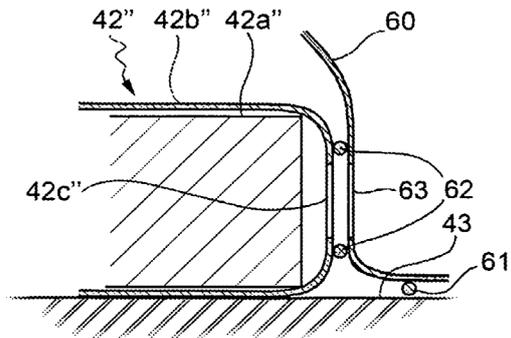


FIG. 9

