

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 965 172**

51 Int. Cl.:

B29D 99/00 (2010.01)

B29C 70/34 (2006.01)

B29C 33/38 (2006.01)

B29C 33/44 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.02.2021** **E 21159778 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.10.2023** **EP 3871869**

54 Título: **Método para fabricar una estructura monolítica en forma de caja en material compuesto para fuselajes y alas de aeronaves**

30 Prioridad:

26.02.2020 IT 20200003976

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

11.04.2024

73 Titular/es:

LEONARDO S.P.A. (100.0%)

Piazza Monte Grappa 4

00195 Roma, IT

72 Inventor/es:

CORVAGLIA, STEFANO GIUSEPPE;

GALLO, NICOLA y

FUGGIANO, DANILA

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 965 172 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 fabricar una estructura monolítica en forma de caja en material compuesto para fuselajes y alas de aeronaves

Referencia cruzada a aplicaciones relacionadas

5 Esta solicitud de patente reivindica la prioridad de la Solicitud de Patente Italiana número 102020000003976 presentada el 26 de Febrero de 2020.

Campo técnico

10 La presente invención se refiere a un método para fabricar una estructura monolítica en forma de caja en material compuesto para fuselajes y alas de una aeronave, en particular para un estabilizador horizontal de una aeronave, a la cual la siguiente descripción hará referencia explícita sin por ello perder generalidad.

Antecedentes

Como es sabido, el estabilizador horizontal es un componente estructural con superficies fijas el cual en general forma parte de la porción de cola del fuselaje de una aeronave.

15 El estabilizador presenta en su interior una estructura monolítica en forma de caja de material compuesto y que comprende esencialmente:

- una pared superior;

- una pared inferior enfrentada a la pared superior y separada una cantidad distinta de cero aparte de esta última; y

20 - una pluralidad de elementos de interconexión o largueros que se extienden entre las paredes superior e inferior y que delimitan entre ellas y con dichas paredes superior e inferior respectivas cavidades alargadas que se extienden, cada una de ellas entre una abertura frontal y una abertura posterior dispuestas en planos transversales a las propias paredes y a los largueros.

El uso de material compuesto permite reducir el peso total de la aeronave y obtener al mismo tiempo estructuras muy fuertes.

25 Las paredes superior e inferior son aproximadamente paralelas y más precisamente convergen ligeramente entre ellas hacia las aberturas frontales o hacia las aberturas posteriores.

Los largueros están constituidos por particiones los cuales son sustancialmente ortogonales, o más en general transversales, a las paredes superior e inferior.

30 La estructura descrita se fabrica mediante un método el cual es conocido, por ejemplo, por los documentos WO2014/184814A1 o EP058216A1 y los cuales comprenden las etapas indicadas a continuación partiendo de un preimpregnado con una matriz termoestable (resina) reforzada por fibras de diferente naturaleza tales como fibras de carbono, fibras aramídicas, fibras de vidrio, etc.

35 En primer lugar, cada larguero, en estado preimpregnado, se preforma en herramientas de preformado adecuadas fabricando dos barras perfiladas alargadas que tienen secciones en C y constituidas por una parte posterior y dos alas que sobresalen ortogonalmente a partir de los bordes extremos opuestos de la parte posterior; con el fin de formar un larguero, las dos barras perfiladas en forma de C se unen a lo largo de las respectivas partes posteriores para tener concavidades opuestas.

40 En particular, cada barra perfilada en forma de C está laminada sobre tres caras planas de una herramienta de preformado con un perfil sustancialmente paralelepípedo; una primera cara de la herramienta está completamente recubierta por el preimpregnado, a la vez que otras dos caras adyacentes a la primera cara, ortogonales a la estas últimas y paralelas entre sí, están recubiertas sólo durante un tramo.

Después de la necesaria consolidación al vacío y a una temperatura predeterminada, las barras perfiladas en forma de C se unen de dos en dos de la manera descrita anteriormente para formar el número deseado de largueros, los cuales se mantienen en posición y a la distancia predeterminada para la etapa posterior de curado mediante respectivas herramientas de soporte rígido que tienen la forma de pasadores alargados.

45 La operación de preformado es un proceso de aplicación de vacío y temperatura que permite que el material preimpregnado adquiera una forma consolidada sin sufrir un proceso de polimerización.

Cada herramienta de soporte está constituida por un cuerpo alargado sustancialmente paralelepípedo, rígido y macizo, delimitado por caras planas y que presenta una sección transversal correspondiente a la forma de las cavidades alargadas de la estructura a fabricar.

Antes de colocar cada larguero, siempre en forma de preimpregnado preformado, entre dos herramientas de soporte, estas últimas se someten a una operación de rectificado que consta de las siguientes etapas sucesivas:

- aplicar una capa de agente separador, por ejemplo en forma de película, a cada herramienta de soporte para facilitar la extracción posterior de la propia herramienta de soporte de la respectiva cavidad alargada;
- 5
- colocar sobre cada herramienta de soporte así preparada una bolsa tubular dejando un sobrante de esta última en cada extremo de la propia herramienta de soporte para una posterior operación de sellado;
 - envolver en cada herramienta de soporte y fuera de la bolsa tubular una tejido de ventilación, fijando las solapas de la misma con un sellante;
- 10
- colocar sobre cada herramienta de soporte así preparada una película separadora tubular, dejando también en este caso un exceso de esta última en cada extremo de la propia herramienta de soporte para la posterior operación de sellado;
 - sellar los extremos de la bolsa tubular y de la película separadora tubular mediante un sellante;
 - aplicar el vacío y esperar que la película separadora tubular encoja todo el apósito en la relativa herramienta de soporte.
- 15
- En este punto, los largueros preformados, constituidos cada uno de ellos por dos barras perfiladas en forma de C unidas entre sí a lo largo de sus respectivas partes posteriores, se colocan entre las herramientas de soporte previamente sometidas a la operación de revestimiento descrita anteriormente; en particular, cada larguero preformado está dispuesto de modo que:
- 20
- las partes posteriores del par relativo de barras perfiladas en forma de C que lo constituyen están interpuestas entre dos caras planas enfrentadas de dos herramientas de soporte mutuamente adyacentes; y
 - las alas de cada barra perfilada descansan sobre respectivas caras planas de la relativa herramienta de soporte, paralelas entre sí y sustancialmente ortogonales a la cara plana que soporta la parte posterior de la propia barra perfilada.
- 25
- El conjunto así formado constituido por los largueros preformados y las herramientas de soporte previamente revestidas se insertan en un molde de formación que incluye una placa inferior, una placa superior y dos paredes laterales opuestas que conectan las placas inferior y superior.
- En particular, en cada una de las dos placas superiores e inferiores se laminan una o más capas de material preimpregnado, las cuales están destinadas a definir las pieles superior e inferior las cuales constituirán, después de la etapa de curado, las paredes superior e inferior de la estructura en forma de caja a fabricar.
- 30
- Más precisamente, sobre la placa inferior del molde de formación que porta la piel inferior, se colocan los largueros preformados mantenidos en posición por las respectivas herramientas de soporte; posteriormente, la placa superior del molde conformador que porta la piel superior se cierra sobre las paredes laterales del propio molde y sobre el conjunto constituido por los largueros preformados y las herramientas de soporte.
- 35
- En este punto, se disponen sucesivamente sobre todo el molde de formación una película separadora, un tejido de ventilación y una película de bolsa; la película de bolsa se sella mediante sellante en la base del molde de formación.
- La película separadora tubular dispuesta en cada herramienta de soporte se abre en sus extremos; se corta la parte que sobra en longitud con respecto a la relativa herramienta de soporte.
- Las bolsas tubulares se desenrollan por los extremos de las respectivas herramientas de soporte y se sellan.
- 40
- De este modo se forma la denominada bolsa envolvente, sellando el borde de la película de bolsa exterior dispuesta en el molde de formación con los extremos de las bolsas tubulares de las herramientas de soporte y también sellando los extremos de las bolsas tubulares contiguas.
- En este punto se aplica vacío dentro de la bolsa envolvente hasta que el material de la bolsa externa se contrae hacia la superficie exterior del molde formador.
- 45
- A continuación se abren los extremos de las bolsas tubulares y, continuando la aplicación del vacío, las propias bolsas tubulares se desprenden de las respectivas herramientas de soporte, tendiendo a minimizar el volumen encerrado en el interior de la bolsa envolvente.
- En este punto se extraen las herramientas de soporte y el conjunto así formado se lleva a autoclave para llevar a cabo la operación de curado a valores de presión y temperatura determinados (por ejemplo, para resinas epoxi, la temperatura de curado es de aproximadamente 180°C y la presión de curado está entre 6 y 7 bares).

El método descrito y las herramientas utilizadas permiten posicionar correctamente las preformas y mantener su posición durante las operaciones de cierre del molde para formar y fabricar la bolsa envolvente.

5 La extracción de las herramientas de soporte antes del ciclo de curado impide que las herramientas, en las condiciones de presión y temperatura necesarias para el curado, se deformen de forma inadecuada para garantizar la aplicación uniforme de la presión sobre todas las partes de material compuesto.

En cambio, las bolsas tubulares permiten una aplicación uniforme de la presión sobre las partes compuestas con las que entran en contacto.

10 Sin embargo, el Solicitante ha observado que el método descrito y la estructura en forma de caja obtenida mediante el mismo son susceptibles de mejoras. En particular, en el campo se siente la necesidad de simplificar el método para hacerlo más eficiente y menos costoso; además, la calidad del acabado de las superficies, en particular las del interior de la estructura en forma de caja, requiere mejoras adicionales.

Los documentos US10391684B1 y WO2012/064441A2 ilustran métodos para fabricar artículos en material compuesto, en los cuales el material preimpregnado se interpone entre un molde rígido y una herramienta de soporte capaz de pasar de un estado rígido a un estado flexible en respuesta a un estímulo de temperatura.

15 Objeto y resumen de la invención

Objeto de la presente invención es proporcionar un método para fabricar una estructura monolítica en forma de caja en material compuesto para un fuselaje de una aeronave, la cual sea altamente confiable y de coste limitado y permita satisfacer al menos uno de los requisitos especificados anteriormente y relacionados con los métodos para fabricar estructuras monolíticas en forma de caja en material compuesto de tipo conocido.

20 De acuerdo con la invención, este objetivo se consigue mediante un método para fabricar una estructura monolítica en forma de caja en material compuesto para un fuselaje de una aeronave de acuerdo con la reivindicación 1.

Breve descripción de los dibujos

Para una mejor comprensión de la presente invención, a continuación se describe una realización preferente y no limitativa de la misma, a título meramente de ejemplo y con la ayuda de los dibujos adjuntos, en los cuales:

25 - la Figura 1 es una vista en perspectiva de una parte de cola de una aeronave, incorporando en su interior una estructura monolítica en forma de caja en material compuesto, fabricado de acuerdo con las enseñanzas de la presente invención;

- la Figura 2 muestra una vista en perspectiva, a escala ampliada, con partes eliminadas para mayor claridad, de la estructura monolítica en forma de caja de la Figura 1;

30 - la Figura 3 es una vista en perspectiva de una herramienta de soporte en etapas sucesivas durante una operación de laminación de una parte de un larguero de la estructura de las Figuras 1 y 2;

- la Figura 4 es una vista en perspectiva en despiece a escala reducida de una serie de herramientas de soporte de la Figura 3 durante el montaje de una pluralidad de largueros de la estructura de las Figuras 1 y 2;

35 - la Figura 5 es una vista en perspectiva en despiece de un molde conformador, el cual se utiliza para fabricar la estructura de las Figuras 1 y 2 y en el cual, a tal efecto, está destinado a insertarse una serie de herramientas de soporte de la Figura 3; y

- las Figuras 6 y 7 son vistas en perspectiva a escala ampliada del molde de formación de la Figura 5 durante etapas sucesivas del método para fabricar la estructura de las Figuras 1 y 2.

Descripción detallada

40 Con referencia a las Figuras 1 y 2, el número de referencia 1 indica en general una estructura monolítica en forma de caja en material compuesto para un fuselaje de una aeronave, en particular para un estabilizador 2 horizontal de un fuselaje 3 de una aeronave, por ejemplo de una aeronave 4.

La estructura 1 (Figura 2) comprende esencialmente:

- una pared 5 superior;

45 - una pared 6 inferior enfrentada, a lo largo de su superficie con mayor extensión, a la superficie con mayor extensión de la pared 5 superior y separada una cantidad distinta de cero de esta última; y

- una pluralidad de elementos de interconexión o largueros 7 que se extienden entre las paredes superior 5 e inferior 6 y que delimitan entre ellas y con las paredes superior 5 e inferior 6 antes mencionadas una serie de cavidades 8

alargadas que se extienden, cada una, entre las respectivas aberturas 9 frontal y posterior (sólo las aberturas frontales visibles en la Figura 2) dispuestas en planos transversales a las propias paredes 5, 6 y a los largueros 7.

5 Las paredes superior 5 e inferior 6 son, en el ejemplo que se muestra, aproximadamente paralelas entre sí. De acuerdo con una posible alternativa no mostrada, las paredes superior 5 e inferior 6 también podrían converger ligeramente entre ellas hacia las aberturas 9 frontal o posterior.

Los largueros 7 están constituidos por particiones los cuales son sustancialmente ortogonales, o más en general transversales, a las paredes superior 5 e inferior 6 y están alargados en una dirección longitudinal sustancialmente paralela a las paredes superior 5 e inferior 6.

10 La estructura 1 está hecha a partir de un material preimpregnado con una matriz polimérica, por ejemplo de resina termoendurecible, reforzada por fibras las cuales pueden tener diferente naturaleza, tales como por ejemplo fibras de carbono y/o fibras aramidicas y/o fibras de vidrio, etc.

Alternativamente, la estructura 1 también podría estar hecha de una matriz preimpregnada hecha de resina termoplástica reforzada por fibras del tipo indicado anteriormente.

15 En ambos casos, las paredes superior 5 e inferior 6 están hechas a partir de respectivas pieles 5a, 6a (Figura 5) en el preimpregnado reforzado con fibra antes mencionado, laminadas sobre respectivas superficies planas, como se describirá con mayor detalle a continuación.

20 Con referencia a las Figuras 3 y 4, cada larguero 7 se obtiene a partir de dos barras 11 perfiladas alargadas en dicha dirección longitudinal, que tienen secciones en forma de C y constituidas cada una por una parte posterior 12 y por dos apéndices 13 de extremo que sobresalen transversalmente en una dirección sustancialmente ortogonal a partir de los bordes extremos opuestos de la propia parte posterior 12 y dispuestos en el mismo lado de la misma. En particular, con el fin de formar un larguero 7, las dos barras 11 perfiladas están unidas a lo largo de las respectivas partes posteriores 12 para tener concavidades opuestas.

25 Ventajosamente, las barras 11 perfiladas en dicho material preimpregnado están laminadas sobre respectivas herramientas 15 de soporte alargadas en dicha dirección longitudinal, las cuales posteriormente están destinadas a mantener los largueros 7 en las posiciones predefinidas dentro de la estructura 1 durante la etapa de fabricación y las cuales tienen una composición con base en material de refuerzo y polímero adecuada para permitir el paso de un estado rígido a un estado elastomérico flexible y viceversa en respuesta a un calentamiento y respectivamente a un enfriamiento, es decir en respuesta a un estímulo de temperatura.

30 El polímero que constituye las herramientas 15 de soporte es ventajosamente un polímero termoestable o termoplástico con memoria de forma de un tipo conocido. El polímero puede ser, por ejemplo, un polímero epoxi con memoria de forma, un polímero de éster cianato con memoria de forma, un polímero de poliuretano con memoria de forma, un polímero vinílico con memoria de forma, un polímero de poliimida con memoria de forma, un polímero de maleimida con memoria de forma, o combinaciones de los mismos, que incluyen copolímeros.

35 Gracias a las propiedades del polímero con memoria de forma, las herramientas 15 de soporte pueden recuperar su forma rígida original a pesar de un uso extenso y repetido y después numerosos ciclos de calentamiento y enfriamiento.

El material de refuerzo de las herramientas 15 de soporte incluye una o más fibras elásticas.

40 En particular, el material de refuerzo también puede contener fibras de nailon, fibras de lycra, fibras de poliéster, fibras de carbono, fibras de vidrio, fibras aramidicas, fibras de boro, fibras de basalto, fibras poliméricas, fibras picadas, mallas, preformas de fibras tridimensionales, tejidos de trama normal, tejidos de sarga, u otros tipos de tejidos y combinaciones de los mismos. Un ejemplo comercial adecuado de fibras de nailon son el nailon producido por Invista (Wichita, Kansas).

Las herramientas 15 de soporte, en algunas realizaciones, pueden contener dos o más tipos diferentes de materiales de refuerzo.

45 Con referencia a las Figuras 3 a 7, cada herramienta de soporte tiene forma de paralelepípedo alargada en dicha dirección longitudinal y hueca en la misma dirección. En particular, cada herramienta 15 de soporte tiene una sección transversal con un perfil poligonal externo complementario al perfil de la respectiva cavidad 8 a formar en la estructura 1. En el ejemplo que se muestra, cada herramienta 15 de soporte está delimitada por cuatro paredes 16 laterales paralelas de dos en dos y cada una ortogonal a las dos paredes 16 adyacentes.

50 Las paredes 16 están unidas entre sí mediante bordes 17 biselados y delimitan una cavidad 18 pasante longitudinal de la respectiva herramienta 15 de soporte.

Cada barra 11 perfilada está laminada externamente sobre tres paredes 16 contiguas de la correspondiente herramienta 15 de soporte en estado rígido después de la aplicación de un agente adhesivo a base de resina (conocido como "pegajoso").

En particular, una pared 16 de la herramienta 15 de soporte en estado rígido está completamente revestida por el material preimpregnado de la correspondiente barra 11 perfilada, a la vez que otras dos paredes 16 adyacentes a la misma están revestidas sólo durante un tramo predeterminado.

5 Por lo tanto, cada herramienta 15 de soporte puede soportar en lados opuestos dos barras 11 perfiladas en forma de C preimpregnadas.

Gracias a su estado rígido, es posible colocar una o más capas de preimpregnado en cada herramienta 15 de soporte; además, gracias a su composición, no es necesario revestir las herramientas 15 de soporte antes de laminar las barras 11 perfiladas,

10 Después de colocar las barras 11 perfiladas en las respectivas paredes 16 de cada herramienta 15 de soporte, esta última se encierra y se sella en una bolsa externa (conocida de por sí y que no se muestra) en la cual luego se aplica el vacío de manera conocida para obtener la compactación de las propias barras 11 perfiladas.

15 En este punto, aproximando o colocando lado a lado lateralmente entre sí las herramientas 15 de soporte que llevan externamente las respectivas barras 11 perfiladas preimpregnadas compactadas (Figura 4), es posible unir las propias barras 11 perfiladas de dos en dos a lo largo de las respectivas partes posteriores 12 para formar los largueros 7, los cuales luego se mantienen a la distancia deseada unos de otros mediante las herramientas 15 de soporte.

En particular, cada larguero 7 preimpregnado está dispuesto de manera que:

- las partes posteriores 12 del par relativo de barras 11 perfiladas que las constituyen están interpuestos entre dos paredes 16 enfrentadas de dos herramientas 15 de soporte adyacentes entre sí; y

20 - los apéndices 13 de extremo de cada barra 11 perfilada descansan sobre respectivas paredes 16 de la relativa herramienta 15 de soporte, sustancialmente paralelas entre sí y sustancialmente ortogonal a la pared 16 que soporta la parte posterior 12 de la propia barra 11 perfilada.

Dado que las paredes 16 planas de cada herramienta 15 de soporte están unidas por bordes 17 biselados, las barras 11 perfiladas asumen la misma forma externa que las propias paredes 16 sobre las cuales se colocan y que el borde biselado 17 las une a ellos.

25 Por lo tanto, se forma un receso 19 entre cada par de apéndices 13 de extremo coplanares adyacentes el cual tiene una sección transversal aproximadamente en forma de V. Los recesos 19 se rellenan con respectivos cordones 20 o fideos de relleno preimpregnados (Figuras 4 y 5) que tienen un perfil complementario al de los propios recesos 19.

30 El conjunto así formado, constituido por los largueros 7 preimpregnados, por las herramientas 15 de soporte las cuales los mantienen en posición y por los cordones 20 de relleno, se inserta en un molde 21 de formación que incluye una placa 22 inferior, una placa 23 superior y dos placas 24 laterales opuestas conectando la placa 22 inferior y la placa 23 superior (Figura 5).

35 En particular, el molde 21 de formación es internamente hueco y por lo tanto tiene, en la parte frontal y en la parte posterior, respectivas aberturas 25 de extremo (sólo la frontal es visible en la Figura 5) delimitadas por las respectivas superficies frontal 27 y posterior 28 del marco definidas por los bordes de cabeza opuestos de las placas 22, 23, 24 inferior, superior y lateral.

En detalle, en cada una de las dos placas 22, 23 inferior y superior, se laminan una o más capas (llamadas "capas") de material preimpregnado reforzado con fibras, del tipo descrito anteriormente, destinadas a definir las pieles superior 5a e inferior 6a las cuales constituirán, después de la etapa de curado, las paredes superior 5 e inferior 6 de la estructura 1 a ser fabricada.

40 Más precisamente, sobre cada una de las placas 22, 23 inferior y superior se aplica previamente un agente adhesivo a base de resina (conocido como "pegajoso") y luego se laminan las diversas capas de material preimpregnado reforzado con fibras. Este agente adhesivo se aplica al menos a las partes de las placas 22, 23 inferior y superior destinadas a recibir el material preimpregnado reforzado con fibras.

45 Preferiblemente, después de laminar un número predeterminado de capas, por ejemplo cada cuatro capas, se lleva a cabo una etapa de compactación al vacío envolviendo la relativa placa inferior 22 o superior 23 y el preimpregnado en una bolsa sellada (conocida per se y no se muestra), dentro de la cual se aplica el vacío de forma conocida.

En este punto, los largueros 7 preformados y los cordones 20 de relleno mantenidos en posición por las respectivas herramientas 15 de soporte están colocadas en la placa 22 inferior del molde 21 de formación que lleva la piel 6a inferior.

50 Posteriormente, la placa 23 superior del molde 21 de formación, que lleva la piel 5a superior, está cerrado sobre las placas 24 laterales del propio molde 21 de formación y sobre el conjunto constituido por los largueros 7 preformados, por los cordones 20 de relleno y por las herramientas 15 de soporte.

ES 2 965 172 T3

En esta condición (Figuras 6 y 7), las herramientas 15 de soporte sobresalen con sus respectivas porciones 15a de extremo frontal y posterior (sólo las porciones frontales son visibles en las Figuras 6 y 7) a partir de las aberturas 25 frontal y posterior del molde 21 de formación.

5 Un tejido de ventilación (conocido per se y que no se muestra) y una bolsa 30 tubular que sobresale por delante y por detrás de la propia herramienta 15 de soporte se inserta entonces dentro de cada herramienta 15 de soporte.

En cada una de las superficies del marco frontal 27 y posterior 28, se sella mediante sellante un extremo 31 axial de otra bolsa 32 tubular externa adecuada para posicionarse en uso alrededor de las respectivas porciones de extremo frontales 15a o posteriores 15 de las herramientas 15 de soporte.

10 En este punto, los extremos de las bolsas 30 tubulares que sobresalen en la parte frontal de las respectivas herramientas 15 de soporte se sellan mediante sellante a un extremo 33 axial de la bolsa 32 tubular externa relativa opuesto al extremo 31 axial; se lleva a cabo una operación de sellado idéntica entre la bolsa 32 tubular externa relativa sellada en la parte posterior del molde 21 de formación y los extremos de las bolsas 30 tubulares que sobresalen por detrás de las respectivas herramientas 15 de soporte.

A continuación se cierran y sellan entre sí todos los extremos de las bolsas 30 tubulares contiguas.

15 De esta forma se forman las denominadas bolsas envolvente, frontal y posterior, indicadas cada una con el número de referencia 35.

20 El molde 21 de formación así preparado, junto con las herramientas 15 de soporte, las pieles 5a, 6a superior e inferior, los largueros 7, los cordones 20 de relleno y las bolsas 35 envolventes, se llevan a autoclave para llevar a cabo la operación de curado a valores de presión y temperatura predeterminados (por ejemplo, para resinas epoxi, la temperatura de curado es de aproximadamente 180°C y la presión de curado está entre 6 y 7 bares).

25 Durante la etapa de curado, las paredes 16 de las herramientas 15 de soporte, debido al estímulo de temperatura, pasan del estado rígido al estado elastomérico flexible. De hecho, las herramientas 15 de soporte están configuradas para establecer el estado elastomérico flexible a una temperatura inferior a la temperatura de curado y superior a 50°C. La presión de curado actúa tanto fuera de la estructura 1 que se está formando como dentro de las herramientas 15 de soporte y por lo tanto dentro de las cavidades 8 de la propia estructura 1 a través de las bolsas 30 tubulares las cuales empujan así las paredes 16 flexibilizadas por el cambio de estado. Como resultado de la presión de curado, las paredes 16 empujan entonces uniformemente sobre el material preimpregnado que polimeriza.

Una vez completada la etapa de curado, las herramientas 15 de soporte se calientan nuevamente para pasar al estado elastomérico flexible para poder extraerlas de las cavidades 8 de la estructura 1 recién formada.

30 Como resultado del método descrito anteriormente y en particular del uso de las herramientas 15 de soporte las cuales pasan del estado rígido al estado elastomérico flexible durante la operación de curado, es posible obtener una estructura 1 que tiene en todas las superficies incluidas entre la pared 5 superior y la pared 6 inferior una rugosidad superficial promedio menor o igual a 2 micras.

35 Este resultado es particularmente importante porque permite obtener superficies lisas en la estructura 1 las cuales proporcionan un apoyo preciso y estable para la conexión de dispositivos u otras estructuras del fuselaje 3 de la aeronave 4.

40 El método descrito es simplificado y más rápido que los conocidos, ya que las barras 11 perfiladas se laminan directamente sobre las herramientas 15 de soporte y no sobre herramientas de preformado especiales, y luego se transfieren a las herramientas de soporte. Además, no es necesario extraer las herramientas 15 de soporte antes de la etapa de curado, ya que estas herramientas establecen un estado elastomérico flexible durante la operación de curado, presionando así uniformemente sobre el material preimpregnado.

Claramente, se pueden realizar cambios en el método descrito e ilustrado en el presente documento, sin embargo, sin apartarse del alcance de protección definido por las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Método para fabricar una estructura (1) monolítica en forma de caja para fuselajes (3a) y alas (3b) de aeronaves (4) utilizando un material preimpregnado de matriz polimérica reforzada con fibras, comprendiendo dicha estructura (1):

- una pared (5) superior;

5 - una pared (6) inferior orientada hacia dicha pared (5) superior y separada una cantidad distinta de cero de la pared (5) superior; y

- al menos un elemento (7) de interconexión que se extiende transversalmente entre dichas paredes superior (5) e inferior (6), conectadas a él y delimitando con las propias paredes superior (5) e inferior (6) respectivas cavidades (8) alargadas;

10 dicho método comprende las etapas de:

a) proporcionar al menos dos herramientas (15) de soporte alargadas, teniendo cada una sección transversal con un perfil poligonal externo complementario al perfil de las cavidades (8) a formar en dicha estructura (1);

15 b) disponer externamente, en tres paredes (16) contiguas de cada herramienta (15) de soporte, una barra (11) perfilada alargada hecha de dicho material preimpregnado, que tiene una sección transversal en forma de C y que comprende una parte posterior (12) y dos apéndices (13) de extremo que sobresalen transversalmente de dicha parte posterior (12) y dispuesta en el mismo lado de la parte posterior (12) de la misma;

c) unir dichas barras (11) perfiladas a lo largo de las respectivas partes posteriores (12) colocando lado a lado dichas herramientas (15) de soporte de manera que las propias barras (11) perfiladas tengan concavidades opuestas;

20 d) laminar una o más capas de dicho material preimpregnado sobre una placa (22) inferior de un molde (21) de formación para formar una piel (6a) inferior destinada a constituir dicha pared (6) inferior de dicha estructura (1);

e) insertar el conjunto formado por dichas herramientas (15) de soporte y por dichas barras (11) perfiladas en la etapa c) sobre dicha piel (6a) inferior llevada por dicha placa (6) inferior de dicho molde (21) de formación y entre respectivas placas (24) laterales que delimitan el molde (21) de formación en sí mismo; dicho estando dispuestas barras (11) perfiladas con respectivos apéndices (13) de extremo coplanares en contacto con dicha piel (6a) inferior;

25 f) laminar una o más capas de dicho material preimpregnado sobre una placa (23) superior de dicho molde (21) de formación para formar una piel (5a) superior destinada a constituir dicha pared (5) superior de dicha estructura (1)

30 g) montar dicha placa (23) superior en dichas placas (24) laterales de dicho molde (21) de formación en una posición orientada hacia dicha placa (22) inferior de manera que dicha piel (5a) superior quede colocada en contacto con los apéndices (13) de extremo de dichas barras (11) perfiladas opuestas a los apéndices (13) de extremo en contacto con la piel (6a) inferior;

h) llevar a autoclave el molde (21) de formación así preparado y lleno con las pieles (5a, 6a) superior e inferior y con las barras (11) perfiladas para realizar una operación de curado a temperatura y presión de curado predefinidas;

caracterizado porque:

35 dichas herramientas (15) de soporte son internamente huecas y tienen una composición a base de material de refuerzo y polímero adecuada para permitir el paso de un estado rígido a un estado elastomérico flexible y viceversa en respuesta a un calentamiento y respectivamente a un enfriamiento;

- dichas herramientas (15) de soporte están configuradas para establecer el estado elastomérico flexible a una temperatura inferior a la temperatura de curado y superior a 50°C;

40 - la etapa b) se lleva a cabo laminando dicho preimpregnado directamente sobre la superficie externa de las paredes (16) de dichas herramientas (15) de soporte en un estado rígido; y

- durante la fase h), se aplica la presión de curado tanto en el interior del molde (21) de formación como en el interior de dichas herramientas (15) de soporte, cuyas paredes (16) se vuelven flexibles por el paso del estado rígido al estado elastomérico flexible y por lo tanto son empujadas por la propia presión de curado para adherirse a dichas barras (11) perfiladas y a dichas pieles inferior (6a) y superior (5a).

45 2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además, de manera preliminar a la etapa h), las etapas de:

i) insertar dentro de cada herramienta (15) de soporte al menos una bolsa (30) tubular que sobresale de las respectivas porciones (15a) de extremo frontal y posterior opuestas de la herramienta (15) de soporte misma;

- l) sellar, en cada uno de los extremos (27, 28) frontal y posterior opuestos del molde (21) de formación, un primer extremo (31) axial de una respectiva bolsa (32) tubular externa adecuada para colocar en uso alrededor de las respectivas porciones (15a) de extremo frontales o posteriores de las herramientas (15) de soporte que sobresalen del propio molde (21) de formación; y
- 5 m) sellar los extremos contiguos de las bolsas (30) tubulares que sobresalen de las respectivas herramientas (15) de soporte para entre sí y a los respectivos segundos extremos (33) axiales de las correspondientes bolsas (32) externas tubulares opuestas a los primeros extremos (31) axiales;
- aplicándose dicha presión de curado dentro de dichas bolsas (30) tubulares.
- 10 3. Método de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde la etapa b) está precedida únicamente por una etapa n) de aplicación de un primer agente adhesivo con base en resina al menos en las partes de las paredes (16) de las herramientas (15) de soporte en estado rígido destinadas a recibir dicho material preimpregnado.
4. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde las etapas d) y f) están precedidas por una etapa o) de aplicar un segundo agente adhesivo a base de resina al menos en la parte de dichas placas inferior (22) y superior (23) de dicho molde (21) de formación destinada para recibir dicho material preimpregnado.
- 15 5. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el polímero de dichas herramientas (15) de soporte es un polímero termoestable o termoplástico con memoria de forma.
6. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el material de refuerzo de dichas herramientas (15) de soporte incluye una o más fibras elásticas.
- 20 7. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde se forman al menos dos elementos (7) de interconexión; en donde en dicha etapa a) se proporcionan al menos tres de dichas herramientas (15) de soporte alargadas; y en donde, en dicha etapa b), en las paredes (16) de al menos una de dichas herramientas (15) de soporte se laminan dos de dichas barras (11) perfiladas directamente en lados opuestos.
8. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además, después de la etapa h), una etapa p) de calentar las herramientas (15) de soporte para llevarlas al estado elastomérico flexible y extraerlas de las respectivas cavidades (8) de la estructura (1) recién formada.
- 25

FIG. 1

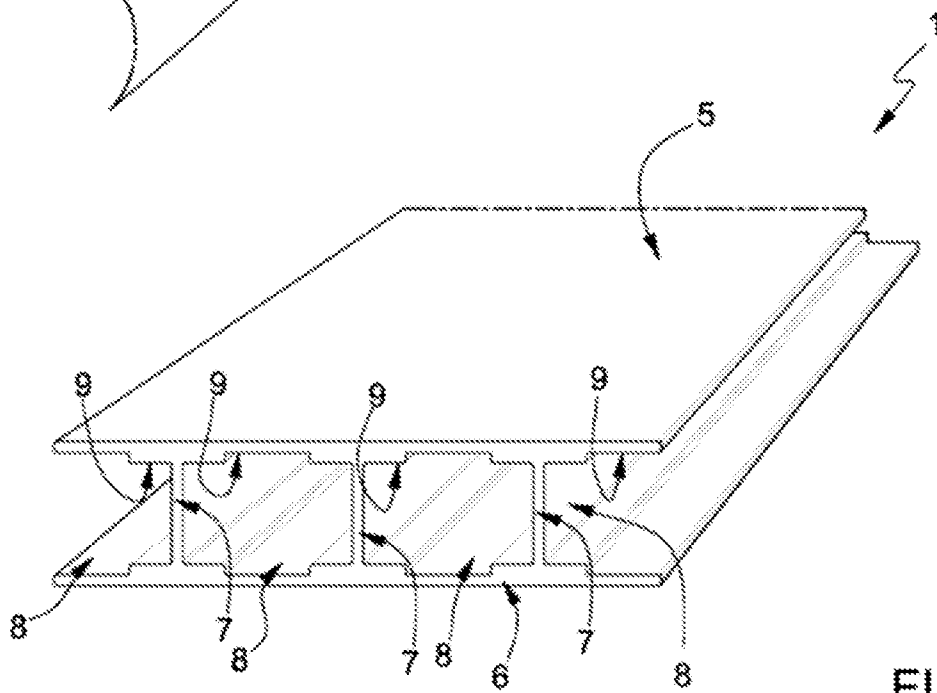
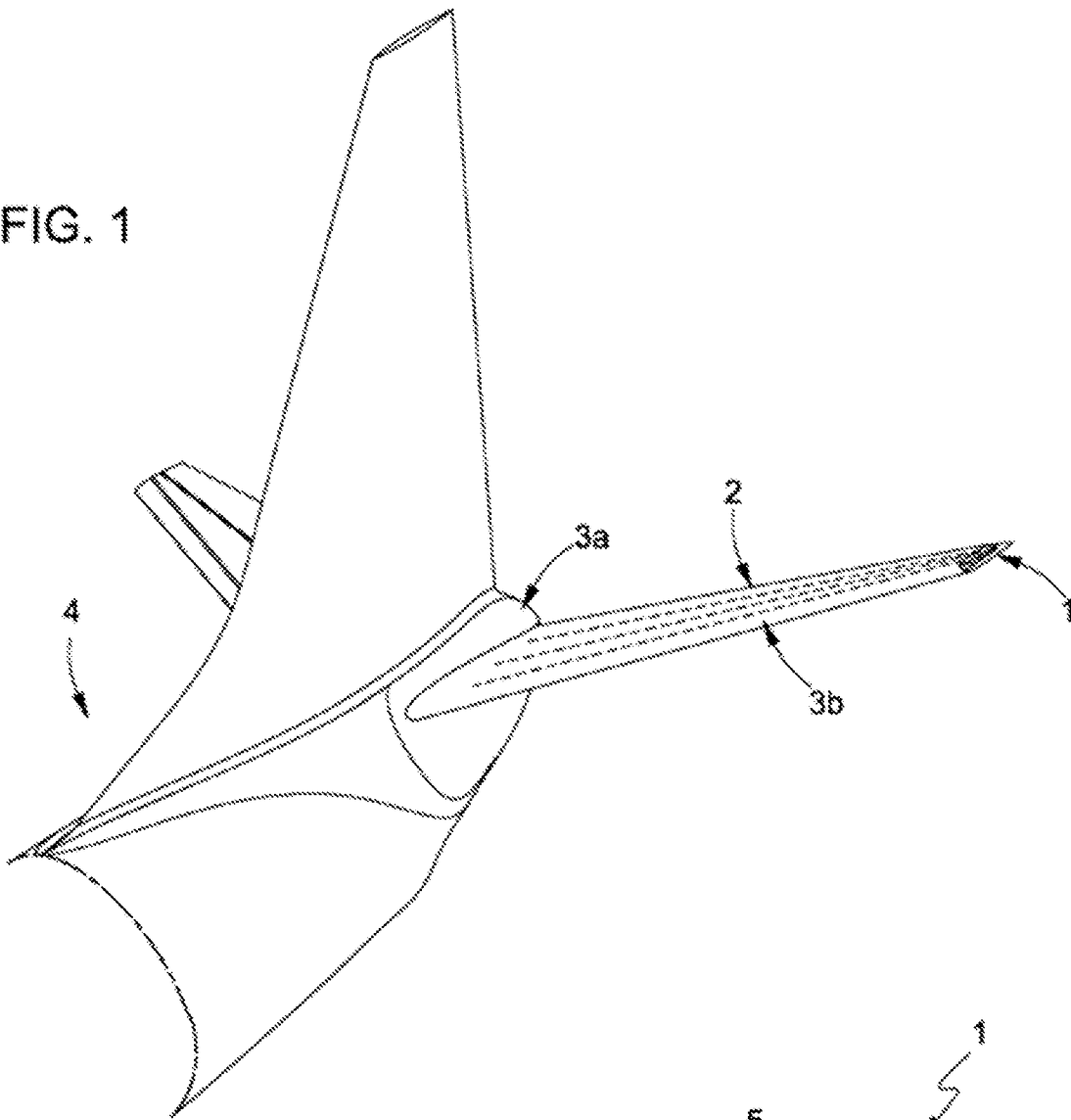


FIG. 2

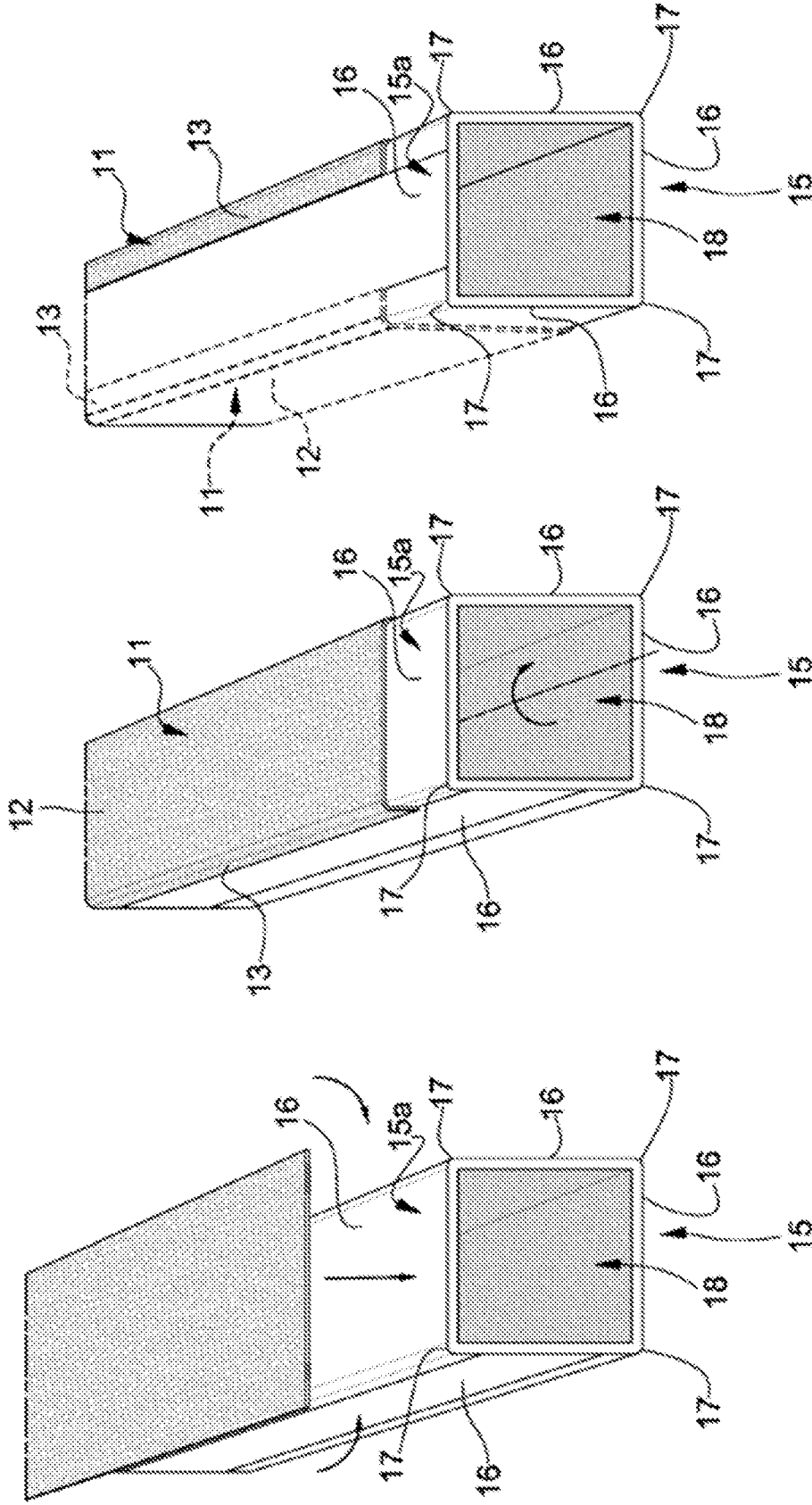


FIG. 3

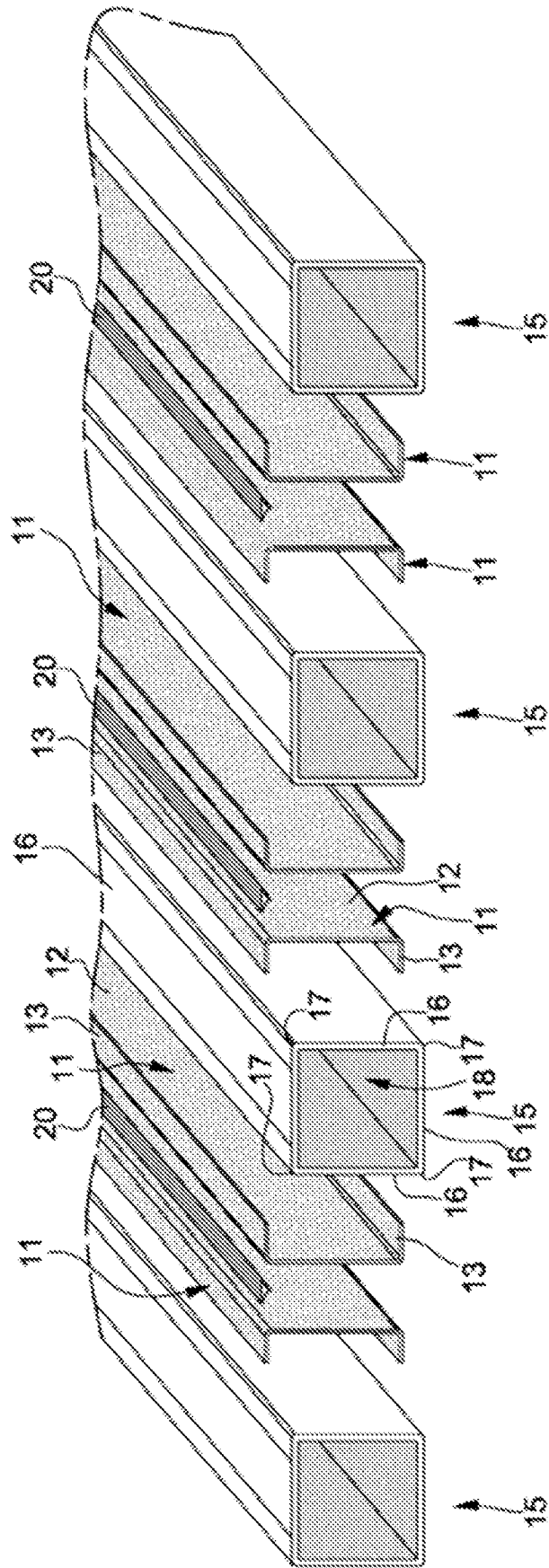


FIG. 4

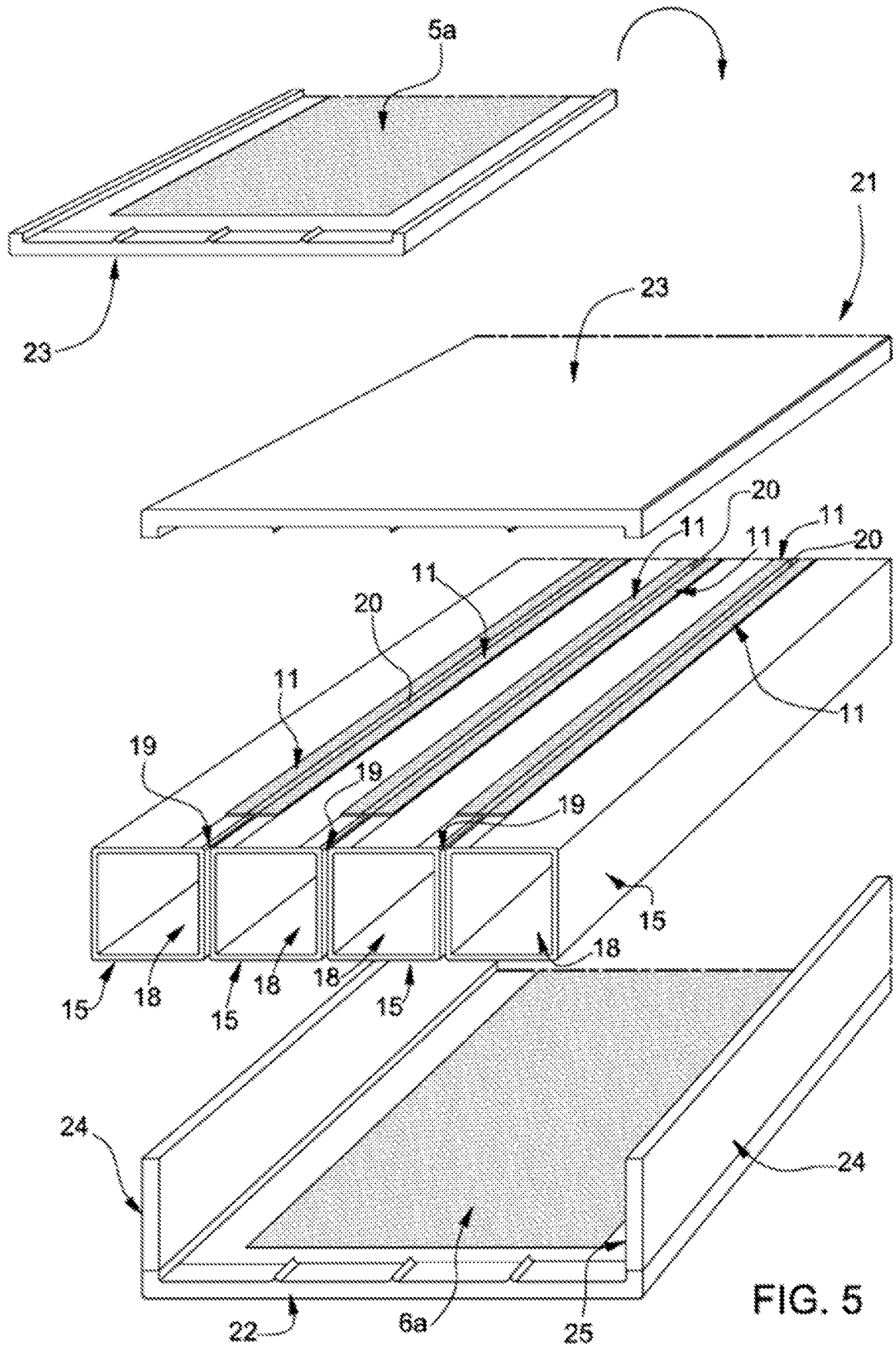


FIG. 5

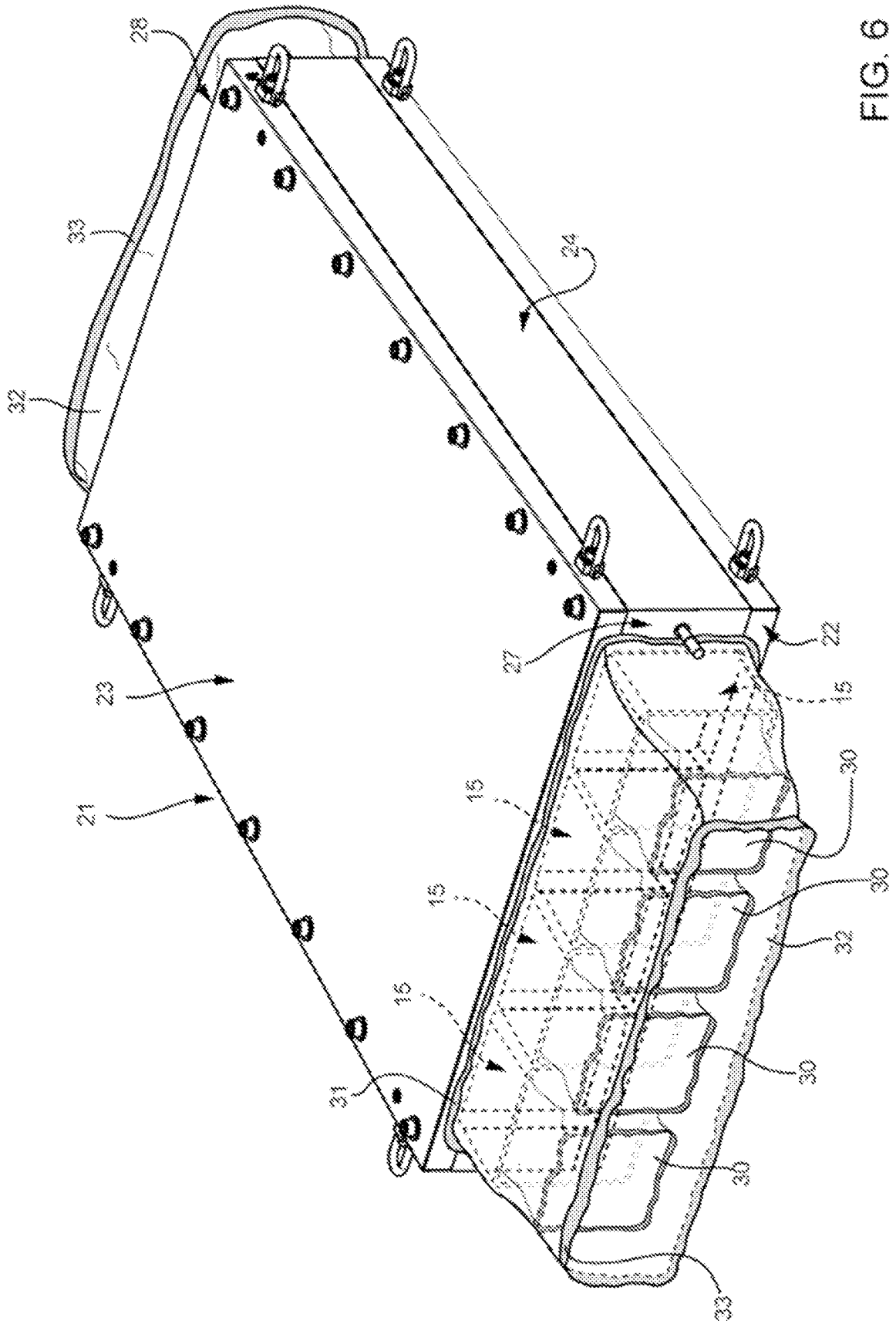


FIG. 6

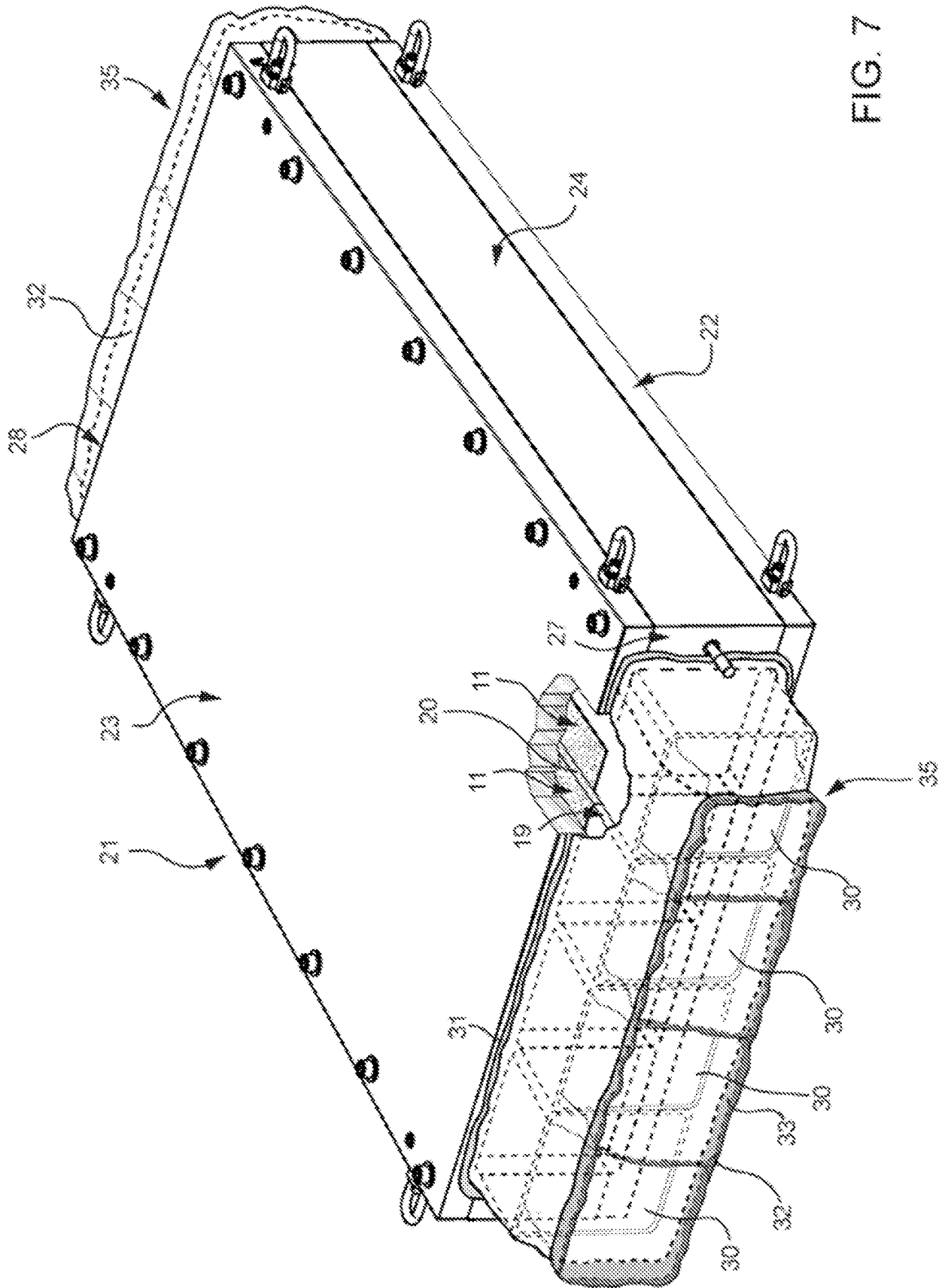


FIG. 7