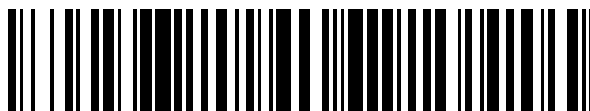


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 681 598**

51 Int. Cl.:

B29C 70/46 (2006.01)

B29C 33/30 (2006.01)

B29L 31/30 (2006.01)

B29C 33/42 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.04.2014** **E 14382161 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.04.2018** **EP 2939820**

54 Título: **Método y dispositivo para la fabricación de una pieza de una aeronave en material compuesto**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
14.09.2018

73 Titular/es:

AIRBUS OPERATIONS S.L. (100.0%)
Avda. John Lennon s/n
28906 Getafe, ES

72 Inventor/es:

GARCÍA MARTÍN, DIEGO;
CEBOLLA GARROFE, PABLO;
CHAMORRO ALONSO, FRANCISCO JAVIER y
DOMÍNGUEZ ESCAURIAZA, FÉLIX

ES 2 681 598 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 y dispositivo para la fabricación de una pieza de una aeronave en material compuesto

Campo de la invención

La presente invención se refiere a un método de fabricación con material compuesto y a un dispositivo de aplicación en los procesos de fabricación de piezas de material compuesto. Puede aplicarse tanto a partes estructurales, como costillas, como a piezas donde se requiere tanto tolerancias ajustadas como un excelente comportamiento estructural, tales como herrajes.

Antecedentes de la invención

Los actuales procesos de curado de material compuesto requieren el esfuerzo combinado de presión y temperatura para asegurar la calidad de la pieza final. La combinación de ambos factores se lleva a cabo en autoclaves u hornos.

Un proceso de curado generalmente necesita presión, reducción en volumen del aire ("debulking") y una temperatura alta. Se necesita presión para asegurar una distribución correcta de la resina y una buena compactación entre las capas de preimpregnado en la pieza de trabajo. Se necesita la reducción en volumen del aire para extraer el aire de la pieza de trabajo para obtener una buena compactación y evitar la porosidad. Se necesita temperatura para polimerizar la resina porque en primer lugar la resina se convierte en líquido y se distribuye a través del molde y luego comienza a polimerizar hasta que se endurece.

Materiales preimpregnados epoxi, que presentan excelentes propiedades mecánicas, requieren presión y temperatura para ser conformados y curados y suelen utilizarse para obtener todo tipo de piezas aeronáuticas, que van desde herrajes hasta las superficies aerodinámicas. Por lo tanto, la fabricación de una pieza de epoxi requiere una gran cantidad de energía y gas. La aceptación final de la pieza depende de su integridad estructural, que se evalúa en términos de niveles de porosidad, y también depende de su ajuste a las tolerancias dimensionales y geométricas definidas para dicho elemento. La integridad es profundamente dependiente de los parámetros de proceso, tiempo, presión, vacío, material, etc., mientras que la geometría se refiere a varios factores, tales como herramientas, secuencia de apilado y también el tipo de material utilizado.

Los hornos, por otro lado, se utilizan normalmente en los procesos en los que la presión se aplica por equipos de inyección, tales como moldeo por transferencia de resina (RTM) o infusión de resina líquida (LRI). Esos procesos de inyección compensan los niveles normalmente inferiores de presión de inyección en comparación con ciclos estándar de autoclave con niveles más altos de vacío. Aunque piezas de RTM presenten peor comportamiento mecánico que los hechos de preimpregnados en autoclave, un proceso RTM proporciona piezas con tolerancias geométricas más ajustadas, lo que hace al RTM una tecnología ideal para la fabricación de piezas con requisitos de montaje geométricos.

Hay procesos, tales como el moldeo por transferencia cualificada e idéntica de resina (SQRTM, "Same Qualified Resin Transfer Moulding"), que combina los beneficios del RTM en lo referente a tolerancias ajustadas y del preimpregnado en lo referente a las propiedades mecánicas, pese a que todavía requieren presencia tanto de la temperatura como de la presión, lo que implica el uso de equipos costosos.

El documento US 6759002, que divulga el preámbulo de las reivindicaciones 1 y 9 y específicamente divulga un método de fabricación de un material compuesto utilizando un útil híbrido que sirve tanto como una forma sobre la cual se aplican los materiales constituyentes para el pegado o el curado en una pieza en una configuración deseada, y como un accesorio para sostener los materiales pegados o curados en la posición aplicada originalmente durante el mecanizado posterior de un borde periférico de la pieza. El método incluye la fabricación de una lámina frontal de material compuesto que tenga una superficie de cara configurada al revés de una forma deseada de una superficie de una pieza que se va a fabricar en el útil. Los materiales para la pieza son aplicados en la lámina frontal, despegados, pegados o curados, y recortados de los bordes, todo ello en la hoja frontal en la posición originalmente aplicada.

También se conoce el documento US2008124520 que divulga un método para producir un miembro compuesto reforzado con fibra con agujeros de conexión, que comprende la perforación de un moldeo curado de preimpregnados de fibras de refuerzo impregnadas con una resina matriz para formar los agujeros de conexión, utilizando una broca de bruñir que comprende dos o más hojas de punta cónica, dos o más hojas circunferenciales que

se extienden continuamente desde las cuchillas de la punta hasta un vástago, y ranuras de descarga de virutas que se extienden desde las cuchillas de la punta hasta el vástago.

Sumario de la invención

5 Los inconvenientes anteriormente mencionados se resuelven por el método y el dispositivo reivindicados que proporcionan ventajas en términos de fabricación.

El método de fabricación de la invención trata de eludir el uso de equipos complejos, más específicamente el uso de un autoclave, para proporcionar la presión que la preforma preimpregnada requiere para curarse adecuadamente.

10 El método de la invención se define en la reivindicación 1. La presión se logra mediante la aplicación de un par de apriete a los pernos que unen las partes de la matriz de molde entre sí, por ejemplo, o a otra parte de la matriz de molde o incluso a un utillaje de manera que el utillaje presiona y desplaza dicha parte de la matriz de molde.

15 Los medios de bloqueo proporcionan la posición límite de la matriz de molde de tal manera que la parte superior e inferior de la matriz de molde definen entre sí y en su interior una cavidad que tiene el espesor nominal de la pieza de material compuesto. Las partes de la matriz de molde se mueven hasta una posición definida por dichos medios de bloqueo. Dicha posición es la posición que define el espesor nominal de la parte curada debido a que el espesor de la preforma antes del curado es mayor que el espesor nominal de la pieza curada.

Por lo tanto la presión se proporciona por medio del apriete de los pernos que unen las diferentes partes de la matriz de molde entre sí de modo que la matriz de molde presiona las preformas de laminado mediante dichos pares de apriete por lo que no se requiere un autoclave.

20 Aunque esto incrementa los costes en utillaje, como no se requiere un autoclave, este método reduce de forma significativa los costes de fabricación de cada pieza. En consecuencia, es un proceso para la fabricación de piezas con excelentes propiedades mecánicas, tolerancias geométricas muy ajustadas y que reduce los costes recurrentes.

25 Las matrices de molde proporcionan la geometría de la pieza, mientras que la presión requerida para curar adecuadamente la pieza se proporciona por medio del ajuste de las diferentes partes de la matriz de molde mediante pernos de manera que las partes de la matriz de molde se desplazan hasta que alcanzan el espesor nominal de la pieza curada. El par de apriete y el correspondiente desplazamiento provocado a la parte de la matriz de molde también se puede lograr mediante la adición de un utillaje en contacto con dicha parte de la matriz de molde y aplicar el par de apriete a dicho utillaje.

30 Además, la descripción también comprende la etapa de colocar las partes laterales de la matriz de molde en caso de que la pieza de material compuesto a fabricar tenga un cuerpo principal y rebordes, dichos rebordes estando definidos por la forma de los módulos laterales de la matriz de molde.

También es un objeto de la presente invención proporcionar un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 9. Otra ventaja del método y dispositivo reivindicado es que es controlable y repetitivo.

Descripción de las figuras

35 Para completar la descripción y con el fin de proporcionar una mejor comprensión de la invención, se proporciona un conjunto de dibujos. Dichos dibujos forman una parte integral de la descripción e ilustran realizaciones preferidas de la invención. Los dibujos comprenden las siguientes figuras.

La figura 1 es una vista esquemática en perspectiva de una realización de la invención en la que se forma una costilla.

La Figura 2A es una vista esquemática en planta de la realización mostrada en la Figura 1.

La Figura 2B es una vista esquemática en planta de una segunda forma de realización de la invención.

La Figura 3 es una sección transversal lateral de la realización mostrada en la Figura 1.

La Figura 4 es una sección transversal lateral que muestra una realización del sistema de vacío.

Descripción detallada de la invención

5 La figura 1 muestra una realización del dispositivo de la invención. La pieza a curar es una costilla que tiene un alma (11) y rebordes (12). La matriz de molde (2) comprende al menos dos partes que encajan, una parte que hace de base (20) y una parte superior (21) que definen entre sí y en su interior una cavidad donde se coloca el cuerpo principal o el alma (11) de la preforma preimpregnada (1). La parte superior (21) se puede dividir en varias subpartes para facilitar el proceso de desmolde. Los elementos laterales (31) están situados en torno a las partes superiores y a la base (20, 21) de la matriz de molde (2) definiendo los rebordes (12) de la costilla.

La realización mostrada en la Figura 1 y la Figura 2A comprende cuatro partes laterales (31) y la realización mostrada en la figura 2B comprende dos partes laterales (31). Las partes laterales (31) están en contacto con la base de la matriz de molde (20) y la parte superior (21) de la matriz de molde (2).

15 Adicionalmente también comprende la etapa de colocar un elemento superior de utillaje (30) en contacto con una de las dos partes encastrables (20, 21) de la matriz de molde (2) y sujetar el elemento superior de utillaje (30) mediante pernos de manera que la parte (20, 21) es desplazable por dicho elemento superior de utillaje (30) contra la otra parte encastrable (20, 21) hasta que dicho elemento superior de utillaje (30) alcanza los medios de bloqueo que definen el espesor nominal de la pieza de material compuesto mediante la posición relativa entre las dos partes de la matriz de molde (2).

20 Por lo tanto, también comprende la etapa de desplazar las partes laterales de la matriz de molde (31) contra la parte que es base de la matriz de molde (20) y la parte superior de la matriz de molde (21), en dirección perpendicular a los rebordes (12) de la preforma preimpregnada (1) de tal forma que las partes laterales de la matriz de molde (31) presionan dichos rebordes (12) y hasta alcanzan a un medio de bloqueo de los que definen la posición de las partes laterales (31) para dar el reborde (12) de la preforma preimpregnada (1) el espesor nominal de la pieza curada, en el que dicho desplazamiento se consigue por medio de la sujeción mediante pernos de las diferentes partes de la matriz de molde (2) entre sí.

30 En la realización mostrada en las figuras, las partes laterales (31) comprenden una pared interior (32) que tiene un rebaje (33) para el alojamiento del reborde (12) de la preforma preimpregnada (1), actuando dicha pared interior (32) como un medio de bloqueo del desplazamiento de las partes laterales (31) contra las partes superior e inferior (20, 21) configurado de tal manera que las partes laterales (31) se sujetan mediante pernos hasta que dicha pared interior (32) alcanza a la parte superior o inferior (20, 21) de la matriz de molde (2). La pared interior (32) también tiene una porción superior y una porción inferior, actuando dicha porción inferior como un medio de bloqueo y estando dicha porción superior configurada para el alojamiento del reborde (12) de la preforma (1).

35 Las partes laterales (31) también comprenden un rebaje superior (34) para recibir el elemento superior de utillaje (30), definiendo dicho rebaje superior (34) el medio de bloqueo al movimiento en sentido descendente del elemento superior de utillaje (30) contra la matriz de molde (2) hasta el espesor nominal de la preforma preimpregnada (1).

40 La realización mostrada en las figuras describe que el elemento superior de utillaje (30) está sujeto mediante pernos contra las partes laterales (31) para el desplazamiento de la parte superior (21) en dirección perpendicular al plano de la preforma preimpregnada (1). También describe que las partes laterales (31) están sujetas mediante pernos contra la base de la matriz de molde (20) y también contra el elemento superior de utillaje (30). Por lo tanto, el elemento superior de utillaje (30) presiona a la preforma de laminado (1) en dirección perpendicular a su plano y las partes laterales (31) presionan a los rebordes (12) de la preforma (1) también en la dirección perpendicular a sus planos.

Por otra parte, las ventajas adicionales de la configuración que se muestra en las figuras son que los pernos (4) no dañan a la preforma laminada (1), ya que se extienden entre las partes de la matriz de molde (2) o entre los módulos

de utillaje (30) y la matriz de molde (2) y que los medios de bloqueo están definidos por la forma entre los módulos de utillaje (3) o entre los módulos de utillaje (3) y la matriz de molde (2).

La realización mostrada en las figuras comprende también una base del utillaje (35) ubicada debajo de la matriz de molde (2).

- 5 Tanto la matriz de molde (2) como el conjunto de elementos de utillaje (3) están hechos del mismo material, más específicamente de metal.

Como se dijo anteriormente, el método de la invención requiere procesos intermedios de reducción en volumen, con el fin de asegurar que el aire atrapado se elimina de la preforma preimpregnada (1).

- 10 Con el fin de eliminar el aire atrapado de la preforma preimpregnada (1), durante el proceso de reducción en volumen debería aplicarse una combinación de presión, vacío y temperatura para reducir la viscosidad de la resina que permite el movimiento del aire a través de la preforma preimpregnada (1) hacia las salidas de vacío.

La costilla que se muestra en las figuras está hecha a partir de una preforma y el proceso de reducción en volumen podría llevarse a cabo en la preforma y también podría ser repetido una vez que se integra en el conjunto de utillajes para construir la costilla.

- 15 En una primera forma de realización, el conjunto de partes de la matriz de molde (2) está cerrado por una bolsa de reducción en volumen ("debulking bag"), por ejemplo una bolsa de nylon sellada, contra la base del utillaje (35) por lo tanto, no se aplica presión. En una segunda forma de realización la presión se aplica también para promover las fuerzas que conducen el aire fuera de la preforma preimpregnada (1). La matriz de molde (2) cierra de una manera hermética. Por lo tanto, no sería necesario disponer de una bolsa de vacío, ya que la matriz de molde (2) estaría sellado. Además, la matriz de molde (2) puede ajustarse mediante pernos de modo que la reducción en volumen se mejora por la aplicación de presión a la preforma preimpregnada (1).

- 25 Para sellar la matriz de molde (2) dos sellos (40) están situados entre la parte superior (21) de la matriz de molde y los módulos laterales (31). Para extraer los huecos de aire atrapado se fuerzan hacia las partes laterales (31) que comunican el espacio donde se aloja la preforma preimpregnada (1) con el exterior. Estos taladros están cubiertos con una membrana para evitar la salida de resina, pero no de aire. Los taladros también tienen un roscado para colocar un puerto de aire para extraer el aire. El puerto de vacío (41) también es una perforación realizada en la parte lateral (31).

Una vez que se completa la reducción en volumen, la matriz de molde (2) se cierra.

- 30 La posición final de las diferentes partes de la matriz de molde (2) se verifica por medio de pasadores coordinados a través de los elementos metálicos involucrados, utilizando la base del utillaje (35) como un elemento de referencia de la posición.

- 35 El par de apriete no es un parámetro crítico, ya que el desplazamiento de cada una de las partes de la matriz de molde (2) está limitado por los medios de bloqueo. El número de pernos (4), el tamaño y dimensiones de las diferentes partes de la matriz de molde (2) tienen que estar definidos por lo que serán capaces de comprimir la preforma preimpregnada (1) sin sufrir ninguna deformación. Los pernos (4) se deben distribuir de manera uniforme a lo largo del contorno de las partes laterales (31) para asegurar un contacto homogéneo entre ambos elementos sin deformación de las partes involucradas. El elemento superior de utillaje (30) proporciona una presión uniforme sobre la matriz de molde (2) y por lo tanto sobre la preforma preimpregnada (1). El elemento superior de utillaje (30) también proporciona una superficie para ajustar los pernos sin dañar las preformas preimpregnadas (1).

- 40 Cualquier deformación inducida en los elementos metálicos durante el montaje de todos los elementos que forman el utillaje de curado por ajustarlos con pernos los distintos elementos sin duda afectará a la geometría de la pieza y a sus tolerancias.

Un sistema optimizado debería tener un sistema de calefacción integrado en los elementos de bastidor metálico ya que la transmisión de calor sería más eficaz que el uso de un horno estándar, lo que sin duda implicará la reducción de los costes de procesado.

- 5 Con el fin de limitar el flujo de resina fuera del utillaje de curado, debería ser necesario sellar todas las partes metálicas de la estructura. Por lo tanto, debería integrarse el vacío dentro de la zona sellada para que sea eficaz como se explicó previamente.

REIVINDICACIONES

. 1 - Método para la fabricación de una pieza de una aeronave en material compuesto, caracterizado porque comprende las etapas de:

- 5 - colocación de una preforma preimpregnada (1) en una matriz de molde (2) entre al menos una parte de base (20) de la matriz de molde (2) y una parte superior (21) de la matriz de molde (2), teniendo dicha matriz de molde (2) la forma de la pieza de material compuesto a fabricar,
- 10 - reducción en volumen del aire atrapado dentro de la preforma preimpregnada (1),
- 15 - desplazamiento de la parte superior (21) de la matriz de molde en sentido descendente contra la parte de base (20) de la matriz de molde, en una dirección perpendicular al plano de la preforma preimpregnada (1) de tal manera que la parte superior (21) de la matriz de molde presiona a la preforma de laminado (1) hasta que alcanza un medio de bloqueo que define la posición de la parte superior (21) con relación a la parte de la base (20) para dar a la preforma preimpregnada (1) el espesor nominal de la pieza curada, en el que dicho desplazamiento se consigue por medio de la sujeción de las diferentes partes de la matriz de molde (2) entre sí, caracterizado por que comprende los siguientes pasos:
- 20 - colocar un elemento superior de utillaje (30) en contacto con la parte superior (21) de la matriz de molde y ajustar mediante pernos dicho elemento superior de utillaje (30) a una parte de la matriz de molde (2) de tal manera que la parte superior (21) de la matriz de molde se desplaza contra la parte de base (20) de la matriz de molde, y
- 25 - proporcionar la temperatura a la preforma preimpregnada (1) mediante un sistema de calefacción comprendido en el elemento superior de utillaje (30) y/o la matriz de molde (2) de tal manera que la preforma preimpregnada (1) se cure.
- 30 2 -. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la preforma preimpregnada (1) comprende además al menos un reborde (12), comprendiendo además el método la etapa de colocar partes laterales (31) de la matriz de molde de tal manera que el reborde (12) se sitúa entre ambas partes laterales (31) de la matriz de molde y la parte superior y la base (20, 21) de la matriz de molde (2).
- 35 3 -. Método según la reivindicación 2, que comprende además la etapa de desplazar las partes laterales (31) de la matriz de molde contra la base (20) de la matriz de molde y la parte superior (21), en dirección perpendicular a los rebordes (12) de la preforma preimpregnada (1) de tal manera que las partes laterales (31) presionan dichos rebordes (12) hasta que llegan a un medio de bloqueo que define la posición de las partes laterales (31) para dar al reborde (12) de la preforma preimpregnada (1) el espesor nominal de la pieza curada, en el que dicho desplazamiento se consigue por medio de sujetar mediante pernos las diferentes partes de la matriz de molde (2) entre sí.
- 40 4 -. Método según la reivindicación 3, en el que las partes laterales (31) comprenden una pared interior (32) que tiene un rebaje (33) para el alojamiento del reborde (12) de la preforma preimpregnada (1), actuando el contacto entre la pared interior (32) y la base (20) de la matriz de molde o la parte superior de la matriz de molde (21) como un medio de bloqueo del desplazamiento de las partes laterales (31).
- 5 5 -. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores 2 a 4, en el que la parte lateral (31) también comprende un rebaje superior (34) para recibir al elemento superior de utillaje (30), definiendo dicho rebaje superior (34) el medio de bloqueo del elemento superior de utillaje (30).
- 6 6 -. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores 2 a 4, en el que el elemento superior de utillaje (30) está sujeto a las partes laterales (31) mediante pernos para el desplazamiento de la parte superior (21) en dirección perpendicular al plano de la preforma preimpregnada (1).

7 -. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores 2 a 6, en el que las partes laterales (31) están sujetas a la base (20) de la matriz de molde mediante pernos.

8 -. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores 2 a 7, en el que las partes laterales (31) están sujetas mediante pernos al elemento superior de utillaje (30).

5 9 -. Dispositivo para la fabricación de una pieza de material compuesto, que comprende una matriz de molde (2) para la colocación de una preforma de preimpregnada (1), teniendo dicha matriz de molde (2) la forma de la pieza de material compuesto a ser producida y por lo menos una parte a modo de base (20) y una parte superior (21) para colocar entre sí y en su interior a la preforma preimpregnada (1), que comprende:

10 - pernos (4) que unen las diferentes partes de la matriz de molde (2) en el que la parte superior de la matriz de molde (21) es desplazable contra la parte de la base (20) de la matriz de molde aplicando un par de apriete a dicho pernos (4),

- medios de bloqueo del desplazamiento de la parte superior (21) de la matriz de molde definiendo la posición de la parte superior (21) con relación a la parte de la base (20) para dar a la preforma preimpregnada (1) el espesor nominal de la pieza curada,

15 - un elemento superior de utillaje (30) situado en contacto con la parte superior (21) de la matriz de molde configurado para ser atornillada a una parte de la matriz de molde (2) de modo que la parte superior (21) de la matriz de molde es desplazable contra la parte de la base (20) de la matriz de molde,

- comprendiendo el elemento superior de utillaje (30) y/o la matriz de molde (2) un sistema de calentamiento configurado para proporcionar temperatura a la preforma preimpregnada (1) de modo que es curada.

20

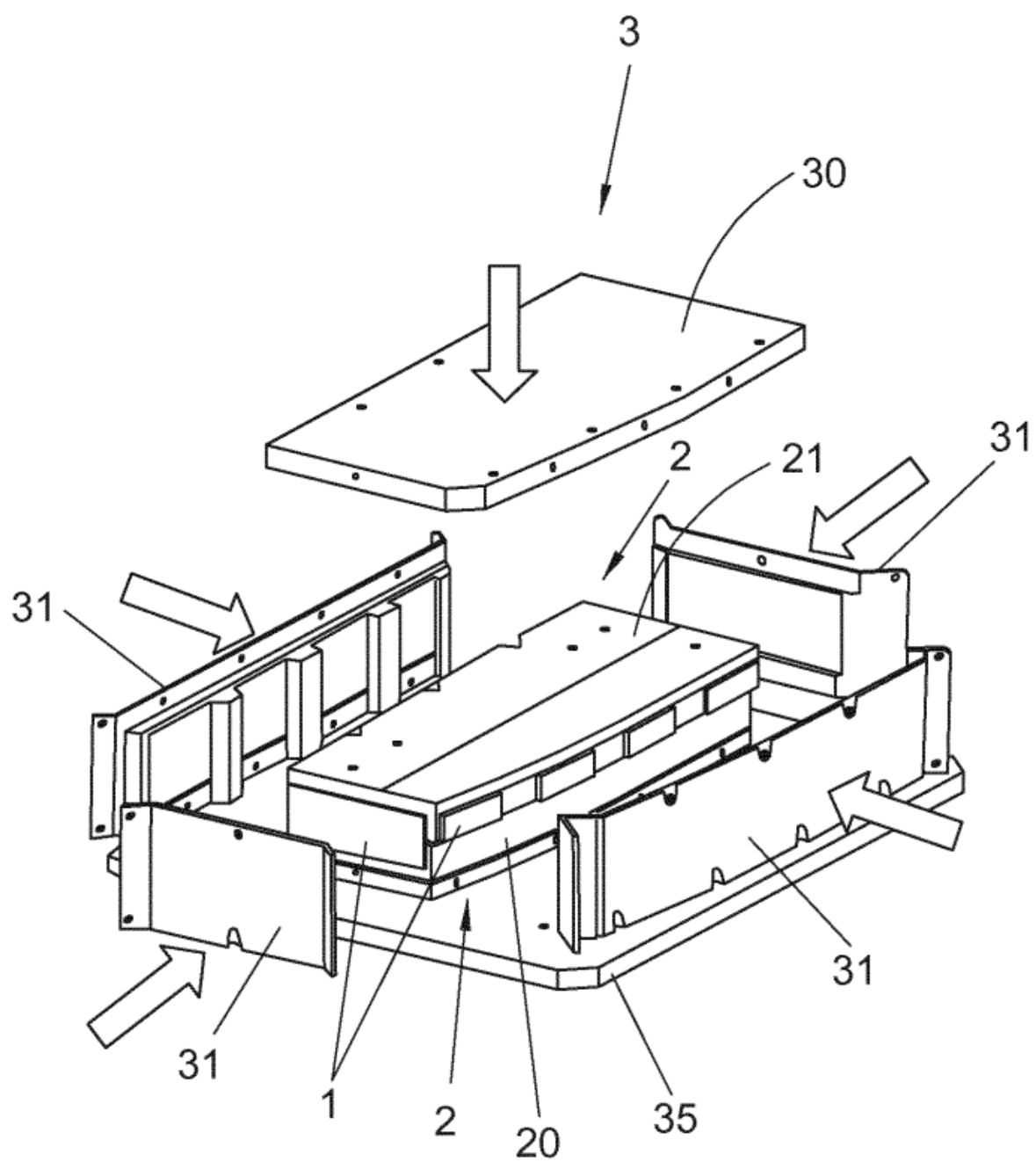


FIG. 1

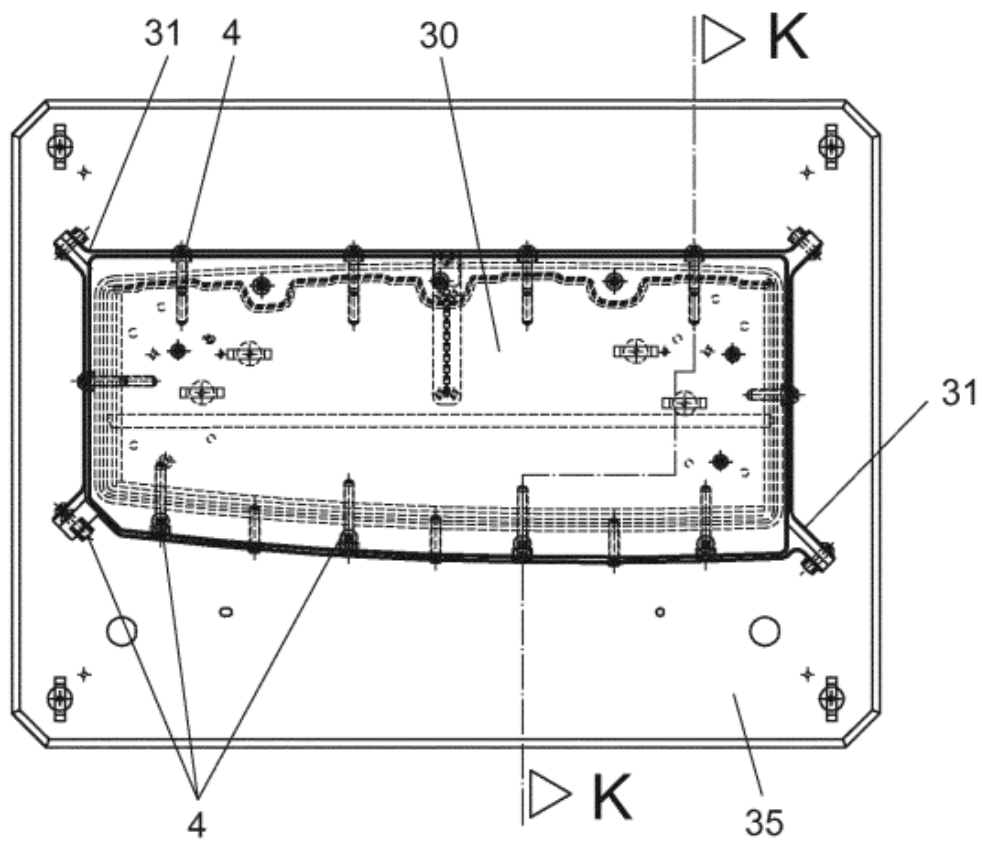


FIG. 2a

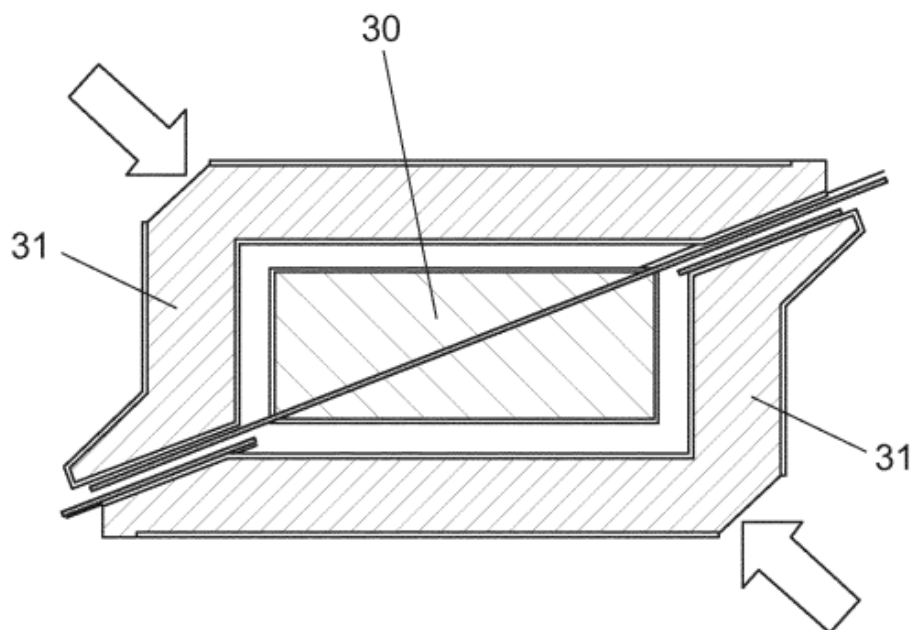


FIG. 2b

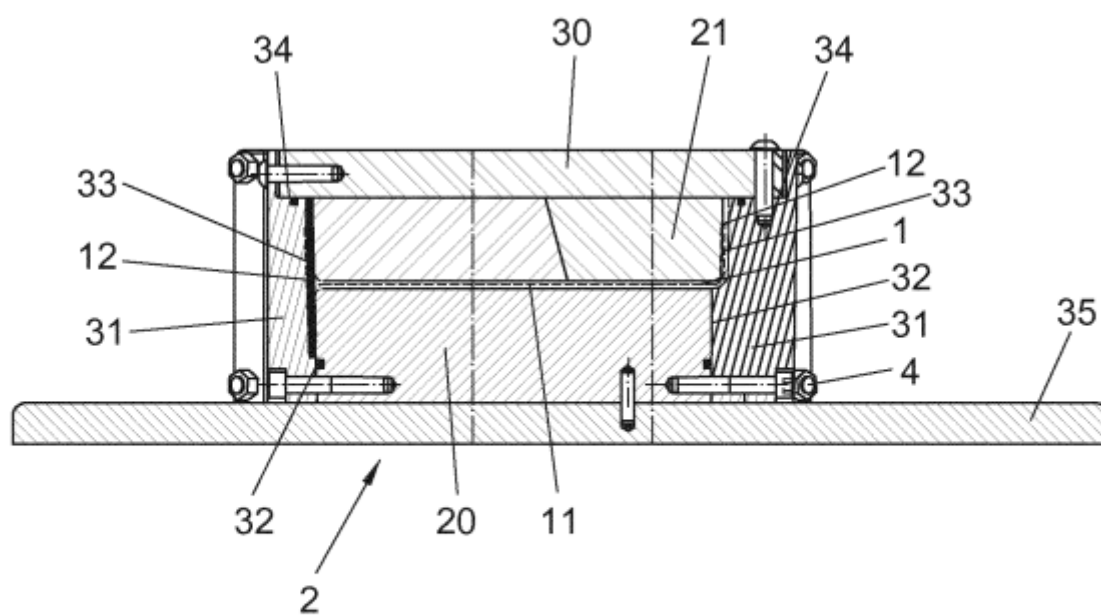


FIG. 3
SEC. K - K

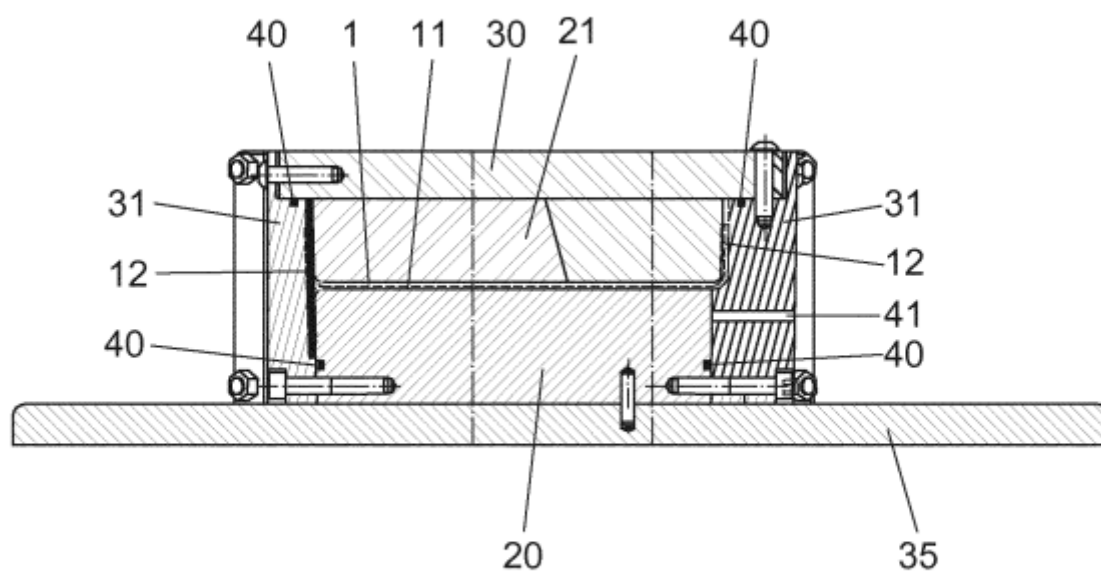


FIG. 4