

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 707 583**

51 Int. Cl.:

**F16B 5/01** (2006.01)  
**B29L 31/30** (2006.01)  
**B29C 65/56** (2006.01)  
**B29C 65/52** (2006.01)  
**B29C 65/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.03.2013** **E 13160089 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.11.2018** **EP 2781762**

54 Título: **Estructura de soporte ligera, método de producción de una estructura de soporte ligera, panel sándwich compuesto y método de producción de un panel sándwich compuesto**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**04.04.2019**

73 Titular/es:

**RUAG SCHWEIZ AG (100.0%)**  
**Seetalstrasse 175**  
**6032 Emmen, CH**

72 Inventor/es:

**BURKHARD, GREGOR y**  
**NÄGELI, DOMINIK CHRISTIAN**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 707 583 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**

Estructura de soporte ligera, método de producción de una estructura de soporte ligera, panel sándwich compuesto y método de producción de un panel sándwich compuesto

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a una estructura de soporte ligera que comprende un panel sándwich compuesto y una aplicación de carga y/o elemento de anclaje, un método de producción de tal estructura de soporte ligera. La presente invención se refiere además a un panel sándwich compuesto y a un método de producción de tal panel sándwich compuesto.

**Antecedentes de la invención**

15 Los paneles sándwich compuestos son un tipo especial de materiales/estructuras compuestas fabricadas al fijar dos hojas de cara relativamente delgadas pero rígidas a un núcleo ligero pero espeso. El material del núcleo está hecho, normalmente, de un material de resistencia relativamente baja, pero su mayor espesor proporciona al sándwich compuesto una alta rigidez a la flexión con una baja densidad general. Los paneles sándwich compuestos se hacen, comúnmente, al colocar un material de núcleo entre dos capas delgadas que proporcionan resistencia a la tensión.  
 20 El núcleo ligero se fija, generalmente, a las hojas de cara mediante unión adhesiva y/o soldadura fuerte de metal. Esto forma un conjunto en forma de placa.

Las hojas de cara son, generalmente, laminados de vidrio y/o termoplásticos reforzados con fibra de carbono y/o polímeros termoestables, tales como poliésteres insaturados, epoxis. Alternativamente, también se puede emplear  
 25 hoja de metal, preferentemente de metales ligeros como el aluminio, para hojas de cara de paneles sándwich. El núcleo ligero de paneles sándwich son, generalmente, espumas estructuradas de celdas abiertas y/o cerradas (tales como espumas de cloruro de polivinilo, poliuretano, polietileno o poliestireno, espumas sintéticas) o espumas metálicas de celdas abiertas y/o cerradas, preferentemente de metales ligeros tales como el aluminio.

30 Muy a menudo se prefieren las estructuras de panel, preferentemente de metales ligeros tales como el aluminio o fibra de vidrio y materiales compuestos avanzados, como el núcleo ligero debido a su excelente resistencia a la relación de peso. Las estructuras de panel son estructuras que tienen la geometría de un panel para permitir que la minimización de la cantidad de material usado alcance un peso mínimo. La geometría de las estructuras de panel puede variar ampliamente, pero la característica común de todas estas estructuras es una serie de celdas huecas  
 35 formadas entre paredes verticales delgadas. Las celdas tienen, a menudo, una forma de columna y hexagonal. Una estructura en forma de panel proporciona un material con una densidad mínima y propiedades de compresión relativamente altas fuera del plano y propiedades de corte fuera del plano.

El comportamiento de un panel sándwich compuesto es ortotrópico, por lo que los paneles reaccionan de manera  
 40 diferente dependiendo de la orientación de la estructura. Por lo tanto, es necesario distinguir entre las fuerzas en el plano y las fuerzas fuera del plano. En un panel sándwich compuesto, las hojas de cara están provistas para transferir fuerzas en el plano, mientras que el núcleo ligero está provisto para una alta resistencia a la compresión fuera del plano.

45 Los paneles sándwich compuestos se usan ampliamente cuando se necesitan superficies planas o ligeramente curvas y su alta relación de resistencia a peso es valiosa. Por este motivo, se utilizan ampliamente en la industria aeroespacial y han aparecido en aviones y cohetes durante mucho tiempo. Mientras que los paneles sándwich son capaces de transportar cargas elevadas, la aplicación de carga y/o el anclaje de diversos componentes requieren soluciones específicas debido a dicha resistencia diferente, según la dirección de las fuerzas aplicadas. Para  
 50 aprovechar al máximo las propiedades avanzadas de un panel sándwich compuesto y para evitar daños al mismo, las cargas estáticas y dinámicas de los componentes conectados, como lentes, antenas, etc., deben transferirse de manera óptima a la estructura. Como las aeronaves, naves espaciales, cohetes, satélites, etc. están sometidas a fuertes vibraciones del orden de hasta 100 g, las cargas en los puntos de fijación de los componentes a los paneles sándwich que las transportan son muy altas.

55 Para satisfacer estos estrictos requisitos, el anclaje de los componentes y la aplicación de la carga se puede lograr mediante piezas de inserción ajustadas en la estructura de sándwich, tal como la pieza de inserción divulgada en el documento GB 1328429. Al mismo tiempo, las piezas de inserción deben ajustarse para que se sientan en posición plana dentro del panel sándwich compuesto. Este proceso actualmente se realiza, principalmente, a mano o  
 60 mediante procesos complejos que involucran etapas de producción que requieren mucha mano de obra y que requieren diversas herramientas y medios auxiliares. Por ejemplo, la pieza de inserción del documento GB 1328429 se monta utilizando una placa auxiliar paralela a la hoja de cara del panel sándwich compuesto, estando la placa auxiliar fijada a la pieza de inserción durante su inserción en el panel y durante el curado del adhesivo que adhiere la pieza de inserción en el panel. Sin embargo, esto puede llevar hasta 48 horas, lo que hace que este proceso sea  
 65 muy ineficiente. Además, con bastante frecuencia, una fuga accidental del adhesivo podría unir la placa auxiliar a la pieza de inserción, lo que podría provocar que la pieza de inserción se estresara o, en el peor de los casos, incluso

retirarse del panel sándwich durante la retirada de la placa auxiliar, dañando de este modo todo el panel sándwich. Además, las piezas de inserción conocidas para la aplicación de carga en paneles sándwich compuestos deben alinearse de manera muy precisa con los recortes en los que se montan, lo que hace que el ensamblaje automatizado sea imposible o muy costoso.

5

**Problema técnico a resolver**

El objetivo de la presente invención consiste, por lo tanto, en proporcionar una estructura de soporte ligera y el método correspondiente para producir una estructura de soporte ligera que comprenda un panel sándwich compuesto que permita un anclaje seguro y fuerte de diversos componentes y una aplicación de carga óptima en dichos paneles sándwich compuestos, al tiempo que reduce drásticamente el esfuerzo de proporcionar aquello sin la necesidad de diversas herramientas y ayudas.

10

Un objetivo adicional de la presente invención consiste en proporcionar un panel sándwich compuesto y un método correspondiente para producir un panel sándwich compuesto adecuado para recibir una pieza de inserción que permita la provisión de un anclaje seguro y fuerte de diversos componentes y una aplicación de carga óptima en tales paneles sándwich compuestos.

15

**Sumario de la invención**

El objetivo identificado anteriormente que consiste en proporcionar una estructura de soporte ligera que permita un anclaje seguro y fuerte de diversos componentes y una aplicación de carga óptima en tales paneles sándwich compuestos al tiempo que reduce drásticamente los esfuerzos de proporcionarlos sin la necesidad de diversas herramientas y ayudas se logra mediante una estructura de soporte ligero según la reivindicación 1. Una realización comprende un panel sándwich compuesto. El panel sándwich compuesto comprende una primera hoja de cara para transferir fuerzas en el plano; un núcleo ligero configurado para una alta resistencia al corte transversal, estando dicho núcleo ligero fijado a la hoja de cara, comprendiendo además el panel sándwich compuesto un recorte simétrico esencialmente de manera giratoria extendido a través de la primera hoja de cara y dentro de dicho núcleo ligero. El recorte en el panel de sándwich compuesto comprende un recorte interior simétrico esencialmente de manera giratoria y un recorte exterior simétrico esencialmente de manera giratoria dispuestos, esencialmente, concéntricos entre sí, proporcionando un soporte entre ellos, comprendiendo dicho soporte un recorte de soporte de núcleo desde dicho núcleo ligero y un disco de hoja de cara de soporte en la parte superior, cortado de dicha primera hoja de cara. Además, la estructura de soporte ligera comprende además una pieza de inserción simétrica esencialmente de manera giratoria ajustada en dicho recorte para la aplicación de carga y/o anclaje de diversos componentes, respectivamente, sobre el panel sándwich compuesto, estando el soporte de núcleo, preferentemente, comprimido para permitir dicha pieza de inserción para que quede plana dentro del panel sándwich compuesto.

20

25

30

35

El objetivo de la presente invención de proporcionar un método de producción de una estructura de soporte ligera que comprenda tal panel sándwich compuesto que permita un anclaje seguro y fuerte de diversos componentes y una aplicación de carga óptima en tales paneles sándwich compuestos mientras reduce, drásticamente, los esfuerzos de proporcionarlos sin la necesidad de diversas herramientas y ayudas se resuelve mediante un método de producción de una estructura de soporte ligera según la reivindicación 6. En un ejemplo, dicho método comprende las etapas siguientes:

40

- 45 proporcionar un panel sándwich compuesto que tenga: una primera hoja de cara para transferir fuerzas en el plano; un núcleo ligero fijado a la primera hoja de cara,
- cortar un recorte interior simétrico esencialmente de manera giratoria y un recorte exterior simétrico esencialmente de manera giratoria en dicho panel sándwich compuesto cortando a través de la primera hoja de cara y dentro de dicho núcleo ligero, en el que el recorte interior y el recorte exterior están dispuestos
- 50 esencialmente concéntricos entre sí,
- al cortar dicho recorte interior y recorte exterior, proporcionando un soporte entre ellos, comprendiendo dicho soporte un corte de soporte de núcleo de dicho núcleo ligero y un disco de hoja de cara de soporte en la parte superior, cortado de dicha primera hoja de cara;
- ajustar una pieza de inserción simétrica de manera giratoria en dicho recorte para la aplicación de carga y/o
- 55 anclaje de diversos componentes, respectivamente, sobre el panel sándwich compuesto.

El recorte está configurado para recibir una pieza de inserción simétrica de manera giratoria para la aplicación de carga y/o anclaje de diversos componentes, respectivamente, sobre el panel sándwich compuesto, mientras que dicho soporte está configurado para estabilizar dicha pieza de inserción dentro del panel sándwich compuesto.

60

El objetivo identificado anteriormente de proporcionar un panel sándwich compuesto adecuado para recibir una pieza de inserción que permite la provisión de un anclaje seguro y fuerte de diversos componentes y una aplicación de carga óptima en tales paneles sándwich compuestos se logra mediante un panel sándwich compuesto según la reivindicación 12. Una realización comprende una primera hoja de cara para transferir fuerzas en el plano y un núcleo ligero fijado a la primera hoja de cara. El panel sándwich compuesto está provisto de un recorte simétrico de manera giratoria que se extiende a través de la primera hoja de cara y dentro de dicho núcleo ligero. El recorte de la

65

pieza de inserción comprende un recorte interior simétrico esencialmente de manera giratoria y un recorte exterior simétrico esencialmente de manera giratoria dispuestos esencialmente concéntricos entre sí, proporcionando un soporte entre ellos, comprendiendo un corte de soporte de núcleo de dicho núcleo ligero y un disco de hoja de cara de soporte, cortado de dicha primera hoja de cara. El recorte está configurado para recibir una pieza de inserción simétrica de manera giratoria para la aplicación de carga y/o anclaje de diversos componentes, respectivamente, sobre el panel sándwich compuesto, preferentemente mediante ajuste de forma y/o ajuste de fuerza mientras el soporte está configurado para estabilizar dicha pieza de inserción dentro del panel sándwich compuesto.

El objetivo identificado anteriormente de proporcionar un método de producción de un panel sándwich compuesto adecuado para recibir una pieza de inserción que permita la provisión de un anclaje seguro y fuerte de diversos componentes y la aplicación de carga óptima en tales paneles sándwich compuestos se logra mediante un método de producción de un panel sándwich compuesto según la reivindicación 13. En un ejemplo, dicho método comprende las etapas siguientes:

- 15 - proporcionar un panel sándwich compuesto que tenga una primera hoja de cara para transferir fuerzas en el plano y un núcleo ligero fijado a la primera hoja de cara;
- cortar un recorte interior simétrico esencialmente de manera giratoria y un recorte exterior simétrico esencialmente de manera giratoria en dicho panel sándwich compuesto cortando a través de la primera hoja de cara y dentro de dicho núcleo ligero, en el que el recorte interior y el recorte exterior están dispuestos esencialmente concéntricos entre sí;
- 20 - al cortar dicho recorte interior y recorte exterior, proporcionando un soporte entre ellos, comprendiendo dicho soporte un corte de soporte de núcleo de dicho núcleo ligero y un disco de hoja de cara de soporte en la parte superior, cortado de dicha primera hoja de cara;
- configurar dicho recorte para recibir una pieza de inserción simétrica de manera giratoria para la aplicación de carga y/o anclaje de diversos componentes, respectivamente, sobre el panel sándwich compuesto, preferentemente mediante ajuste de forma y/o ajuste de fuerza; y
- 25 - configurar dicho soporte para estabilizar dicha pieza de inserción dentro del panel sándwich compuesto.

#### **Efectos ventajosos**

30 La ventaja más importante de la presente invención consiste en que la estructura de soporte ligera y el panel sándwich compuesto, respectivamente, pueden proporcionarse con un anclaje fuerte y preciso de diversos componentes y una aplicación de carga óptima en tales paneles sándwich compuestos, al tiempo que reduce drásticamente los esfuerzos de proporcionarlos sin la necesidad de diversas herramientas y ayudas.

#### **Breve descripción de los dibujos**

Otras características y ventajas de la invención se describirán a continuación en detalle mediante la descripción y haciendo referencia a los dibujos. Los mismos muestran lo siguiente:

- 40 figura 1 una vista en perspectiva de un panel sándwich compuesto conocido;
- figura 2A una vista en perspectiva de un panel sándwich compuesto preferente conocido con una primera y una segunda hoja de cara;
- 45 figura 2B una vista lateral del panel sándwich compuesto preferente conocido de la figura 2A;
- figura 2C una vista en perspectiva de un panel sándwich compuesto preferente conocido con una primera y una segunda hoja de cara;
- 50 figura 3A una vista superior de un panel sándwich compuesto según la presente invención;
- figura 3B una vista en perspectiva de la sección transversal a lo largo de X-X' del panel sándwich compuesto de la figura 3A;
- 55 figura 3C una sección transversal lateral a lo largo de X-X' del panel sándwich compuesto de la figura 3A;
- figura 3D una vista superior de una sección transversal del panel sándwich compuesto a lo largo de Y-Y' de la figura 3C;
- 60 figura 3E una vista en perspectiva de una sección transversal del panel sándwich compuesto a lo largo de Y-Y' de la figura 3C;
- figura 4A una sección transversal en perspectiva de una pieza de inserción según la presente invención;
- 65 figura 4B una sección transversal lateral de la pieza de inserción de la figura 4A;

- figura 4C una sección transversal en perspectiva de una realización adicional de la pieza de inserción según la presente invención;
- 5 figura 4D una sección transversal lateral de la pieza de inserción de la figura 4C;
- figura 4E una sección transversal en perspectiva de una realización adicional de la pieza de inserción según la presente invención;
- 10 figura 4F una sección transversal lateral de la pieza de inserción de la figura 4E;
- figura 5A una vista en perspectiva de una realización particularmente preferente de la pieza de inserción;
- figura 5B una sección transversal lateral de la pieza de inserción de la figura 5A;
- 15 figura 6A una sección transversal lateral de una realización adicional de la pieza de inserción;
- figura 6B una sección transversal lateral que ilustra la dispersión del adhesivo a medida que una pieza de inserción con adhesivo independiente se ajusta en un panel sándwich compuesto;
- 20 figura 7A una sección transversal en perspectiva de una herramienta de hoja de corte según la presente invención;
- figura 7B una sección transversal lateral de la herramienta de hoja de corte de la figura 7A;
- 25 figura 8A una sección transversal en perspectiva que ilustra la etapa del método de cortar un recorte en el panel sándwich compuesto usando una herramienta de hoja de corte;
- figura 8B una sección transversal lateral que ilustra la etapa del método de cortar un recorte en el panel sándwich compuesto utilizando una herramienta de hoja de corte;
- 30 figura 9A una sección transversal en perspectiva que ilustra una pieza de inserción justo antes de ajustarla en un panel sándwich compuesto;
- 35 figura 9B una sección transversal lateral que ilustra una pieza de inserción justo antes de ajustarla en un panel sándwich compuesto;
- figura 9C una sección transversal lateral que ilustra una pieza de inserción que se presiona en un panel sándwich compuesto;
- 40 figura 9D una sección transversal lateral que ilustra un efecto de "retracción elástica" del material de núcleo del panel de sándwich compuesto mientras se presiona una pieza de inserción en el mismo;
- figura 10A una sección transversal en perspectiva de una estructura de soporte ligera que comprende una pieza de inserción ajustada en un panel sándwich compuesto;
- 45 figura 10B una sección transversal lateral de una estructura de soporte ligera que comprende una pieza de inserción ajustada en un panel sándwich compuesto;
- 50 figura 11A una sección transversal en perspectiva de una estructura de soporte ligera que comprende una pieza de inserción ajustada en un panel sándwich compuesto con un dispositivo recibido en la pieza de inserción; y
- 55 figura 11B una sección transversal lateral de una estructura de soporte ligera que comprende una pieza de inserción ajustada en un panel sándwich compuesto con un dispositivo recibido en la pieza de inserción.

60 Nota: Las figuras no están dibujadas a escala, se proporcionan solo como ilustración y sirven solo para una mejor comprensión, pero no para definir el alcance de la invención. Ninguna limitación de ninguna característica de la invención debe estar implícita en estas figuras.

**Descripción de las realizaciones preferentes**

65 Ciertos términos se utilizarán en esta solicitud de patente, cuya formulación no debe interpretarse como limitada por el término específico elegido, sino en relación con el concepto general detrás del término específico. La figura 1 muestra una vista en perspectiva de un panel sándwich compuesto con una hoja de cara 10 y un núcleo

ligero 15, mientras que la figura 2A muestra una vista en perspectiva de un panel sándwich compuesto con una primera hoja de cara 10 y una segunda hoja de cara 20 con el núcleo ligero 15 entre ellas. Mientras que los paneles sándwich con dos hojas de cara son más comunes y también preferentes, el presente concepto inventivo es aplicable a los paneles sándwich compuestos con solo una hoja de cara 10. La figura 2B muestra una vista lateral del mismo panel sándwich compuesto 5 preferente de la figura 2A. El propio panel sándwich compuesto 5 (sin el recorte de la invención descrito más adelante) se produce mediante métodos conocidos al fijar las hojas de cara 10, 20 relativamente delgadas pero rígidas al núcleo ligero 15 pero grueso. El material del núcleo es, normalmente, una material de resistencia relativamente baja, pero su mayor espesor proporciona al sándwich compuesto una alta rigidez a la flexión con una baja densidad general. El panel sándwich compuesto 5 se fabrica, preferentemente, colocando un núcleo ligero 15 entre las dos hojas de cara 10, 20 delgadas que proporcionan resistencia a la tensión.

Las hojas de cara 10, 20 del panel sándwich compuesto 5 comprenden uno o más de los siguientes:

- laminados de vidrio y/o termoplásticos reforzados con fibra de carbono y/o polímeros termoestables tales como poliésteres no saturados, epoxis; y/o
- chapa metálica, preferentemente de metales ligeros como el aluminio.

Aunque la mayoría de las figuras (excepto la figura 2C) muestran una estructura de panal como el núcleo ligero 15, el núcleo ligero 15 de la presente invención comprende (pero no se limita a) uno o más de los siguientes:

- espumas con estructura de celdas abiertas y/o cerradas, tales como espumas de cloruro de polivinilo, poliuretano, polietileno o poliestireno, espumas sintácticas;
- espuma metálica de celdas abiertas y/o cerradas, preferentemente de metales ligeros tales como el aluminio;
- estructuras de panal, preferentemente de metales ligeros tales como el aluminio o fibra de vidrio y materiales compuestos avanzados.

El núcleo ligero 15 está, preferentemente, fijado a la primera hoja de cara 10 y/o a dicha segunda hoja de cara 20 mediante unión adhesiva y/o soldadura fuerte de metal. Un núcleo ligero 15 alternativo en forma de espuma se ilustra en la figura 2C.

La figura 3A representa una vista superior de un panel sándwich compuesto 5 según la presente invención que comprende además un recorte de simetría esencialmente giratoria 30, comprendiendo el recorte 30 un recorte interior de simetría esencialmente giratoria 31 y un recorte exterior de simetría esencialmente giratoria 32 dispuestos esencialmente concéntricos entre sí, proporcionando un disco de hoja de cara de soporte 42 (parte del soporte 40 como se muestra en las figuras 3B y 3C) recortado de dicha primera hoja de cara 10.

Como se ve en la figura 3A, al retirar el material de la primera hoja de cara 10 en la superficie del disco de hoja de cara de soporte 42 del recorte 30, se revela el núcleo ligero 15.

Las figuras 3B y 3C muestran una perspectiva y una vista lateral de la sección transversal a lo largo de X-X' del panel sándwich compuesto de la figura 3A, respectivamente. El soporte 40 formado entre el recorte interior 31 dispuesto concéntricamente y el recorte exterior 32 está bien ilustrado en estas figuras que muestran el modo en que el recorte 30 se extiende a través de la primera hoja de cara 10 y dentro de dicho núcleo ligero 15. Por lo tanto, un soporte de núcleo 41 del soporte 40 se forma a partir del material del núcleo ligero 15 entre el recorte interior 31 y el recorte exterior 32. En las realizaciones en las que el núcleo ligero 15 es una estructura de panal, el tamaño y la geometría de las celdas individuales de la estructura del panal se eligen de modo que el soporte 40 del núcleo soporte firmemente el disco de hoja de cara de soporte 42 en la parte superior.

Como se ilustra en las figuras, según la realización más ventajosa de la presente invención, el recorte exterior 32 se corta como un cilindro, esencialmente, hueco (tubular) mientras que el recorte interior 31 se corta como un cilindro, esencialmente, sólido. No obstante, debido a la posible falta de homogeneidad del núcleo ligero 15, el recorte exterior 32 y el recorte interior 31 (resultantes de dichos cortes cilíndricos sólidos, respectivamente, huecos) no tienen, necesariamente, superficies exteriores cilíndricas. Por esta razón, el recorte exterior 32, respectivamente, el recorte interior 31 se denominan, en la presente solicitud, recortes simétricos esencialmente de manera giratoria. Esto está bien ilustrado en las figuras 3D y 3E que muestran una vista superior, respectivamente, una vista en perspectiva de una sección transversal del panel sándwich compuesto 5 a lo largo de la Y-Y' de la figura 3C. Como se ve aquí, las superficies exteriores del recorte exterior 32, respectivamente, el recorte interior 31 están definidas por el núcleo ligero 15, donde se retira parte de su estructura potencialmente no homogénea (durante el recorte). En el ejemplo ilustrado en las figuras, la superficie exterior de los recortes 31, 32 en el caso de un núcleo ligero 15 de panal se define por las celdas de panal hexagonales "incompletas" intactas y/o parcialmente cortadas.

Las figuras 4A y 4B representan una perspectiva, respectivamente, una sección transversal lateral de una pieza de inserción 50 según la presente invención. La pieza de inserción 50 sirve para la aplicación de carga y/o el anclaje de diversos componentes, respectivamente, sobre un panel sándwich compuesto 5. Dichos diversos componentes incluyen, pero no están limitados a diversas antenas, elementos ópticos tales como espejos o lentes, etc.

- La pieza de inserción 50 está configurada para ajustarse en el recorte 30 en el panel sándwich compuesto 5. Por consiguiente, la pieza de inserción 50 comprende un anillo de la pieza de inserción interior 51 esencialmente simétrico de manera giratoria y un anillo de la pieza de inserción exterior 52 correspondiente al recorte interior 31, respectivamente, el recorte exterior 32 del panel sándwich compuesto 5. La pieza de inserción 50 ilustrada y sus anillos de inserción interior, respectivamente, exterior 51, 52 tienen una forma cilíndrica. Sin embargo, las formas cónicas también pueden ser beneficiosas. Además, el anillo de la pieza de inserción exterior 52 está dispuesto con respecto a dicho anillo de la pieza de inserción interior 51 de manera que proporcione una zanja de inserción 54 entre los mismos para recibir el soporte 40 del panel sándwich compuesto 5.
- El anillo de la pieza de inserción interior 51 y un anillo de la pieza de inserción exterior 52 están conectados por una parte de conexión de la pieza de inserción 53 entre ellos. La parte de conexión de la pieza de inserción 53 es preferentemente plana, de modo que la pieza de inserción 50 se pueda ajustar de manera plana dentro del panel sándwich compuesto 5. Además, el espesor de la parte de conexión de la pieza de inserción 53 se elige para que se corresponda con una profundidad de compresión del núcleo ligero 15 del panel sándwich compuesto 5 (descrito a continuación con referencia a las figuras 10A y 10B). Por lo tanto, al elegir el espesor de la parte de conexión de la pieza de inserción 53 para que se corresponda con una profundidad de compresión del núcleo ligero 15, la pieza de inserción 50 puede hundirse completamente en el panel sándwich compuesto 5 sin sobresalir del mismo.
- En su realización más preferente, la pieza de inserción 50 comprende un área de recepción 55 para recibir un dispositivo 100 para fijar y/o anclar diversos componentes, respectivamente, sobre el panel sándwich compuesto 5. Las figuras muestran un área de recepción 55 como una abertura cilíndrica en la pieza de inserción 50 parcialmente dentro del anillo de la pieza de inserción interior 51. Los dispositivos pueden fijarse al área de recepción 55 mediante ajuste de forma, ajuste a presión, mediante adhesivo, mediante un hilo en el mismo, etc. En una realización particularmente preferente, el área de recepción 55 de la pieza de inserción 50 está provisto de una rosca distorsionada para evitar que el dispositivo 100 enroscado en la misma se afloje debido a las vibraciones.
- Una realización particularmente preferente de la pieza de inserción 50 es una pieza de inserción de corte automático en el que el anillo de la pieza de inserción interior 51 y el anillo de la pieza de inserción exterior 52 están provistos, al menos parcialmente, de un recubrimiento abrasivo (tal como el recubrimiento de partículas de diamante) y/o una geometría de dientes de sierra. Al girar la pieza de inserción 50 alrededor de su eje de simetría, la pieza de inserción 50 es capaz de cortar el recorte interior 31 y el recorte exterior 32 en el panel sándwich compuesto 5 mediante el corte a través de la primera hoja de cara 10 y dentro de dicho núcleo ligero 15. Después de cortar de manera automática el recorte 30, la pieza de inserción 50 de corte automático se ajusta en el recorte 30, preferentemente mediante ajuste de forma y/o ajuste de fuerza y/o mediante un adhesivo.
- Las figuras 4C y 4D muestran una perspectiva, respectivamente, una sección transversal lateral de una pieza de inserción 50 que se puede alinear de manera automática según la presente invención en el que el anillo de la pieza de inserción interior 51 comprende una sección cónica puntiaguda 51.5 provista para alinear con precisión la pieza de inserción 50 con el recorte 30 después de su inserción en el panel sándwich compuesto 5. Alternativamente o adicionalmente, el anillo de la pieza de inserción exterior 52 también puede comprender una sección cónica puntiaguda 52.5 en su extremo inferior para alinear la pieza de inserción 50 con el recorte 30 después de su inserción en el panel sándwich compuesto 5, como se ilustra en las figuras 4E y 4F.
- La alineación de manera automática de la pieza de inserción 50 permite un montaje automatizado de la pieza de inserción 50 en el panel sándwich compuesto 5. Además, la alineación de manera automática permite un ajuste muy apretado de la pieza de inserción 50 dentro del recorte 30, que a su vez evita la fuga de adhesivo. Al mismo tiempo, el ajuste apretado de la pieza de inserción 50 dentro del recorte 30 garantiza que la pieza de inserción 50 no debe estabilizarse dentro del panel sándwich compuesto 5, incluso si el adhesivo (u otro medio alternativo para asegurar la pieza de inserción) no ha alcanzado aún su unión definitiva.
- Las figuras 5A y 5B muestran una vista en perspectiva, respectivamente, una sección transversal lateral de una realización particularmente preferente de la pieza de inserción 50 de alineación de manera automática según la presente invención.
- La figura 6A muestra una sección transversal lateral de una realización preferente adicional de la pieza de inserción 50 de corte automático que comprende un adhesivo 56 independiente dispuesto y configurado para adherir la pieza de inserción 50 en dicho recorte 30 después de la introducción en el mismo. El adhesivo 56 independiente se proporciona, preferentemente, en dicha zanja 54 entre el anillo de la pieza de inserción interior 51 y el anillo de la pieza de inserción exterior 52. Para que el adhesivo 56 alcance la superficie exterior 52.2 del anillo de la pieza de inserción exterior 52 al aplicar presión, el anillo de la pieza de inserción exterior 52 está provisto de al menos un canal 57, preferentemente múltiples canales 57, que se extienden desde la zanja 54 a través del anillo de la pieza de inserción exterior 52.
- Como se ilustra en la figura 6B, cuando la pieza de inserción 50 se presiona en el recorte 30 de un panel sándwich compuesto 5, el adhesivo 56 se fuerza en el canal 57 debido a la presión creada al disminuir gradualmente el espacio definido por el lado inferior de la parte de conexión de la pieza de inserción 53, la superficie exterior del

anillo de la pieza de inserción interior 51, la superficie interior del anillo de la pieza de inserción exterior 52 y el disco de cara de soporte 42.

5 Como se ve en las figuras 5A a 6B, los canales 57 se proporcionan preferentemente en un ángulo con respecto al eje de rotación R de la pieza de inserción 50, asegurando de este modo que al insertar la pieza de inserción 50 en el recorte 30 del panel sándwich compuesto 5, el adhesivo se extiende alrededor de (al menos una parte considerable de) la circunferencia del anillo de la pieza de inserción exterior 52.

10 Las figuras 7A y 7B muestran una perspectiva, respectivamente, una sección transversal lateral de una herramienta de hoja de corte 70 para cortar el recorte interior 31 y el recorte exterior 32 en el panel sándwich compuesto 5 por rotación alrededor de su eje de simetría vertical. La herramienta de hoja de corte 70 comprende un anillo de corte interior 71 y un anillo de corte exterior 72 correspondiente a dicho recorte interior 31, respectivamente, dicho recorte exterior 32.

15 Las figuras 8A y 8B ilustran el corte de la pieza de inserción 30 en el panel sándwich compuesto 5 utilizando la herramienta de hoja de corte 70. Como se muestra, la herramienta de hoja de corte 70 corta a través de la primera hoja de cara 10 y luego penetra en el núcleo ligero y retira una parte de ella, formando de este modo los recortes interiores, respectivamente, exteriores 31, 32.

20 La figura 9A muestra una sección transversal en perspectiva que ilustra la pieza de inserción 50 justo antes de ajustarla en un panel sándwich compuesto 5.

25 La figura 9B representa una sección transversal lateral que ilustra una realización preferente de la presente invención, según la cual cuando la pieza de inserción 50 se ajusta en el panel sándwich compuesto 5, comprime el material de núcleo ligero 15 del soporte de núcleo 41 mediante dicha parte de conexión de la pieza de inserción 53 ejerciendo presión sobre el disco de hoja de cara de soporte 42, ilustrada por las flechas de bloque A. El soporte de núcleo 41 se comprime, preferentemente, mediante una compresión  $\Delta$  igual al espesor D de la parte de conexión de la inserción 53, siendo la posición resultante del disco de hoja de cara de soporte 42 ilustrada por líneas de puntos. Como resultado, la pieza de inserción 50, una vez ajustada, puede quedar plana dentro de dicho panel sándwich compuesto 5 como se muestra en las figuras 10A y 10B.

30 Como se ilustra en la figura 9C, dependiendo de la elasticidad del núcleo ligero 15, la compresión  $\Delta$  del soporte de núcleo 41 puede elegirse mayor que el espesor D de la parte de conexión de la pieza de inserción 53 para compensar la "retracción elástica", ilustrada en la figura 9D por las flechas de bloque S, efecto del material del núcleo. Debido a la naturaleza potencialmente no homogénea del material del núcleo, a menudo es imposible predecir la elasticidad del soporte de núcleo 41, es decir, la cantidad de "retracción elástica". Por lo tanto, según un método particularmente preferente de ajuste de la pieza de inserción 50 en el panel sándwich compuesto 5, la pieza de inserción 50 se presiona en el recorte 30 con una compresión inicial  $\Delta$  igual o ligeramente mayor que el espesor D de la parte de conexión de la pieza de inserción 53. Después, se mide la "retracción elástica" SB del soporte del núcleo 41, preferentemente como la irregularidad U entre la parte superior de la pieza de inserción 50 y la primera hoja de cara 10. La compresión  $\Delta$  se incrementa y las etapas anteriores se repiten siempre que la irregularidad U medida está por encima de una tolerancia de irregularidad predefinida. La presente invención permite una tolerancia de irregularidad del orden de 1/100 mm.

45 Las figuras 10A y 10B muestran una perspectiva, respectivamente, una sección transversal lateral de la estructura de soporte ligera 1 según la presente invención, que comprende la pieza de inserción 50 ajustada de manera plana en el panel sándwich compuesto 5.

50 Las figuras 11A y 11B muestran una perspectiva, respectivamente, una sección transversal lateral de una estructura de soporte ligera 1 que comprende una pieza de inserción 50 ajustada en un panel sándwich compuesto 5 con un dispositivo 100 recibido en la pieza de inserción 50. El efecto combinado de descanso de la parte de conexión de la pieza de inserción 53 en el disco de la hoja de cara de soporte 42 del soporte 40; el ajuste preciso del anillo de la pieza de inserción interior 51 y el anillo de la pieza de inserción exterior 52 de la pieza de inserción 50 en el recorte interior 31, respectivamente, el recorte exterior 32 del panel sándwich compuesto 5 permite un anclaje estable del dispositivo 100 mientras se transfieren cargas a la estructura del panel sándwich compuesto 5.

60 Se entenderá que se podrían adoptar muchas variaciones basadas en la estructura y el método específicos descritos anteriormente en el presente documento sin apartarse del alcance de la invención según se define en las reivindicaciones siguientes.

**Lista de referencia:**

estructura de soporte ligera	1
panel sándwich compuesto	5
primera hoja de cara	10
núcleo ligero	15

## ES 2 707 583 T3

	segunda hoja de cara	20
	recorte	30
	recorte interior	31
	recorte exterior	32
5	soporte	40
	soporte de núcleo	41
	disco de hoja de cara de soporte	42
	pieza de inserción	50
	anillo de la pieza de inserción interior	51
10	parte puntiaguda (del anillo de la pieza de inserción interior)	51.5
	anillo de la pieza de inserción exterior	52
	parte puntiaguda (del anillo de la pieza de inserción exterior)	52.5
	parte de conexión de la pieza de inserción	53
	zanja de la pieza de inserción	54
15	área de recepción de la pieza de inserción	55
	adhesivo	56
	canal	57
	herramienta de hoja de corte	70
	anillo de corte interior	71
20	anillo de corte exterior	72
	dispositivo	100

**REIVINDICACIONES**

1. Una estructura de soporte ligera (1) que comprende:

5 - un panel sándwich compuesto (5) que comprende:

- una primera hoja de cara (10);
- un núcleo ligero (15) fijado a la primera hoja de cara (10);
- una segunda hoja de cara (20) opcional fijada al núcleo ligero (15) y opuesta a la primera hoja de cara (10);
- 10 y
- un recorte de simetría esencialmente giratoria (30) que se extiende a través de la primera hoja de cara (10) y dentro de dicho núcleo ligero (15), y

15 - una pieza de inserción de simetría giratoria (50) ajustada en dicho recorte (30) para la aplicación de carga y/o anclaje de diversos componentes, respectivamente, en el panel sándwich compuesto (5),

**caracterizada por que:**

- 20 - el recorte (30) comprende un recorte interior de simetría esencialmente giratoria (31) y un recorte exterior de simetría esencialmente giratoria (32) dispuestos esencialmente concéntricos entre sí, proporcionando un soporte (40) entre ellos;
- dicho soporte (40) comprende un soporte de núcleo (41) cortado de dicho núcleo ligero (15) y un disco de hoja de cara de soporte (42) en la parte superior, cortado de dicha primera hoja de cara (10); y
- 25 - el soporte de núcleo (41) está comprimido, preferentemente, para permitir que dicha pieza de inserción (50) quede plana dentro del panel sándwich compuesto (5).

2. Una estructura de soporte ligera (1) según la reivindicación 1, **caracterizada por que** dicha pieza de inserción (50) comprende:

- 30 - un anillo de la pieza de inserción interior (51) configurado para ser recibido dentro del recorte interior (31) del panel sándwich compuesto (5);
- un anillo de la pieza de inserción exterior (52) configurado para ser recibido dentro del recorte exterior (32) del panel sándwich compuesto (5),
- 35 en donde dicho anillo de la pieza de inserción exterior (52) está dispuesto con respecto a dicho anillo de la pieza de inserción interior (51) de tal manera que proporciona una zanja de inserción (54) entre los dos para recibir el soporte (40) del panel de sándwich compuesto (5); y
- una parte de conexión de la pieza de inserción (53) que conecta dicho anillo de la pieza de inserción interior (51) con dicho anillo de la pieza de inserción exterior (52), configurada para poder apoyarse sobre el disco de hoja de cara de soporte (42) del soporte (40); y
- 40 - preferentemente un área de recepción de inserción (55) para recibir un dispositivo (100) para fijar y/o anclar diversos componentes, respectivamente, sobre el panel sándwich compuesto (5).

3. Una estructura de soporte ligera (1) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** la pieza de inserción (50) es una pieza de inserción de corte automático, estando su anillo de la pieza de inserción interior (51) y su anillo de la pieza de inserción exterior (52) provistos, al menos parcialmente, de un recubrimiento abrasivo y/o de una geometría de dientes de sierra configurada de manera tal que, por rotación de la pieza de inserción (50) alrededor de su eje de simetría, el anillo de la pieza de inserción interior (51) y el anillo de la pieza de inserción exterior (52), respectivamente, pueden cortar dichos recorte interior (31) y recorte exterior (32), respectivamente, en el panel sándwich compuesto (5).

4. Una estructura de soporte ligera (1) según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada por que** la pieza de inserción (50) está ajustada en el recorte (30) del panel de sándwich compuesto (5) mediante ajuste de forma y/o ajuste de fuerza y/o soldadura y/o soldadura fuerte y/o soldadura blanda y/o mediante un adhesivo.

55 5. Una estructura de soporte ligera (1) según una de las reivindicaciones 2 a 4, **caracterizada por que** se proporciona un adhesivo (56) en dicha zanja de inserción (54) y la pieza de inserción (50) comprende al menos un canal (57) que se extiende desde dicha zanja (54) a través del anillo de la pieza de inserción exterior (52), configurado de tal manera que al ajustar la pieza de inserción (50) en el recorte (30) del panel sándwich compuesto (5), el disco de hoja de cara de soporte (42) fuerza dicho adhesivo (56) a través de dicho al menos un canal (57).

60 6. Método de producción de una estructura de soporte ligera (1) que comprende las etapas:

- proporcionar un panel sándwich compuesto (5) que comprende:

- 65 - una primera hoja de cara (10), y
- un núcleo ligero (15) fijado a la primera hoja de cara (10), y

- cortar un recorte interior de simetría esencialmente giratoria (31) y un recorte exterior de simetría esencialmente giratoria (32) en dicho panel sándwich compuesto (5) cortando a través de la primera hoja de cara (10) y dentro de dicho núcleo ligero (15), en donde el recorte interior (31) y el recorte exterior (32) están dispuestos esencialmente concéntricos entre sí,

5 **caracterizado por las etapas siguientes:**

10 - proporcionar cortando dichos recorte interior (31) y recorte exterior (32) un soporte (40) entre ellos, comprendiendo dicho soporte (40) un soporte de núcleo (41) cortado de dicho núcleo ligero (15) y un disco de hoja de cara de soporte (42) en la parte superior, cortado de dicha primera hoja de cara (10); y

- ajustar una pieza de inserción de simetría giratoria (50) en dicho recorte (30) para la aplicación de carga y/o el anclaje de diversos componentes, respectivamente, sobre el panel sándwich compuesto (5),

15 en donde dicho recorte (30) está configurado para recibir una pieza de inserción de simetría giratoria (50) para la aplicación de carga y/o el anclaje de diversos componentes, respectivamente, sobre el panel sándwich compuesto (5); y en donde dicho soporte (40) está configurado para estabilizar dicha pieza de inserción (50) dentro del panel sándwich compuesto (5).

20 7. Método de producción de una estructura de soporte ligera (1) según la reivindicación 6, **caracterizado por que** la etapa de ajuste de dicha pieza de inserción (50) en dicho recorte (30) comprende:

25 - ajustar un anillo de la pieza de inserción interior (51) de la pieza de inserción (50) en el recorte interior (31) del panel sándwich compuesto (5);

- ajustar un anillo de la pieza de inserción exterior (52) de la pieza de inserción (50) en el recorte exterior (32) del panel sándwich compuesto (5);

- apoyar una parte de conexión de la pieza de inserción (53) que conecta dicho anillo de la pieza de inserción interior (51) a dicho anillo de la pieza de inserción exterior (52) en el disco de hoja de cara de soporte (42) del soporte (40)

30 en donde, una vez ajustada, la pieza de inserción (50) se alinea de manera automática con el recorte (30), preferentemente mediante una sección cónica puntiaguda (51.5) del anillo de la pieza de inserción interior (51) y/o una sección cónica puntiaguda (52.5) del anillo de la pieza de inserción exterior (52).

35 8. Método de producción de una estructura de soporte ligera (1) según la reivindicación 7, **caracterizado por que** la etapa de ajustar dicha pieza de inserción (50) en dicho recorte (30) comprende además las etapas siguientes:

40 a) comprimir dicho soporte de núcleo (41) mediante dicha parte de conexión de la pieza de inserción (53) ejerciendo presión sobre el disco de hoja de cara de soporte (42), siendo el soporte de núcleo (41), preferentemente, comprimido con una compresión ( $\Delta$ ) igual a un espesor (D) de dicha parte de conexión de la pieza de inserción (53);

b) medir una irregularidad (U) entre una superficie superior de la pieza de inserción (50) y una superficie superior de la primera hoja de cara (10);

45 c) aumentar dicha compresión ( $\Delta$ );

d) repetir las etapas a) a c) hasta que dicha irregularidad (U) esté por debajo de una tolerancia de irregularidad predeterminada, es decir, la pieza de inserción (50) quede plana dentro de dicho panel sándwich compuesto (5).

50 9. Método de producción de una estructura de soporte ligera (1) según una de las reivindicaciones 6 a 8, **caracterizado por que** dicha pieza de inserción de simetría giratoria (50) se ajusta en el recorte (30) del panel sándwich compuesto (5) mediante ajuste de forma y/o ajuste de fuerza y/o soldadura y/o soldadura fuerte y/o soldadura blanda y/o mediante un adhesivo.

55 10. Método de producción de una estructura de soporte ligera (1) según una de las reivindicaciones 6 a 9, **caracterizado por que** dichos recorte interior (31) y recorte exterior (32) se recortan de manera automática en el panel sándwich compuesto (5) mediante la rotación de la pieza de inserción (50) alrededor de su eje de simetría, en donde el anillo de la pieza de inserción interior (51) y el anillo de la pieza de inserción exterior (52) de la pieza de inserción (50) están provistos, al menos parcialmente, de un recubrimiento abrasivo y/o de una geometría de dientes de sierra.

60 11. Método de producción de una estructura de soporte ligera (1) según una de las reivindicaciones 6 a 9, **caracterizado por que** dichos recorte interior (31) y recorte exterior (32) se cortan en el panel sándwich compuesto (5) mediante una herramienta de hoja de corte (70) que comprende un anillo de corte interior (71) y un anillo de corte exterior (72) correspondientes a dicho recorte interior (31) y dicho recorte exterior (32) respectivamente.

65 12. Un panel sándwich compuesto (5) que comprende:

- una primera hoja de cara (10);
- un núcleo ligero (15) fijado a dicha primera hoja de cara (10); y
- una segunda hoja de cara (20) opcional fijada al núcleo ligero (15) y opuesta a la primera hoja de cara (10);

5 en donde:

- el panel sándwich compuesto (5) está provisto de un recorte con simetría giratoria (30) que se extiende a través de la primera hoja de cara (10) y dentro de dicho núcleo ligero (15);

10 **caracterizado por que:**

- el recorte de la pieza de inserción (30) comprende un recorte interior de simetría esencialmente giratoria (31) y un recorte exterior de simetría esencialmente giratoria (32) dispuestos esencialmente concéntricos entre sí, proporcionando un soporte (40) entre ellos, que comprende un soporte de núcleo (41) cortado de dicho núcleo ligero (15) y un disco de hoja de cara de soporte (42), cortado de dicha primera hoja de cara (10);
- dicho recorte (30) está configurado para recibir una pieza de inserción de simetría giratoria (50) para la aplicación de carga y/o anclaje de diversos componentes, respectivamente, sobre el panel sándwich compuesto (5), preferentemente por ajuste de forma y/o ajuste de fuerza; y
- dicho soporte (40) está configurado para estabilizar dicha pieza de inserción (50) dentro del panel sándwich compuesto (5).

13. Método de producción de un panel sándwich compuesto (5) que comprende las etapas:

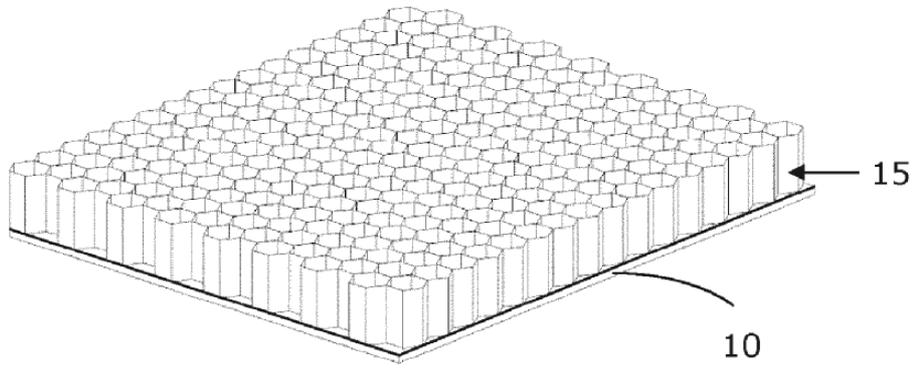
- proporcionar un panel sándwich compuesto (5) que comprende:
  - una primera hoja de cara (10);
  - un núcleo ligero (15) fijado a la primera hoja de cara (10);
  - una segunda hoja de cara (20) opcional fijada al núcleo ligero (15) y opuesta a la primera hoja de cara (10);
- cortar un recorte interior de simetría esencialmente giratoria (31) y un recorte exterior de simetría esencialmente giratoria (32) en dicho panel sándwich compuesto (5) cortando a través de la primera hoja de cara (10) y dentro de dicho núcleo ligero (15), en donde el recorte interior (31) y el recorte exterior (32) están dispuestos esencialmente concéntricos entre sí,

35 **caracterizado por las etapas siguientes:**

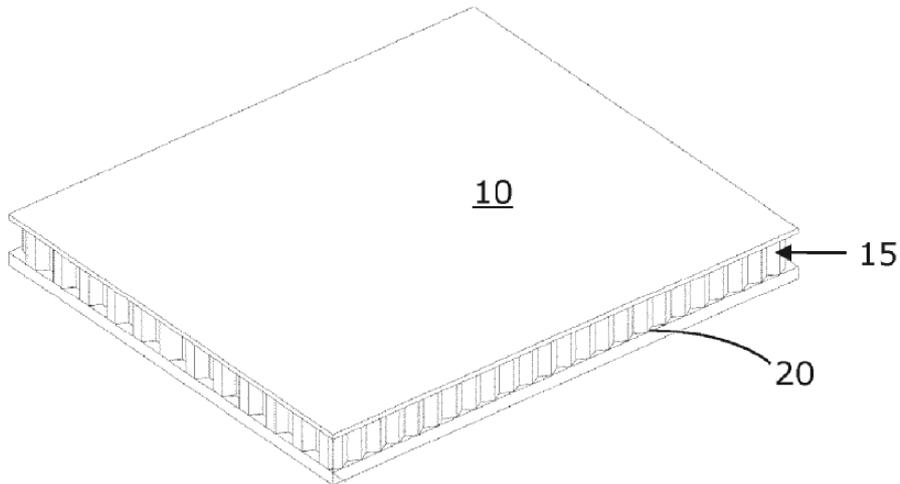
- proporcionar cortando dicho recorte interior (31) y recorte exterior (32) un soporte (40) entre ellos, comprendiendo dicho soporte (40) un soporte de núcleo (41) cortado de dicho núcleo ligero (15) y un disco de hoja de cara de soporte (42) en la parte superior, cortado de dicha primera hoja de cara (10);
- configurar dicho recorte (30) para recibir una pieza de inserción de simetría giratoria (50) para la aplicación de carga y/o anclaje de diversos componentes, respectivamente, sobre el panel sándwich compuesto (5), preferentemente mediante ajuste de forma y/o ajuste de fuerza; y
- configurar dicho soporte (40) para estabilizar dicha pieza de inserción (50) dentro del panel sándwich compuesto (5).

45 14. Método de producción de un panel sándwich compuesto (5) según la reivindicación 13, **caracterizado por que** dichos recorte interior (31) y recorte exterior (32) se recortan de manera automática en el panel sándwich compuesto (5) mediante un anillo de la pieza de inserción interior (51) y un anillo de la pieza de inserción exterior (52), respectivamente, de una pieza de inserción (50) para la aplicación de carga y/o anclaje de diversos componentes, respectivamente, sobre el panel sándwich compuesto (5), mediante rotación de dicha pieza de inserción (50) alrededor de su eje de simetría, estando dicho anillo de la pieza de inserción interior (51) y un anillo de la pieza de inserción exterior (52) respectivamente provistos, al menos parcialmente, de un recubrimiento abrasivo y/o de una geometría de dientes de sierra.

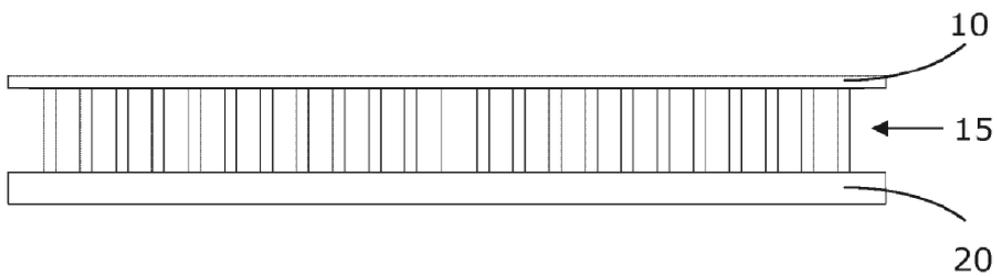
55 15. Método de producción de un panel sándwich compuesto (5) según la reivindicación 13, **caracterizado por que** dichos recorte interior (31) y recorte exterior (32) se cortan en el panel sándwich compuesto (5) mediante una herramienta de hoja de corte (70) que comprende un anillo de corte interior (71) y un anillo de corte exterior (72) que corresponden a dicho recorte interior (31) y a dicho recorte exterior (32), respectivamente.



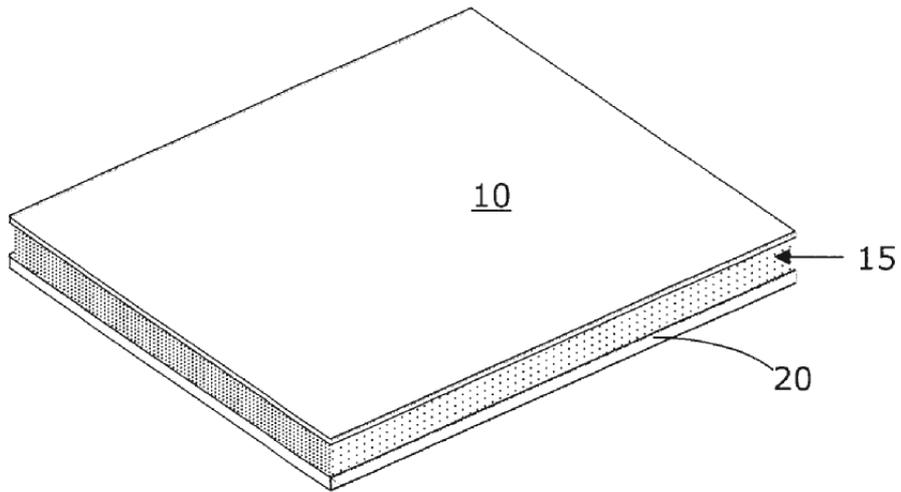
**Fig. 1**



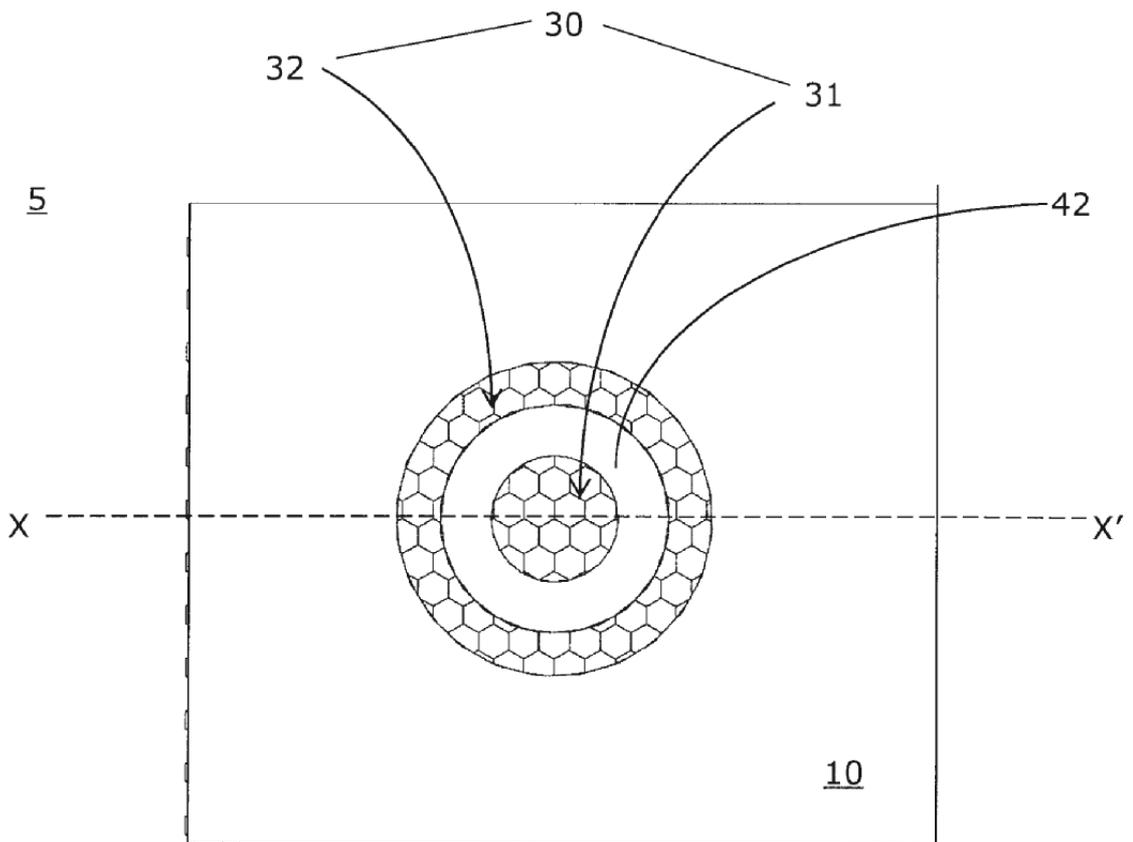
**Fig. 2A**



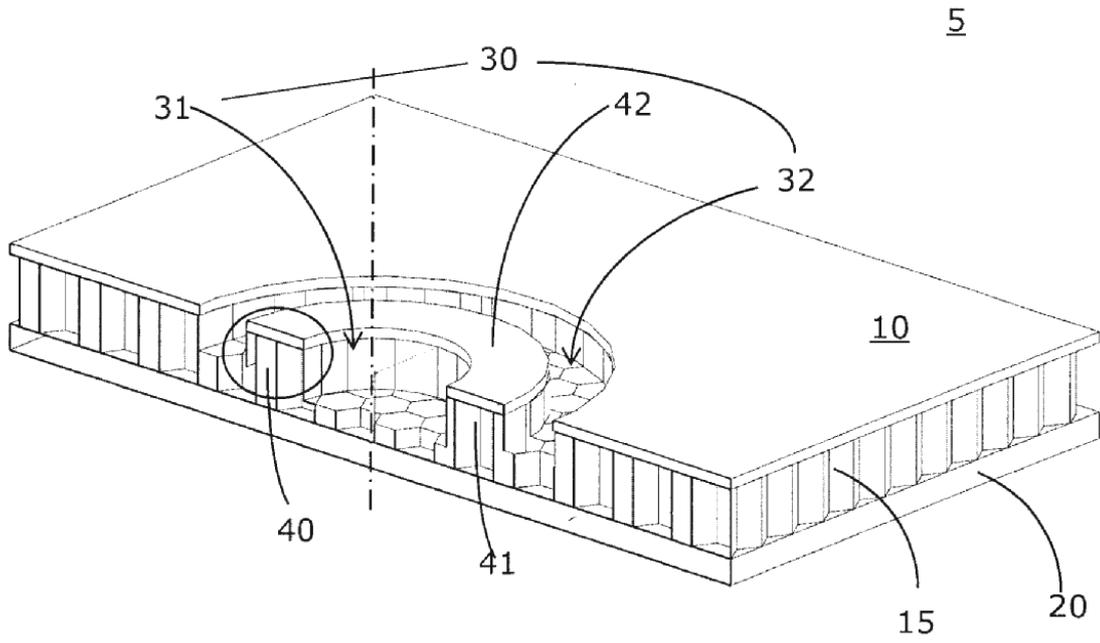
**Fig. 2B**



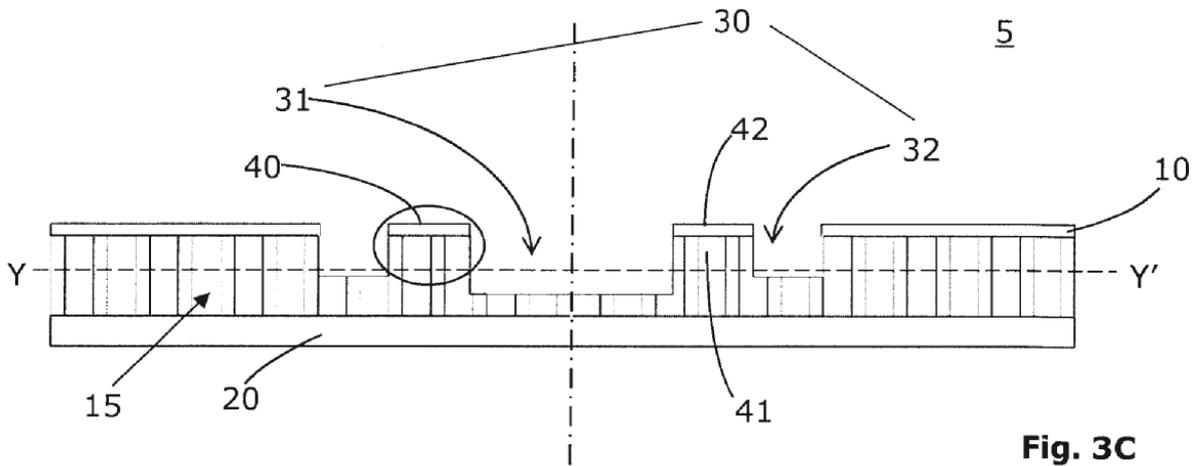
**Fig. 2C**



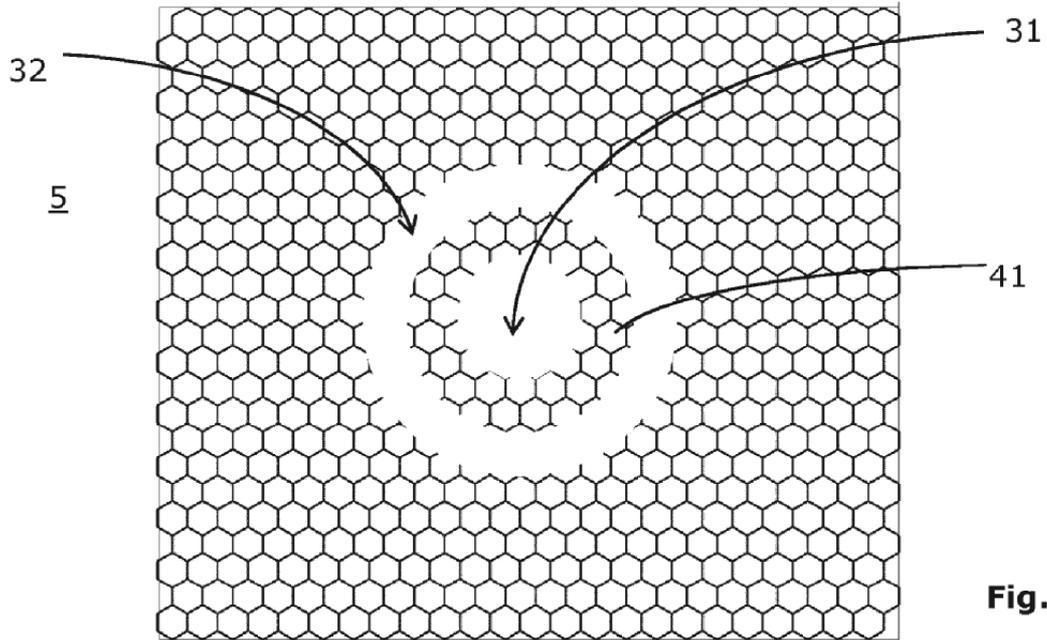
**Fig. 3A**



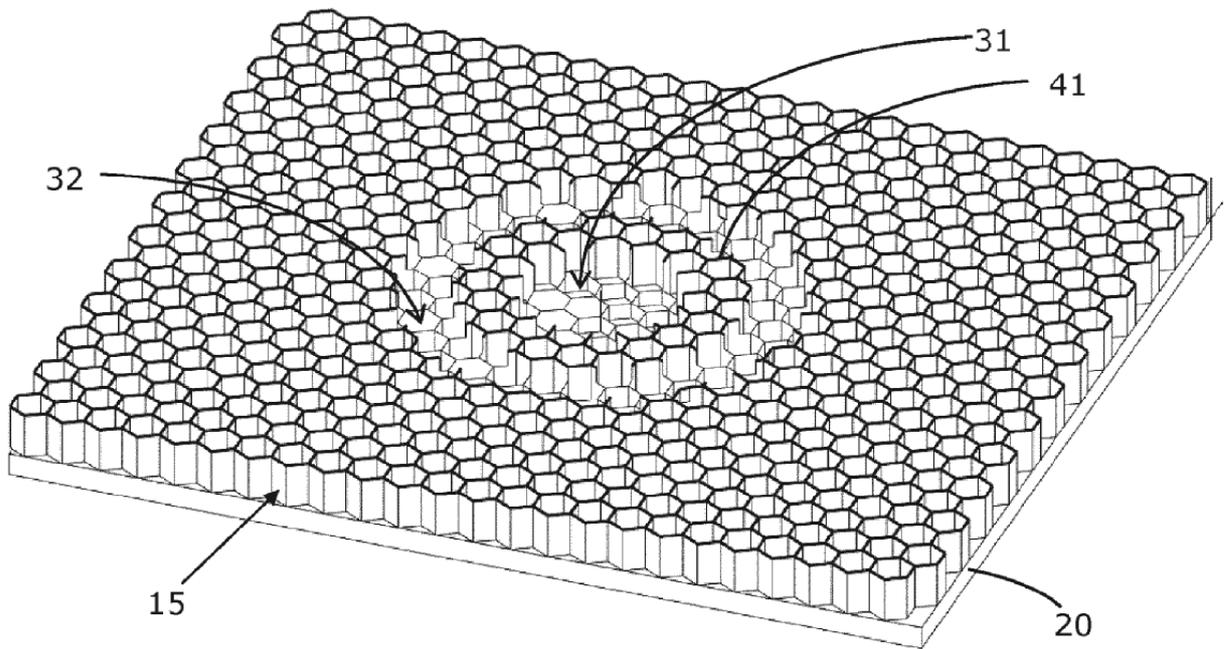
**Fig. 3B**



**Fig. 3C**

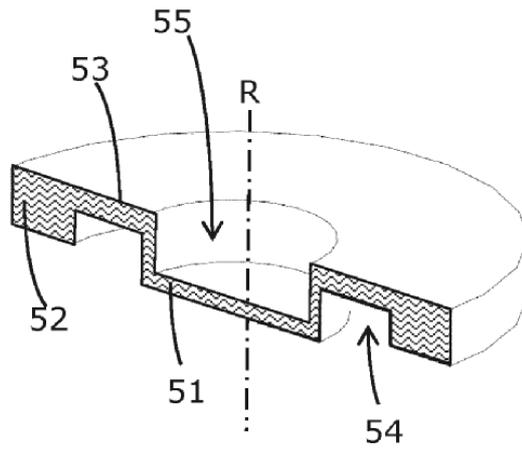


**Fig. 3D**



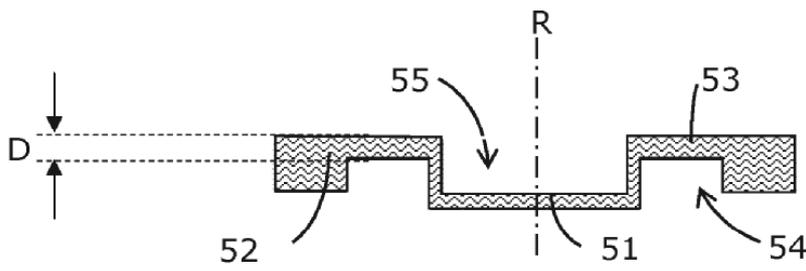
**Fig. 3E**

5



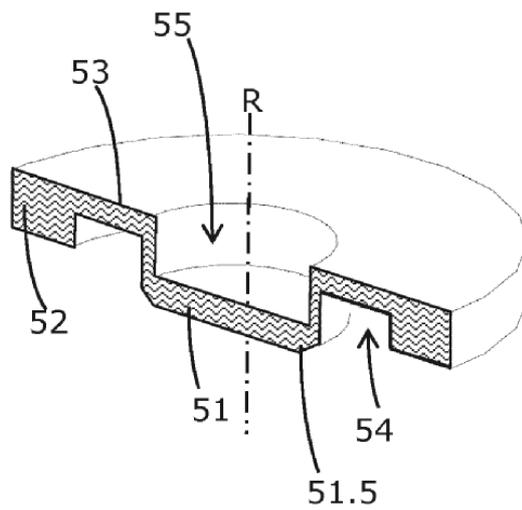
50

**Fig. 4A**



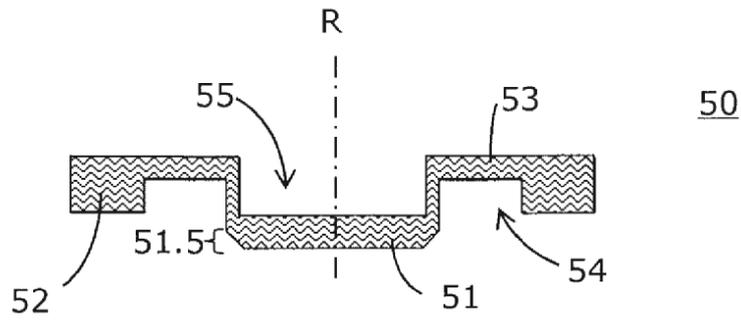
50

**Fig. 4B**

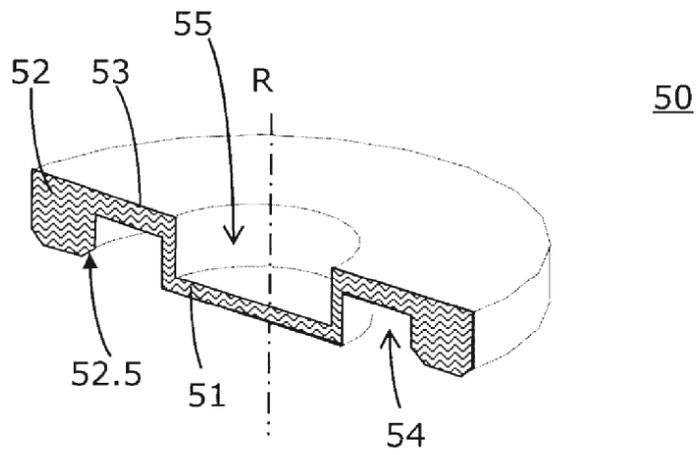


50

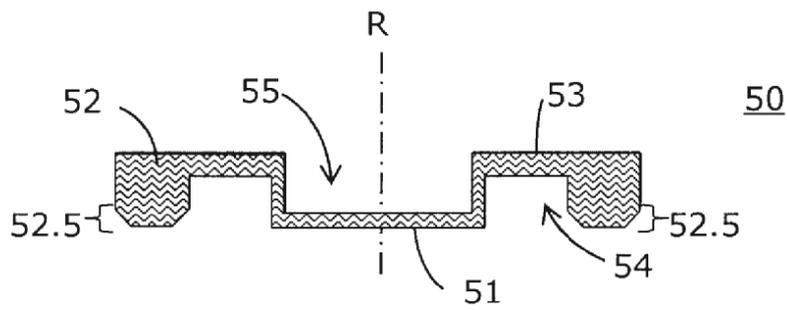
**Fig. 4C**



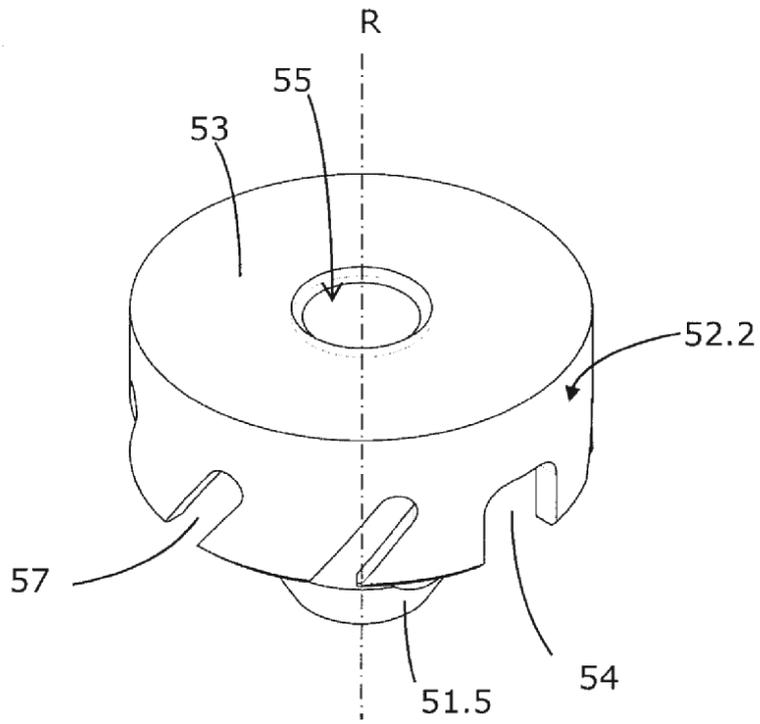
**Fig. 4D**



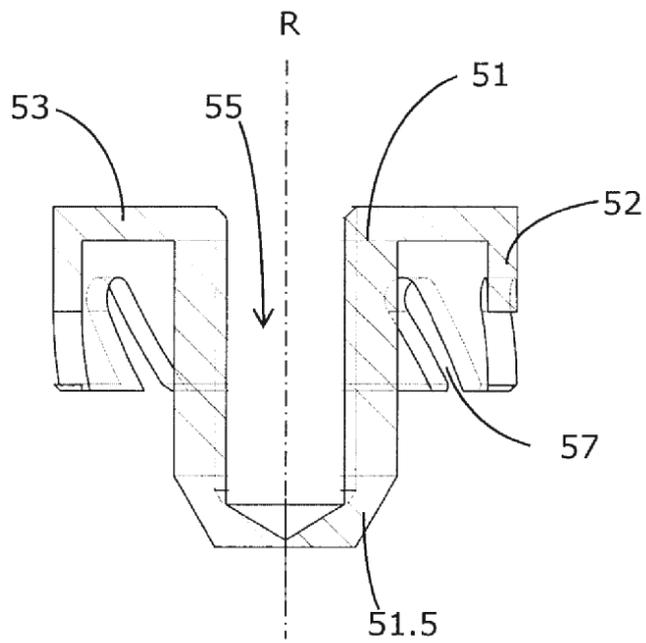
**Fig. 4E**



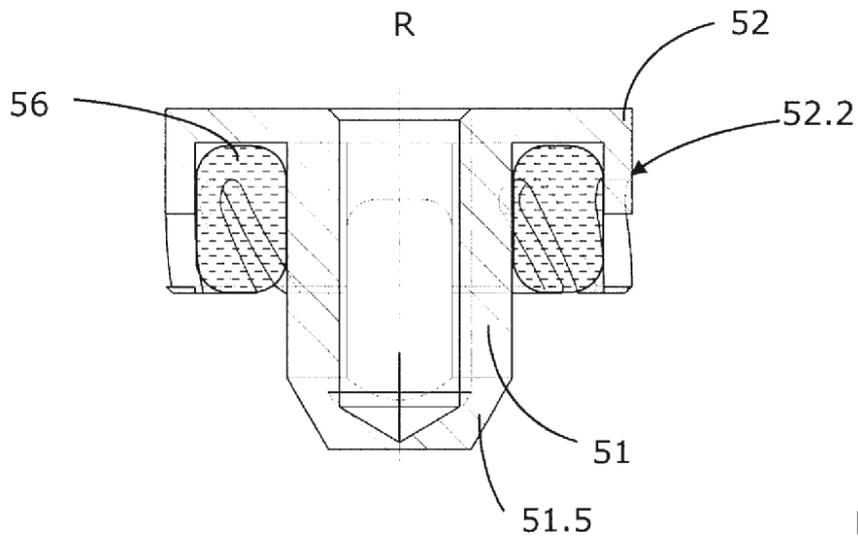
**Fig. 4F**



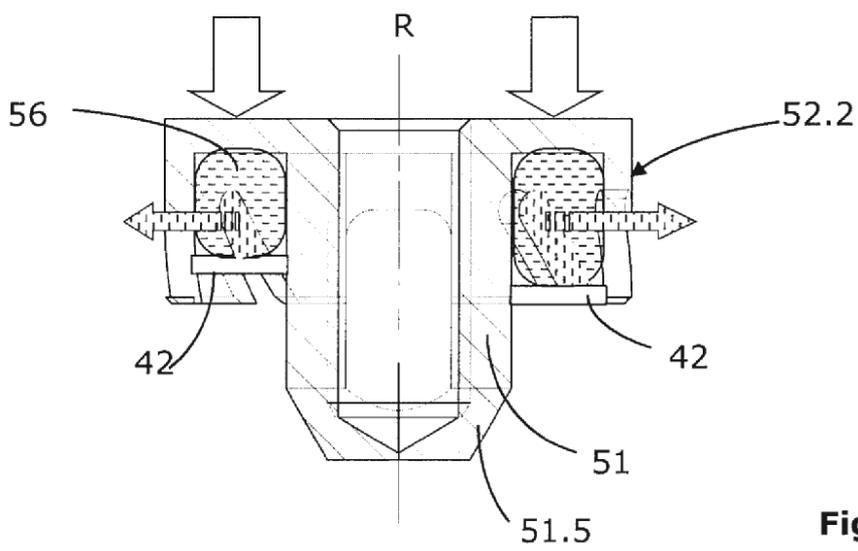
**Fig. 5A**



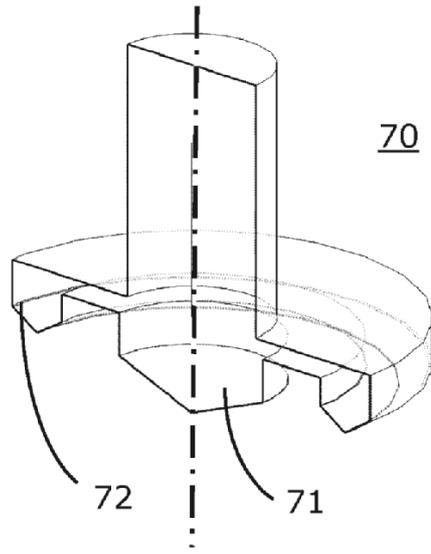
**Fig. 5B**



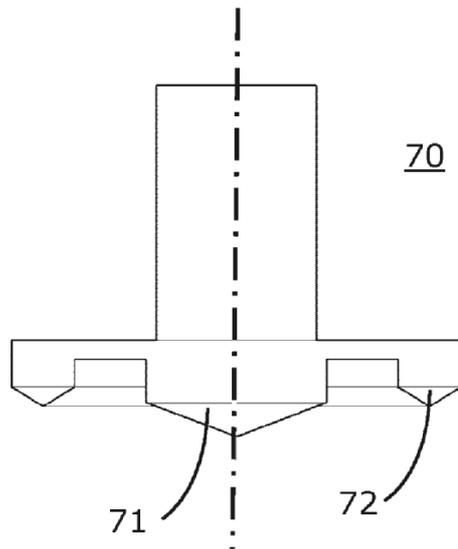
**Fig. 6A**



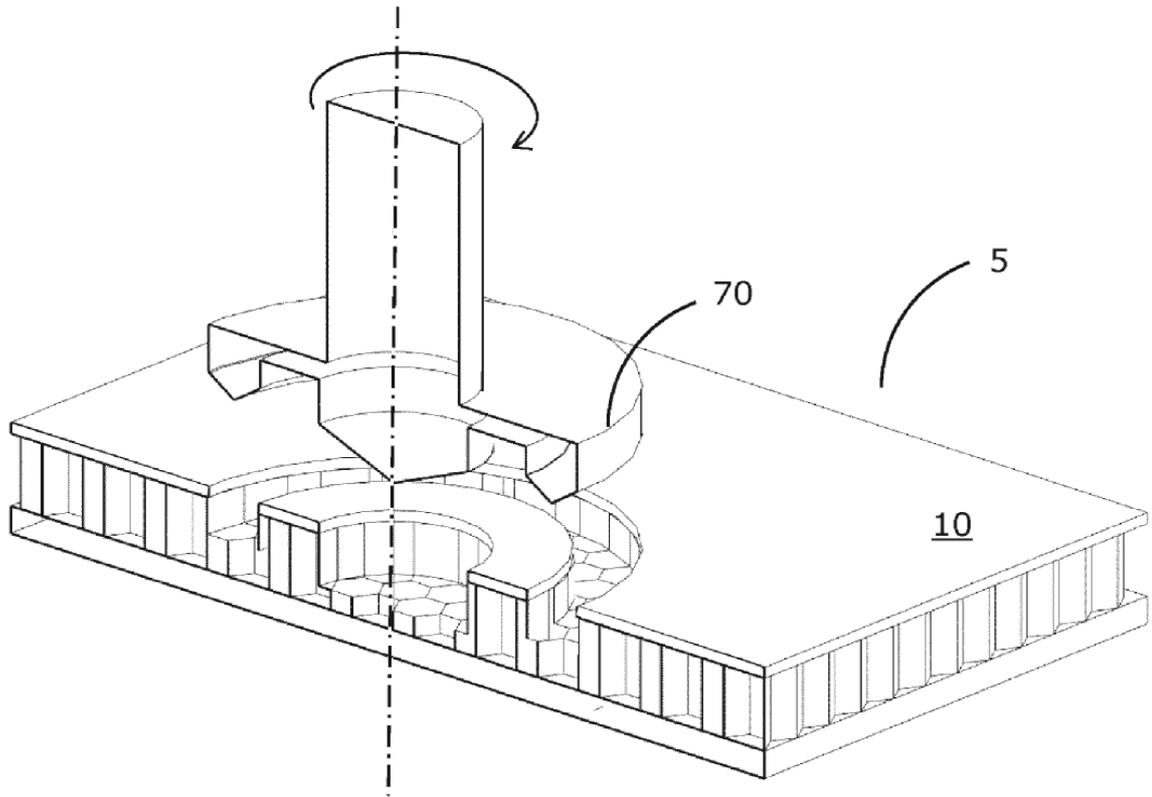
**Fig. 6B**



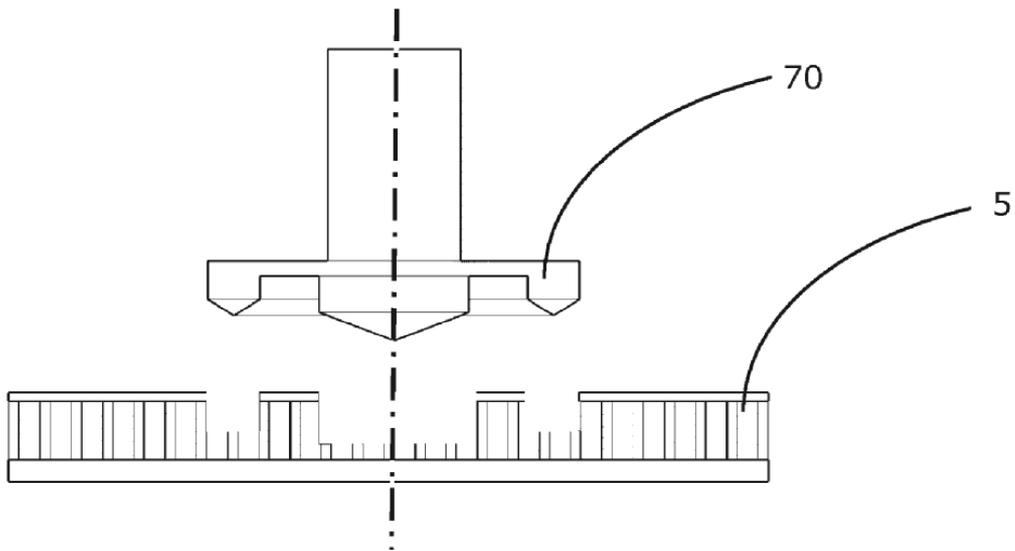
**Fig. 7A**



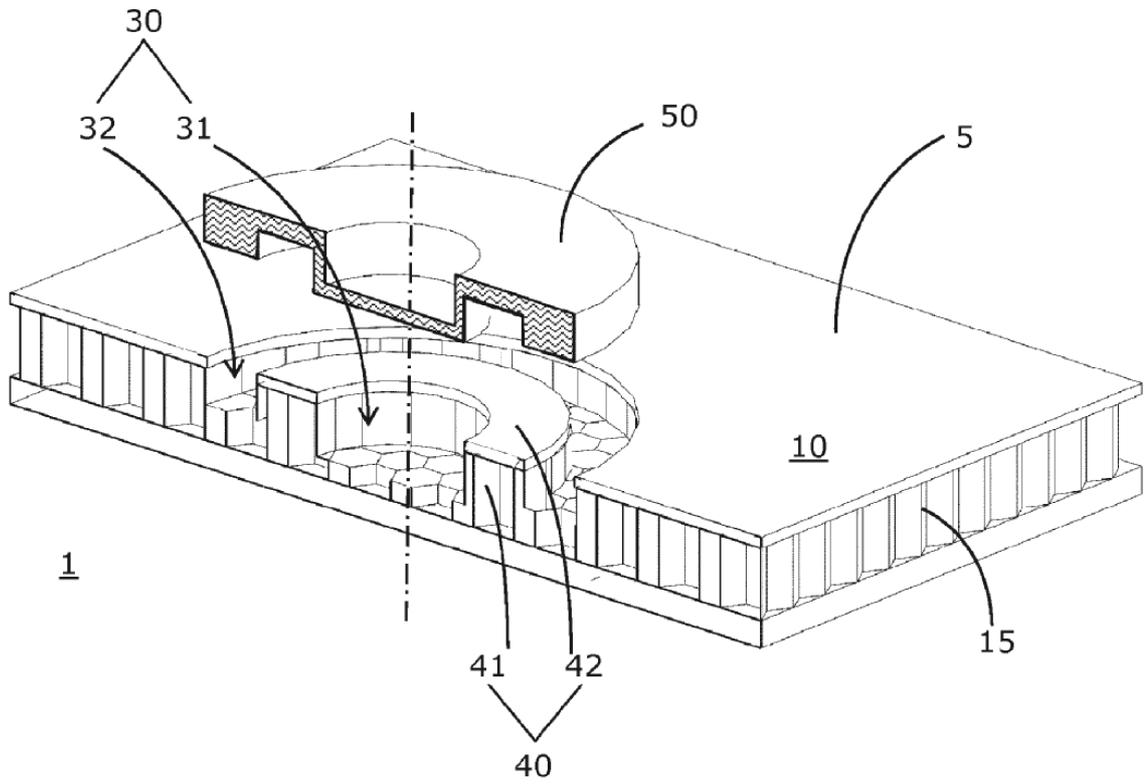
**Fig. 7B**



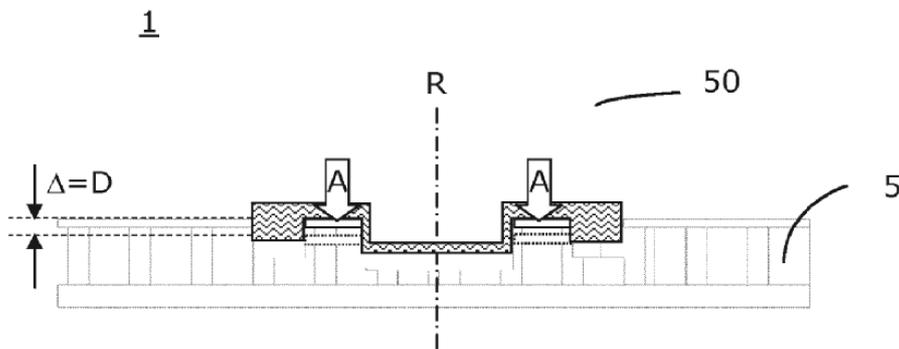
**Fig. 8A**



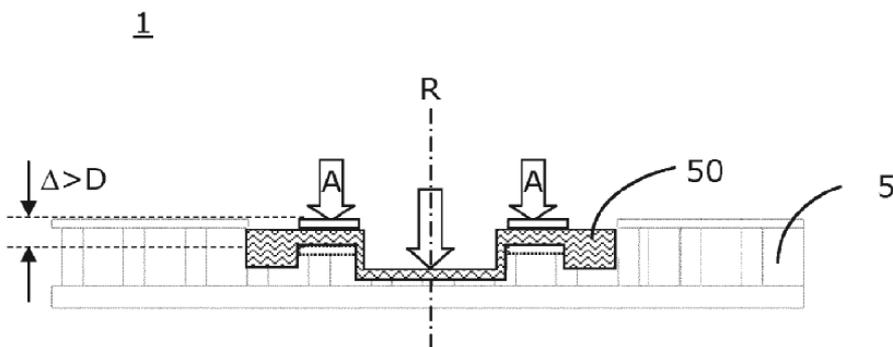
**Fig. 8B**



**Fig. 9A**



**Fig. 9B**



**Fig. 9C**

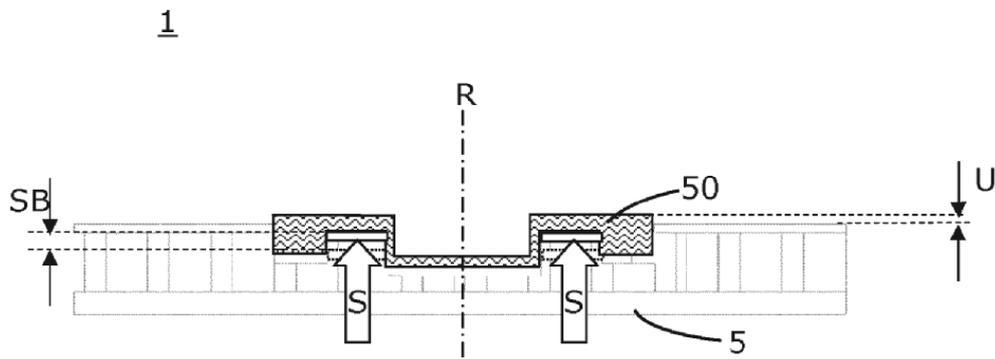


Fig. 9D

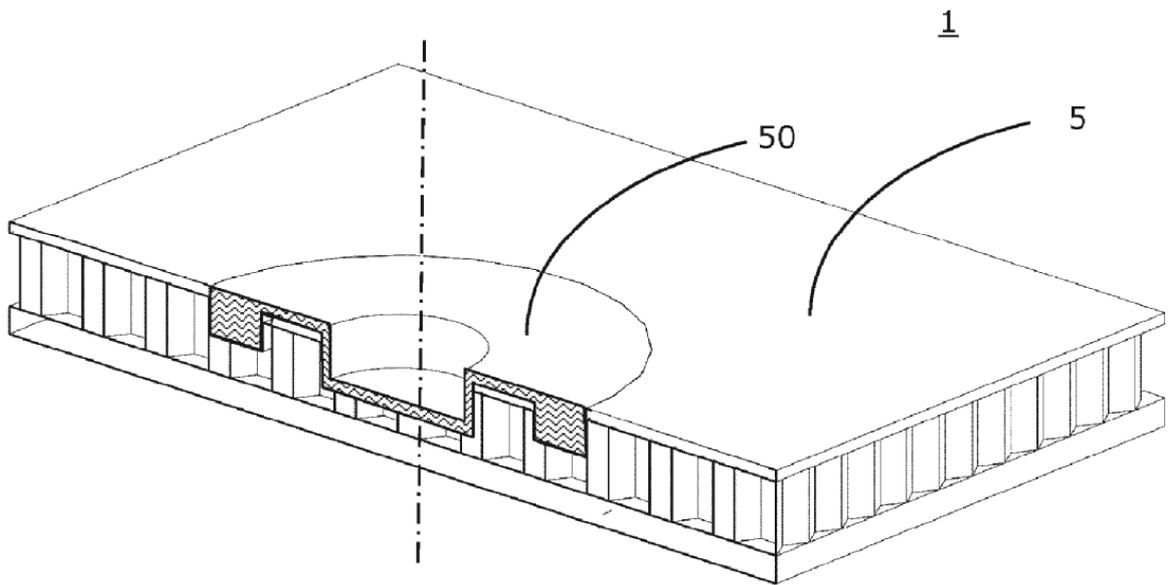


Fig. 10A

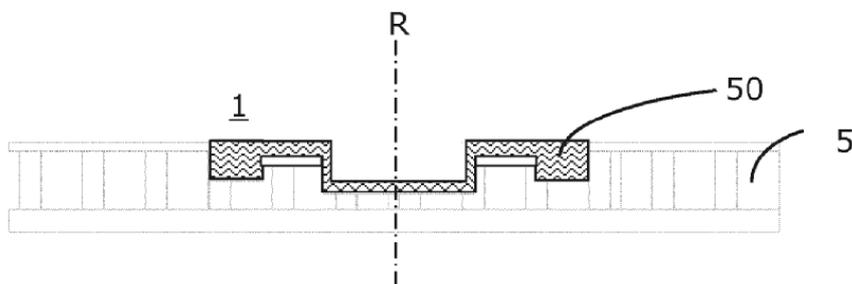
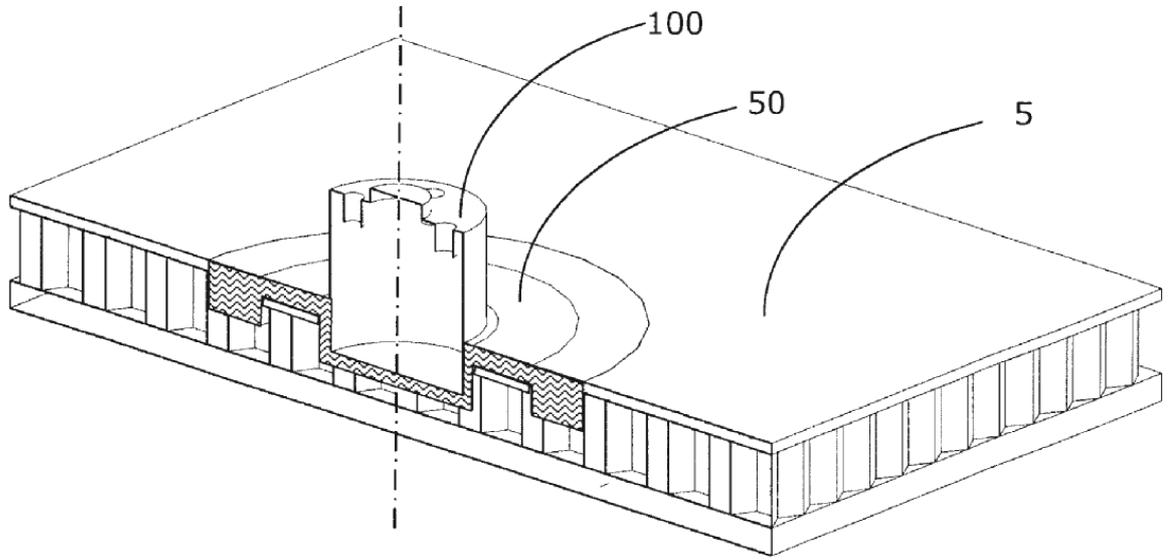
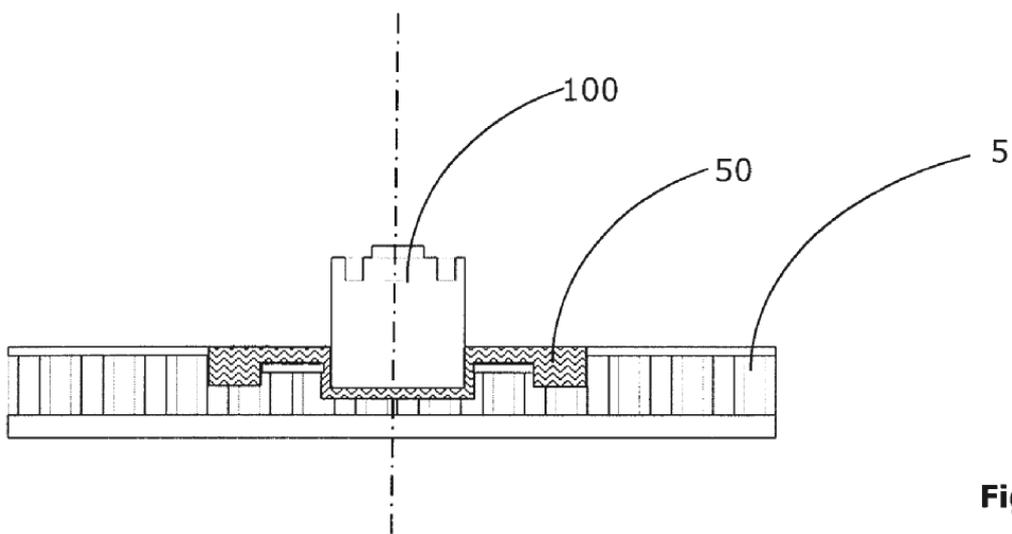


Fig. 10B



**Fig. 11A**



**Fig. 11B**