

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 745 406**

51 Int. Cl.:

**B29C 65/08** (2006.01)

**B29C 65/64** (2006.01)

**B29C 65/56** (2006.01)

**B29C 65/00** (2006.01)

**B29L 31/30** (2006.01)

**B29C 45/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.04.2015** E 15163163 (7)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.06.2019** EP 3078480

54 Título: **Método para conectar una pieza de trabajo de superficie estructurada y una pieza de trabajo de plástico**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**02.03.2020**

73 Titular/es:

**HELMHOLTZ-ZENTRUM GEESTHACHT  
ZENTRUM FÜR MATERIAL- UND  
KÜSTENFORSCHUNG GMBH (100.0%)  
Max-Planck-Strasse 1  
21502 Geesthacht , DE**

72 Inventor/es:

**DE TRAGLIA AMANCIO FILHO, SERGIO;  
ETZBERGER FEISTAUER, EDUARDO y  
DOS SANTOS, JORGE FERNANDEZ**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 745 406 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 conectar una pieza de trabajo de superficie estructurada y una pieza de trabajo de plástico

- 5 La presente invención se refiere a un método para conectar una pieza de trabajo de superficie estructurada y una pieza de trabajo de plástico por medio de una herramienta de unión que usa vibraciones ultrasónicas.

10 La relevancia de los materiales ligeros ha aumentado en los campos de la tecnología automotriz, ferroviaria o de la aviación, así como en aplicaciones médicas. A menudo, se usan dispositivos que son una combinación de piezas de trabajo de metal o aleación de metales y de plástico, para reducir significativamente el peso mientras se mantienen las propiedades deseadas, tales como rigidez, resistencia a la corrosión, impermeabilidad o resistencia química. En particular, se usan polímeros reforzados con fibra (PRF) en combinación con metales ligeros para proporcionar materiales con excelentes propiedades mecánicas a la industria. En este sentido, el desafío para el desarrollo técnico es proporcionar técnicas de unión confiables, en particular, para unir componentes metálicos con componentes plásticos.

15 A partir de la técnica anterior, se sabe que pueden lograrse estructuras híbridas de metal/plástico simplemente mediante una fijación mecánica. Este método normalmente permite un fácil desmontaje, inspección y reciclaje de los componentes. El acoplamiento mecánico se puede lograr mediante pernos, tornillos, abrazaderas o remaches. Sin embargo, estos conectores mecánicos implican elementos adicionales que aumentan el peso de toda la pieza de trabajo. En particular para aplicaciones en tecnología de la aviación esto no es ventajoso, ya que minimizar el peso de cada dispositivo es un motivo de preocupación importante en este campo. Una desventaja adicional de la fijación mecánica de estructuras híbridas es el hecho de que se generan altos niveles de concentración de tensión en el lugar de conexión, y que la conexión en sí misma puede ser un punto de partida para una grieta en al menos uno de los componentes. En particular, los polímeros reforzados pueden modificarse significativamente en sus propiedades mediante la introducción de orificios necesarios para las conexiones mecánicas. Especialmente, puede disminuirse fuertemente la resistencia en el plano del polímero reforzado. Además, las conexiones mecánicas requieren del uso de obturadores debido a pérdidas de hermeticidad.

20 Otro método preferido es unir estructuras híbridas de metal/plástico mediante una unión adhesiva. Este método consiste en aplicar un adhesivo entre asociaciones de metal y plástico y una presión externa y/o calor durante el curado del adhesivo. Este método requiere de una preparación intensiva de la superficie de los materiales asociados, con etapas múltiples de procedimiento y un largo tiempo de curado, lo que hace que este procedimiento sea bastante complejo, costoso y engorroso. Además, a menudo es cuestionable si una unión formada solo por un adhesivo es suficientemente estable. Es por eso que este método a menudo se combina con la fijación mecánica.

25 Por el contrario, en caso de conexiones entre dos componentes metálicos, las técnicas de soldadura convencionales, como la soldadura por fusión o por fricción, han demostrado dar uniones estables incluso en situaciones en las que solo son posibles las conexiones puntuales. Sin embargo, estas técnicas no pueden emplearse simplemente en el caso de conexiones de metal/plástico. Por lo general, las temperaturas de soldadura para los metales son mucho más altas que para el material termoplástico, y los materiales termoestables no se pueden soldar en absoluto, ya que estos materiales no se funden. A menudo se requiere de un tratamiento superficial previo que lleva mucho tiempo. Además, la soldadura a menudo está conectada a una entrada de alta energía, lo que puede conducir al problema de que el material en las proximidades del punto de soldadura se vea significativamente influenciado y se alteren las propiedades del material.

30 Otro método recientemente desarrollado es la unión por puntos de fricción, descrito en el documento de EE. UU. 2011/0131784 A1, en la que se usa calor por fricción para plastificar el metal asociado y posteriormente fundir la pieza de trabajo de plástico para formar una unión puntual. Pero este método es adecuado solo para aleaciones de módulo bajo de elasticidad, tales como magnesio y aluminio, por lo que esta técnica no se puede usar para uniones en las que la parte de metal está hecha, por ejemplo, de acero inoxidable o aleaciones de titanio, que requieren mucho más calor para plastificar la parte de metal, induciendo una degradación térmica excesiva de la pieza de trabajo polímera.

35 En los enfoques recientemente desarrollados para aumentar en gran medida el rendimiento mecánico de las juntas de solape de metal/plástico, tal como la estabilidad estructural y las propiedades mecánicas fuera del plano, se producen refuerzos en 3D en la superficie de metal. Se ha demostrado que estas estructuras se pueden producir tratando la superficie de metal mediante la tecnología de haz de electrones, que se usa para fundir localmente la superficie de metal para crear orificios y salientes y, posteriormente, se agrega el polímero (o compuesto) capa a capa. Sin embargo, la tecnología de haz de electrones requiere un entorno de vacío, lo que restringe el tamaño de la pieza de metal a tratar. Además, el procedimiento de deposición o laminación requerido hace esta tecnología extremadamente engorrosa. Otra desventaja de esta tecnología está relacionada con una capacidad de reproducción reducida de las geometrías de las clavijas individuales, limitada por la acumulación no soportada del metal fundido cuando se forman las clavijas. Otra opción es usar soldadura por arco eléctrico para soldar microclavijas en la superficie de metal asociada. Sin embargo, todos los problemas del procedimiento de soldadura basada en fusión, relacionados con grietas de solidificación, fragilidad por hidrógeno y evaporación de elementos de

aleación, también afectan aquí las propiedades mecánicas.

5 En el documento JP S58 168679 A, se describe un método para conectar una pieza de trabajo de metal con una pieza de trabajo de plástico, comprendiendo la pieza de trabajo de metal clavijas que se proyectan desde una superficie. Las clavijas se insertan en orificios prefabricados en la pieza de trabajo de plástico, y se somete la pieza de trabajo de metal a ondas ultrasónicas para facilitar la inserción de las clavijas en los orificios. Finalmente, se usa un adhesivo para fijar las clavijas en la pieza de trabajo de plástico.

10 El documento JP H03 226456 A describe que una parte de caucho está fijada a un elemento de plástico por medio de un miembro de fijación que inicialmente está provisto de elementos de clavija en esa superficie que se apoya sobre el elemento de plástico. Con el fin de conectar el elemento de fijación con el elemento de plástico, se introduce energía ultrasónica en el elemento de fijación de modo que se una por calor con el elemento de plástico en el que los elementos de clavija se aplanan.

15 En el documento FR 1.519.111 A, se describe que un elemento de herramienta está provisto de elementos en forma de clavija que se acoplan con un sujetador.

20 El documento de EE. UU 4.358.328 se refiere a la conexión entre un elemento de hoja de metal y un alojamiento de plástico, y se describe que el elemento de hoja está provisto de salientes que inicialmente se apoyan en el alojamiento de plástico. Tras la aplicación de vibraciones ultrasónicas al alojamiento de plástico, este último se ablanda y los salientes son forzados a introducirse en el alojamiento de plástico.

25 El documento DE 10 2009 017 776 A1 describe un método para conectar un componente de metal con una pieza de trabajo formada con un material reforzado con fibra.

30 Por lo tanto, el objeto de la presente invención es proporcionar un método para unir una pieza de trabajo de plástico y una pieza de trabajo de superficie estructurada, de manera resistente a golpes y tolerante a daños, en particular, para formar una junta de solape, cuyo, método puede aplicarse fácilmente y que no presenta los inconvenientes antes mencionados.

35 Este objeto se logra mediante un método de acuerdo con la reivindicación 1 para conectar una pieza de trabajo de superficie estructurada y una pieza de trabajo de plástico formada con un material plástico reforzado con fibra, usando una herramienta de unión que incluye una máquina de soldadura ultrasónica con un sonotrodo, comprendiendo dicha pieza de trabajo de superficie estructurada una sección de superficie de contacto estructurada, y comprendiendo dicha sección de superficie de contacto estructurada elementos en forma de clavija que se dirigen hacia fuera desde la sección de superficie de contacto estructurada. El método incluye las siguientes etapas:

- 40 - colocar la pieza de trabajo de superficie estructurada y la pieza de trabajo de plástico sobre un yunque de modo que la sección de superficie de contacto estructurada mire hacia una superficie de contacto de la pieza de trabajo de plástico, tocando los elementos en forma de clavija la superficie de contacto de la pieza de trabajo de plástico;
- 45 - colocar la herramienta de unión sobre la pieza de trabajo de superficie estructurada para poner el sonotrodo en contacto con una superficie externa de la pieza de trabajo de superficie estructurada, siendo la superficie externa opuesta a la sección de superficie de contacto estructurada;
- 50 - aplicar una presión al sonotrodo y/o al yunque perpendicularmente a la superficie de contacto para mantener las piezas de trabajo fijas entre el yunque y el sonotrodo y aplicar vibraciones ultrasónicas a las piezas de trabajo con el sonotrodo durante un período de tiempo predeterminado, de modo que se induce el ablandamiento de la pieza de trabajo de plástico y que los elementos en forma de clavija penetren en la pieza de trabajo de plástico.

55 Este método emplea energía ultrasónica y presión para unir una pieza de trabajo de superficie estructurada con características integradas de superficie de anclaje en 3D y una pieza de trabajo de plástico mediante la inserción de las características de superficie de anclaje en 3D en la pieza de trabajo de plástico, preferiblemente hecha de un compuesto de polímero termoplástico reforzado con fibra. La energía ultrasónica se aplica mediante una máquina de soldadura ultrasónica que transfiere las vibraciones ultrasónicas a la pieza de trabajo a través de un sonotrodo. En particular, se pueden aplicar vibraciones perpendicular o paralelamente al plano de contacto o puede producirse un movimiento de torsión. La presión puede ser aplicada externamente por la máquina de soldadura ultrasónica y/o el yunque. Esta combinación creará inicialmente una fricción en la interfaz entre los elementos de anclaje de metal y el material polimérico, lo que dará como resultado el ablandamiento de la pieza de trabajo polímera. Seguidamente, esto permite que los elementos de anclaje se inserten en la pieza de trabajo polímera en contacto. La matriz de polímero consolidada en la interfaz se adherirá a la pieza de trabajo de superficie estructurada, aumentando el enclavamiento mecánico.

65 En este aspecto, debe tenerse en cuenta que la expresión "pieza de trabajo de superficie estructurada", tal como se usa en la presente memoria, abarca piezas de trabajo hechas de un metal solamente, de una aleación de metales o de una mezcla de un metal o aleación de metal con otro material tal como fibras, filamentos u otras partículas.

Además, la pieza de trabajo de superficie estructurada también puede estar formada de cerámica o polímeros reforzados con fibra.

5 Además, se prefiere que, en el método de la presente invención, se supriman la presión y las vibraciones ultrasónicas y se retire el sonotrodo una vez formada la conexión.

10 En una realización preferida adicional, las características de superficie en 3D están formadas como elementos en forma de clavija que comprenden elementos de anclaje en sus extremos distales. En primer lugar, dicha geometría en forma de clavija es bastante simple, de modo que la producción de una estructura de sección de superficie de esta manera no complica todos los procedimientos de producción de las piezas de trabajo en una medida intolerable. Si los elementos en forma de clavija comprenden elementos de anclaje en sus extremos distales, es decir que hay al menos un aumento en las dimensiones de la clavija hacia sus extremos distales transversalmente respecto de la dirección longitudinal de la clavija, la estabilidad de la conexión entre los elementos en forma de clavija insertados en la pieza de trabajo de plástico y la pieza de trabajo de plástico aumenta aún más. Estos  
15 elementos de anclaje están diseñados preferiblemente como cabezas cónicas o esféricas o convexas o en forma de flecha o de gancho. La estabilidad aumenta debido al hecho de que el polímero ablandado encierra los elementos de anclaje antes de la solidificación.

20 Se prefiere, además, que los elementos en forma de clavija tengan una longitud de 1 a 5 mm en la dirección perpendicular a la sección de superficie de contacto y/o que la sección de superficie de contacto estructurada comprenda de 3 a 10 elementos en forma de clavija por cm<sup>2</sup>. Tal configuración ha demostrado ser suficiente para proporcionar la estabilidad requerida de la conexión.

25 Preferiblemente, el método de la presente invención se usa con piezas de trabajo de superficie estructurada que están formadas de aluminio o una aleación de aluminio o formadas de magnesio o una aleación de magnesio. Estos materiales tienen un alto impacto en estructuras híbridas ligeras. Además, este método también se adapta particularmente a piezas de trabajo de superficie estructurada formadas con titanio o una aleación de titanio. Este material se usa a menudo en la tecnología de la aviación debido a su alta estabilidad mecánica. Por supuesto, esta selección de posibles materiales no pretende excluir una variedad de otros materiales posibles con los que se puede  
30 usar este método de unión.

Además, se prefiere que la pieza de trabajo de superficie estructurada se produzca por medio de un método de moldeo por inyección de metal, que comprende las siguientes etapas:

- 35 - formar una mezcla mezclando un polvo metálico y/o polvo de aleación de metales con un aglutinante,  
- dar forma a la mezcla mediante moldeo por inyección para dar a la pieza de trabajo resultante al menos una sección (3) de superficie estructurada, teniendo la sección (3) de superficie estructurada elementos (5) en forma de clavija , y  
40 - sinterizar la pieza de trabajo estructurada, para obtener la pieza de trabajo (1) de superficie estructurada conformada que tiene una sección (3) de superficie estructurada.

45 El método de la presente invención ha demostrado ser particularmente adecuado para conectar piezas de trabajo de superficie estructurada producidas de esta manera con piezas de trabajo de plástico, ya que la etapa de moldeo por inyección en cuestión permite una manera simple de formar los elementos en forma de clavija durante la producción de las piezas de trabajo. Simplemente se requiere usar un molde que esté formado con cavidades correspondientes a los elementos en forma de clavija y no requiera una etapa de conformación adicional. Se describen más detalles de esta tecnología en el documento EP 2.468.436 B1.

50 La producción de la pieza de trabajo de superficie estructurada puede comprender, además, las etapas de:

- someter la pieza de trabajo estructurada a la eliminación del aglutinante químico y  
- someter la pieza de trabajo estructurada que ha sido sometida a la eliminación del aglutinante químico, a la eliminación del aglutinante térmico antes de sinterizar la pieza de trabajo.

55 A continuación, se describe el método de la presente invención a modo de ejemplo con respecto a los dibujos que acompañan, en los que:

- 60 La Figura 1 muestra un esquema de un dispositivo para llevar a cabo una realización del método de la presente invención;  
la Figura 2 muestra las etapas de una realización del método de la presente invención;  
la Figura 3 muestra un esquema de una junta producida;  
la Figura 4 muestra una vista en sección de las juntas realizadas por diferentes ejemplos de elementos en forma de clavija;  
la Figura 5 muestra un esquema de una junta producida con un conjunto de piezas de trabajo de plástico;  
65 la Figura 6 muestra un primer ejemplo de la aplicación del método de la presente invención;  
la Figura 7 muestra un segundo ejemplo de la aplicación del método de la presente invención;

la Figura 8 muestra un tercer ejemplo de la aplicación del método de la presente invención;  
 la Figura 9 muestra un cuarto ejemplo de la aplicación del método de la presente invención;  
 la Figura 10 muestra un quinto ejemplo de la aplicación del método de la presente invención y  
 la Figura 11 muestra un sexto ejemplo de la aplicación del método de la presente invención.

Como se ilustra en la Figura 1, se muestra el dispositivo para llevar a cabo una realización de la presente invención con el que pueden ser conectadas entre sí una pieza de trabajo 1 de superficie estructurada que comprende una sección 3 de superficie de contacto estructurada, con elementos 5 en forma de clavija que se dirigen hacia fuera de la sección 3 de superficie de contacto estructurada, y una pieza de trabajo 7 de plástico.

En la realización preferida del método descrito en la presente memoria, la pieza de trabajo 1 de superficie estructurada se produce por medio de un método de moldeo por inyección de metal, que comprende las siguientes etapas:

- formar una mezcla mezclando un polvo metálico y/o polvo de aleación de metales con un aglutinante,
- dar forma a la mezcla mediante moldeo por inyección para dar a la pieza de trabajo resultante al menos una sección 3 de superficie estructurada, teniendo la sección 3 de superficie estructurada elementos 5 en forma de clavija, y
- sinterizar la pieza de trabajo estructurada para formar la pieza de trabajo 1 de superficie estructurada que tiene una sección 3 de superficie estructurada.

En particular, este método de producción puede comprender, además, las etapas de someter la pieza de trabajo estructurada a la eliminación del aglutinante químico y someter la pieza de trabajo estructurada que ha sido sometida a la eliminación del aglutinante químico, a la eliminación del aglutinante térmico antes de sinterizar la pieza de trabajo.

Sin embargo, también es concebible que, en esta realización preferida, la pieza de trabajo 1 de superficie estructurada esté formada por aluminio o una aleación de aluminio, magnesio o una aleación de magnesio o titanio o una aleación de titanio.

Además, la pieza de trabajo 7 de plástico está formada por un material plástico reforzado con fibra.

El dispositivo comprende un sonotrodo 9 que tiene un extremo 10 del sonotrodo y un yunque 11, y las piezas de trabajo 1, 7 son dispuestas entre el sonotrodo 9 y el yunque 11 de tal manera que los extremos distales de los elementos 5 en forma de clavija de la sección 3 de superficie de contacto estructurada de la pieza de trabajo 1 de superficie estructurada están orientados hacia una superficie de contacto 13 de la pieza de trabajo 7 de plástico.

Generalmente, el sonotrodo 9 es parte de un sistema de soldadura ultrasónica con los componentes principales (no mostrados en la Figura 1) de un generador ultrasónico, que genera corriente alterna de alta frecuencia en un régimen de kilohercios, un convertidor que transforma esta corriente en oscilaciones mecánicas, generalmente debido al efecto piezoeléctrico invertido, un reforzador que típicamente aumenta la amplitud de oscilación a un intervalo de entre 5  $\mu\text{m}$  y 50  $\mu\text{m}$ , y el sonotrodo 9 que transfiere la oscilación mecánica ultrasónica a la zona de unión, es decir, por contacto directo con la pieza de trabajo 1 de superficie estructurada.

La realización del método de la presente invención para unir las piezas de trabajo 1, 7 se puede dividir en cinco fases ilustradas como en la Figura 2.

Inicialmente, se fijan las piezas de trabajo 1, 7 entre el yunque 11 y el extremo 10 del sonotrodo con las estructuras 5 en forma de clavija de la pieza de trabajo 1 de superficie estructurada sobre la parte superior de la pieza de trabajo 7 de plástico, tocando los elementos 5 en forma de clavija la superficie de contacto 13 de la pieza de trabajo 7 de plástico (véase la Parte a) de la Figura 2). El extremo del sonotrodo 9 se apoya sobre una superficie superior 15 de la pieza de trabajo 1 de superficie estructurada, opuesta a la sección 3 de superficie de contacto estructurada de la pieza de trabajo 1 de superficie estructurada y se aplica una presión estática 17 perpendicularmente a las superficies de contacto 3, 13 de las piezas de trabajo 1, 7, típicamente en forma neumática. Esta presión 17 se aplica sobre el sonotrodo 9 y/o el yunque 11, de modo que presione las piezas de trabajo 1, 7 superpuestas una contra la otra durante el procedimiento de unión (véase la Parte a) de la Figura 2).

En la segunda fase de la realización preferida del método de la presente invención, el sonotrodo 9 comienza a vibrar con frecuencia ultrasónica 19 con una amplitud típica de entre 5  $\mu\text{m}$  y 50  $\mu\text{m}$  en un movimiento hacia adelante y hacia atrás paralelo a las superficies de contacto 3, 13 de las piezas de trabajo 1, 7 a unir, como se muestra en la Parte b) de la Figura 2. Sin embargo, el método no se limita a un movimiento vibratorio paralelo a las superficies de contacto 3, 13. El método también es aplicable con oscilaciones ultrasónicas dirigidas perpendicularmente a las superficies de contacto 3, 13 o con un movimiento torsional del sonotrodo 9.

Sin embargo, se prefieren las oscilaciones paralelas debido al hecho de que, dado que se usan polímeros reforzados con fibra para la pieza de trabajo 7 de plástico, la mayoría de las fibras que soportan la carga

- permanecerán intactas y no se dañarán. Lo más probable es que solo se desplacen para permitir que las clavijas penetren. Puestos en movimiento por la vibración ultrasónica 19, los elementos 5 en forma de clavija interactúan con la superficie de contacto 13 de la pieza de trabajo 7 de plástico produciendo calor por fricción. La presión 17 y la vibración ultrasónica 19 se mantienen durante un período de tiempo predeterminado, de modo que se induce el
- 5      ablandamiento de la pieza de trabajo 7 de plástico en la proximidad de los elementos 5 en forma de clavija, es decir, el ablandamiento de la matriz polímera de la pieza de trabajo 7 de polímero reforzado con fibra, permitiendo una mayor penetración de los elementos 5 en forma de clavija en la pieza de trabajo 7 de plástico (véase la Parte c) de la Figura 2).
- 10     Ajustando el período de tiempo en que el sonotrodo 9 vibra, la amplitud de las vibraciones y la cantidad de presión 17, se puede controlar el calor por fricción y se puede evitar el daño de la pieza de trabajo 7 de plástico debido a la alta transferencia de energía térmica. Generalmente, el procedimiento de unión basado en ultrasonidos se caracteriza por un bajo desarrollo de calor durante el procedimiento.
- 15     Finalmente, se eliminan la presión 17 y las vibraciones ultrasónicas 19 y se retira el sonotrodo 9 de la pieza de trabajo 1, 7 híbrida, ahora unida, para liberar esta última (véase la Parte d) de la Figura 2). El tiempo de unión se puede acortar típicamente a menos de cinco segundos. Esta reducción significativa de tiempo para el ensamblaje directo también reducirá los costes de ensamblaje en comparación con los procedimientos de ensamblaje del estado de la técnica.
- 20     Finalmente, los elementos 5 en forma de clavija se extienden completamente dentro de la pieza de trabajo 7 de plástico de modo que las superficies de contacto 3, 13 se apoyen directamente entre sí, tal como resulta más evidente en la Figura 3. Por lo tanto, se forma una conexión global en lugar de solo una conexión laminar y se mejora la estabilidad mecánica, en particular con respecto a las cargas perpendiculares a las superficies de contacto
- 25     3, 13.
- Este efecto aumenta aún más si los elementos 5 en forma de clavija están diseñados no solo con una mera forma cilíndrica, sino que comprenden elementos de anclaje 21 en sus extremos distales. La Figura 4 muestra una vista en sección a través de las piezas de trabajo 1, 7 de plástico de superficie estructurada con diferentes tipos de
- 30     elementos de anclaje 21, tales como de forma cónica o esférica o convexa o en forma de flecha. En tal caso, la resistencia de la conexión mejora aún más debido al hecho de que la matriz polímera de la pieza de trabajo 7 de plástico encierra completamente los elementos de anclaje 21 después de ablandarse durante el procedimiento de soldadura ultrasónica, produciendo así un ajuste de forma cuando la pieza de trabajo 7 de plástico se solidifica.
- 35     Como se muestra en la Figura 5, el método de unión descrito también se puede aplicar a una pila de piezas de trabajo 7, 7' de plástico. Si el tamaño de los elementos 5 en forma de clavija se adapta al grosor de una primera pieza de trabajo 7' de plástico (o a una primera pila de piezas de trabajo de plástico) de tal manera que sean más grandes que el grosor de la primera pieza de trabajo 7' de plástico (o pila de piezas de trabajo de plástico) en la región de soldadura, los elementos 5 en forma de clavija pueden penetrar por completo en las primeras piezas de
- 40     trabajo 7' de plástico (o una pila de piezas de trabajo de plástico) y finalmente, sobresalen entrando en una pieza de trabajo 7 de plástico más baja, creando la conexión de ajuste de forma descrita anteriormente.
- La realización del método de acuerdo con la presente invención, mencionada anteriormente, puede usarse para conectar una o más piezas de trabajo 7, 7' de plástico, por medio de una pieza de trabajo 1 de superficie
- 45     estructurada.
- Un primer ejemplo se representa en la Figura 6, comprendiendo una primera pieza de trabajo 7' de plástico que tiene una sección transversal en forma de T y una segunda pieza de trabajo 7 de plástico.
- 50     En un segundo ejemplo, que se muestra en la Figura 7, se emplea una pieza de trabajo 1 de superficie estructurada como elemento de refuerzo para una pieza de trabajo 7 de plástico reforzado con fibra y las piezas de trabajo 1, 7 se conectan mediante la realización del método de la presente invención, descrita anteriormente.
- En las Figuras 8 a 11 se muestran ejemplos, en los que las estructuras primarias formadas por piezas de trabajo 7, 7' de plástico están acopladas por piezas de trabajo 1 de superficie estructurada.
- 55     En conclusión, la realización descrita anteriormente de un método de acuerdo con la presente invención permite producir una conexión entre una pieza de trabajo de superficie estructurada y una o más piezas de trabajo de plástico, que tiene una alta estabilidad, también en la dirección perpendicular a la superficie de contacto, de una manera simple y rápida.
- 60

**REIVINDICACIONES**

- 5 **1.** Método para conectar una pieza de trabajo (1) de superficie estructurada y una pieza de trabajo (7) de plástico, formada por un material plástico reforzado con fibra, usando una herramienta de unión que incluye un sonotrodo (9), comprendiendo dicha pieza de trabajo (1) de superficie estructurada, una sección (3) de superficie de contacto estructurada, comprendiendo dicha sección (3) de superficie de contacto estructurada elementos (5) en forma de clavija que se dirigen hacia fuera de la sección (3) de superficie de contacto estructurada, comprendiendo dicho método las siguientes etapas:
- 10 Colocar la pieza de trabajo (1) de superficie estructurada y la pieza de trabajo (7) de plástico sobre un yunque (11) de modo que la sección (3) de superficie de contacto estructurada mire hacia una superficie de contacto (13) de la pieza de trabajo (7) de plástico, tocando los elementos en forma de clavija la superficie de contacto de la pieza de trabajo de plástico;
- 15 colocar la herramienta de unión sobre la pieza de trabajo (1) de superficie estructurada para que el sonotrodo (9) entre en contacto con una superficie externa (15) de la pieza de trabajo (1) de superficie estructurada, siendo la superficie externa (15) opuesta a la sección (3) de superficie de contacto estructurada, aplicar una presión (17) al sonotrodo (9) y/o al yunque (11) perpendicularmente a la superficie de contacto (3, 13) para mantener las piezas de trabajo (1, 7) fijas entre el yunque (11) y el sonotrodo (9) y aplicar vibraciones ultrasónicas (19) a las piezas de trabajo (1, 7) mediante el sonotrodo (9) durante un período de tiempo predeterminado, de modo que se induce el ablandamiento de la pieza de trabajo (7) de plástico y los elementos en forma de clavija (5) penetran en la pieza de trabajo (7) de plástico.
- 25 **2.** Método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además la etapa de suprimir la presión (17) y las vibraciones ultrasónicas (19) y retirar el sonotrodo (9).
- 3.** Método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los elementos (5) en forma de clavija comprenden elementos de anclaje (21) en sus extremos distales.
- 30 **4.** Método de acuerdo con la reivindicación 3, en el que los elementos de anclaje (21) de los elementos (5) en forma de clavija están diseñados como cabezas cónicas o esféricas o convexas o en forma de flecha o en forma de gancho.
- 5.** Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los elementos (5) en forma de clavija tienen una longitud de 1 a 5 mm en dirección perpendicular a la sección (3) de superficie de contacto.
- 35 **6.** Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la sección (3) de superficie de contacto estructurada comprende de 3 a 10 elementos (5) en forma de clavija por cm<sup>2</sup>.
- 7.** Método de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 6, en el que la pieza de trabajo (1) de superficie estructurada está formada de aluminio o una aleación de aluminio.
- 40 **8.** Método de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 6, en el que la pieza de trabajo (1) de superficie estructurada está formada de magnesio o una aleación de magnesio.
- 45 **9.** Método de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 6, en el que la pieza de trabajo (1) de superficie estructurada está formada de titanio o una aleación de titanio.
- 10.** Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la pieza de trabajo (1) de superficie estructurada es producida por las siguientes etapas:
- 50 - formar una mezcla mezclando un polvo metálico y/o polvo de aleación de metales con un aglutinante,  
 - dar forma a la mezcla mediante moldeo por inyección para dar a la pieza de trabajo resultante al menos una sección (3) de superficie estructurada, teniendo la sección (3) de superficie estructurada elementos (5) en forma de clavija, y
- 55 - sinterizar la pieza de trabajo estructurada, para obtener la pieza de trabajo (1) de superficie estructurada conformada que tiene una sección (3) de superficie estructurada.
- 11.** Método de acuerdo con la reivindicación 10, en el que la producción de la pieza de trabajo (1) de superficie estructurada comprende además las etapas de:
- 60 - someter la pieza de trabajo estructurada a la eliminación del aglutinante químico y  
 - someter la pieza de trabajo estructurada, que ha sido sometida a la eliminación del aglutinante químico, a la eliminación del aglutinante térmico, antes de sinterizar la pieza de trabajo.

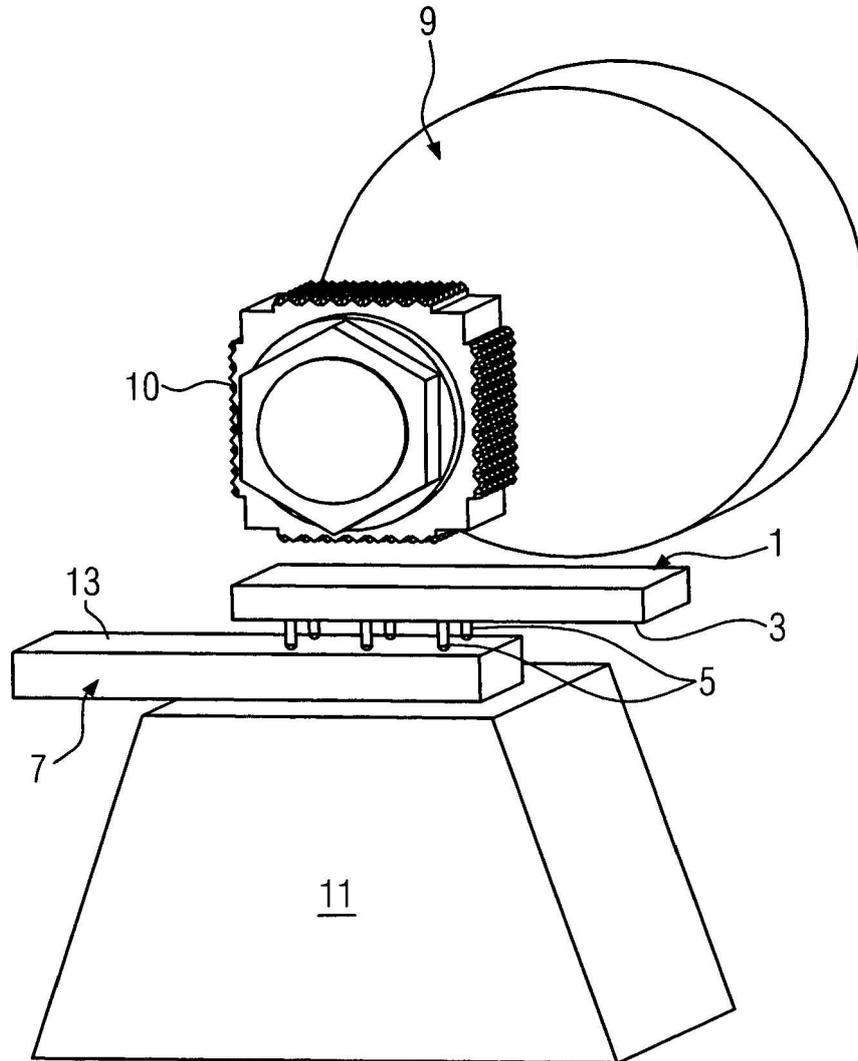


FIG. 1

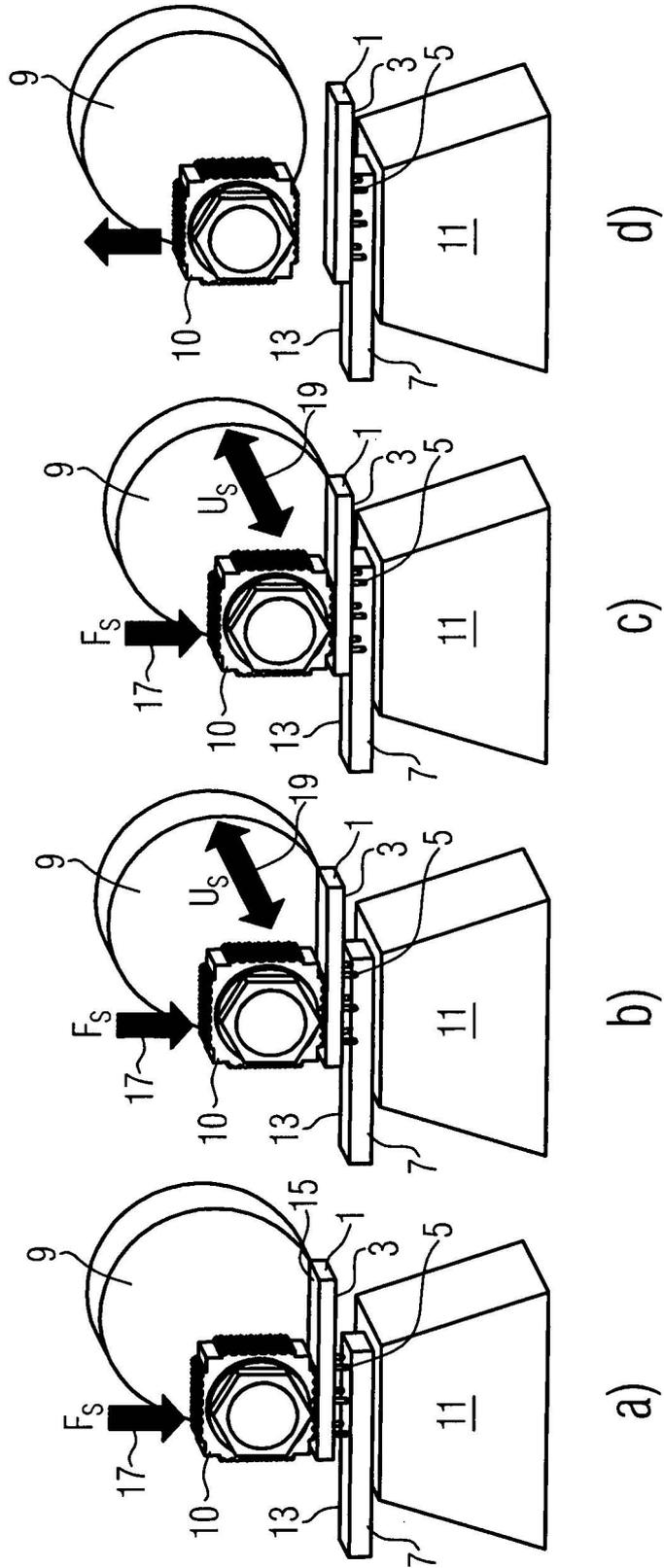


FIG. 2

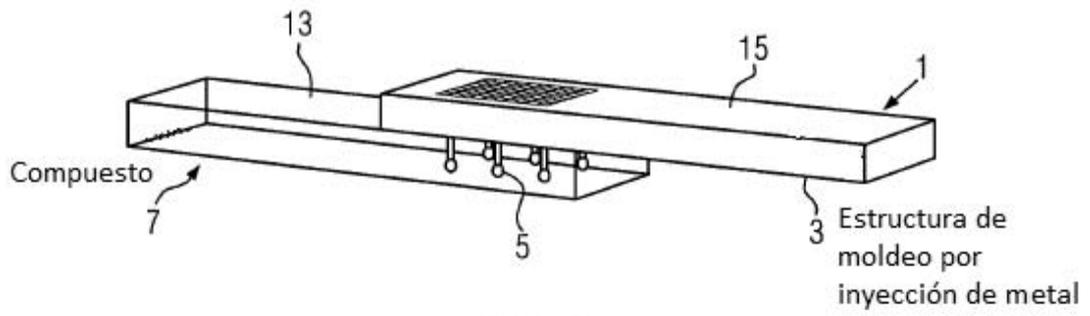


FIG. 3

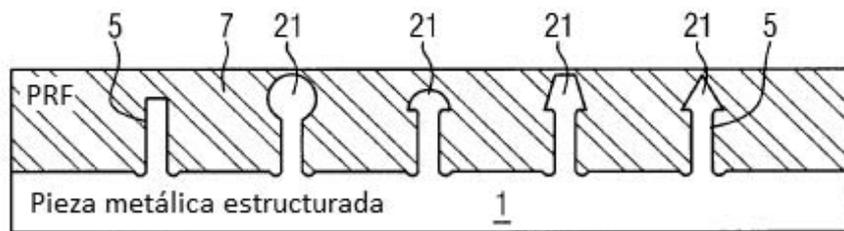


FIG. 4

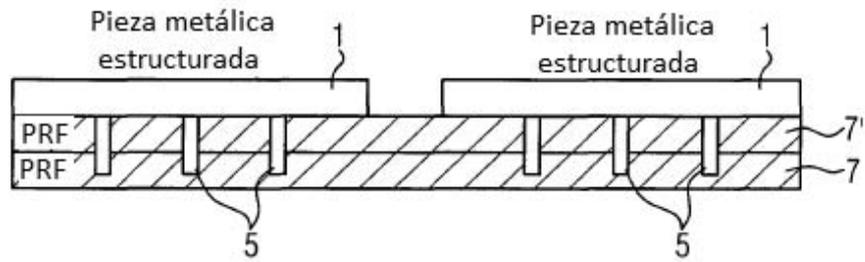


FIG. 5

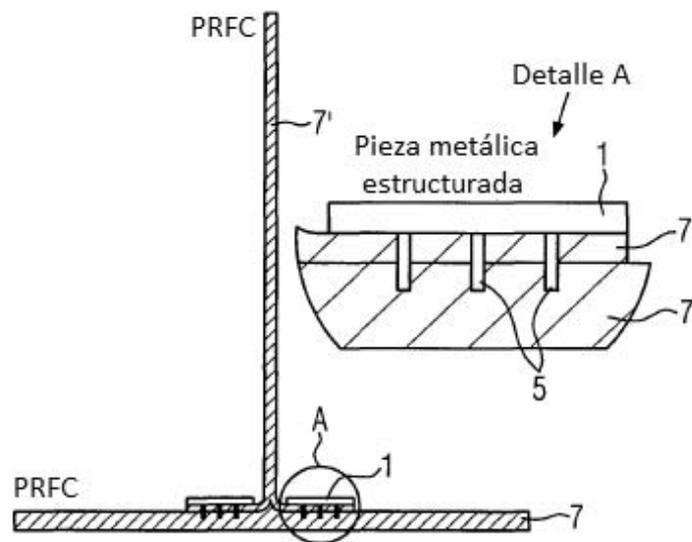
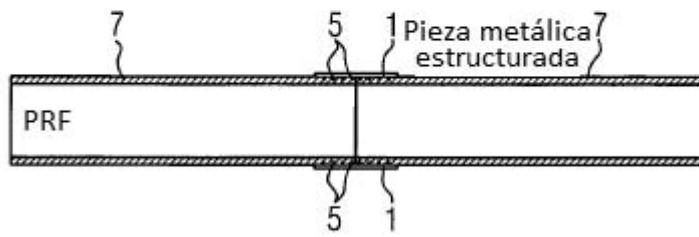
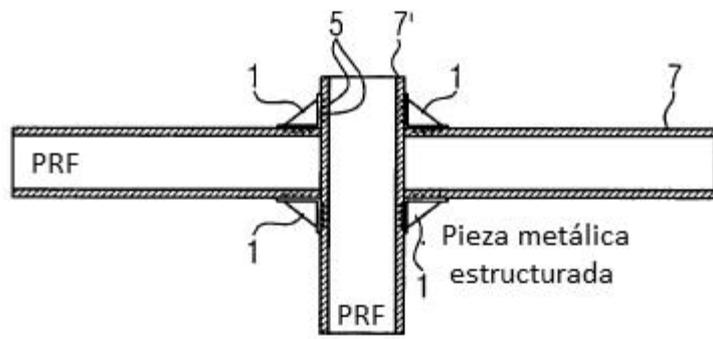
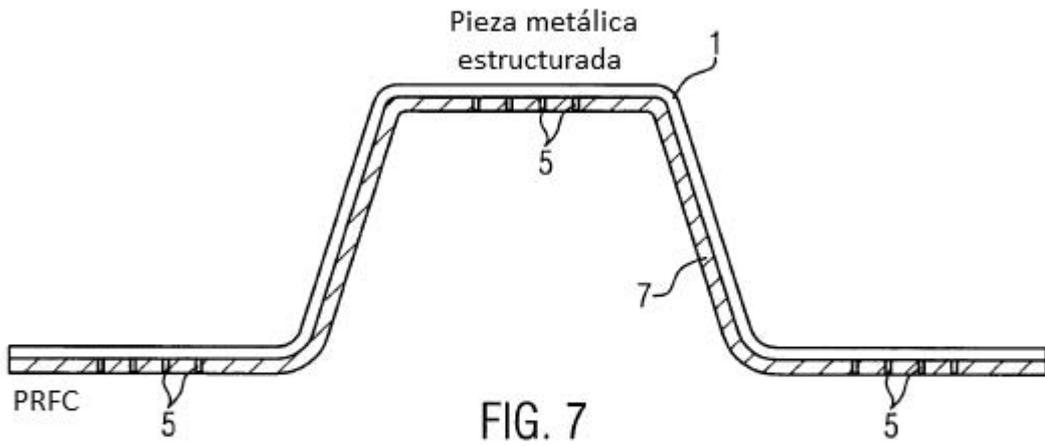


FIG. 6



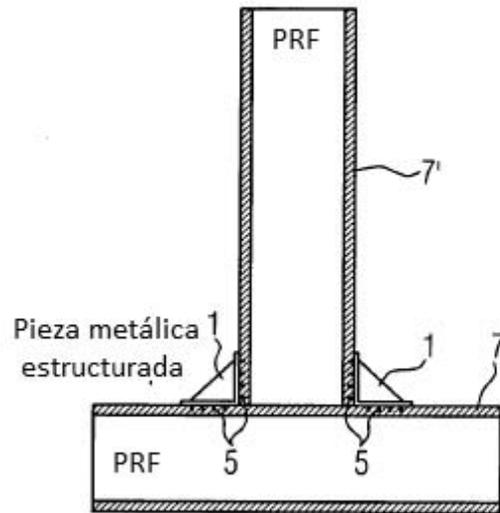


FIG. 10

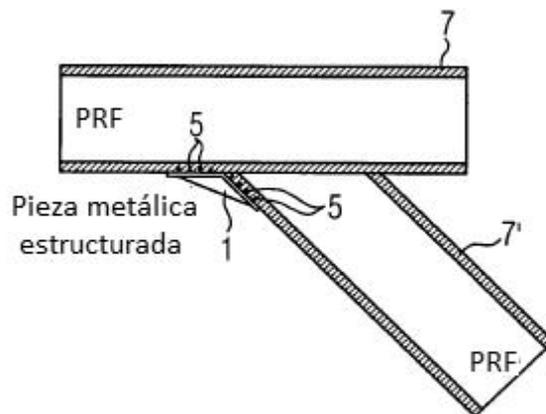


FIG. 11