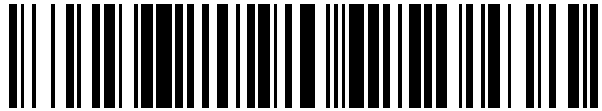


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 624 624**

51 Int. Cl.:

B29C 65/64	(2006.01)
B29C 65/08	(2006.01)
B29C 65/54	(2006.01)
B29C 65/48	(2006.01)
B29L 31/00	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.12.2013 PCT/CH2013/000207**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **12.06.2014 WO14085942**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.12.2013 E 13807889 (4)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.02.2017 EP 2928668**

54 Título: **Unión de objetos juntos**

30 Prioridad:

05.12.2012 US 201261733497 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.07.2017

73 Titular/es:

**WOODWELDING AG (100.0%)
Mühlebach 2
6362 Stansstad, CH**

72 Inventor/es:

**LEHMANN, MARIO y
MAYER, JÖRG**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 624 624 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

Unión de objetos juntos

Campo de la Invención

5 La invención se refiere al campo de la unión de objetos juntos en la construcción, ingeniería, industria de la edificación, tecnología médica, ciencia de los materiales, etc. Especialmente, el método se refiere a unir juntos objetos con base de polímero que comprenden polímeros que no son compatibles y no se pueden alear.

Antecedentes de la Invención

10 A menudo es difícil unir objetos de materiales de polímero si no se cumplen estas tres condiciones "los polímeros de los objetos son termoplásticos", "los polímeros funden a temperaturas similares" y "los polímeros son miscibles". En muchos casos, son necesarios los elementos auxiliares tales como los tornillos, pinzas, soportes, etc. que unan los objetos juntos.

15 El documento EP 0187358 A2 muestra un método para obturar un material de filtro que tiene forma de una lámina plisada que ha sido doblada a una forma cilíndrica. El material de filtro está hecho de una membrana de filtro de resina de fluorocarbono y dos soportes de red de resina de fluorocarbono termoplástico, uno en cada lado de la membrana de filtro, en donde los soportes de red son porosos. La obturación se consigue fijando una tapa de resina de fluorocarbono termoplástica en las partes extremas del material de filtro, lo cual se hace insertando una parte extrema del material de filtro en un molde de resina de fluorocarbono termoplástica, por ejemplo poniendo un peso constante sobre la parte superior del material de filtro, en donde el molde es encajado en la parte extrema del material de filtro.

20 El documento US 4854993 A muestra un aparato y un método de unión de espumas de poliuretano de baja densidad o de calibre delgado a sustratos de polipropileno. El método comprende una licuefacción por calor local del sustrato de polipropileno y estampado de la espuma de poliuretano sobre el sustrato de polipropileno produciendo una fusión de la espuma de poliuretano con las áreas licuefactadas por calor del polipropileno.

25 El documento EP 2520419 A1 muestra un accesorio, en particular un accesorio de mueble, y enseña un método de unión de tal accesorio a una superficie fibrosa de un artículo. El accesorio comprende una pluralidad de púas termoplásticas sobre una superficie de montaje del accesorio. En una primera etapa, la superficie de montaje es vibrada contra la superficie fibrosa, en la que la superficie fibrosa se hace áspera y se forman microporos en la superficie fibrosa. En una segunda etapa, la superficie de montaje y la superficie fibrosa son vibradas y presionadas juntas, de manera que la vibración y la presión producen una fusión al menos parcial de al menos parte de las púas termoplásticas, en donde tal material termoplástico fundido es presionado dentro de dichos microporos. El resultado es una junta entre la superficie de montaje y la superficie fibrosa después de la re-solidificación de la parte fundida.

30 Es un objetivo de la presente invención proporcionar un método de unión de objetos de materiales polímeros juntos, cuyos métodos superan las desventajas de los métodos de la técnica anterior y permiten la unión de objetos juntos para los que la unión fue difícil hasta ahora.

35 Es otro objetivo de la invención proporcionar un método de unión de objetos juntos, el cual sea económico y rápido.

Es todavía otro objetivo de la invención proporcionar un método de unión de objetos juntos, cuyos métodos incorporan una buena obturación entre los objetos.

Sumario de la invención

40 De acuerdo con un aspecto de la invención un segundo objeto se une a un primer objeto. El segundo objeto comprende un material termoplástico, y el primer objeto comprende un primer material de objeto que comprende al menos un polímero de enlace parcialmente cruzado o un prepolímero con propiedades elastoméricas. El método comprende las etapas de:

45 - presionar el segundo objeto contra el primer objeto y suministrar energía al segundo objeto hasta que el material termoplástico sea fundido al menos parcialmente, mientras que, en las proximidades de una interfaz del material termoplástico, es elevada su temperatura de transición de vidrio, y hasta que se hace que el material termoplástico penetre en al menos una de las grietas, poros y deformaciones, del primer material de objeto, y

- dejar que el material termoplástico se re-solidifique.

50 En esto, el primer material de objeto puede ser poroso o no poroso. Si es poroso, puede comprender poros abiertos o poros cerrados. El porcentaje de volumen de poros total con relación al volumen total puede estar comprendido entre 0% y 60%, en ciertos casos especiales incluso mayor. Las realizaciones del método son especialmente adecuadas para primeros materiales de objeto que también por encima de su temperatura de transición de vidrio ofrecen una cierta resistencia a la deformación mecánica, a menudo este es el caso si el volumen total de posibles poros no es mayor de 40% o no es mayor del 30% o del 20%.

El primer material de objeto puede ser tal que ya esté por encima de su temperatura de transición de vidrio a temperatura ambiente, o se puede elegir de manera que eleve su temperatura de transición de vidrio al menos localmente mediante la energía suministrada al segundo objeto y absorbida directamente o indirectamente (a través del calentamiento del segundo objeto) en el primer material de objeto.

- 5 El polímero con enlace cruzado al menos parcialmente del primer objeto puede opcionalmente ser una matriz de un primer material de objeto que además comprenda un relleno.

El enlace cruzado del primer material de objeto puede ser un enlace cruzado químico o un enlace cruzado físico, siendo una condición que el primer objeto mantenga una memoria de forma durante todo el proceso.

- 10 El primer objeto puede estar compuesto por el primer material de objeto o puede estar compuesto además de partes del primer material de objeto, partes adicionales de diferentes materiales conectadas al primer material de objeto. En el ejemplo, tales partes adicionales son soldables a un polímero termoplástico o son capaces de ser interpenetradas por el polímero termoplástico de manera que después de la re-solidificación del polímero termoplástico dan lugar a una conexión de encaje positivo por ejemplo como se enseña en los documentos WO 98/42988 y WO 00/79137.

- 15 Ejemplos de los primeros materiales de objeto comprenden Poli-uretanos (PU), Poli-Butadienos, Elastómeros fluorados, Elastómeros clorados, goma de silicona; en combinación con materiales termoplásticos apropiados del segundo objeto (véase más adelante) y también poliésteres epoxídicos y con enlace cruzado con temperatura de transición de vidrio comprendidas entre por ejemplo 150°C y 250°C.

- 20 El material termoplástico del segundo objeto puede estar formado por un polímero termoplástico o puede comprender, además del polímero termoplástico, fases adicionales, tales como un relleno. Realizaciones específicas de materiales son polietileno, polipropileno, poliamidas, por ejemplo Poliamida 12, Poliamida 11, Poliamida 6, o Poliamida 66, Polioximetileno, policarbonouretano, policarbonatos o carbonatos de poliéster, acrilonitrilo butadieno estireno (ABS), Acriléster-Estiroil-Acrilnitril (ASA), Estireno-crilonitrilo, cloruro de polivinilo, poliestireno, o Polietercetona (PEEK), Polietierimida (PEI), Polisulfona (PSU), sulfuro de Poli(p-fenileno) (PPS), polímero de cristal líquido (LCP), etc. El último grupo que comprende PEEK, PEI, PSU, PPS, y LCP comprende material con un punto de fusión relativamente elevado; tales materiales son particularmente adecuados para unirse a los primeros materiales de objeto con una temperatura de transición de vidrio comparativamente elevada, tales como materiales del sistema de epóxido. Los LCPs son de particular interés ya que su fuerte reducción de viscosidad durante la fusión los habilita para penetrar en fisuras o poros muy finos.

- 30 Una condición preferida para un material que se empareja con un primer material de objeto y un material termoplástico (del segundo objeto) cumple la condición $T_{f1,2} > T_{G,1}$, en donde $T_{f1,2}$ es una temperatura por encima de la cual el material termoplástico puede fluir, y $T_{G,1}$ es la temperatura de transición de vidrio del primer material de objeto. Para termoplásticos cristalinos $T_{f1,2}$ corresponde al punto de fusión T_m , mientras que para termoplásticos amorfos, $T_{f1,2}$ puede ser definida para ser $T_{f1,2} = T_{G,2} + 50^\circ$, mientras que T_G es el punto de transmisión de vidrio del material termoplástico. Alternativamente, en termoplásticos amorfos – o generalmente en termoplásticos, $T_{f1,2}$ puede estar definida por una cierta capacidad de fluir mínima, o de forma más precisa, fluidez mínima como está definida por la temperatura a la que, de acuerdo con el índice de flujo fundido del polímero, el material puede ser procesado por moldeo de inyección o extrusión.

- 40 Generalmente, la temperatura de transición de vidrio (o punto de transición de vidrio) y la temperatura de fusión (o punto de fusión) de los materiales descritos aquí se entenderá como definida de acuerdo con los estándares relevantes, especialmente, las normas ISO, tales como las del grupo ISO 11357 (como están validadas en 2012).

Generalmente, el primer material de objeto y el material termoplástico que interpenetra en el primer material de objeto se eligen de manera que no sean miscibles (es decir, que se no se disuelva el uno en el otro y no se aleen) y no experimente ninguna unión química entre ellos.

- 45 La energía suministrada al segundo objeto puede ser energía de vibración mecánica, en particular vibración ultrasónica. La vibración es suministrada al segundo objeto desde el lado proximal (el lado que se aleja del lado de unión que se lleva a contacto con el primer objeto). Para este fin, el lado proximal del segundo objeto puede comprender una superficie de no acoplamiento, por ejemplo una superficie plana. La vibración es suministrada al segundo objeto a partir de una herramienta (sonotrodo) con, por ejemplo una superficie distal correspondientemente adaptada.

- 50 Como alternativa, la vibración puede ser suministrada indirectamente al segundo objeto, por ejemplo a través de un tercer objeto adicional que opcionalmente, mediante el proceso puede ser conectado al primer y segundo objeto. De acuerdo con una primera posibilidad, tal tercer objeto puede comprender una cavidad con un recorte, en donde el material fundido y después re-solidificado del segundo objeto llene la cavidad. De acuerdo con una tercera posibilidad, tal tercer objeto puede comprender una estructura con poros o en la que los poros se pueden generar mediante un líquido a presión hidrostática, en cuyos poros el material del segundo objeto penetra. De acuerdo con una tercera posibilidad incluso adicional, tal tercer objeto puede comprender material que sea capaz de ser soldado al material del segundo objeto. Incluso como una alternativa más, tal tercer objeto puede tener propiedades similares a las del primer objeto y de este modo tener también propiedades elastoméricas y estar por encima de la

temperatura de transición de vidrio en la temperatura en la que el material termoplástico del segundo objeto funde.

La vibración u oscilación mecánicas adecuadas para los dispositivos y métodos de acuerdo con los aspectos de la invención tiene preferiblemente una frecuencia comprendida entre 2 y 100 kHz (incluso mas preferiblemente entre 10 y 70 kHz, o entre 14 y 35 kHz, mientras que para revestimiento o partes en las que la zona de unión está en el campo próximo también pueden ser ventajosas frecuencias más elevadas comprendidas, por ejemplo, entre 40 – 60 kHz – dependiendo del tamaño de los objetos) y una energía de vibración de 0,5 a 30 W o entre 2 W y 20 W por milímetro cuadrado de superficie activa. La herramienta (por ejemplo en sonotrodo) está, por ejemplo diseñado, de tal manera que su cara de contacto oscila predominantemente en la dirección perpendicular a la cara de contacto (vibración longitudinal) y con una amplitud comprendida entre 5 y 150 μm , preferiblemente entre 20 y 100 μm , por ejemplo entre 35 y 70 μm ; generalmente con frecuencias de trabajo más elevadas, son requeridas menores amplitudes. La oscilación rotacional también es posible.

Una fuente de energía alternativa es la radiación electromagnética. Especialmente, el segundo objeto puede ser transparente a la radiación electromagnética a un cierto intervalo de frecuencia (por ejemplo, visible o cerca de la infrarroja) al menos en parte, y el primer y/o el segundo objetos pueden estar configurados para absorber esta radiación electromagnética en las proximidades de la interfaz entre el primer y el segundo objetos.

Los aspectos de la invención están basados en la adecuada comprensión de que el material con enlace cruzado al menos parcialmente, por encima de su temperatura de transición de vidrio tiene propiedades elastoméricas y, cuando se pone bajo carga mecánica (tal como mediante vibraciones) y/o cuando se perfora se puede producir el desarrollo de fisuras u otra característica superficial que se desvíe de una superficie lisa. Además, tal material puede opcionalmente tener estructuras preexistentes, por ejemplo poros abiertos o poros cerrados que pueden ser abiertos por las características del segundo objeto que penetra en el primer objeto. El material termoplástico que puede fluir puede penetrar en estas fisuras poros u otras estructuras y con ello obturar la interfaz entre el primer y el segundo objetos. Al mismo tiempo, la interpenetración de estas estructuras por el material termoplástico después de la resolidificación del material termoplástico conduce a un interbloqueo del primer y segundo objetos a pequeña escala (microscópica), y/o a una escala macroscópica. Este interbloqueo proporciona una conexión mecánica de encaje positivo entre las fases.

En esto, el material termoplástico que tiene interpenetradas las estructuras bajo presión (directa y/o hidrostática) puede producir una deformación permanente del primer material de objeto. Debido a que este material tiene al menos parcialmente enlace cruzado, todavía tendrá una memoria de forma y de este modo una tendencia a volver a su forma original. La deformación producida por la introducción de una característica/o material del segundo objeto – que se puede ver como deformación elastoplástica - de este modo hace que el primer material de objeto permanezca bajo algo de esfuerzo. Esto puede ser utilizado para producir una estabilización adicional – además del interbloqueo de las fases – y/o obturación por el primer material de objeto que es presionado contra una parte de superficie del segundo objeto.

En un primera opción, el primer material de objeto está por encima de su temperatura de transición de vidrio no solo durante el proceso de unión sino también a una temperatura de utilización. Después, permanecerá elastomérico durante el uso.

En una segunda opción, el primer material de objeto está por debajo de su temperatura de transición de vidrio a una temperatura de uso (por ejemplo temperatura ambiente). Después, la deformación provocada por el proceso de unión será “congelada”.

Las realizaciones de acuerdo con la segunda opción producirán una posibilidad adicional. El primer objeto puede opcionalmente estar provisto en un estado en el que la superficie está bajo esfuerzo, tal como un esfuerzo compresivo residual. Después del calentamiento el primer objeto por encima de la temperatura de transición de vidrio, el esfuerzo será liberado. Esto se puede utilizar para soportar la obturación o la unión. Por ejemplo, el primer material de objeto puede comprender estructuras de unión predefinidas que sin embargo están cubiertas por la estructura congelada bajo esfuerzo. Como un primer ejemplo, el primer objeto puede estar provisto de un orificio cubierto con estructuras de retención. Como segundo ejemplo, el primer objeto puede ser un material de poro cerrado con una superficie formada en frío (trabajada en frío) que en un estado congelado sea ópticamente densa. Después de la inserción local del segundo objeto y el calentamiento local alrededor de este, los poros se abren, y el material termoplástico licuefactado del primer objeto puede penetrar en los poros y con ello (adicionalmente) estabilizar la conexión.

El segundo objeto puede comprender una superficie de unión para interactuar con la correspondiente parte de superficie del primer objeto, con una o más de las características sobresalientes dispuestas para ser hechas avanzar en el primer material de objeto durante el proceso de unión, es decir, que sobresalgan de la superficie hipotética paralela a la parte de superficie del primer objeto. Tales características pueden de acuerdo con una opción ser formadas de manera similar a los directores de energía conocidos de soldadura ultrasónica – con las mismas dimensiones o a una escala mayor.

Las características sobresalientes especialmente pueden tener forma de puntas o nervios. Pueden tener un extremo

o borde con punta perforante capaz de ser conducido localmente través de la superficie (es decir, no solo deforma elásticamente el primer material de objeto sino que rompe el material localmente) antes de que la fuente de energía sea accionada o asistida por el efecto, especialmente de las vibraciones mecánicas.

Tales características sobresalientes pueden tener uno o ambos de los siguientes efectos:

5 - Debido a su estructura, facilita la generación de ruptura local y fisuras o similares que pueden ser penetradas por el material, termoplástico licuefactado;

10 - Debido a su estructura sirven como directores de energía definiendo ubicaciones en las que la energía mecánica es predominantemente absorbida y transferida en calor, tanto en el material termoplástico como en el primer material de objeto. El primero, mediante el movimiento relativo, produce una película de material termoplástico fundido que puede obturar la interfaz entre el primer y el segundo objetos y con ello cerrar las roturas/fisuras.

En lugar de comprender una característica sobresaliente, el segundo objeto puede, como un todo, ser alargado y tener una punta o borde que se puede presionar en el segundo objeto; las consideraciones anteriores acerca de la forma y la función de las características sobresalientes se aplican también a esta forma.

15 Del documento WO 98/42988 y WO 00/79137, se conoce un método de anclaje de un elemento de conexión en un material, poroso, tal como madera, que comprende presionar un elemento con material licuefactable (termoplástico) contra el material poroso hasta que el material termoplástico sea al menos parcialmente licuefactado y presionado en los poros del material poroso, de manera que después de la re-solidificación da lugar a un anclaje. Al contrario de los enfoques descritos en estas publicaciones, el método reivindicado de acuerdo con los aspectos de la presente invención, comprende anclar en un material de enlace cruzado parcialmente - poroso o no poroso - por encima de su temperatura de transición a vidrio. Esto tiene los siguientes efectos:

20 - Si la entrada de energía se realiza mediante vibraciones mecánicas, el primer material de objeto vibra, también, y absorbe energía debido a la fricción interna. Esto generará calor que puede contribuir a la licuefacción del material termoplástico.

25 - El primer material de objeto sufre tanto deformación elástica como deformación irreversible (tal como mediante las fisuras formadas en el material).

o La deformación elástica hará que el primer material de objeto permanezca bajo esfuerzo incluso después del proceso de unión. Esto es al contrario que lo descrito en el documento WO 98/42988 y WO 00/79137, en donde no se produce esfuerzo debido a que ninguno de los materiales implicados es deformado elásticamente y de este modo, el sistema está en equilibrio mecánico después de que haya finalizado la entrada de energía.

30 o Las fisuras u otras distorsiones en el primer material de objeto son capaces de ser llenadas por el material termoplástico, y esto producirá un anclaje después de la resolidificación. Debido a la elasticidad del primer material de objeto durante el proceso (es decir, debido a que está por encima de su temperatura de transición de vidrio), sin embargo las fisuras permanecerán siendo locales, es decir no hay riesgo de que el proceso produzca fisuras que destruyan el primer objeto. Especialmente el primer material de objeto y el material termoplástico pueden ser
35 elegidos de manera que el polímero, debido a la transición de primer orden (fusión), sufre una retracción térmica mucho mayor que el primer material de objeto cuando se enfría a temperatura ambiente, de manera que existe una pequeña tendencia a que las fisuras progresen después del enfriamiento. También, dado que el primer material de objeto a menudo será calentado sólo localmente durante el proceso, las partes del primer material de objeto que están más lejos y tienen frío remanente producirán una compresión del primer material de objeto en las
40 proximidades de las regiones interpenetradas; y esto también evita que las fisuras crezcan.

Puede ser ventajoso (esto se mantiene para todas las realizaciones) si los materiales son elegidos de manera que la expansión térmica durante el proceso es mayor que para el material termoplástico que para el primer material de objeto.

45 - Debido al esfuerzo bajo en cual el primer material de objeto permanente después el proceso, puede haber una presión constante sobre la superficie del segundo objeto. Esto produce un elevado potencial para una unión obturada, incluso aunque los materiales no sean miscibles y formen una interfaz bien definida entre ellos. El efecto de obturación sucede tanto por una obturación de tipo laberinto debido a la interpenetración de las estructuras por el material termoplástico, como por el primer material de objeto que es localmente presionado contra la superficie del segundo objeto.

50 El método puede opcionalmente comprender las siguientes características y/o etapas:

- Durante la etapa de presionar el segundo objeto contra el primer objeto, se puede hacer que al menos una parte del segundo objeto penetre en el primer material de objeto, de manera que el primer objeto sea localmente roto. Esto se puede conseguir, por ejemplo mediante las características sobresalientes descritas anteriormente. Alternativamente, el segundo objeto en su totalidad puede ser alargado o tener forma de nervio, estando una parte
55 distal presionada sobre el primer material de objeto.

- 5 - En las realizaciones que tienen las características descritas anteriormente, una parte de superficie del segundo objeto o de la característica sobresaliente del mismo puede ser diferente de la cilíndrica y puede tener punta y, por ejemplo, ser cóncava. Esto provoca la ventaja de que las partes de primer material de objeto que está divididas por el segundo objeto o la característica sobresaliente del mismo, son, por las fuerzas elásticas dentro del primer material, todavía presionadas contra el segundo objeto.
- 10 - El segundo objeto o al menos una característica sobresaliente del mismo pueden estar provistos de una parte ensanchada y, de manera proximal a la misma, de una parte de cuello, una extensión radial de la cual es al menos en una dirección más pequeña que una correspondiente extensión radial de la parte ensanchada, de manera que después de la introducción en el primer material de objeto – que tiene propiedades elásticas – surge un recorte que produce una conexión de encaje positivo macroscópico adicional.
- 15 - El método puede comprender la etapa de mantener una fuerza de presión después de la etapa de aporte de energía en el segundo objeto (y de este modo mientras se produce la resolidificación del material termoplástico). Esto es una opción para todas las realizaciones de la invención; puede ser especialmente ventajoso en situaciones en las que ningún recorte macroscópico ayuda a la estabilización primaria y/o en situaciones en las que el primer material de objeto se vuelve comparativamente blando y pastoso durante el proceso y ofrece poca resistencia.
- 20 - El segundo objeto puede comprender un cuerpo de un material no licuefactable además del material termoplástico. Los materiales no licuefactables en este contexto son materiales que permanecen dimensionalmente estables bajo las condiciones que surgen durante el proceso. Ejemplos de materiales no licuefactables son metales, plásticos termoendurecibles, cerámicas, y termoplásticos con temperaturas de fusión bastante por encima de la temperatura del material termoplástico.
- 25 ○ El cuerpo del material no licuefactable puede por ejemplo constituir un núcleo o una parte del núcleo del segundo objeto y estar total o localmente revestido por el material termoplástico.
- Alternativamente, el cuerpo puede comprender una canulación abierta al lado proximal, la canulación conectada a aberturas en la superficie de unión, en donde el elemento termoplástico que comprende el material termoplástico es insertado o insertable en la canulación y presionado, bajo el impacto de energía, en la canulación hasta que las partes del material termoplástico son licuefactadas y presionadas fuera de las aberturas en el primer material de objeto mientras que el segundo material de objeto es presionado contra el primer objeto.
- 30 - El segundo objeto puede estar compuesto por varias partes de objeto, por ejemplo partes de objeto que inicialmente se puedan mover una con relación a la otra y que sean soldadas o conectadas mecánicamente entre sí por el material fundido re-solidificado del material termoplástico;
- 35 - El primer material de objeto se puede elegir para tener enlace cruzado solo parcialmente antes del proceso de unión, y en la etapa de suministro de energía en el segundo objeto, el primer material de objeto, debido al calor absorbido directamente y/o desde el segundo objeto, hacer que tenga más enlace cruzado. Esto puede proporcionar estabilidad adicional después del proceso de unión. Por ejemplo, el primer material de objeto puede incluso ser elegido de manera que la temperatura de transición de vidrio durante la etapa de aporte de energía al segundo objeto o ligeramente después se eleve por encima de la temperatura en la que el material termoplástico se vuelve fluido. Después, la estructura que está presente durante el proceso es congelada con una elevada estabilidad mecánica.
- 40 - El primer material de objeto puede ser proporcionado, o bien en un proceso de conformación original o en una etapa de procesamiento de retirada de material más tarde (por ejemplo perforando o punzando) con una indentación que está adaptada para tener la forma del segundo objeto o una protrusión del mismo de manera que cuando el primer y el segundo objetos son llevados juntos con el fin de presionar y suministrar energía en el segundo objeto, el segundo objeto o la protrusión del mismo es al menos parcialmente insertada en la indentación o es colocada sobre una boca de la indentación. En las realizaciones en las que se desea una obturación y/o conexión con las paredes laterales de la indentación, la indentación está dimensionada para tener una sección ligeramente más pequeña que el segundo objeto/protrusión, de manera que el primer material de objeto sea ligeramente deformado elásticamente por el segundo objeto.
- 45

Breve descripción de los dibujos

50 En lo que sigue se describen formas de realizar la invención y las realizaciones con referencia a los dibujos. Los dibujos en su mayoría son esquemáticos, En los dibujos, los mismo números de referencia se refieren a los mismos elementos o a elementos análogos. Los dibujos muestran:

la Fig. 1 una configuración básica;

la Fig. 2 una interfaz entre el primer y el segundo objetos después de la unión;

55 la Fig. 3 la fuerza y la amplitud de vibración en función del tiempo de procesamiento para un ejemplo de un método de acuerdo con la invención;

las Figs. 4-12 realizaciones de las formas del segundo objeto o las formas de las características del segundo objeto, así como las consideraciones de presión y flujo de material;

las Figs. 13a-13c el principio de sujeción de un tercer objeto al primer objeto utilizando el segundo objeto como conector;

5 la Fig. 14 una realización en la que el primer objeto, antes de la unión, está provisto de una indentación adaptada a la forma del segundo objeto;

las Figs. 15-17 unas configuraciones con la energía mecánica siendo suministrada en el segundo objeto indirectamente; y

la Fig. 18 una configuración de una unión combinada con soldadura.

10 Descripción de las realizaciones preferidas

La Figura 1 muestra una configuración básica de las realizaciones de la invención. El primer objeto 1 es de un material que tiene enlace cruzado al menos parcialmente y está en un estado elastomérico o puede ser llevado a un estado elastomérico por calentamiento. El primer objeto es por ejemplo de Poliuretano. En la configuración mostrada, el primer objeto es poroso con una estructura de poro cerrada y con una porosidad comparativamente
15 baja de por ejemplo un volumen de poros de alrededor del 10%.

El segundo objeto 2 es termoplástico. En una superficie (superficie inferior en la orientación de la Fig. 1; la superficie de unión), comprende una pluralidad de puntas de perforación 11 o otras características que se desvían de una superficie generalmente plana. La superficie opuesta a la superficie de unión tiene forma de superficie de acoplamiento conformada para ser adaptada a una superficie de acoplamiento exterior de un sonotrodo 3. Especialmente, en la configuración mostrada, esta superficie de acoplamiento interior es esencialmente plana. Como alternativa puede tener otra forma adaptada al sonotrodo; esto incluye por ejemplo una posible indentación de
20 guiado.

Para el proceso, la superficie del segundo objeto que comprende las puntas de perforación (u otras características) es llevada a contacto con el primer objeto. El sonotrodo 3 presiona el segundo objeto en el primer objeto y suministra energía de vibración al segundo objeto. Debido a la fricción externa/o interna, la energía mecánica es localmente adsorbida. De manera similar a un proceso de soldadura ultrasónica, las puntas 11 de la misma funcionan como directores de energía definiendo la ubicación en la que la intensidad de absorción es particularmente elevada. Mediante el efecto común de su forma y fuerza de presión, potencialmente ayudado por las vibraciones mecánicas, la puntas penetran en el primer material de objeto (aquí, el PU), en donde este material puede estar localmente
30 fisurado. Debido al efecto del calor generado en el segundo objeto, el material termoplástico del segundo objeto empieza a hacerse fluido y a fluir en las fisuras generadas por la deformación del primer material de objeto y – si están presentes – conducido a los poros abiertos del primer objeto.

En primer material de objeto también será calentado tanto localmente como potencialmente por la condición de calor procedente del segundo objeto por la fricción interna debida a los movimientos locales causados por las vibraciones. Este último efecto (absorción de energía mecánica dentro del primer material de objeto) es especialmente significativo si/tan pronto como el primer material de objeto tiene propiedad elastomérica y está por encima de su temperatura de transición. Cuando la temperatura del primer material de objeto se eleva en las proximidades de la interfaz al primer material, el primer material de objeto se hace más elástico allí. Mediante esto, se puede causar esfuerzo adicional (y/o el esfuerzo conservado se puede liberar, como se expone más adelante). También, el primer
40 objeto se vuelve más deformable, de manera que la forma geométrica es ajustable. También se pueden producir efectos de cicatrización de fisuras.

Cuando una parte deseada del material termoplástico es licuefactada y/o cuando la absorción de energía en el segundo objeto se hace, debido a una posible fricción, reducida debido a que el primer material de objeto se ha hecho más elástico – demasiado baja para licuefactar adicionalmente cantidades sustanciales de material termoplástico, el transductor por el que se acciona el sonotrodo, es desconectado. Posteriormente, la fuerza mediante la cual el sonotrodo presiona el segundo objeto contra el primer objeto se mantiene durante algún tiempo hasta que el primer y segundo materiales de objeto son enfriados en cierta medida.
45

Después del enfriamiento, el segundo objeto es anclado en el primer objeto por la interpenetración del material termoplástico del segundo objeto en las estructuras del primer objeto. Tales estructuras del primer objeto pueden ser fisuras que hayan surgido por el proceso de presión del segundo objeto contra el primer objeto mientras el segundo objeto es sometido a movimiento de vibración. Adicionalmente, si está disponible, el material termoplástico también puede rellenar estructuras ya presentes en el objeto antes del proceso, especialmente los poros 5.
50

La Figura 2 muestra una punta después el proceso. La figura ilustra el material termoplástico rellenando las fisuras 7 y el material termoplástico en un poro relleno 5.1. Como se observa en la Figura 2, la interpenetración por el material termoplástico causa estructuras de recorte que crean una conexión de encaje positivo.
55

- Además, puede hacer un efecto de anclaje que surge de las propiedades elastoméricas del primer objeto. El primer material de objeto durante el proceso debido a su calentamiento se hace localmente blando y maleable y se adapta a la estructura de las características introducidas del segundo objeto. Sin embargo, debido al hecho de que tiene enlace cruzado al menos parcialmente, la información en la forma original no se pierde. Después del enfriamiento, el módulo de elasticidad será incrementado de nuevo, y las deformaciones locales introducidas durante el proceso harán que el material esté localmente bajo tensión. Esto puede hacer que el primer y el segundo objetos sean localmente apoyados uno contra el otro – por el segundo material de objeto elastomérico presionando localmente contra la superficie del primer objeto. Mediante medidas geométricas apropiadas – tales como el recorte macroscópico, véase mas adelante – este efecto se puede aumentar.
- Se ha observado que – dependiendo de las propiedades del material y de la forma geométrica – la conexión/unión entre el primer y el segundo objetos es débil o el segundo objeto es incluso repelido inmediatamente después de la desactivación de la entrada de energía. Esto puede ser explicado inicialmente en parte por el hecho de que el material termoplástico licuefactado no esté totalmente endurecido inmediatamente después de la desactivación de la fuente de energía. Además, la maleabilidad mejorada del primer material de objeto elastomérico puede facilitar una tracción del segundo objeto contra la fuerza elástica a ser superada debido al encaje positivo. El re-enfriamiento “congela” la estructura del material elástico incluso aunque todavía puede estar bajo tensión. La fuerza de tracción es, en consecuencia, aumentada. El periodo posterior a la presión también puede ser utilizado para un ajuste fino y/o corrección de la colocación de ambos objetos asegurados.
- Para una versión del proceso, la Figura 3 muestra, en función del tiempo t , la fuerza de presión aplicada F (línea continua) y la amplitud A de las vibraciones (o de manera equivalente, la potencia). En la versión mostrada, se pueden observar las siguientes características:
- A. La fuerza de presión empieza antes del aporte de energía, es decir, el segundo objeto es presionado contra el primer objeto antes de que empiecen las vibraciones. Dada una estructura apropiada de las características del segundo objeto, el primer objeto puede con ello ser perforado antes de que las puntas o bordes del segundo objeto sean ablandados por la energía absorbida.
- Alternativamente a la configuración mostrada, tal fuerza de presión inicial antes del comienzo de la entrada de energía también puede ser elegida para ser más elevada que la fuerza de presión durante las siguientes etapas del proceso.
- B. Ambos, la fuerza de presión y la amplitud son elevadas en alguna etapa para producir una situación en la que el material termoplástico suficiente licuefactado sea sometido a presión hidrostática suficiente para penetrar en las fisuras y otras estructuras del primer material de objeto.
- Al contrario de la configuración ilustrada, por ejemplo sería posible elevar sólo la fuerza de presión sin elevar la amplitud (o viceversa), o elevar la fuerza de presión y la amplitud en diferentes puntas en el tiempo.
- C. La fuerza de presión se mantiene después de que las entradas de energía terminen hasta que la conexión sea suficientemente estable. Esta fase de presión sin vibración se puede reducir o incluso evitar mediante las formas geométricas apropiadas de las características de los segundos objetos, como se describe con más detalle más adelante.
- Las características A., B., y C. son todas opcionales y se pueden implementar independientemente una de la otra y en cualquier combinación o variación. Por ejemplo, es posible implementar solo la característica A. (pero para después dejar la fuerza de presión y/o amplitud constante y/o para parar la presión cuando el transductor sea desactivado), solo la característica C. (las vibraciones son activadas cuando la fuerza de presión empieza, y ambas se mantienen después constantes hasta que las vibraciones son desactivadas), solo la característica B., o arbitrariamente otras combinaciones.
- En otras realizaciones, se pueden elegir diferentes dependencias de presión-fuerza-tiempo y potencia-entrada-tiempo. De manera más general, las curvas de presión-fuerza-tiempo y potencia-entrada-tiempo se pueden variar en un amplio rango, sincronizas entre sí o no.
- La Figura 4 muestra un ejemplo de un segundo objeto 2 compuesto por material termoplástico, en el que el segundo objeto comprende una pluralidad de puntas 11 sobre la superficie de unión, estando aquí las puntas dispuestas en un patrón. Las puntas tienen forma cóncava con un extremo con punta adecuado para perforar el primer objeto.
- En la realización de la Figura 5, el segundo objeto tiene, en lugar de puntas de perforación, nervios 12. Los bordes formados por los nervios pueden opcionalmente ser suficientemente afilados para perforar el material de objeto. En la configuración mostrada, los nervios tienen una superficie cóncava. También son posibles otras formas de nervios distintas a los nervios rectos.
- La Figura 6a muestra todavía el principio de una conexión de tubo o manguito entre una primera parte de tubo de un polímero con enlace cruzado al menos parcialmente (tal como un PU ligeramente espumado) que constituye el primer objeto 1 y una segunda parte de tubo de un termoplástico (tal como PE o PP) formado por el segundo objeto

2. La Figura 6a muestra también el sonotrodo 3. Una configuración como en la Fig. 6a constituye un ejemplo de una configuración en la que el funcionamiento de un modo de campo lejano (la distancia entre la superficie de acoplamiento exterior del sonotrodo y la zona de licuefacción corresponde a aproximadamente media longitud de onda o más) puede ser ventajosa. La conexión que surge después del proceso de unión en la interfaz entre la primera y la segunda partes de tubo, debido al enfoque de acuerdo con la invención, será estanca al fluido.

Las Figuras 6b y 6c muestran variaciones de tal conexión de tubo o manguito, estando sólo mostrada la región correspondiente a la región ilustrada en la elipse de trazos de la Figura 6a.

En la Fig. 6b, el segundo objeto está provisto de un hombro 17 que sirve como tope en el proceso de unión de manera que la posición axial relativa está bien definida.

En la Fig. 6c, el segundo objeto tiene en su extremo distal una característica de manguito 18 que está puesta sobre el extremo proximal (reborde) del primer tubo 1 y que discurre alrededor de todo el reborde. En el proceso de unión, la característica sobresaliente que comprende las puntas 11 o los correspondientes rebordes es presionada en el primer material de objeto y produce una expansión del mismo, de manera que el material elástico es desplazado ligeramente cerca del reborde, como se ilustra por las flechas dobles. Mediante esto, el material es adicionalmente presionado contra la característica de manguito 18, y esto produce un efecto de obturación adicional, especialmente útil en situaciones en las que se espera el interior del tubo conectado esté bajo presión durante su uso.

Una conexión del tipo ilustrado en las Figs. 6a – 6c puede por ejemplo ser utilizada para conectar pequeños vasos y/o dispositivos de transporte de líquido en tecnología médica, o para conectar tales vasos/dispositivos con accesorios Luer o similares.

La Figura 7 ilustra cómo una forma cóncava de regiones de superficie de las puntas 11 u otras características del segundo objeto pueden contribuir a la unión. El primer material de objeto perforado 1 es empujado a un lado por la característica 11, como se indica mediante las flechas dobles. Debido a la elasticidad intrínseca del segundo material de objeto esto produce una fuerza contraria que presiona el primer material de objeto contra el segundo objeto. Como consecuencia, cuando el primer material de objeto tiene fisuras u otras estructuras (por ejemplo, poros) y existe material termoplástico, las fisuras u otras estructuras se rellenarán del material termoplástico, y esto dará lugar a un anclaje fuerte. Además, la presión del primer material de objeto elástico contra la segunda superficie produce una obturación adicional.

La realización de la Figura 8 comprende una pluralidad de puntas 11, y una parte de superficie entera de la característica que penetra en el primer material de objeto consta de extremos o bordes con punta con partes cóncavas entre los mismos. Esto provoca, después de la presión en el primer material de objeto, un perfil de presión continuo, es decir, el primer material de objeto presiona de forma continua contra la superficie.

Dependiendo de las propiedades elásticas y la fragilidad y la tendencia a las fisuras a propagarse en el primer material de objeto (por ejemplo expresado en términos de factor de intensidad de esfuerzo crítico K_{IC}), también son factibles otras formas no cilíndricas, dependiendo de las propiedades de material del primer material de objeto. También indentaciones preformadas adaptadas al proceso pueden estar presentes en el primer material de objeto; después las formas del segundo objeto/protrusiones del segundo objeto se pueden elegir acordemente.

En todas las realizaciones, el segundo objeto además del material termoplástico – que constituye al menos una parte de la superficie en la que el segundo objeto es presionado en el primer objeto – puede opcionalmente comprender un constituyente de un material no licuefactable bajo condiciones que están presentes durante el proceso de unión. La Figura 9 ilustra un ejemplo del mismo. El segundo objeto tiene un cuerpo 21 de un material no licuefactable – por ejemplo un metal o una cerámica o un material termoendurecible curado – una pluralidad de puntas u otras estructuras con un revestimiento de un material termoplástico 22. Durante el proceso de unión – que se realiza como se ha descrito previamente para un segundo objeto que consta de material termoplástico. El revestimiento termoplástico es al menos parcialmente licuefactado y puede ser desplazado. Especialmente, una región de punta (ilustrada mediante el círculo de trazos) el material termoplástico puede ser totalmente empujado a los lados por el movimiento de la característica 11 en el segundo material mientras que el material termoplástico es licuefactado, de manera que el núcleo de la punta constituida por el cuerpo de material está, en la región del extremo exterior de la característica, en contacto directo con el primer material de objeto y puede contribuir a la acción de perforado.

La Figura 10 muestra todavía una forma alterativa de una característica sobresaliente del segundo objeto. El segundo objeto 2 mostrado en la Fig. 10 tiene una región de característica para ser, durante el proceso de unión, introducida en el primer material de objeto y apoyarse embebida por el primer material de objeto, y una región de apoyo proximal 30. La característica 31 tiene forma de lanza aproximadamente con una región de punta 32 una región de ensanchamiento 33 y una región de cuello 34. Debido a que la región de cuello está dispuesta proximalmente a la región de ensanchamiento, se puede obtener un recorte macroscópico el cual proporciona estabilidad adicional.

Los elementos con una región de cuello y una región de ensanchamiento distalmente respecto del mismo se pueden ver como un ejemplo de estructuras geométricas que causan las zonas de expansión y compresión próximas una a

la otra en el primer material de objeto. Las propiedades de memoria de forma intrínsecas de los polímeros con propiedades elastoméricas en los mismos ayudan al proceso de anclaje. Como regla a cumplir, en tales configuraciones, el volumen de material desplazado corresponde al volumen de expansión. También, cuanto mayor es el módulo de Young, menos pronunciada es la capacidad del material para ser desplazado/para expandirse y de este modo cuando más pequeños son los volúmenes de desplazamiento/expansión y más cerca tienen que estar unos de otros – en otras palabras, la elasticidad del primer material de objeto determina el tamaño de la estructura geométrica del segundo objeto – mayor es el módulo de elasticidad, más pequeñas son las estructuras, tales como la estructura con forma de lanza.

La Figura 11 ilustra el principio de anclaje de la realización de la Fig. 10. El material termoplástico en las regiones de trazos tenderá a ser licuefactado y desplazado. Las flechas simples muestran el flujo potencial del material termoplástico con relación al segundo objeto: el material por una parte será desplazado hacia la región proximal debido al movimiento relativo. Por otra parte, tan pronto como las fisuras o poros u otras estructuras estén presentes en el primer material de objeto, la presión local hará que el material termoplástico sea desplazado hacia fuera dentro de dichas estructuras. Las flechas dobles muestran el desplazamiento del primer material de objeto. La región de ensanchamiento 33 desplazará el primer material de objeto – esto es por encima de su punto de transición de vidrio durante el proceso – hacia fuera. Sin embargo, debido a que el primer material de objeto tiene enlace cruzado al menos parcialmente, las partes de material desplazado no pueden fluir aléjanosle sino que inducirán un esfuerzo en las regiones vecinas. Como consecuencia, las partes situadas de forma más proximal (más altas en la configuración de la Fig. 11) serán presionadas radialmente hacia dentro para ser presionadas contra la región de cuello 34. Esto crea un recorte que estabiliza la unión en contra de la tracción de la característica del segundo objeto. Después de que la entrada de energía se detenga, los materiales se enfriarán, y esto congelará parcialmente la estructura del primer material de objeto incluso aunque permanezca bajo tensión. El esfuerzo que permanece en el primer material de objeto en esta realización y en otras realizaciones de este modo hará que el primer objeto y el segundo objeto se apoyen localmente el uno en el otro.

La forma del tipo mostrado en la Figuras 10 y 11 así como la correspondiente enseñanza son aplicables ambas, a un único elemento (“espiga”) así como a la característica básica geométrica del segundo objeto de forma arbitraria, o como característica geométrica de ubicaciones de anclaje (puntas de perforación en las Figuras 1, 4 o nervios como en la Fig. 5).

La Figura 12a muestra todavía una realización alternativa de un segundo objeto 2. Al contrario que en la realización de la Fig. 8, el material termoplástico no está (o no solo está) presente como un revestimiento del cuerpo 21 de un material no licuefactable. En su lugar, el cuerpo 21 comprende un orificio (o canulación) 41 accesible desde el lado proximal (es decir, en la realización de la Fig. 11, desde el lado que se aleja del lado de unión) desde el que el orificio o mas aberturas 42 se abren hacia el lado de unión.

Para el proceso de unión, en las realizaciones de este tipo, el cuerpo 21 es presionado en el primer material de objeto, como se ilustra en la Figura 12b. En el ejemplo ilustrado en la Fig. 12b, esto hace que las fisuras 7 se extiendan en el primer objeto.

Después (o simultáneamente a esto) un elemento 43 – que pertenece al segundo objeto pero que puede estar opcionalmente separado del cuerpo 21 – del material termoplástico es introducido en el orificio desde el lado proximal y es presionado en el orificio 41 mientras la energía mecánica es suministrada al elemento termoplástico 43 y mientras el cuerpo 21 está todavía siendo presionado en el primer material de objeto (Figura 12c). El material termoplástico es licuefactado en contacto con el cuerpo en el extremo distal del orificio 41, y las partes licuefactadas son presionadas fuera de las aberturas 42 en las fisuras 7, los poros u otras estructuras del primer material de objeto circundante. Durante esta etapa de licuefacción, el cuerpo 21 puede ser presionado más en el primer material de objeto para producir una región extendida del primer material de objeto en la que el material termoplástico ha penetrado.

En las realizaciones de este tipo, las características de perforación, tales como la punta de perforación 45 ilustrada – pueden ser de un material no licuefactable, por ejemplo, de metal. Esto puede ser especialmente ventajoso en situaciones en las que el primer objeto es duro y/o firme y difícil de penetrar.

Son posibles combinaciones de este enfoque con otras formas de las características que son presionadas en el primer objeto – por ejemplo características con un recorte como se ha ilustrado en la Fig. 10.

La Figura 13a ilustra un principio de sujeción de tercer objeto adicional al primer objeto mediante el segundo objeto, de manera que el segundo objeto 2 sirve como un tipo de conector. En la realización mostrada, el tercer objeto 8 está representado como una placa con una abertura pasante 51. El segundo objeto comprende una parte de árbol 53 que puede comprender al menos una punta o nervio o similar y puede ser vista como una característica sobresaliente del tipo anteriormente mencionado. El segundo objeto tiene además una parte de cabeza 54. Para sujetar el tercer objeto 8, la parte de árbol es insertada a través de una abertura y llevada a contacto contra la superficie del primer objeto, después de lo cual, se realiza el proceso de unión descrito aquí. La parte de cabeza 54 sirve como un apoyo/tope cuando se apoya contra el tercer objeto y asegura el mismo contra el primer objeto. En esto, debido a la parte de cabeza – da lugar a una conexión de encaje positiva – macroscópica – entre el segundo y

el tercer objeto.

5 El efecto de asegurar mediante una parte de cabeza 54 puede ser complementado o sustituido por una unión directa entre el segundo y el tercer objetos. Para este fin, en la Figura 13b, el segundo objeto – que se supone que no es licuefactable, por ejemplo es metálico - está provisto de una estructura 52 de poros abiertos. En el proceso de presionar el segundo objeto contra el primer y tercer objetos y suministrar energía al segundo objeto, el material termoplástico del segundo objeto (de su parte de cabeza 54 si tiene la forma como en la Fig. 13a) es licuefactado en contacto con el tercer objeto y penetra en la estructura de poro abierto 52. Después de la resolidificación, este produce una (micro) conexión de encaje positivo entre el segundo y el tercer objetos.

10 La Fig. 13c muestra todavía una variante del un tercer objeto en la que el mismo está hecho de un material termoplástico adecuado para ser soldado al material termoplástico del segundo objeto. En la región próxima al reborde (regiones a trazos), después de la absorción de la energía de vibración, el segundo objeto puede ser soldado ultrasónicamente al primer objeto.

Para las realizaciones de las Figuras 13b y 13c, el segundo objeto y/o el tercer objeto pueden adicionalmente estar provistos de estructuras de direccionamiento de energía en su interfaz mutua.

15 En las realizaciones del tipo descrito con referencia a las Figuras 13a – 13c, una parte de cabeza del tipo mostrado en las figuras no es un requisito. En su lugar, existen otras opciones para asegurar un tercer objeto. Por ejemplo, una abertura pasante y una correspondiente parte del segundo objeto pueden ser ambas cónicas, o puede existir un ligero encaje a presión entre ellas. Por ejemplo, sería posible proporcionar una segunda parte de objeto cilíndrica como una sección trasversal de exceso (con relación a la abertura) por los directores de energía, cuya segunda parte de objeto después sea soldada al tercer objeto o conectada a una (micro) conexión de encaje positivo con las estructuras de anclaje del tercer objeto.

También para el proceso, no es un requisito que una cabeza defina un apoyo/tope; también podría ser posible definir un tope u otros medios para un segundo objeto con forma de punta cónica o cilíndrica, tal como medios externos, un tope definido por una parte cónica, etc.

25 Por supuesto, las realizaciones descritas haciendo referencia a las Figs. 13a – 13c no están restringidas a las formas representadas y descritas del segundo y tercer objetos.

30 La Figura 14 muestra todavía una realización en la que el primer objeto esta provisto de una indentación 62. Esta indentación puede ser fabricada en el proceso de fabricación original (por ejemplo fundición) del primer objeto. Alternativamente, se puede añadir en una etapa de procesamiento posterior, por ejemplo mediante perforación y otros procesos de extracción.

35 La forma del segundo objeto 2 o una característica sobresaliente del mismo está adaptada a la forma de la indentación 61. En la realización representada, la sección transversal/diámetro exterior de la segunda característica sobresaliente del objeto es ligeramente mayor que la sección transversal/diámetro de la indentación de manera que el primer material de objeto será presionado contra la superficie circunferencial de la característica sobresaliente. También, una o ambas de la característica sobresaliente y la indentación pueden ser ligeramente cónicas. Además, sería posible proporcionar la característica sobresaliente (no mostrada en la Fig. 14) con al menos un saliente en la periferia para producir un anclaje adicional en la pared circunferencial de la indentación.

40 La Figura 15 muestra una configuración en la que la energía, a saber, la vibración de la configuración representada, es suministrada directamente en el segundo objeto 2, a través de un tercer objeto 71. En la realización mostrada, el tercer objeto es un objeto que tiene propiedades elastoméricas, también. En esto, por ejemplo, el tercer objeto tiene una temperatura de transición de vidrio por encima de la temperatura ambiente, de manera que es inicialmente relativamente rígido y capaz de transmitir las vibraciones mecánicas procedentes del sonotrodo 3 al segundo objeto 2 (en la figura, se ilustra una pluralidad de segundos objetos) cuando el sonotrodo 3 presiona la disposición contra un soporte 74 mientras vibra. Bajo el efecto de la presión y la energía, los segundos objetos serán presionados ambos, en el primer y el tercer objetos mientras que las partes del segundo material de objeto se funden y se desplazan.

El proceso de presionar y suministrar la energía a la disposición puede continuar opcionalmente hasta que el primer el tercer objetos se apoyen el uno contra el otro, de manera que los segundos objetos puedan estar completamente dentro del elemento fabricado, de este modo y sirven como conectores ocultos.

50 El soporte 74 puede ser no vibrante o alternativamente, puede vibrar y ser él mismo un sonotrodo, de manera que el primer objeto sirve como “tercer objeto” en el sentido de la descripción anterior y viceversa.

55 La configuración de la Fig. 15 se puede alterar de diferentes formas. De acuerdo con una primera posibilidad, el tercer objeto puede ser de un material que no presente propiedades elastoméricas bajo las condiciones de fabricación. Por ejemplo, el tercer objeto puede ser de un material (metal, plástico duro, cerámicas, etc.) que transmita las vibraciones mecánicas y no experimente una transición cuando sea calentado a la temperatura de fusión del segundo material termoplástico.

En su lugar puede comprender una abertura con un recorte en el que el material termoplástico del segundo fluya cuando sea fundido durante el proceso, de manera que después de la re-solidificación el segundo objeto está conectado al primer objeto por una conexión de encaje positiva.

5 Como una alternativa más, el tercer material de objeto puede ser del un tipo que tenga una estructura porosa abierta y/o en el que el termoplástico licuefactado pueda penetrar cuando sea sometido a un presión hidrostática, por ejemplo como se ha descrito en el documento WO 98/42988 y WO 00/79137. La Figura 16 muestra un ejemplo de tal configuración en la que el tercer objeto 71 está hecho de un material con base de madera (tal como una madera o un compuesto de madera).

10 El material con base de madera del tercer objeto es interpenetrado por el material termoplástico del segundo objeto cuando este material está en un estado líquido.

El segundo objeto comprende, en la realización ilustrada, una parte extrema proximal con forma de punta 37 que puede servir como un tipo de director de energía.

La Figura 17 representa una configuración en la que el tercer objeto 71 tiene partes de material termoplástico 71, que, durante el proceso, se sueldan al material termoplástico del segundo objeto 2.

15 La Figura 18 muestra un primer objeto 1 de una composición en capas. Un primer objeto 91 comprende el polímero o prepolímero con enlace cruzado, al menos parcialmente, con propiedades elastoméricas. Una segunda capa 92 es de un material termoplástico. Cuando el segundo objeto 2, ilustrado aquí con una forma similar a la Fig. 10, pero la enseñanza aplica a otras formas también, es presionado en el primer objeto bajo el efecto de las vibraciones mecánicas, dos efectos contribuyen a la unión:

20 - En primer lugar, el segundo objeto es anclado en la primera capa 91 de primer objeto de la manera descrita anteriormente por el segundo material de objeto que interpenetra las fisuras, poros y/o deformaciones del primer material de objeto y posiblemente mediante el desplazamiento del primer material de objeto como se ha descrito con referencia a la Fig. 11.

- En segundo lugar, el segundo objeto es anclado en el primer objeto siendo soldado a la segunda capa 92.

25 Además de contribuir a la unión, la soldadura entre el primer material de objeto y el segundo material de objeto proporciona un efecto de obturación, que puede ser ventajoso en configuraciones, especialmente si la primera capa 91 es de un material con poros abiertos o si de otro modo la obturación entre el primer material de capa y el segundo material de objeto no fuera suficiente para los fines de la aplicación.

30 De manera similar, sería posible proporcionar tal segunda capa, en lugar de un polímero termoplástico soldable, con un material y/o estructuras capaces de ser interpenetradas por el material termoplástico en un proceso como se ha descrito en los documentos WO 98/42988 y WO 00/79137. Además de, o como alternativa, sería posible proporcionar un segundo material con una cavidad (macroscópica) que comprenda un recorte que puede ser relleno por el material termoplástico.

35 En la realización descrita con referencia a la Fig. 10, la secuencia de las dos capas 91, 92 puede ser invertida. Además de, o como alternativa, pueden estar presentes capas adicionales. También, sería posible proporcionar las diferentes partes de material no en capas sino en otras configuraciones geométricas.

40 En la realización de las Figuras 15 – 18, los segundos objetos tienen partes con forma de lanza, y en el primer (y tercer, si aplica) objetos, pueden ocurrir los efectos similares a los ilustrados haciendo referencia a la Fig. 11. Sin embargo, también sería posible utilizar segundos objetos con otras formas, por ejemplo como se ilustra con referencia a las Figuras 1 – 9. Además, en todas estas realizaciones se podría utilizar un número diferente de segundos objetos, es decir, uno, dos, tres o más segundos objetos.

Ejemplo

45 Fueron utilizados un primer objeto formado por una espuma de PU con poros cerrados que tenían un volumen de poros total de aproximadamente el 10% y un segundo objeto de PP con una superficie de unión dentada. El segundo objeto tenía una forma general rectangular con un tamaño de 10x20x4 mm con una de las superficies grandes definiendo la superficie de unión. La superficie de unión del PP comprendía una pluralidad de nervios paralelos que tenían una altura de aproximadamente 1,5 mm y una distancia de aproximadamente 2,5 mm. La parte de PP fue presionada contra la superficie del primer objeto mediante un sonotrodo plano conectado a una máquina de Ultrasonidos Tessonic USP 3000 que funcionaba a 20 kHz, con una potencia máxima de 3 kW. La fuerza de presión elegida fue entre 300 y 450 N, y la amplitud entre 50 y 60 μm . Con estos parámetros, la disposición se operada en el modo de campo próximo. La presión y las vibraciones fueron aplicadas hasta que la espuma de PU localmente estaba en un estado elástico. Después, la máquina fue desconectada y la fuerza de presión se mantuvo durante aproximadamente 20 s adicionales. Se produjo una conexión fuerte que resistía las fuerzas de tracción de alrededor de 1,5 N/mm^2 que unían las superficie. Cuando los objetos fueron desmantelados uno del otro, se podría mostrar que el PP había sido licuefactado en la superficie exterior y había envuelto las estructuras de espuma de

55

PU. No fue posible retirar el objeto de PP sin romper partes de la espuma de PU.

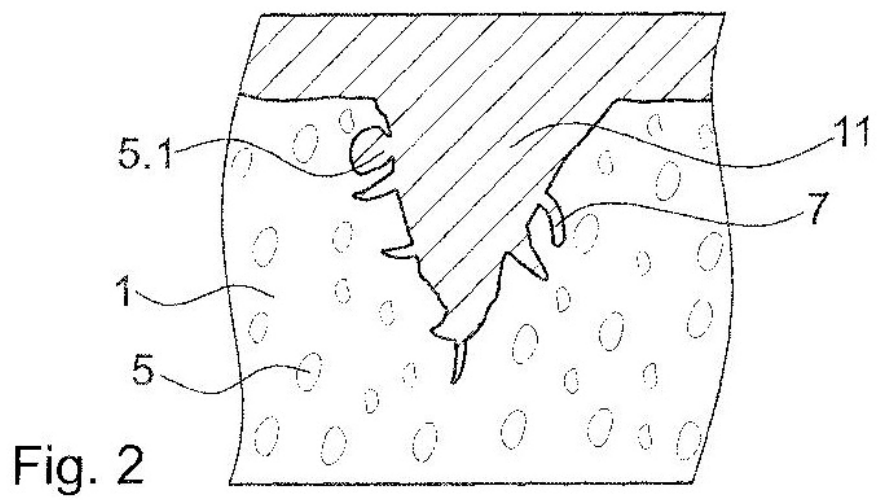
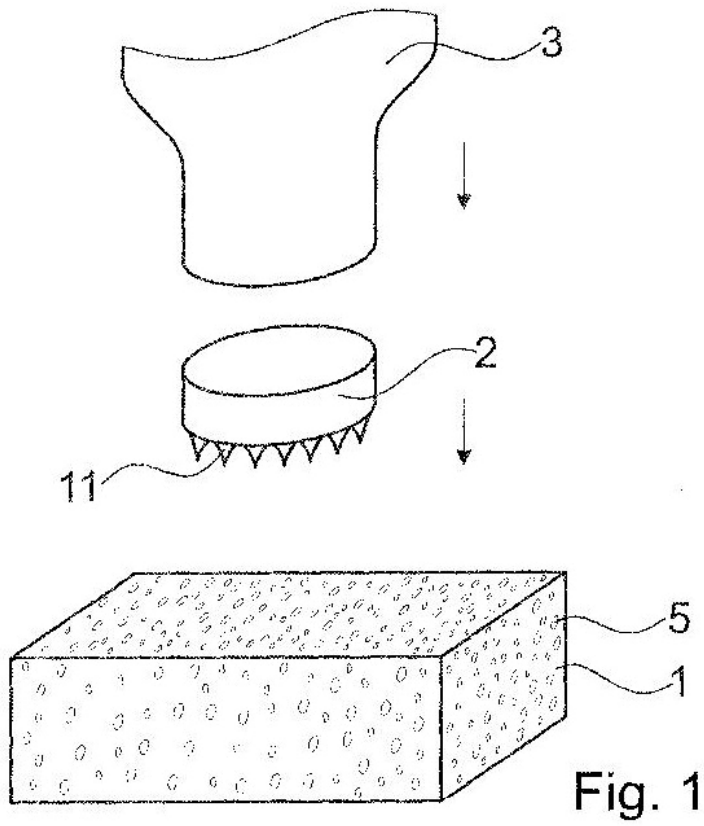
Las imágenes de microscopio de barrido electrónico confirmaron que en la interfaz del objeto de PP, se habían creado pequeñas fisuras en el material de PU, cuyas fisuras fueron rellenas de material de PP. El PP también relleno algunos de los poros.

- 5 En experimentos adicionales con segundos objetos formados comparablemente a las Figs. 6a y 6b, se encontró que la conexión era estanca al fluido y resistía tanto la presión de agua como de aire hasta una presión máxima que dependía de la forma inicial del segundo objeto.

REIVINDICACIONES

1. Un método para unir un segundo objeto (2) a un primer objeto (1), comprendiendo el método las etapas de:
- proporcionar el primer objeto (1) comprendiendo un primer material de objeto que comprende un polímero o prepolímero con enlace cruzado al menos parcialmente;
- 5 - proporcionar el segundo objeto (2) que comprende un material termoplástico;
- presionar el segundo objeto (2) contra el primer objeto (1) y suministrar energía al segundo objeto (2) hasta que el material termoplástico sea, al menos parcialmente licuefactado, y hasta que se consiga que el material termoplástico penetre en al menos uno de, las fisuras (7), poros (5) y deformaciones del primer material de objeto; y
 - dejar que el material termoplástico re-solidifique,
- 10 caracterizado por que durante las etapas de presionar y suministrar energía al segundo objeto (2) el primer material de objeto está por encima de su temperatura de transición de vidrio al menos en las proximidades de dichas fisuras (7), poros (5) o deformaciones en las que el material termoplástico penetra.
2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el primer material de objeto es poroso y/o comprende un relleno no polimérico.
- 15 3. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el primer objeto (1) está formado por el primer material de objeto o en el que el primer objeto (1) comprende partes del primer material de objeto y comprende además partes de un material adicional, en el que las partes del material adicional son soldables al polímero termoplástico o son capaces de ser interpenetradas por el polímero termoplástico de manera que después de la re-solidificación del polímero termoplástico dan lugar a una conexión de encaje positivo.
- 20 4. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la temperatura de transición de vidrio $T_{G,1}$ y una temperatura $T_{f1,2}$ por encima de la cual del material termoplástico puede fluir, mantienen la relación $T_{f1,2} > T_{G,1}$.
- 25 5. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el primer material de objeto y el material termoplástico son elegidos de manera que en primer lugar el primer material de objeto no es fundible y el primer material de objeto es fundible pero no miscible con el material termoplástico y de manera que en segundo lugar no experimentan ninguna unión química cuando se ponen en contacto entre sí a temperatura ambiente o a una temperatura $T_{f1,2}$ por encima de la cual el material termoplástico puede fluir.
- 30 6. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la energía suministrada al segundo objeto (2) es una energía de vibración mecánica, en donde el segundo objeto (2) es preferiblemente comprimido entre un sonotrodo (3) y el primer objeto (1) en las etapas de presionar y suministrar energía en el segundo objeto (2), y/o en el que el primer material de objeto preferiblemente absorbe la energía debido a la fricción interna durante la etapa de aporte de energía al segundo objeto (2).
- 35 7. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el primer material de objeto es elegido de manera que después de las etapas de presionar y suministrar energía al segundo objeto (2), el primer material de objeto permanece bajo una tensión interna.
- 40 8. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el segundo objeto (2) comprende una superficie de unión que es, antes de la etapas de presión y suministro de energía al segundo objeto (2), llevada a contacto con una correspondiente parte de superficie del primer objeto (1), y en el que la superficie de unión comprende al menos una característica sobresaliente que preferiblemente comprende al menos uno de, una punta (11) o un nervio (12) y que por ejemplo es conducida a través de las correspondientes partes de superficie del primer objeto (1) antes de la etapa de presión.
- 45 9. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que durante el etapa de presión se hace que al menos una parte del segundo objeto (2) penetre en el primer material de objeto, de manera que el primer material de objeto es localmente roto, en el que una parte de superficie del segundo objeto (2) preferiblemente tiene punta y es cóncava y/o en el que el segundo objeto (2) o una característica sobresaliente del mismo preferiblemente comprende una parte ensanchada (33) y, próxima a la característica ensanchada, una parte de cuello (34) con una extensión radial que es más pequeña que una correspondiente extensión radial de la parte ensanchada (33) al menos en una dirección.
- 50 10. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que después de la etapa de suministrar energía al segundo objeto (2), se continúa la etapa de presionar durante un periodo posterior a la presión.
11. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el segundo objeto (2) comprende un cuerpo (21) de un material licuefactable y una parte del material termoplástico, por ejemplo el cuerpo

- 5 (21) constituye un núcleo que está al menos parcialmente revestido del material termoplástico o por ejemplo el cuerpo (21) comprende un orificio (41) abierto al lado proximal y al menos una abertura (42) a la superficie de unión, en donde el segundo objeto (2) comprende además al menos un elemento (43) del material termoplástico, en donde el elemento (43) es insertado en la superficie de unión y la energía durante la etapa de aporte de energía al segundo objeto (2), es suministrada a, al menos el elemento termoplástico (43).
12. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que durante la etapa de suministro de energía al segundo objeto (2), se causa que el primer objeto (1) tenga enlace cruzado al menos parcialmente, localmente y/o en el que el primer material de objeto mantenga una memoria de forma durante la etapa de suministro de energía al segundo objeto (2).
- 10 13. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la etapa de presión se ajusta antes de la etapa de suministro de energía al segundo objeto (2) o en el que la etapa de presión se ajusta de manera simultánea con la etapa de suministro de energía al segundo objeto (2).
- 15 14. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la etapa de presión comprende las subetapas de presionar inicialmente con una primera fuerza de presión y presionar posteriormente con una segunda fuerza de presión más elevada.
- 20 15. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende las etapas adicionales de proporcionar un tercer objeto (8, 71) y de sujetar el tercer objeto (8, 71) al primer objeto (1) mediante el segundo objeto (2), en donde el tercer objeto (8, 71) es preferiblemente sujeto mediante una conexión de encaje positiva.



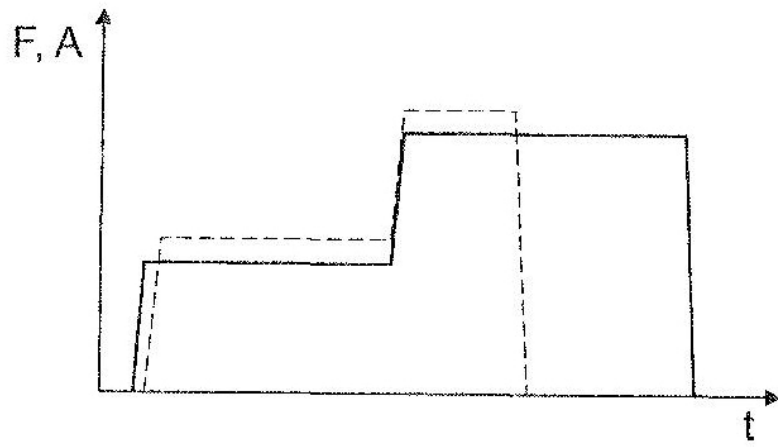


Fig. 3

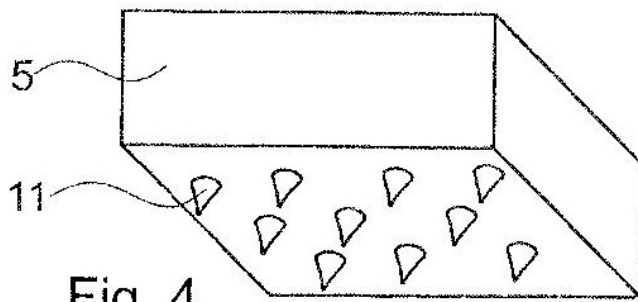


Fig. 4

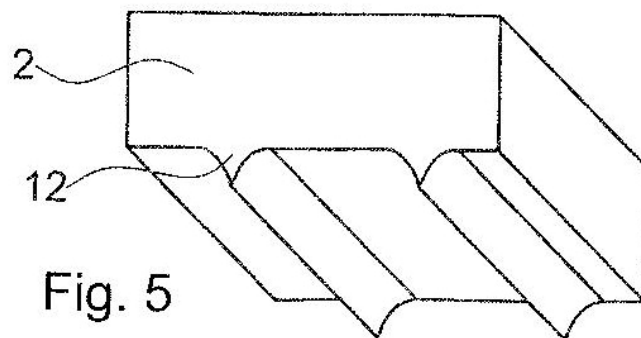
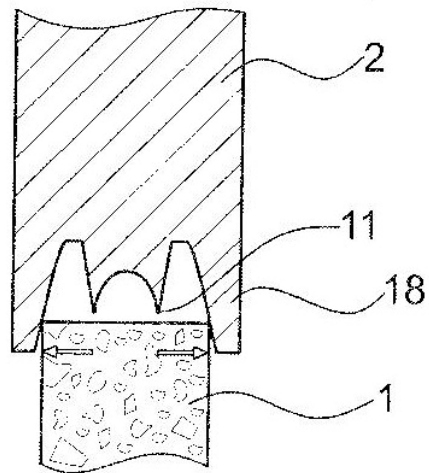
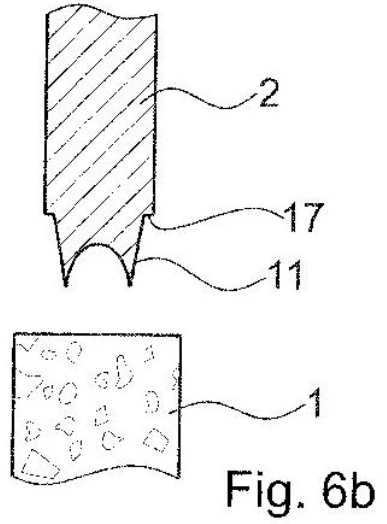
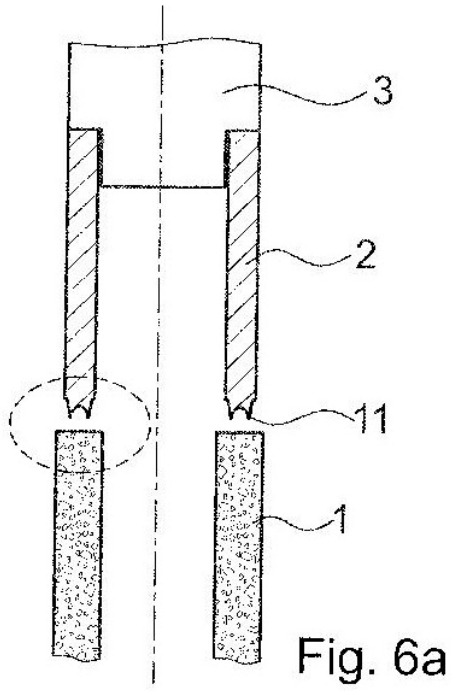


Fig. 5



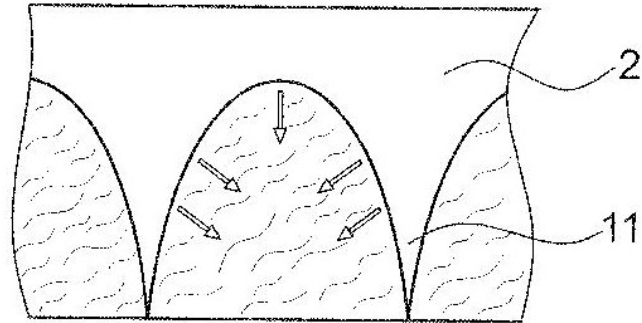


Fig. 7

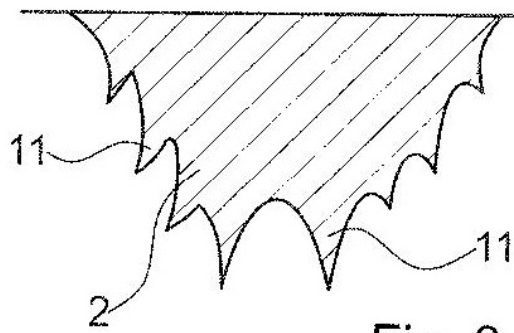


Fig. 8

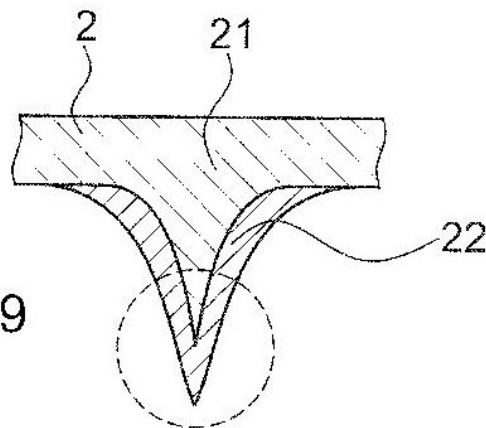


Fig. 9

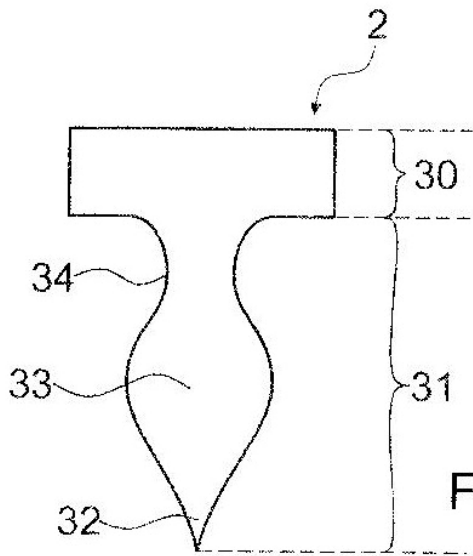


Fig. 10

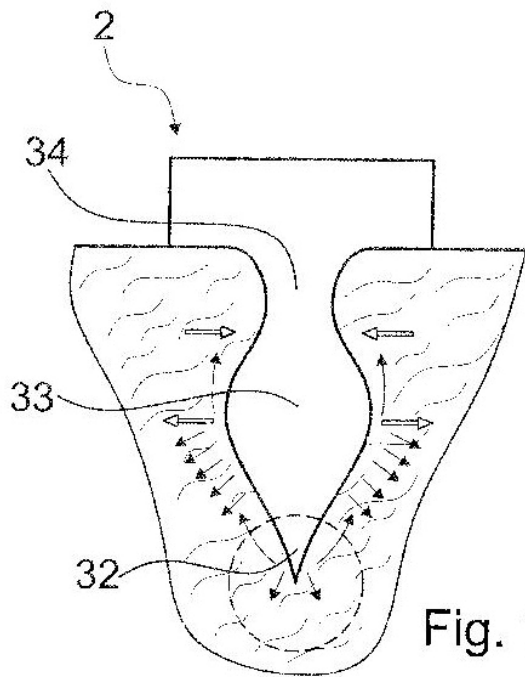


Fig. 11

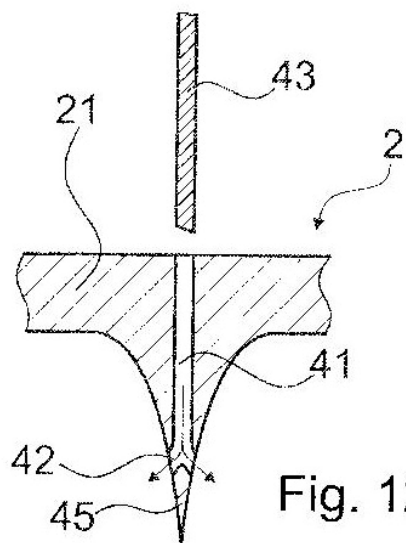
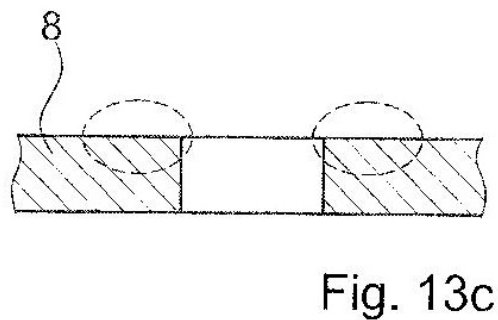
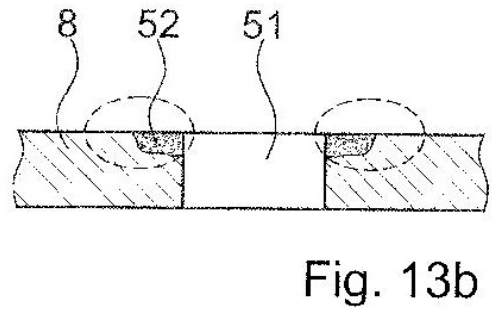
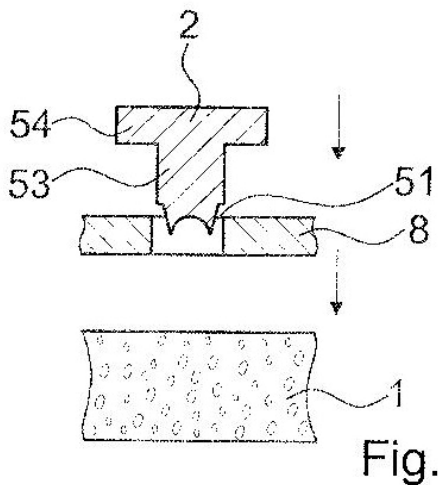
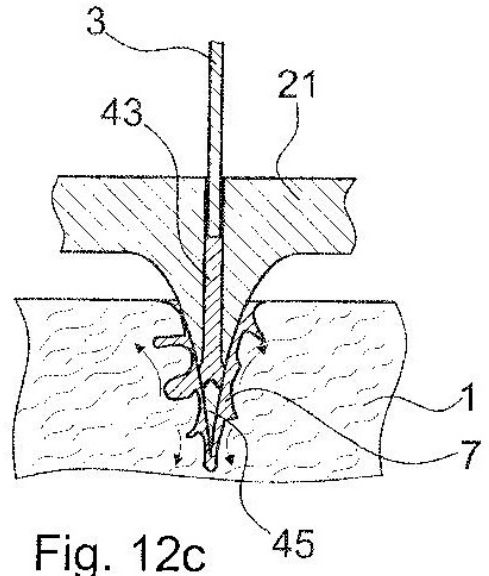
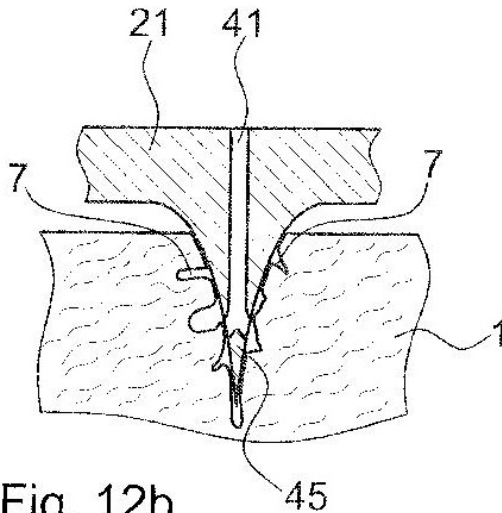


Fig. 12a



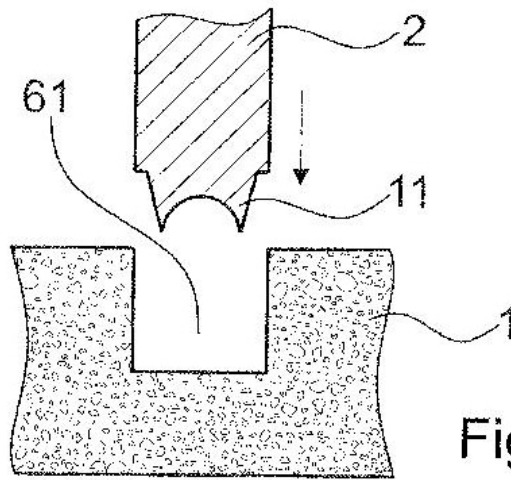


Fig. 14

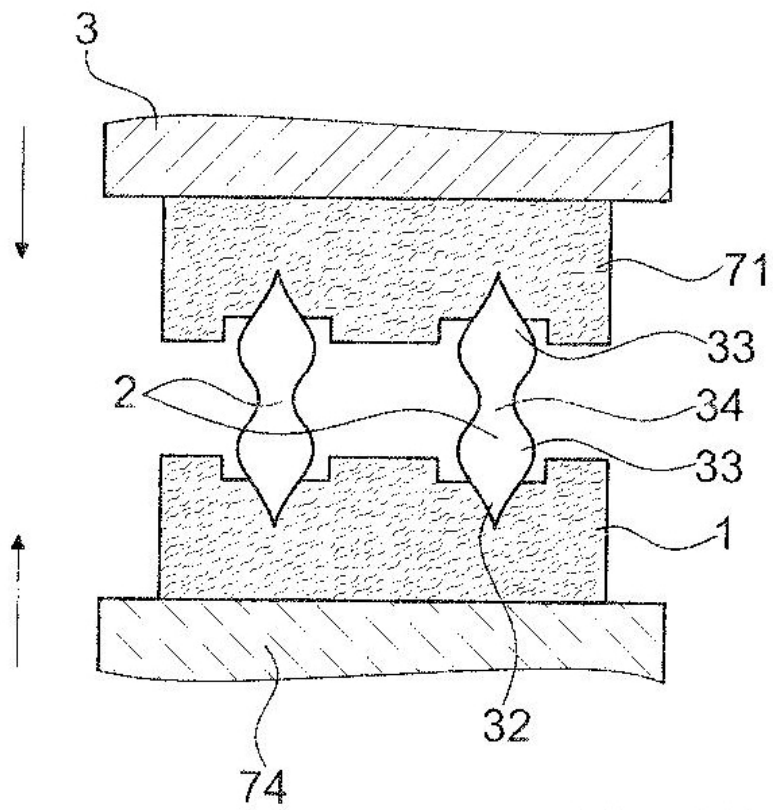


Fig. 15

