



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 364 198**

51 Int. Cl.:  
**F16B 13/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07800651 .7**

96 Fecha de presentación : **19.09.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **2064453**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **03.06.2009**

54 Título: **Fijación en un material de construcción.**

30 Prioridad: **20.09.2006 US 826303 P**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**26.08.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**26.08.2011**

73 Titular/es: **WOODWELDING AG.**  
**Bundesstrasse 3**  
**6304 Zug, CH**

72 Inventor/es: **Aeschlimann, Marcel;**  
**Torriani, Laurent;**  
**Lehmann, Mario y**  
**Mayer, Jörg**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 364 198 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

Fijación en un material de construcción

5 La invención pertenece al campo de la construcción, especialmente a la industria de la construcción, construcción de madera, industria de muebles y construcción mecánica, y se refiere a un método de fijación de un elemento de fijación en un objeto de material de construcción, teniendo dicho objeto una superficie porosa o estructurada, la superficie del objeto, en la que se fija el elemento de fijación, que es de madera, compuesto de madera (aglomerado, partículas, hebras orientadas, etc.), cartón, hormigón, ladrillo, yeso, piedra (tal como arenisca) o espuma dura industrial, y en la que un material licuado puede penetrar bajo presión. La invención también se refiere a un elemento de fijación correspondiente que se fija en un objeto y a un dispositivo correspondiente.

10 Son conocidos métodos de fijación de elementos de conexión en una abertura en un material de construcción fibroso o poroso con la ayuda de vibraciones mecánicas por publicaciones tales como WO 03/046390, WO 00/79137 y WO 2006/002569. Según estos métodos, un elemento de conexión se coloca en una abertura prefabricada del objeto o es presionado contra la superficie del objeto mediante una fuerza dirigida, creando a su vez una abertura. Mientras una fuerza actúa sobre el elemento de conexión en la dirección de un eje de la abertura, el elemento es excitado mediante vibraciones mecánicas. El elemento de conexión comprende material termoplástico al menos en una superficie, que entra en contacto con el material del objeto durante este procedimiento. La energía de las vibraciones mecánicas se ajusta para licuar el material termoplástico en el área de un punto de fijación predeterminado mediante las vibraciones mecánicas y para empujarlo contra los poros o estructuras superficiales del objeto mediante la acumulación de presión en el punto de fijación entre una pared de la abertura y el elemento de conexión, formando por lo tanto una fijación macroscópica más eficaz.

No obstante, existen situaciones en las que la fijación de los elementos de conexión mediante vibraciones mecánicas según la tecnología del estado de la técnica no resulta suficiente o en las que, p. ej., debido a la limitada accesibilidad de la abertura, no es posible excitar un elemento de conexión conocido con energía vibratoria suficiente para asegurar una fijación fiable mediante los métodos conocidos.

25 Por lo tanto, el objetivo de la invención es dar a conocer un método de fijación de un elemento de fijación (el término usado en el presente texto para un elemento de conexión o cualquier otra pieza que se fija directamente en el objeto) y un elemento de fijación correspondiente adecuado para su fijación en el material del objeto bajo condiciones que hasta la fecha hacían tal fijación imposible o muy difícil.

30 Según una realización preferida, el elemento de fijación adecuado para su fijación en una abertura del objeto de material de construcción con la ayuda de vibraciones mecánicas puede ser comprimido en la dirección de un eje de compresión seleccionado, obteniéndose el efecto de un aumento local de la distancia entre una superficie periférica del elemento de fijación y el eje de compresión (medida en ángulo recto con respecto al eje de compresión). El elemento de fijación comprende una cara de transmisión de entrada para la aplicación de una fuerza de compresión y de la vibración mecánica en el elemento de fijación y un material termoplástico que forma al menos una parte de la superficie del elemento de fijación en la región del aumento de distancia mencionado anteriormente. Un método de fijación de tal elemento de fijación en un objeto comprende las siguientes etapas:

- disponer una abertura en el objeto
- colocar el elemento de fijación en la abertura de modo que el eje de compresión se extiende esencialmente en paralelo con respecto a un eje de la abertura;
- 40 · aplicar una fuerza de compresión y vibraciones mecánicas a través de la cara de transmisión de entrada en el elemento de fijación colocado, de modo que el elemento de fijación es comprimido y, gracias al aumento de la distancia, es presionado al menos localmente contra las paredes laterales de la abertura, provocando de este modo que el material termoplástico sea licuado al menos parcialmente en las zonas en contacto con las paredes laterales y sea presionado contra las estructuras del objeto para formar una conexión de encaje de forma después de su resolidificación.

45 En el presente texto, el término "elemento de fijación" se usa para describir cualquier elemento configurado para ser fijado en un objeto de material de construcción. El término se usa principalmente para elementos de conexión, es decir, elementos que sirven para conectar el objeto a otro objeto. Tales elementos de conexión pueden ser usados de manera similar a tornillos convencionales, espigas, clavos, ganchos, etc., aunque el término "elemento de fijación" también describe elementos que se fijan en un objeto en sí mismos y no requieren una fijación adicional.

50 El objeto en el que se fija el elemento de fijación -esto también es aplicable en todas las realizaciones de la invención- está hecho al menos parcialmente de un material que es rígido y poroso, que comprende una superficie estructurada (es decir, una superficie con añadidos irregulares, aberturas porosas o estructuras similares, p. ej., producidos de forma mecánica), y/o que puede ser penetrado por un material licuado bajo presión. Preferiblemente, el objeto consiste al menos parcialmente en madera o un material similar, p. ej., material hecho de trozos de madera o virutas de un compuesto que contiene este último elemento. No obstante, el material también puede ser cartulina

(o cartón), hormigón, espuma metalizada, espuma de plástico duro, ladrillo, piedra o cualquier otro material adecuado para la construcción y de acuerdo con la definición mencionada anteriormente.

En este texto, "material termoplástico" se usa para describir un material que comprende al menos un componente termoplástico que puede ser licuado mediante vibraciones mecánicas cuando está en contacto con una superficie dura. El material termoplástico conforma al menos una parte del elemento de fijación; el mismo puede conformar la totalidad del elemento de fijación. Además del termoplástico, el material termoplástico también puede comprender componentes no termoplásticos, tales como fibras de refuerzo, astillas de refuerzo, materiales de carga, etc. Los componentes no termoplásticos pueden estar distribuidos de forma uniforme en el material termoplástico o pueden estar presentes en concentraciones variables. El elemento de fijación también puede comprender áreas exentas de material termoplástico. Tales áreas pueden ser de metal, vidrio, material cerámico o de materiales no termoplásticos o de un material o materiales termoplásticos licuables sustancialmente a temperaturas más altas en comparación con el material termoplástico básico.

La frecuencia mecánica de las vibraciones mecánicas -esto es aplicable en todas las realizaciones de la invención descritas en este texto- está comprendida normalmente entre 2 kHz y 200 kHz y sus amplitudes son de aproximadamente 10  $\mu\text{m}$ , es decir, entre 1  $\mu\text{m}$  y 100  $\mu\text{m}$ . Si el material termoplástico lleva a cabo una función de soporte de cargas y es licuado solamente en las áreas de contacto mencionadas, el mismo debería tener un coeficiente de elasticidad superior a 0,5 GPa y unas temperaturas de plastificación de hasta 200°C, entre 200°C y 300°C o superior a 300°C.

A continuación, una abertura en el objeto -ya sea un orificio pasante o un orificio ciego- en cuyo interior se coloca un elemento de fijación se denomina "orificio". Por supuesto, una fijación según la invención también puede llevarse a cabo en una abertura que no esté perforada de forma específica para tal efecto, sino, p. ej., que esté contenida en el estado natural del objeto o practicada por algún otro motivo. El uso del término "orificio" no se limita a aberturas producidas mediante una técnica específica, sino que se extiende, p. ej., a aberturas producidas por punzonado, corte por láser o corte con la ayuda de radiación de partículas, etc., así como a aberturas contenidas en el estado natural del objeto.

En la mayor parte de realizaciones de la invención con un elemento de fijación que puede ser comprimido, aunque no necesariamente, la compresión provoca un aumento local de la sección transversal exterior en ángulo recto con respecto al eje de compresión. El término "sección transversal exterior" describe el área de sección transversal comprendida por un contorno exterior del elemento cortado en ángulo recto con respecto al eje de compresión, es decir, la presencia de posibles cavidades en el elemento de fijación se desprecia en el cálculo de la sección transversal exterior. En muchos casos -aunque no necesariamente- el aumento de la sección transversal exterior supone un aumento del área de sección transversal comprendida por una envolvente convexa (funda convexa) del cuerpo del elemento de fijación.

De forma ventajosa, la cara de transmisión de entrada es al menos parcialmente plana y se extiende formando un ángulo con respecto al eje de compresión. En este contexto, "formando un ángulo con respecto al eje de compresión" significa "no en paralelo con respecto al eje de compresión". Una cara de transmisión de entrada que es perpendicular con respecto al eje de compresión, es decir, en ángulo recto, resulta especialmente ventajosa. De forma general, un ángulo entre el eje de compresión y la cara de transmisión de entrada de al menos 45°, o incluso mejor de al menos 60°, resulta preferible.

De forma general, el eje de compresión seleccionado es un eje específico del elemento de fijación, es decir, el elemento de fijación está configurado de modo que la compresión a lo largo de este eje de compresión está definida y controlada claramente y da como resultado el aumento de distancia local deseado entre la superficie periférica y el eje de compresión, es decir, el aumento deseado del área de sección transversal. De forma específica, el efecto de compresión a lo largo del eje de compresión con una fuerza de compresión determinada (pequeña) puede ser sustancialmente más grande que a lo largo de otros ejes. P. ej., de forma adicional o alternativa, la compresión a lo largo de otros ejes, por ejemplo, perpendiculares con respecto al eje de compresión seleccionado, no puede dar como resultado un aumento del área de sección transversal perpendicular con respecto al eje seleccionado, no puede ser llevada a cabo de manera controlada y/o solamente puede ser llevada a cabo con una energía excesiva. En algunas realizaciones, el eje de compresión puede estar determinado por simetría, p. ej., el elemento de fijación puede ser aproximadamente simétrico giratoriamente con respecto al eje de compresión.

El término "licuado" describe un estado plástico del material termoplástico hasta el punto en el que, bajo presión, el mismo puede penetrar en poros cuyas dimensiones son más pequeñas al menos en una magnitud que una dimensión característica del elemento de fijación. A este respecto, "licuado" también es aplicable en material termoplástico cuando el mismo comprende una viscosidad comparativamente alta, p. ej., de hasta 10<sup>4</sup> mPa·s.

Las realizaciones de la invención con un elemento de fijación que puede ser comprimido suponen un nuevo camino en comparación con la tecnología del estado de la técnica. En la tecnología del estado de la técnica resultan habituales métodos que consisten en disponer una abertura en el objeto y fijar a continuación el elemento de fijación -p. ej., en forma aproximada de clavija- en la abertura, colocándolo en la abertura y aplicando vibraciones ultrasónicas en el mismo. Durante este proceso, el material termoplástico del elemento de fijación puede ser licuado

en las superficies circunferenciales del elemento de fijación y, si procede, penetrar en los poros de las paredes del orificio. No obstante, se ha comprobado que el efecto de fijación de esta penetración no presurizada en los poros resulta con frecuencia bastante moderado. Según la tecnología del estado de la técnica, es posible conseguir una presión lateral conformando el orificio cónicamente, lo cual resulta complicado. En cambio, según realizaciones de la invención con un elemento de fijación que puede ser comprimido, la presión en dirección lateral aumenta mediante la compresión y el aumento simultáneo de la distancia entre el eje de compresión y la superficie periférica del elemento de fijación. Por un lado, esto aumenta las fuerzas de fricción generadas en la superficie del elemento de fijación circunferencial y provoca que la energía aplicada en el elemento de fijación a través de las vibraciones mecánicas produzca la licuación del material termoplástico precisamente en esa zona, es decir, lateralmente, a lo largo de la superficie circunferencial. Por otro lado, la presión lateral también conduce el material licuado al interior de los poros laterales existentes u otras estructuras (estructuras superficiales, cavidades, etc.) del orificio, dando como resultado por lo tanto una fijación especialmente resistente.

De este modo, el elemento de fijación, que puede ser comprimido, hace posible ejercer presión sobre las superficies laterales del orificio. Esto permite obtener una fijación del elemento de fijación incluso en situaciones en las que no es posible aplicar presión en el fondo del orificio -por ejemplo, debido a que el objeto es muy frágil y/o muy delgado- o en las que el orificio no tiene fondo, ya que es pasante. En tal caso, es necesario disponer medios adicionales para absorber la fuerza de compresión. Tales medios se describen de forma detallada a continuación.

El elemento de fijación puede estar diseñado de diversas maneras, llevándose a cabo la compresión del elemento de fijación de diversas maneras correspondientes:

El elemento de fijación consiste al menos en dos componentes separados, en el que, debido a su geometría, los componentes se desplazan entre sí bajo el efecto de la fuerza de compresión. El desplazamiento se produce a lo largo de superficies que no son ni paralelas ni perpendiculares con respecto al eje de compresión, sino que se extienden de forma oblicua con respecto a este último. El elemento de fijación puede estar diseñado, p. ej., como un sistema de conos y/o cuñas o como un sistema con un elemento extensor, que no debe comprender necesariamente material termoplástico y que, p. ej., se dispone en el orificio antes del componente o componentes del elemento de fijación que comprenden el material termoplástico. El aumento del área de sección transversal se lleva a cabo mediante el desplazamiento de los componentes del elemento de fijación entre sí (p. ej., sistema de cuñas) o mediante el desplazamiento de los componentes del elemento de fijación entre sí y la expansión simultánea de los mismos (p. ej., sistema de conos).

El elemento de fijación consiste al menos en dos componentes asociados a través de puntos de rotura predeterminados o puntos de licuación predeterminados, siendo separados entre sí los componentes cuando se aplica la fuerza de compresión y, posiblemente, también las vibraciones mecánicas. El aumento necesario del área de sección transversal se lleva a cabo desplazando entre sí los componentes del elemento de fijación, tal como se ha descrito en el ejemplo anterior.

Un elemento separado se dispone en el orificio para ejercer una fuerza que contrarresta la fuerza de compresión, comprendiendo este elemento una sección superficial que es oblicua con respecto al eje de compresión. El aumento local de distancia necesario entre el eje de compresión y la superficie periférica del elemento de fijación es llevado a cabo al desplazar el elemento de fijación o un componente del mismo a lo largo de la superficie mencionada, pudiendo expandirse o no expandirse el componente desplazado.

El elemento de fijación consiste en una pieza y comprende una sección que puede expandirse mediante la fuerza de compresión. P. ej., el elemento de fijación tiene forma de cono truncado hueco, cuña hueca, sombrero o tubo, y, de forma ventajosa, comprende ranuras para facilitar su expansión. La fuerza opuesta a la fuerza de compresión puede ser ejercida por una superficie perpendicular con respecto al eje de compresión o por una superficie oblicua con respecto al eje de compresión. Este último caso constituye una combinación con una de las tres realizaciones mencionadas anteriormente.

El elemento de fijación comprende al menos una posición de doblado diseñada como un punto débil mecánicamente (p. ej., un orificio, ranura, área de espesor de pared reducido) o como una articulación. Las áreas de debilidad locales se ablandan durante el procedimiento de fijación, provocando que partes del elemento de fijación entre las áreas de debilidad se inclinen una hacia otra bajo la influencia de la fuerza de compresión.

En otras palabras: la fuerza de compresión puede provocar simplemente el desplazamiento del elemento de fijación o de los componentes del elemento de fijación (p. ej., sistemas de cuña) o su desplazamiento y deformación de forma combinada (p. ej., elementos de fijación de piezas múltiples con componentes expansibles) o simplemente su deformación (p. ej., un elemento de fijación de una sola pieza que puede doblarse o expandirse). El desplazamiento y/o la deformación pueden ser llevados a cabo mediante una herramienta con una forma adecuada y/o mediante un elemento auxiliar separado. En el caso de elementos de fijación de piezas múltiples, resulta ventajoso diseñar superficies de componente a lo largo de las que los componentes se desplazan entre sí, de modo que los mismos quedan soldados entre sí durante la fijación. En el caso de elementos de fijación o componentes de elemento de

fijación que se deforman, resulta ventajoso que las tensiones provocadas por la deformación se disipen en las condiciones de fijación.

5 En cualquier realización, el elemento de fijación o al menos uno de los componentes del elemento de fijación puede comprender un núcleo maleable elásticamente, p. ej., metálico; tal núcleo puede estar conformado como una lámina de metal y comprender un borde que, durante la compresión, se mueve radialmente hacia fuera y, de este modo, se introduce en el objeto cortándolo, permitiendo obtener una fijación adicional.

“Oblicuo con respecto al eje de compresión” significa que forma un ángulo inferior a 90° y superior a 0° con respecto al eje de compresión. De forma ventajosa, las superficies oblicuas forman un ángulo entre 20° y 70° con respecto al eje del elemento de fijación antes de su fijación.

10 Preferiblemente, el elemento de fijación está exento de tensiones al ser fijado, es decir, no existen fuerzas que contrarrestan la deformación. Esto se consigue mediante la deformación que se produce mientras el material termoplástico es blando y se resolidifica al ser deformado.

15 Por motivos físicos, existe una fuerza opuesta a cualquier fuerza que actúa. Si el orificio del objeto es un orificio ciego, la fuerza opuesta puede ser ejercida por el material del objeto en el fondo del orificio. No obstante, la invención resulta especialmente adecuada en situaciones en las que no es posible o no es deseable que el objeto absorba la fuerza de compresión (o, de forma equivalente, ejerza una fuerza opuesta). En numerosas realizaciones relevantes, la fuerza de compresión es aplicada entre una herramienta y un elemento opuesto (elemento de retención). El elemento opuesto está colocado y soportado en una posición tal que el mismo no transmite fuerza al objeto, sino que la fuerza es ejercida, p. ej., por un aparato o una persona encargada del procedimiento de fijación, por un ayudante o por un soporte adecuado u otro dispositivo o elemento elástico, etc.

20 Una realización preferida del elemento de fijación consiste totalmente en material termoplástico. No obstante, el mismo también puede comprender un núcleo no licuable y seguir siendo compresible, p. ej., si el núcleo comprende varias fundas telescópicas.

25 La invención da a conocer un método de fijación de un elemento de fijación en un objeto con la ayuda de una herramienta que comprende un lado proximal y un lado distal, en el que el lado distal de la herramienta comprende una cara de transmisión de salida. El elemento de fijación comprende una cara de transmisión de entrada a través de la que las vibraciones mecánicas son aplicadas en el elemento de fijación y un material licuable mediante energía mecánica que forma al menos una parte de la superficie del elemento de fijación. La cara de transmisión de salida de la herramienta está adaptada a la cara de transmisión de entrada del elemento de fijación y permite la transmisión de fuerzas y vibraciones mecánicas de la herramienta al elemento de fijación. El método comprende las siguientes etapas:

- colocar el elemento de fijación en el objeto de modo que las áreas de termoplástico del elemento de fijación están en contacto con la superficie del objeto;
- aplicar una fuerza y vibraciones mecánicas a través de la cara de transmisión de entrada en el elemento de fijación colocado, de modo que al menos parte del material licuable es licuado en las zonas en contacto con las paredes del orificio y es presionado contra el objeto para formar una conexión de encaje de forma con las paredes después de su resolidificación,

35 en el que la fuerza y las vibraciones mecánicas son aplicadas en el elemento de fijación con la ayuda de una herramienta, en la que un lado proximal de la herramienta está diseñado para la aplicación de vibraciones mecánicas en la herramienta y el lado distal de la herramienta comprende la cara de transmisión de salida, a través de la que las vibraciones mecánicas son aplicadas en el elemento de fijación, y en el que la fuerza aplicada en el elemento de fijación desde la herramienta es una fuerza de tracción (fuerza en una dirección desde el lado distal de la herramienta hacia el lado proximal de la herramienta) o se dispone un elemento opuesto (elemento de retención) adecuado para ejercer una fuerza opuesta que es opuesta a dicha fuerza aplicada en el elemento de fijación desde la herramienta, siendo sometido el elemento opuesto a una fuerza de tracción mediante dicha fuerza opuesta.

40 La invención también da a conocer una unidad para la aplicación del método. Esta unidad comprende un elemento de fijación adecuado para ser fijado en un objeto con la ayuda de vibraciones mecánicas, así como una herramienta (p. ej., un sonotrodo). El elemento de fijación comprende una cara de transmisión de entrada a través de la que las vibraciones mecánicas son aplicadas en el elemento de fijación y un material termoplástico licuable mediante energía mecánica que forma al menos una parte de la superficie del elemento de fijación. La cara de transmisión de entrada del elemento de fijación está adaptada a la cara de transmisión de salida de la herramienta. La conexión entre la herramienta y el elemento de fijación está diseñada para soportar fuerza de tracción. El elemento de fijación se fija en el objeto con la ayuda de vibración mecánica y una fuerza de estiramiento (que provoca una carga de tracción en la herramienta), de modo que el material termoplástico es licuado al menos parcialmente en las zonas en contacto con el objeto y es presionado contra el objeto para formar una conexión de encaje de forma con el objeto cuando se resolidifica.

Mientras que, según la tecnología del estado de la técnica, se ejerce una fuerza de compresión (en una dirección desde el lado proximal de la herramienta hacia el lado distal de la herramienta) en la herramienta para aplicar una fuerza en el elemento de fijación, según la invención, se ejerce una fuerza de tracción en la herramienta para aplicar una fuerza en el elemento de fijación. Esta medida muy sencilla abre numerosas nuevas posibilidades, explicándose algunas de las mismas a continuación:

- Fijación en posiciones de difícil acceso: en ciertas circunstancias, las realizaciones preferidas de la invención permiten llevar a cabo la fijación desde un lado no accesible.
- Se favorece un procedimiento que no tensiona el material del objeto: aplicando una fuerza de estiramiento en el elemento de fijación y contrarrestándola con un elemento opuesto sencillo -p. ej., una placa perforada sencilla- es posible eliminar prácticamente todas las fuerzas que actúan sobre el objeto.
- Posibilidad de usar elementos de fijación y herramientas (sonotrodos) de desarrollo reciente.

Por ejemplo, la cara de transmisión de salida de la herramienta está orientada "hacia atrás", es decir, hacia el lado proximal de la herramienta. P. ej., este es el caso cuando la normal de la cara de transmisión de salida se extiende aproximadamente en paralelo con respecto a la dirección de la fuerza de tracción.

De forma alternativa, el elemento de fijación es desplazado a través del orificio del objeto, es decir, se aplica una fuerza de estiramiento en el elemento de fijación y el elemento de fijación se mueve en cierta medida en el interior del orificio.

Son especialmente preferidas realizaciones de la invención en las que se usa un elemento de fijación compresible como el descrito anteriormente en un dispositivo según la invención que está diseñado de modo que una fuerza de tracción actúa en la herramienta durante su funcionamiento.

Según otra realización preferida de la invención, el elemento de fijación se expande mediante la herramienta, es decir, haciendo que la herramienta se mueva en una dirección axial dentro del elemento de fijación, expandiéndolo de este modo localmente en una dirección lateral y provocando que las paredes laterales del elemento de fijación sean presionadas contra las paredes de un orificio del objeto de material de construcción.

Por tanto, se da a conocer un método de fijación de un elemento de fijación en un objeto de material de construcción con la ayuda de vibraciones mecánicas usando una herramienta. El elemento de fijación comprende un eje y un material licuable mediante vibraciones mecánicas que forma al menos una parte de la superficie del elemento de fijación, comprendiendo el método las etapas adicionales de:

- disponer un orificio en el objeto;
- colocar el elemento de fijación en el orificio;
- disponer una herramienta que tiene una parte proximal y una parte extrema distal;
- colocar la herramienta en contacto con el elemento de fijación;
- aplicar las vibraciones mecánicas en la herramienta y mover simultáneamente la herramienta con respecto al elemento de fijación en dirección axial, moviéndose una parte de la herramienta en el interior del elemento de fijación, y expandir de este modo el elemento de fijación y presionar el elemento de fijación al menos localmente contra las paredes laterales del orificio y, gracias a la expansión y al efecto de las vibraciones mecánicas aplicadas en el elemento de fijación desde la herramienta, licuar el material termoplástico al menos parcialmente en las zonas en contacto con la pared del orificio para producir material termoplástico licuado y presionar el material licuado contra el material de construcción para formar una conexión de encaje positivo con la pared después de su resolidificación. Esto significa que estas realizaciones de la invención se basan en el hecho de que, con la ayuda de la herramienta, el material termoplástico es licuado o plastificado en una zona periférica del elemento de fijación y, de forma ventajosa, también en el área de la cavidad que se extiende axialmente, y es presionado radialmente hacia fuera. También con este procedimiento, se consigue una fijación mediante la penetración de estructuras de objeto en una pared lateral del orificio del objeto. Las ventajas relevantes consistentes en la libertad de diseño descritas anteriormente también son aplicables en estas realizaciones de la invención.

Según una realización especialmente preferida del elemento de fijación, el mismo consiste totalmente en el material termoplástico.

Según otra realización que no forma parte de la invención reivindicada, el elemento de fijación es expandido por la herramienta y, de este modo, es presionado contra las paredes laterales del orificio, pero no queda fijado en estas paredes laterales mediante un material licuado, sino mediante otros medios, p. ej., mediante estructuras superficiales que actúan como púas.

- 5 En cualquiera de las realizaciones de la invención, la herramienta puede ser retirada después de llevar a cabo la fijación o puede permanecer en su posición y, por ejemplo, fijada al elemento de fijación por el material resolidificado que fue licuado al menos parcialmente durante la fijación. En estos últimos casos, la herramienta puede servir como parte funcional del elemento de fijación después de la fijación. Por ejemplo, la misma puede ser usada para soportar cargas y puede comprender medios para fijar un elemento adicional a la misma, tal como una estructura para conformar una conexión de encaje positivo (tal como una rosca, una fijación de bayoneta, un ojete o una estructura a la que es posible encolar o unir o soldar otro elemento) o una cabeza fijadora u otra protuberancia que presiona el elemento adicional contra el objeto, etc.
- 10 En realizaciones en las que la herramienta permanece en su posición y fijada al elemento de fijación, la herramienta (que es un sonotrodo durante la fijación) puede tener la función de un fijador, tal como un 'tornillo', un 'clavo', una clavija de fijación, un perno de fijación, etc., mientras que el propio elemento de fijación puede considerarse como una especie de "espiga" para el fijador. Otro aspecto da a conocer de forma más general el principio de fijación de un fijador a un objeto de material de construcción, comprendiendo el método las etapas de:
- poner en contacto un elemento de fijación que comprende material termoplástico con el objeto,
  - 15 - poner el fijador en contacto con el elemento de fijación,
  - aplicar oscilaciones mecánicas en el fijador y hacer que sean transmitidas del fijador al elemento de fijación, y aplicar al mismo tiempo una fuerza de traslación en el fijador y hacer que dicha fuerza de traslación actúe sobre el elemento de fijación,
  - 20 - provocar mediante la acción combinada de las oscilaciones mecánicas y la fuerza que al menos una parte del material termoplástico se funda en contacto con el objeto de material de construcción y en un orificio del mismo (estando realizado el orificio previamente o siendo producido por la acción combinada de las oscilaciones mecánicas y la fuerza), y
  - durante la aplicación de oscilaciones mecánicas, fijar el fijador al elemento de fijación.
- 25 La fijación del fijador al elemento de fijación puede llevarse a cabo mediante el efecto de la acción combinada de las oscilaciones mecánicas y la fuerza, p. ej., haciendo que el elemento de fijación quede soldado al fijador y/o mediante otros medios de conexión de encaje positivo, tales como estructuras en forma de púa del fijador, etc. El fijador está hecho al menos parcialmente de material no licuable por parte de las oscilaciones mecánicas, tal como metal o plásticos duros.
- 30 El principio de este aspecto adicional se combina preferiblemente con una cualquiera de las realizaciones de la invención descritas anteriormente. La combinación de este principio adicional resulta especialmente preferida, ya que todas las realizaciones muestran maneras en las que la herramienta está dispuesta en el interior del elemento de fijación o a través del elemento de fijación durante la fijación (en vez de simplemente incidir en el mismo en una cara proximal del elemento de fijación). Además, tal como se ha descrito, las realizaciones de la invención (y combinaciones de las mismas) muestran maneras de fijar el elemento de fijación a objetos de materiales de construcción especialmente frágiles o débiles, tales como placas de yeso, placas de cartón, etc., y las mismas resultan especialmente adecuadas para realizaciones en las que el elemento de fijación en su conjunto permanece "debajo" (distal con respecto a) de una superficie del objeto de material de construcción. En tales realizaciones, la herramienta/fijador puede sobresalir opcionalmente sobre dicha superficie después de la fijación.
- 35 Las realizaciones preferidas de una cualquiera de las realizaciones según la invención pueden comprender la característica adicional de aplicar automáticamente mediante un elemento elástico u otro mecanismo adecuado la fuerza que actúa sobre el elemento de fijación durante la fijación. Por ejemplo, el elemento elástico puede estar dispuesto de modo que ejerce una fuerza elástica bien definida entre el elemento de fijación y un elemento opuesto (elemento de retención). Esto presenta la ventaja de que la fuerza necesaria para obtener una fijación satisfactoria puede estar predefinida y el éxito del proceso de fijación no depende solamente de la habilidad del profesional que aplica el método, y no es necesario que el profesional use fuerza -si se colocan muchos elementos de fijación, el método es menos cansado-. La variante con el elemento elástico que provoca la fuerza de accionamiento resulta especialmente ventajosa, ya que es posible disponer un muelle entre la superficie de un objeto de material de construcción (o un elemento opuesto colocado en contacto con la superficie del objeto) y una parte proximal de la herramienta o un objeto conectado al extremo proximal de la herramienta, de modo que, gracias a la fuerza elástica,
- 40 la herramienta es desplazada hacia el lado proximal y es posible predefinir la fuerza y las posiciones de la herramienta antes y después de la fijación.
- 45 En realizaciones que comprenden la aplicación automática de la fuerza de accionamiento, así como en otras realizaciones en las que la fuerza es aplicada manualmente, es posible disponer opcionalmente un tope que define el desplazamiento de la herramienta durante la fijación.
- 50 También son objetos de la invención unidades de elementos para llevar a cabo el método según la invención. Tal unidad comprende al menos una herramienta (p. ej., un sonotrodo), así como un elemento de fijación o, de forma
- 55

ventajosa, una pluralidad de los mismos. Además, la unidad puede comprender un dispositivo para generar las vibraciones mecánicas, instrucciones para la fijación, un elemento opuesto, un elemento separado con un área superficial oblicua, tal como se ha descrito anteriormente, y/o elementos adicionales.

5 A continuación se describirán las realizaciones de la invención, haciendo referencia a las siguientes figuras, en las que se usan los mismos números de referencia para elementos iguales o equivalentes. En las mismas:

- Figs. 1a y 1b** muestran una primera realización de un elemento de fijación que puede ser comprimido.
- Figs. 2a y 2b** muestran una vista en sección de la realización según las Figs. 1a y 1b en un orificio de un objeto para mostrar su funcionamiento;
- Figs. 3a a 3c** son vistas en sección de realizaciones adicionales de elementos de fijación
- 10 **Fig. 4** es una vista en sección de la realización según la Fig. 3a con una configuración adicional;
- Fig. 5** es una vista en sección de una realización adicional de un el elemento de fijación en un orificio del objeto;
- Fig. 5a** es una vista en sección de una realización adicional de un elemento de fijación en un orificio del objeto;
- 15 **Fig. 6** es una vista en sección de una realización adicional
- Fig. 7** muestra las características funcionales de un grupo adicional de realizaciones;
- Figs. 8a y 8b** muestran una realización adicional;
- Fig. 9** muestra una realización adicional;
- 20 **Fig. 10** muestra una realización en la que el elemento de fijación comprende un núcleo no licuable;
- Fig. 11** muestra una realización de la invención;
- Figs. 12a a 12d** muestran el principio de funcionamiento de un dispositivo y de un método según la invención;
- Figs. 13, 14a, 14b** muestran realizaciones adicionales según la invención;
- 25 **Figs. 15 y 16** muestran realizaciones adicionales de la invención;
- Fig. 17** muestra una realización que no forma parte de la invención
- Fig. 17a** muestra la realización de la Fig. 17 después del proceso de fijación;
- Fig. 18** muestra el principio de funcionamiento de un elemento opuesto distal;
- Fig. 19** muestra una conexión adecuada para la transmisión de una fuerza de estiramiento;
- 30 **Fig. 20** muestra un principio de aplicación de una fuerza opuesta mediante un muelle;
- Fig. 21** muestra una variante adicional de un elemento y un método de fijación;
- Figs. 22a y 22b** muestran otra realización adicional de la invención;
- Figs. 23a y 23b** muestran una realización que no forma parte de la invención;
- Figs. 24a y 24b** muestran otra realización que no forma parte de la invención;
- 35 **Fig. 25** muestra una variante de la realización de las Figs. 24a y 24b;
- Figs. 26a y 26b** muestran un método de fijación de un fijador a una placa mediante una realización preferida del método según la invención;
- Fig. 27** muestra un método de fijación a una placa mediante un método preferido adicional según la invención; y
- 40 **Figs. 28 y 29** muestran dos variantes de un uso adicional que no forma parte de la invención.

El elemento 1 de fijación según la **Fig. 1a** es un primer ejemplo de un elemento de fijación que es adecuado como



manguito de conexión para fijar un accesorio en el objeto. El elemento de fijación es esencialmente tubular, consiste en un material termoplástico y comprende una cara 1.1 extrema proximal y una cara 1.2 extrema distal. El elemento de fijación comprende además al menos una ranura 12 que se extiende aproximadamente en paralelo con respecto al eje 11 del elemento de fijación; de forma ventajosa, dos, tres o más ranuras están dispuestas de forma aproximadamente equidistante. Gracias a la ranura o ranuras 12, el elemento de fijación es compresible mediante una fuerza 4 de compresión que actúa en paralelo con respecto a su eje (según la Fig. 1a, el eje 11 del elemento de fijación tubular también es su eje de compresión). En la **Fig. 1b** el elemento de fijación se ha representado en estado comprimido.

Resulta evidente que para conseguir una fuerza de compresión deseada es necesario ejercer una fuerza sobre el elemento de fijación desde dos lados opuestos ("fuerza y fuerza opuesta"), siendo ejercida con frecuencia la fuerza opuesta por una cara de tope. En la realización según las Figs. 1a y 1b, las fuerzas de compresión son ejercidas sobre la cara 1.1 extrema proximal y la cara 1.2 extrema distal. No obstante, en la siguiente descripción la fuerza solamente se muestra donde una herramienta la realiza. Para un experto resultará evidente que es necesario que exista una fuerza opuesta para conseguir el efecto deseado.

En una realización preferida de la invención, el elemento de fijación está diseñado de modo que su compresión da como resultado un aumento local de la distancia entre la superficie periférica del elemento de fijación y el eje 11 de compresión, en este caso, un aumento local de la sección transversal exterior perpendicular con respecto al eje 11 de compresión. El aumento puede producirse en cualquier posición entre la cara 1.1 extrema proximal y la cara 1.2 extrema distal. En el ejemplo según las Figs. 1a y 1b, gracias a la simetría del elemento de fijación, el aumento es mayor en la parte intermedia entre las caras extremas. En las Figs. 1a y 1b el diámetro de la sección transversal exterior -la misma también incorpora la cavidad en el interior del elemento de fijación- se indica en el punto de mayor sección transversal como c en estado no comprimido y como c' en estado comprimido. Gracias a la compresión, las ranuras 12 aumentan su anchura.

Para fijar el elemento 1 de fijación, el mismo se coloca en un orificio 21.1 del objeto 21. Tal como se muestra en la **Fig. 2a**, este orificio puede ser un orificio ciego. De forma alternativa, el orificio tiene forma de túnel, es decir, atraviesa el objeto (ver descripción detallada a continuación). De forma específica, el orificio puede tener forma cilíndrica, que es fácil de realizar. El diámetro del orificio es al menos igual al diámetro c de la sección transversal exterior original y puede ser ligeramente más grande, tal como se muestra en la Fig. 2a.

Cuando el elemento de fijación se coloca en el orificio 21.1, se ejerce una fuerza 4 a lo largo de su eje 11 de compresión y unas vibraciones mecánicas 5 son aplicadas en el elemento de fijación mientras la fuerza 4 es activa. Esto se consigue con la ayuda de una herramienta 3 que comprende una cara 3.1 de transmisión de salida que colabora con una cara de transmisión de entrada del elemento de fijación. En el ejemplo mostrado (que no forma parte de la invención reivindicada) la cara de transmisión de entrada se corresponde con la cara 1.1 extrema proximal y es idéntica a la misma. La cara 3.1 de transmisión de salida puede cubrir totalmente la cara de transmisión de entrada y la cavidad interior del elemento 1 de fijación, tal como puede observarse, aunque la misma también puede tener forma de anillo y estar adaptada de forma exacta a la cara 1.1 extrema proximal. La herramienta 3 se conecta de forma eficaz en su cara 3.2 proximal a un dispositivo vibratorio (no mostrado). Tales dispositivos son conocidos de forma general y se hace referencia a los mismos, p. ej., en WO02/069817.

La **Figura 2b** muestra el elemento 1 de fijación después de la aplicación de la fuerza de compresión y las vibraciones. Gracias a la fuerza 4 de compresión, la sección transversal del elemento de fijación aumenta, tal como se muestra en la Fig. 1b. En el momento en que el elemento de fijación se une en las áreas de aumento de sección transversal a la pared lateral del orificio, la fuerza 4 de compresión crea una presión sobre las paredes laterales. En ese punto, las vibraciones provocan fricción y el material termoplástico es licuado localmente y presionado contra los poros u otras cavidades presentes en el material del objeto. Este efecto se indica mediante las flechas horizontales en la Fig. 2b. Por supuesto, también sucede lo mismo en el área de la cara extrema distal del elemento de fijación.

Una vez se alcanza una compresión predeterminada, las vibraciones se detienen y/o la herramienta 3 se retira. El material termoplástico licuado se resolidifica y crea una fijación del elemento 1 de fijación a través de una conexión de encaje de forma con las estructuras de la pared lateral.

El método de fijación del elemento de fijación con la ayuda de material termoplástico que es licuado y que penetra en estado licuado en cavidades (poros, otras cavidades de pequeñas dimensiones en comparación con el orificio dispuesto en el objeto para el elemento de fijación), mostrándose dicho método en la Fig. 2b, es compartido por todas las realizaciones de la invención. En cada una de las siguientes figuras, este efecto se muestra mediante flechas que indican la dirección en la que el material termoplástico penetra en las cavidades.

Preferiblemente, aunque no necesariamente, el material termoplástico del elemento de fijación es calentado durante el procedimiento de fijación hasta un punto en el que el mismo está libre de tensiones después del procedimiento de fijación, es decir, no persiste ninguna fuerza que contrarresta la deformación del elemento de fijación. En este caso, la fuerza de compresión y las vibraciones mecánicas pueden detenerse simultáneamente, ya que el elemento de fijación no se relaja ni antes ni después de su resolidificación.

El elemento 1 de fijación según la **Fig. 3a** comprende una pluralidad de componentes. El ejemplo mostrado consiste en tres componentes 1.11, 1.12, 1.13 que son aproximadamente simétricos giratoriamente con respecto a cualquier ángulo de giro alrededor de su eje, que también se corresponde con el eje 11 de compresión. El primer componente 1.11 (visto desde el lado distal) tiene esencialmente forma de cono truncado y comprende un orificio axial a través del mismo. El segundo componente 1.12 tiene esencialmente forma de sombrero, en este caso con un orificio axial central. El diseño en forma de sombrero define una superficie interior 1.12a y una superficie exterior 1.12b. El tercer componente 1.13 tiene forma de cilindro y comprende una cavidad cónica coaxial y un orificio axial. Los orificios centrales del primer, segundo y tercer componentes son coaxiales entre sí y tienen aproximadamente el mismo diámetro.

De forma ventajosa, si es aplicable, y apartándose de la simetría giratoria, al menos el componente central 1.12, aunque posiblemente también el tercer componente 1.13 y el primer componente 1.11, tienen ranuras, no mostradas en la Fig. 3a. Gracias a la ranura o ranuras, los componentes en cuestión pueden expandirse fácilmente y el elemento de fijación en su conjunto puede ser comprimido a lo largo del eje de compresión mediante una fuerza de compresión relativamente moderada. Cuando la fuerza 4 de compresión es aplicada, los componentes 1.11, 1.12, 1.13 son desplazados entre sí a lo largo de superficies que se extienden de forma oblicua (es decir, formando un ángulo que no es paralelo ni perpendicular) con respecto a la fuerza de compresión. En la realización mostrada, las superficies mencionadas tienen forma de conchas cónicas truncadas, es decir, las mismas son cónicas.

En la realización mostrada, el ángulo de abertura de la superficie exterior 1.11a del primer componente 1.11 es más grande que el ángulo de abertura de la superficie interior 1.12a del segundo componente 1.12 y el ángulo de abertura de la superficie exterior 1.12b del segundo componente 1.12 es más grande que el ángulo de abertura de la superficie interior 1.13a del tercer componente. Resulta ventajoso para el efecto de expansión de la presente configuración el hecho de que al menos un ángulo de abertura de una superficie exterior es más grande que el ángulo de abertura de una superficie interior en la que se dispone la superficie exterior.

Cuando el elemento de fijación está colocado en el orificio -el diámetro del orificio se corresponde aproximadamente con el diámetro exterior de los componentes 1.11, 1.12, 1.13 del elemento de fijación antes de su compresión- y cuando se aplican la fuerza de compresión y las vibraciones mecánicas, sucede lo siguiente:

- Gracias a la fuerza de compresión, el segundo y tercer componentes 1.12, 1.13 se expanden, provocando un aumento del área de sección transversal del segundo y tercer componentes y, por lo tanto, del elemento de fijación en su conjunto.
- Gracias a la expansión, las superficies exteriores del segundo y tercer componentes 1.12, 1.13 son presionadas contra la pared lateral del orificio. Gracias a las vibraciones mecánicas, el material termoplástico es licuado en estas áreas superficiales y penetra en los poros (u otras cavidades) presentes en el material del objeto 21.
- Las vibraciones también provocan fuerzas de fricción entre las superficies 1.11a, 1.12a, 1.12b, 1.13a que hacen que el material termoplástico sea licuado, lo que provoca a su vez que el primer, segundo y tercer componentes se suelden entre sí.

La cara 1.1 extrema proximal o, de forma alternativa, la cara 1.2 extrema distal del elemento de fijación según la Fig. 3a puede servir como una cara de transmisión de entrada. Los lados proximal y distal del elemento de fijación pueden ser intercambiables (es decir, es posible usar el elemento de fijación "al revés").

La **Fig. 3b** muestra una realización adicional del elemento de fijación, siendo dicho elemento de fijación, con respecto a la compresión y la fijación, muy similar a la realización según la Fig. 3a. Los mismos elementos se han indicado con los mismos números de referencia. El elemento de fijación es un elemento de fijación de piezas múltiples y consiste en cualquier número seleccionado (p. ej., tres, tal como puede observarse) de componentes idénticos, diseñados todos ellos para expandirse (p. ej., conos huecos o cuñas huecas) y colocarse con juego uno en el interior del otro. La fuerza 4 de compresión empuja los componentes expansibles entre sí y los expande. En caso necesario, la parte extrema distal de una herramienta que se usará está diseñada como un elemento de expansión, tal como se muestra en la Fig. 11. En la realización según la Fig. 3b todas las superficies oblicuas con respecto al eje de compresión a lo largo de las que los componentes del elemento de fijación son desplazadas entre sí pueden ser paralelas (ángulos de abertura idénticos), tal como se muestra en la Fig. 11. Esto presenta la ventaja de que es posible determinar el tamaño del elemento de fijación mediante el número seleccionado de componentes idénticos.

La realización según la Fig. 3c se basa en la realización según la Fig. 3a. No obstante, a diferencia de esta última realización, el elemento de fijación consiste en una pluralidad de módulos (en la ilustración: dos módulos), comprendiendo cada uno de los mismos al menos un componente 1.11, 1.12, 1.13, 1.14 (en la ilustración: dos componentes por módulo). Un elemento separador 61, p. ej., un anillo metálico, tal como puede observarse, está dispuesto entre los módulos, no siendo necesario que el mismo sea de material termoplástico. Esta realización resulta adecuada para ser fijada en dos o más posiciones de una pared lateral del orificio del objeto. La distancia entre estas posiciones está determinada por el elemento separador. De forma ventajosa, tales realizaciones del

elemento de fijación que comprenden dos módulos se usan en combinación con una herramienta 3 o un elemento opuesto 31, cuya función se describe de forma más detallada a continuación. Tal como se muestra en la Fig. 3c, la herramienta o elemento opuesto 3; 31 comprende un árbol que penetra en una cavidad central del elemento de fijación. Son posibles otros medios de guía para guiar el elemento separador.

5 Además de las realizaciones mostradas en las Figs. 3a, 3b y 3c, son posibles las siguientes realizaciones (además de muchas otras):

10 · Cada componente puede comprender un núcleo no licuable, siendo el núcleo del segundo y tercer componentes deformable elástica o plásticamente. El núcleo, que consiste, p. ej., en metal o una aleación de metal, puede constituir una parte sustancial de la sección transversal y forma la parte de soporte de cargas del elemento de fijación.

· No es necesario que el primer componente 1.11 comprenda material termoplástico.

· El primer componente puede ser retirable después de la fijación (en cuyo caso el mismo no forma parte del elemento de fijación, sino que, p. ej., forma parte de la herramienta o un elemento separado).

15 · Una realización equivalente comprende solamente dos componentes (p. ej., sin el componente central 1.12) en vez de tres componentes, o cuatro o más de cuatro componentes (p. ej., más componentes en forma de sombrero similares al componente central 1.12).

· Las formas de los componentes pueden variar cuando es necesario disponer superficies oblicuas con respecto al eje de compresión, pudiendo ser desplazados los componentes entre sí a lo largo de dichas superficies.

20 · No es necesario que los componentes sean aproximadamente simétricos giratoriamente. Es posible omitir el orificio central.

· Los componentes pueden estar asociados antes de la fijación a través de puntos de rotura predeterminados, que se describirán de forma más detallada a continuación.

25 · No es necesario que los componentes tengan forma de sombrero y puedan expandirse, sino que pueden desplazarse lateralmente entre sí, describiéndose también esta característica de forma más detallada a continuación.

· Para obtener una licuación selectiva del material termoplástico en una posición deseada, es posible disponer un director de energía a lo largo de la periferia de al menos un componente.

30 · Las realizaciones según las Figs. 3a a 3c, del mismo modo que las realizaciones descritas a continuación, pueden comprender un núcleo dúctil de un material que, bajo las condiciones de fijación, no es licuable. P. ej., al menos los elementos de fijación con componentes que tienen forma de sombreros o cuñas huecas pueden estar hechos de lámina de metal que presenta ranuras y que está recubierta con material termoplástico, pudiendo sobresalir la lámina de metal radialmente desde el componente del elemento de fijación. Durante la compresión, la lámina de metal se expande y, p. ej., se introduce en el objeto cortándolo a través de la pared lateral del orificio. De forma adicional, el elemento de fijación puede estar dotado de elementos que actúan como púas. El efecto de corte de la lámina de metal permite obtener una fijación adicional.

35 · Es posible cualquier combinación seleccionada de las realizaciones mencionadas.

40 En la **Fig. 4** se muestra el elemento 1 de fijación según la Fig. 3 en una configuración según la invención. En esta configuración no se ejerce ninguna fuerza sobre el objeto en el fondo del orificio. Las vibraciones y la fuerza de compresión que actúan sobre el elemento de fijación son aplicadas en el elemento de fijación desde una herramienta 3 en la que se aplica fuerza de tracción. Por lo tanto, la configuración según la Fig. 4 también resulta adecuada para aplicaciones en orificios en forma de túnel que atraviesan el objeto.

45 La herramienta 3 -que sirve, entre otras cosas, para aplicar las vibraciones procedentes de un dispositivo vibratorio (no mostrado) en el elemento de fijación, pudiendo ser denominada también 'sonotrodo'- comprende un árbol 3.4 y una placa 3.5 de base. La cara 3.1 de transmisión de salida de la herramienta es la superficie de la placa 3.5 de base orientada hacia el lado proximal de la herramienta. El árbol 3.4 se extiende a través del orificio central de los componentes 1.11, 1.12, 1.13 del elemento de fijación y sobresale desde el extremo proximal del elemento de fijación y desde el orificio del objeto. El extremo proximal de la herramienta está diseñado para ser conectado a un dispositivo vibratorio, siendo dicha conexión adecuada para transmitir una fuerza de tracción.

50 Durante el procedimiento de fijación se aplica una fuerza de tracción en la herramienta 3 (fuerza 4) y vibraciones mecánicas 5. Desde la herramienta, la fuerza 4 -como fuerza de compresión- y las vibraciones mecánicas son aplicadas en el elemento de fijación. Un elemento opuesto 31 simplemente evita que el elemento de fijación se salga

del orificio del objeto. En el ejemplo mostrado, el elemento opuesto 31 está diseñado como una placa.

Después del procedimiento de fijación, es posible proceder con la herramienta 3 de varias maneras:

- 5 · La herramienta puede permanecer en la posición de la fijación. Esta realización resulta especialmente ventajosa cuando la herramienta está diseñada para una función adicional. Por lo tanto, p. ej., la herramienta puede servir para unir un elemento adicional en el elemento de fijación.
- Si el orificio del objeto es un orificio pasante, es posible separar la herramienta del dispositivo vibratorio y retirarla del lado distal del elemento de fijación.
- 10 · La herramienta puede ser retirada del lado proximal. En este caso, la herramienta y la cavidad pasante del elemento de fijación, a través de la que se extiende el árbol 3.4 durante el procedimiento de fijación, no deben tener una sección transversal redonda (no simétrica giratoriamente con respecto a ángulos de giro aleatorios). Las aberturas correspondientes del elemento de fijación se describirán de forma más detallada a continuación.

Del mismo modo que los elementos de fijación según las Figs. 1 y 3, los elementos de fijación según las **Figs. 5 a 10** pueden ser usados conjuntamente con una herramienta adecuada en una configuración según la invención.

- 15 El elemento 1 de fijación según la **Fig. 5**, del mismo modo que el de la Fig. 3, comprende una pluralidad de componentes 1.11, 1.12, 1.13 que están diseñados para ser desplazados entre sí a lo largo de superficies que se extienden de forma oblicua (es decir, formando un ángulo o de forma no paralela ni perpendicular) con respecto a la fuerza de compresión. Los componentes pueden estar diseñados del mismo modo que los componentes del elemento de fijación de la realización según la Fig. 3 y sus variantes -de forma específica, el segundo y/o tercer
- 20 componentes- y, por lo tanto, no se describirán nuevamente de forma detallada. A diferencia de la realización según la Fig. 3, se usa un elemento 32 de expansión separado, no siendo necesario que el elemento de expansión comprenda material termoplástico. Tal como se muestra, el elemento de expansión se coloca en el fondo del orificio del objeto 21 antes de introducir el elemento de fijación. El elemento de expansión comprende al menos una superficie 32.1 de desplazamiento que es oblicua con respecto al eje de compresión y que forma un ángulo con respecto a este último que es más grande que el ángulo de abertura de la superficie interior 1.13a correspondiente
- 25 del elemento de fijación. Los componentes 1.11, 1.12, 1.13 son expandidos por la fuerza 4 de compresión aplicada proximalmente, no formando parte de la invención reivindicada, gracias al efecto del elemento de expansión, y son presionados en el área de su circunferencia contra la pared lateral del orificio del objeto. Durante el procedimiento de fijación, el elemento de expansión puede quedar soldado a los componentes 1.11, 1.12, 1.13 que comprenden material termoplástico, pasando a ser por lo tanto parte del elemento de fijación. Dependiendo de las propiedades superficiales, el elemento de expansión también puede permanecer separado. En la configuración mostrada, el elemento de expansión permanece en el orificio del objeto, pudiendo tener o no tener otra función. En otras configuraciones, el mismo puede ser retirable del orificio.

- 30 Opcionalmente, el elemento de expansión -comprenda o no material licuable durante el proceso de fijación- puede estar configurado para quedar conectado al elemento 1 de fijación -y ser parte del mismo- durante la fijación, por ejemplo, por soldadura y/o otros medios para conformar una conexión.

Además de las realizaciones descritas anteriormente, son posibles las siguientes realizaciones:

- En vez de tres componentes, es posible usar un único componente, dos componentes o cuatro o más componentes que comprenden material termoplástico al menos en una zona periférica.
- 40 · El elemento de fijación también puede colocarse de forma inversa, siempre que el elemento de expansión esté adaptado de forma correspondiente.
- Son posibles combinaciones con las variantes descritas en relación con la realización de la Fig. 3.

- 45 La **Fig. 5a** muestra una variante de la realización de la Fig. 5. La misma difiere en que el elemento 1.12 de expansión -que es una segunda parte del elemento de fijación- está hecho de materiales termoplásticos y se suelda a la primera parte 1.11 del elemento de fijación durante el proceso de fijación. La primera parte 1.11 del elemento de fijación comprende dos patas 1.21, 1.22 que son separadas entre sí por el elemento 1.12 de expansión.

La primera parte 1.11 del elemento de fijación comprende además en su extremo proximal una cabeza de elemento de fijación termoplástico con una sección transversal más grande que una parte principal del elemento de fijación.

- 50 Por supuesto, también son posibles combinaciones de las realizaciones de las Figs. 5 y 5a, por ejemplo, es posible combinar una primera parte del elemento de fijación con dos patas 1.21, 1.22 que son separadas entre sí con un elemento de expansión hecho de material no termoplástico, o es posible combinar un elemento 1.12 de expansión de material termoplástico con una primera parte del elemento de fijación con una parte extrema distal en forma de sombrero con rendijas, etc.

- La **Fig. 6** muestra otra variante de la realización según la Fig. 5. La misma difiere de esta última en que no comprende un elemento de separación (de expansión) con una sección superficial oblicua con respecto al eje de compresión. En cambio, la expansión se consigue mediante la forma del elemento 1 de fijación y empujando el elemento de fijación, p. ej., contra un nivel de superficie perpendicular con respecto al eje de compresión, que puede ser el fondo del orificio del objeto, tal como puede observarse, o la superficie de un elemento separado. En el ejemplo mostrado, el elemento de fijación tiene forma de sombrero y la fuerza 4 de compresión aprieta los bordes hacia fuera, presionándolos por lo tanto contra las paredes laterales del orificio. De forma ventajosa, el elemento de fijación en forma de sombrero comprende una ranura o una pluralidad de ranuras, tal como se ha descrito anteriormente. También son posibles variantes con otras formas extensibles (p. ej., de cuña hueca).
- Asimismo, la Fig. 6 muestra que la herramienta 3 puede tener una forma específica adaptada a la cara 1.1 de transmisión de entrada, en este caso, tubular al menos en el lado distal. Tal forma específica permite una aplicación energéticamente eficaz de las vibraciones mecánicas en el elemento de fijación.
- La realización del elemento 1 de fijación según la **Fig. 7** comprende dos componentes. Un primer componente 1.11 proximal está conectado al segundo componente 1.12 distal mediante unas aletas 1.21 de conexión que son delgadas en comparación con las dimensiones del elemento de fijación. Durante la compresión del elemento de fijación, las aletas 1.21 se rompen o funden, es decir, las mismas representan puntos de rotura o fusión predeterminados. El primer componente 1.11 y el segundo componente 1.12 tienen forma de cuña, comprendiendo cada uno una rampa 1.11a y 1.12a, deslizándose dichas rampas una con respecto a otra cuando los componentes son presionados uno contra otro por una fuerza de compresión que actúa a lo largo del eje 11 de compresión.
- Después de la desintegración de las aletas 1.21 de conexión, los componentes 1.11, 1.12 del elemento de fijación son desplazados entre sí bajo la influencia de la fuerza de compresión. Por lo tanto, la realización según la Fig. 7 constituye un ejemplo adicional de un elemento de fijación que comprende una pluralidad de componentes 1.11, 1.12 móviles entre sí a lo largo de unas superficies (es decir, rampas) que se extienden de forma oblicua con respecto a la fuerza de compresión. También en esta realización, el diámetro exterior del elemento de fijación aumenta por el desplazamiento lateral provocado por la fuerza de compresión.
- Tal como ya se ha mencionado, las conexiones como las aletas 1.21 de conexión que funcionan como puntos de rotura o fusión predeterminados también pueden ser aplicadas en las realizaciones de piezas múltiples descritas anteriormente.
- El diseño de las superficies de desplazamiento oblicuas con respecto al eje 11 de compresión como rampas -con o sin conexiones entre los componentes- también puede combinarse con las características de las realizaciones de las Figs. 3 y 5.
- De forma específica, es posible sustituir uno de los componentes del elemento de fijación por un elemento separado que no es necesario que comprenda material termoplástico y que funciona de manera análoga al elemento de expansión según la Fig. 5.
- De forma alternativa a la realización mostrada, un elemento de fijación según la Fig. 7 también puede estar diseñado en material termoplástico y esencialmente cilíndrico (p. ej., un cilindro circular) con incisiones horizontales (es decir, perpendiculares con respecto al eje del cilindro) u oblicuas que no atraviesan el elemento de fijación pero que dejan áreas con una sección transversal reducida. Las mismas sirven como puntos de rotura o fusión predeterminados. Tal realización puede resultar ventajosa en lo que respecta a producción.
- La **Fig. 8a** muestra una realización adicional de un elemento 1 de fijación. En esta realización, a diferencia de las realizaciones descritas anteriormente, el aumento local de la distancia entre la superficie periférica y el eje de compresión no se debe necesariamente a un aumento del área de sección transversal exterior. No obstante, en este y otros ejemplos similares, al menos la proyección de la superficie exterior a lo largo del eje de compresión aumenta.
- El elemento de fijación tiene esencialmente forma de clavija, aunque comprende incisiones laterales 14, 15 y unas contracciones 1.4, 1.5 correspondientes. Durante la fijación, estas contracciones funcionan como puntos de fusión predeterminados. Cuando las mismas se funden o al menos se ablandan debido al efecto de las vibraciones mecánicas, la fuerza de compresión inclina las secciones del elemento de fijación entre las contracciones una hacia otra, llevándose a cabo por lo tanto el aumento local de la distancia entre la superficie periférica del elemento de fijación y el eje de compresión, tal como se muestra en la **Fig. 8b**, que muestra esquemáticamente la forma del elemento de fijación después de la fijación. Las zonas presionadas contra las paredes laterales del orificio del objeto se indican mediante las flechas horizontales.
- De forma alternativa, el elemento de fijación puede comprender solamente una contracción 14 o dos contracciones (o, posiblemente, más de dos contracciones) con secciones transversales diferentes. De forma específica, el elemento de fijación puede comprender una contracción más amplia más cerca de la cara de transmisión de entrada. Esto puede provocar que la contracción más alejada de la cara de transmisión de entrada sea licuada antes que la contracción más cercana a la cara de transmisión de entrada, y puede evitar que la contracción más cercana a la cara de transmisión de entrada se funda antes que la otra contracción, lo cual evitaría la transmisión adicional

de vibraciones mecánicas a esta otra contracción.

La **Fig. 9** muestra una realización de un elemento 1 de fijación que no forma parte de la invención reivindicada, con un diseño en forma de acordeón, en la que unas partes 1.31 asociadas mediante articulaciones 1.32 se desplazan hasta una posición más inclinada con respecto al eje 11 de compresión bajo la influencia de la fuerza 4 de compresión. De este modo, la sección transversal exterior del elemento de fijación aumenta localmente. En la realización mostrada, la totalidad del elemento 1 de fijación es una única unidad, de modo que las articulaciones 1.32 son creadas simplemente por la forma del cuerpo del elemento de fijación; es posible el uso de otros medios de articulación. En algunas circunstancias, es posible tomar medidas para permitir la transmisión de vibraciones mecánicas a las áreas más alejadas de la cara de transmisión de entrada. P. ej., tales medidas consisten en el uso de un núcleo no licuable con una rigidez superior en comparación con el material termoplástico.

Tal núcleo se muestra en la **Fig. 10** en una realización similar a la de la Fig. 3. Nuevamente, los elementos equivalentes a los elementos correspondientes de la realización según la Fig. 3 no se describen de forma detallada. El núcleo comprende dos componentes 41, 42 de núcleo que son móviles entre sí. El primer componente 42 de núcleo comprende en la realización mostrada una placa 42.2 de base y una sección 42.1 adyacente en forma de funda. La superficie exterior o interior de la placa 42.2 de base puede servir como una cara de transmisión de entrada para las vibraciones mecánicas. En este caso, el segundo componente 41 de núcleo está diseñado como una funda móvil en el interior de la sección 42.1 en forma de funda del primer componente de núcleo. Cuando el elemento de fijación es comprimido, un componente de núcleo se desliza en el interior del otro.

De forma alternativa al núcleo de dos piezas, también son posibles núcleos de una pieza o núcleos de múltiples piezas. Un núcleo de una pieza no se extiende en toda la longitud (con respecto al eje 11 de compresión) del elemento de fijación, ya que ello imposibilitaría la compresión del elemento de fijación.

La **Fig. 11** muestra una configuración con un elemento 1 de fijación compresible según la invención del tipo descrito en relación con la Fig. 5. A diferencia de este último, no existe ningún elemento de expansión separado, sino que la herramienta 3 comprende una cara 3.1 de transmisión de salida en forma de cuña o de rampa que está formada por una parte 3.7 extrema distal que tiene un diámetro más grande que una parte 3.4 de árbol. La cara 3.1 de transmisión de salida en forma de cuña o de rampa sirve para aplicar las vibraciones mecánicas y la fuerza de compresión en el elemento de fijación, así como para expandir el elemento de fijación.

Además, en la configuración mostrada en la Fig. 11 se aplica el principio de la herramienta 3 bajo fuerza de tracción. Por lo tanto, la configuración según la Fig. 11 también resulta adecuada para usar en orificios con un fondo que no es adecuado para soportar cargas o en un orificio pasante (túnel), tal como se muestra en la Fig. 11.

El principio consistente en aplicar una fuerza en el elemento de fijación que dispone la herramienta bajo una carga de tracción se corresponde con la invención. Este principio también puede ser aplicado con respecto a elementos de fijación que no son comprimidos por dicha fuerza. Tales configuraciones se describen haciendo referencia a las siguientes **Figs. 12 a 16**.

Las **Figs. 12a y 12b** muestran, en sección y visto desde la parte superior, un objeto 21 que comprende un orificio 21.1 en forma de ranura (no redondo) y que tiene forma de túnel de una superficie a la otra opuesta. La Fig. 12a también muestra una herramienta 3 con un árbol 3.4 y una parte exterior. En la realización mostrada, la parte exterior es una pieza transversal 3.6 orientada perpendicularmente con respecto al árbol. Dos elementos de fijación de material termoplástico -posiblemente con un núcleo no termoplástico sólido- están fijados a la pieza transversal 3.6 de manera reversible.

Tal como se muestra en la Fig. 12a, la herramienta 3 con los elementos de fijación unidos a la misma se desplaza en una primera etapa desde un lado proximal del objeto, a través del orificio, hasta que los elementos 1 de fijación salen totalmente del objeto (es decir, están situados en el lado distal del objeto). A continuación, tal como se muestra en la **Fig. 12c**, la herramienta es girada alrededor de un eje definido por su árbol 3.4, p. ej., 90°. Posteriormente, del mismo modo que en las realizaciones descritas, se aplica una fuerza en los elementos de fijación que presiona el material termoplástico de los elementos de fijación contra el lado posterior del objeto. Esto se consigue estirando de la herramienta hacia atrás, presionando de este modo los elementos de fijación contra el lado posterior del objeto. Mientras la fuerza está actuando sobre los elementos de fijación, se aplican vibraciones mecánicas en el elemento de fijación a través de la cara 3.1 de transmisión de salida de la herramienta, que en este caso está formada por las superficies proximales de la pieza transversal a la que están fijados los elementos de fijación. Esto provoca que el material termoplástico de los elementos de fijación sea licuado parcialmente y sea presionado contra el objeto. Después de detener las vibraciones mecánicas, el material termoplástico se resolidifica y forma una conexión de encaje de forma con el objeto.

Tal como se muestra en la **Fig. 12d**, la herramienta es retirada a continuación empujándola suavemente y separándola de los elementos de fijación ya fijados en el objeto. Posteriormente, la misma es girada nuevamente hasta la orientación en la que la parte exterior encaja a través del orificio 21.1 y se retrae. De forma alternativa a la realización mostrada, también es posible dejar la herramienta en el objeto después de la fijación, asumiendo, p. ej., otra función. También es posible retirar solamente una parte de la herramienta, p. ej., el árbol, dejando otra parte, p.

ej., la parte exterior, que asume otra función. En tal caso, la herramienta no es una unidad única, sino que las partes de árbol y exterior están unidas entre sí de manera reversible, p. ej., enroscadas entre sí.

La realización de la invención mostrada en las Figs. 12a a 12d también resulta adecuada para conectar desde "detrás", es decir, desde un lado que no es accesible fácilmente, dos piezas para formar un objeto, estando las dos piezas totalmente separadas entre sí o conectadas solamente mediante un enlace débil antes de la fijación. En tal caso, la herramienta no se introduce a través de un orificio, tal como se muestra en la Fig. 12b, sino a través del espacio entre las dos piezas. La parte exterior de la herramienta permanece en su posición después de la fijación y funciona como un puente que conecta las dos piezas del objeto de manera rígida.

En la realización mostrada no se disponen aberturas en el objeto para colocar los elementos de fijación antes de la aplicación de las vibraciones mecánicas. El orificio 21.1 del objeto sirve solamente para colocar la herramienta. Los elementos de fijación son introducidos en el objeto mediante una fuerza ejercida sobre los mismos, llevando a cabo la penetración del elemento de fijación en el objeto una punta y/o unos bordes que se extienden axialmente del elemento de fijación, que, de forma ventajosa, no consisten en material licuable.

La fuerza para introducir los elementos de fijación en el material del objeto (p. ej., madera o materiales similares) puede ser aplicada, p. ej., antes de las vibraciones mecánicas. De forma alternativa a la configuración mostrada, también es posible disponer aberturas en el objeto, pudiendo ser el diámetro de estas aberturas más pequeño que el diámetro de los elementos de fijación.

Son posibles las siguientes variantes:

- En vez de ser llevado a cabo con dos elementos de fijación, tal como se ha mostrado, el método también puede ser llevado a cabo solamente con un único elemento de fijación o con más de dos elementos de fijación.

- La parte exterior de la herramienta puede tener cualquier forma optimizada para su función, así como para la transmisión de vibraciones y fuerza.

- Dependiendo de las circunstancias, la herramienta con los elementos de fijación puede ser introducida desde detrás (es decir, desde el lado distal), de modo que solamente es necesario atravesar el orificio con el árbol.

La **Fig. 13** muestra una realización adicional de la invención. Un orificio pasante que tiene una sección transversal constante (p. ej., un orificio pasante con una sección transversal redonda) está dispuesto en el objeto 21. Un elemento 1 de fijación que se estrecha desde el lado distal hacia el lado proximal se introduce en el orificio desde detrás, es decir, desde el lado distal. El elemento de fijación se introduce en el orificio con la ayuda de una herramienta 3 que se une al lado proximal del elemento de fijación, actuando una fuerza de tracción en la herramienta (la herramienta está bajo una carga de tracción). Mientras la fuerza de tracción se mantiene activa, se aplican las vibraciones mecánicas en el elemento de fijación. Las vibraciones y la forma ligeramente cónica del elemento de fijación provocan que el material termoplástico en el área de la superficie circunferencial del elemento de fijación sea licuado y sea presionado contra los poros u otras cavidades presentes en las paredes laterales del orificio del objeto.

En esta realización, en la que las fuerzas de tracción no solamente actúan en la herramienta sino también en el elemento de fijación, es necesario conectar la herramienta y el elemento de fijación de forma rígida, tal como se describe de forma más detallada a continuación.

Como variante -normalmente menos preferida- el orificio puede estrecharse hacia el lado proximal, mientras que el elemento de fijación es cilíndrico (giratoriamente).

Como otra variante, el orificio del objeto puede ser escalonado, siendo más ancho en el lado distal que en el lado proximal. El elemento de fijación correspondiente puede comprender un borde que se une al escalón del orificio durante el procedimiento de fijación.

Son posibles otras realizaciones de elementos de fijación que pueden ser fijados mediante una fuerza de estiramiento.

La **Fig. 14a** muestra una configuración con un elemento 1 de fijación ligeramente cónico que, del mismo modo que el elemento de fijación según la Fig. 13, se desplaza con la ayuda de una herramienta 3 a lo largo de un eje del orificio del objeto, en la que la fuerza que se aplica en el elemento de fijación dispone la herramienta bajo una carga de tracción, es decir, la fuerza que actúa sobre el elemento de fijación está dirigida contra el generador de oscilaciones. No obstante, a diferencia de la configuración según la Fig. 13, la fuerza que actúa sobre el elemento 1 de fijación es una fuerza de presión (es decir, una fuerza de empuje). Con este fin, el elemento de fijación comprende un orificio central 1.9, que en la configuración mostrada se extiende en paralelo con respecto al eje del orificio del objeto durante el procedimiento de fijación. Un árbol 3.4 de herramienta que tiene una placa 3.5 de base se extiende a través del orificio 1.9. La fuerza que se aplica en el elemento de fijación, así como las vibraciones

mecánicas, son transmitidas de la herramienta al elemento de fijación a través de la placa de base, del mismo modo que como se muestra en la Fig. 4. Después de la fijación, es posible proceder con la herramienta de tres maneras.

En primer lugar, considerando que el orificio del objeto es un orificio pasante, la herramienta se separa del generador de oscilaciones y se retira hacia el lado distal. En segundo lugar, la herramienta también se separa del generador de oscilaciones y permanece unida al elemento de fijación con una función predeterminada, p. ej., servir para la unión de un elemento adicional. En tercer lugar, la herramienta se desmonta después de la fijación, p. ej., el árbol 3.4 se separa de la placa 3.5 de base.

Son posibles las siguientes variantes:

- Las secciones transversales del orificio del objeto y del elemento de fijación no son circulares.
- La herramienta es retirable en su conjunto hacia el lado proximal si las secciones transversales de la cavidad 1.9 y de la placa 3.5 de base no son circulares y la placa 3.5 de base puede desplazarse a través de la cavidad 1.9 en una posición giratoria específica.
- El elemento de fijación no es necesariamente cónico. Por lo tanto, p. ej., el orificio del objeto puede hacerse más estrecho hacia el lado proximal. Aunque disponer tal orificio resulta generalmente difícil, es posible que sigan existiendo casos en los que esto resulta favorecido por otras circunstancias.
- También es posible que el elemento de fijación, así como el orificio del objeto, sean, p. ej., cilíndricos, es decir, que sus secciones transversales sean constantes a lo largo de sus ejes. De este modo, la sección transversal del elemento de fijación sería ligeramente más grande que la del orificio del objeto, de modo que el elemento de fijación se mantiene en el orificio mediante un encaje a presión. La fuerza de fricción puede ser suficiente para actuar como una fuerza opuesta a la fuerza aplicada en el elemento de fijación por parte de la herramienta. De forma alternativa, en esta realización es posible usar un elemento opuesto.

En la Fig. 14b se muestra una realización adicional. El elemento 1 de fijación tiene un borde 1.10 que es presionado contra un borde equivalente del objeto durante la fijación. En el caso mostrado, la boca del orificio forma el borde del objeto, no obstante, la misma también podría estar diseñada de forma escalonada o como otro ensanchamiento del orificio. La Fig. 14b es un ejemplo adicional de una realización de la invención en la que la fijación no se produce necesariamente en las paredes laterales del orificio.

Las siguientes Figs. 15 a 16 muestran realizaciones adicionales según la invención.

En la configuración según la Fig. 15, se dispone un orificio pasante o ciego en el objeto 21, en el que se introduce el elemento de fijación antes de la fijación. El elemento 1 de fijación comprende una cavidad pasante o ciega. La herramienta 3 comprende un árbol 3.4 y una cuña 3.7 que se estrecha desde el lado distal hacia el lado proximal, donde está unida al árbol. Durante la fijación, una fuerza 4 de estiramiento provoca que la cuña sea desplazada a través de la cavidad del elemento 1 de fijación, expandiendo este último. Por lo tanto, un área periférica del elemento de fijación es presionada contra una pared lateral del orificio del objeto. Las vibraciones mecánicas que son aplicadas simultáneamente en el elemento de fijación provocan que el material termoplástico sea licuado en las zonas en contacto con el objeto y que sea presionado contra las cavidades presentes en el objeto. De forma ventajosa, las vibraciones también provocan al menos que el material termoplástico se ablande entre la cavidad y el área periférica. Este ablandamiento libera al elemento de fijación de tensiones después de retirar la herramienta, evitando la acción de fuerzas orientadas radialmente hacia dentro sobre las áreas periféricas fijadas en el objeto.

Mientras la fuerza de estiramiento es ejercida en la herramienta, un elemento opuesto 31 evita que el elemento de fijación salga del orificio. En el ejemplo mostrado, el elemento 1 de fijación comprende directores 1.8 de energía periféricos, en este caso, en forma de punta, que facilitan la licuación del material licuable. También es posible disponer directores de energía en elementos de fijación según otras realizaciones de la invención descritas en este documento.

La Fig. 16 muestra una realización similar a la de la Fig. 15, en la que la herramienta tiene una forma diferente. En vez de tener forma de cuña, la parte extrema distal de la herramienta tiene, p. ej., forma de protuberancia esférica 3.7. Durante la fijación, esta parte extrema distal es desplazada a través del elemento de fijación mientras el material termoplástico es licuado y provoca una expansión plástica ventajosa del elemento de fijación, del mismo modo que en el ejemplo según la Fig. 15.

De forma alternativa, en vez de comprender un árbol 3.4a, la herramienta puede comprender un elemento no rígido, p. ej., una rosca o un cable, para estirar la parte extrema distal a través del elemento de fijación. Nuevamente, la parte extrema distal puede ser esférica, del mismo modo que en la Fig. 16.

Son posibles más alternativas:

- Una parte 3.7 extrema distal de mayor espesor de la herramienta puede tener muchas formas diferentes; la sección transversal más grande de la parte extrema distal siempre debe ser más grande que la sección



transversal más pequeña de la cavidad del elemento de fijación y más pequeña que la sección transversal del orificio del objeto.

5 · No es necesario que la cavidad del elemento 1 de fijación sea pasante; además, es posible que la herramienta ya esté colocada en la cavidad diseñada como un orificio ciego antes del procedimiento de fijación, siendo desplazada posteriormente en el interior de dicha cavidad o siendo retirada de la misma durante el procedimiento de fijación. La ventaja de tal configuración consiste en el hecho de que es posible vender y almacenar la herramienta adecuada con el elemento de fijación y la herramienta también puede facilitar la colocación del elemento de fijación.

· El orificio del objeto puede ser pasante o ciego.

10 · Es posible colocar durante el proceso de fijación un objeto adicional que se fija al objeto entre la herramienta y el elemento de fijación o entre el elemento de fijación y una pared lateral del orificio del objeto.

15 La **Fig. 17** muestra una realización adicional que no forma parte de la invención reivindicada, en la que la fuerza para expandir el elemento de fijación durante la fijación actúa como una carga de compresión en la herramienta. Mientras la parte 3.7 extrema distal del elemento de fijación de realizaciones como las mostradas en las Figs. 15 y 16 debe comprender un componente con una sección transversal creciente desde el lado proximal hacia el lado distal, en realizaciones como la mostrada en la Fig. 17, en las que la herramienta está bajo una carga de compresión, resulta ventajosa una parte extrema distal con una sección transversal creciente desde el lado proximal hacia el lado distal. En el ejemplo mostrado, la parte extrema distal de la herramienta está diseñada de esta manera.

20 En realizaciones que no forman parte de la invención reivindicada, en las que la fuerza que expande el elemento de fijación actúa en la herramienta como una carga de compresión, no es necesario que la herramienta comprenda un aumento de espesor de su parte extrema distal para estrecharse hacia el lado proximal. La misma puede ser, p. ej., cilíndrica, incluso estrechándose posiblemente hacia el lado distal.

25 En la realización mostrada en la Fig. 17, que no forma parte de la invención reivindicada, el elemento de fijación está conformado como un vaso y se apoya en el fondo del orificio del objeto. El elemento de fijación también puede ser tubular o tener otra forma que comprende una cavidad.

30 En la realización de la Fig. 17 la herramienta 3 puede estar conformada de modo que la misma puede ser retirada después de la fijación, por ejemplo, si la misma se estrecha hacia el lado distal. De forma alternativa, la herramienta puede estar conformada de modo que la misma comprende una estructura de retención (en la realización representada, formada por el borde mostrado), sirviendo como elemento de fijación después del proceso de fijación. La **Fig. 17a** representa una herramienta 3 que comprende una rosca 3.21 diseñada para cooperar con una rosca de un elemento adicional 91, que en la figura está representado esquemáticamente como una tuerca de tornillo para fijar una placa 92 al objeto 21 de construcción.

35 Además del efecto de compresión del elemento de fijación, la herramienta de la realización según la Fig. 11 tiene en cierta medida un efecto de expansión. Por lo tanto, la configuración según la Fig. 11 se corresponde con la invención.

40 De forma ventajosa, en realizaciones con una herramienta con un ensanchamiento distal 3.7, tales elementos de fijación están hechos totalmente de material termoplástico. Los componentes no termoplásticos pueden estar dispuestos, p. ej., en la base de un elemento de fijación en forma de vaso, en la periferia de un área en la que no se desea que se produzca una expansión o como un elemento de refuerzo diseñado y situado para no obstaculizar la expansión. En el caso de un elemento de fijación en forma de tubo o en forma de vaso, tales refuerzos pueden tener, p. ej., una forma alargada y extenderse hacia fuera en la superficie circunferencial del elemento de fijación en dirección axial.

45 En todas las realizaciones en las que el elemento de fijación es expandido, no es necesario que la abertura (en el caso de que exista) del elemento de fijación sea central. Es posible usar una configuración asimétrica correspondiente para licuar o plastificar de forma específica el material termoplástico en un lado del elemento de fijación antes que en el lado opuesto, o es posible que la misma esté prevista para que el material termoplástico solamente sea licuado o plastificado en un lado.

50 · También en los casos en los que la herramienta está bajo una carga de compresión es posible aplicar un elemento opuesto 31. Tal elemento actúa en el lado distal del elemento de fijación y, p. ej., está soportado por un árbol que se extiende centralmente a través de la herramienta, tal como se muestra en la Fig. 18, que representa un ejemplo con un elemento de fijación que puede ser comprimido. En tales casos, no es necesario que la herramienta 3 se mueva cuando la fuerza 4 es aplicada en la misma. En cambio, es posible mover el elemento opuesto 31, que aplica la fuerza opuesta 51 en el elemento de fijación durante el procedimiento de fijación. También son posibles los movimientos combinados de la herramienta y el elemento opuesto. También es posible que el elemento opuesto 31 esté diseñado como una herramienta y,

5 por lo tanto, también aplique vibraciones mecánicas en el elemento de fijación, es decir, las vibraciones mecánicas son aplicadas en el elemento de fijación desde dos lados. Finalmente, también es posible que el elemento opuesto esté soportado por un elemento no rígido -p. ej., una rosca o un cable- desde el lado proximal. También es posible diseñar la parte distal 1.11; 1.14 de una realización de piezas múltiples del elemento de fijación, p. ej., como las mostradas en las Figs. 3a, 3b, 3c, de modo que sea soportada por un elemento no rígido, que se extiende, p. ej., a través de un ojete del componente distal del elemento de fijación. Esto presenta la ventaja de que el elemento no rígido puede ser retirado después de la fijación, p. ej., cortándolo y tirando del mismo a continuación desde el lado proximal.

10 En todas las realizaciones diseñadas según la invención, la fuerza 4 que es aplicada en el elemento de fijación actúa como una fuerza de tracción en la herramienta 3 o, en caso necesario (del mismo modo que en configuraciones según la Fig. 18), en el elemento opuesto 31. Esto requiere unos medios de conexión adecuados en el dispositivo vibratorio, que no solamente deben resultar adecuados para cargas de tracción, sino también para la transmisión de vibraciones mecánicas bajo cargas de tracción. Tales medios de conexión son conocidos por un experto en la técnica. Con frecuencia, los mismos se basan en un encaje de forma (uniones de tornillo, encajes a presión, fijaciones de bayoneta, etc.) o, posiblemente, en un encaje de material (conexiones encoladas, unidas o soldadas) o en un encaje de fricción (conexiones de sujeción). Tales medios de conexión conocidos no se describirán de forma más detallada en la presente memoria. En la Fig. 19 se muestra el principio de funcionamiento de unos medios de conexión de encaje de forma. Esta conexión puede ser usada tal como se muestra o en una forma alternativa. El dispositivo vibratorio comprende una extensión que sobresale en el interior de una cavidad en el extremo proximal de la herramienta 3 y que se ensancha hacia su extremo distal, de modo que la misma puede transmitir una fuerza de tracción. Para conectar la herramienta 3 al dispositivo vibratorio, los mismos se desplazan entre sí de forma perpendicular con respecto al plano de la Fig. 19. Es posible usar colas de milano o modificaciones similares. En realizaciones tales como la mostrada en la Fig. 13, también es posible usar estos u otros medios de conexión para transmitir fuerzas de tracción de la herramienta 3 al elemento 1 de fijación.

25 El proceso de fijación requiere la aplicación de una fuerza en el elemento de fijación. En la mayor parte de realizaciones de la invención, la fuerza es aplicada entre la herramienta 3 y un elemento opuesto, en vez de ser aplicada entre la herramienta y el propio objeto. Según un principio especial de la invención, que puede ser aplicado en todas las situaciones en las que la fuerza es aplicada entre el elemento de fijación y un elemento opuesto, la fuerza puede ser aplicada manualmente por parte de la persona que aplica el método. De forma alternativa, la fuerza puede ser aplicada mediante algún mecanismo que solamente debe ser activado por la persona. Asimismo, tales medios permiten obtener una fuerza bien definida.

30 Un ejemplo de tal mecanismo es un mecanismo de muelle, mostrado de forma muy esquemática en la **Figura 20**. En la realización de la Fig. 20, la herramienta 3 es del tipo que permanece en su posición después de la fijación y está diseñada para realizar una función adicional. En realizaciones en las que el material licuable se adhiere a la herramienta después de la fijación, es posible considerar que la herramienta forma parte del elemento de fijación después de la fijación. En la Fig. 20 el elemento 1 de fijación se muestra simplemente en forma de tubo; por ejemplo, el mismo puede comprender una rendija y estar configurado tal como se describe en las Figs. 1a a 2b. De forma alternativa, la herramienta y el elemento de fijación también pueden estar configurados como cualquier herramienta/elemento de fijación adicionales descritos en este texto o como cualquier otra realización de la invención. Entre el dispositivo ultrasónico 81, unido de forma rígida a la herramienta 3 durante la fijación, y el elemento 1 de fijación está dispuesto un muelle 82. El muelle ejerce una fuerza entre el elemento de fijación y la herramienta (a través del dispositivo ultrasónico 81). El muelle puede estar configurado de modo que la fuerza resulta suficiente para el proceso de fijación, de modo que, durante la aplicación de las vibraciones mecánicas, la herramienta es presionada contra el elemento de fijación por dicha fuerza. Esta realización resulta ventajosa en situaciones en las que la fuerza durante el proceso debería estar bien definida.

35 En la versión mostrada de la realización de la invención del “mecanismo de aplicación de fuerza”, el muelle está en contacto directo con el elemento de fijación, sirviendo la superficie distal del muelle como elemento opuesto. No obstante, es posible disponer un elemento opuesto separado, por ejemplo, en forma de placa, entre el muelle y el elemento de fijación (no mostrado). El hecho de disponer un elemento opuesto en forma de placa presenta la ventaja adicional de que la posición del extremo proximal del elemento de fijación queda definida durante el proceso de fijación.

40 Otra característica de la realización de la Fig. 20, que puede ser utilizada en las diferentes realizaciones de la invención e independientemente del “mecanismo de aplicación de fuerza”, consiste en utilizar una funcionalidad de perforación de la herramienta 3. Con este fin, la herramienta 3 comprende una superficie 3.10 extrema distal diseñada para introducirse en el material de construcción. La superficie extrema distal puede tener forma de punta y, además, puede comprender estructuras de taladrado, por ejemplo, tal como resulta conocido por WO 2005/079 696.

45 En realizaciones en las que la herramienta 3 permanece en su posición después de la fijación, la herramienta está dotada normalmente de una parte distal con una sección transversal más grande, estando dispuesta dicha parte distal de forma distal con respecto a una parte principal del elemento de fijación (ver Fig. 4, Fig. 20). En realizaciones que no forman parte de la invención reivindicada, en las que la fuerza necesaria es aplicada en la herramienta como

una fuerza de compresión, esta opción no existe normalmente, ya que en esos casos la herramienta se desplaza “hacia delante”, es decir, hacia un lado distal, durante la fijación. La **Figura 21** muestra una realización que no forma parte de la invención reivindicada de tal fijación “hacia delante”, en la que, sin embargo, la herramienta 3 puede permanecer en la posición de la fijación después de llevar a cabo la fijación. Con este fin, la herramienta está dotada de estructuras 3.13 de retención que hacen que la herramienta quede retenida por el elemento 1 de fijación después de la fijación. En la Fig. 21 también se muestra una rosca 3.12 de la herramienta que puede ser usada para fijar algún otro objeto al elemento de fijación.

Las figuras **22a y 22b** muestran otra realización de la invención que resulta especialmente adecuada para fijar el elemento de fijación a un objeto en forma de placa. La herramienta 3 está dotada de unas estructuras 3.14 de taladrado con un diámetro externo más grande que el del árbol 3.4. La herramienta se usa en primer lugar para perforar un orificio en el objeto mediante las estructuras de taladrado. A continuación, el elemento 1 de fijación en forma de tubo es empujado a lo largo del árbol. Los diámetros externo e interno del elemento 1 de fijación son tales que el mismo puede pasar a través del orificio, aunque se apoya contra las estructuras 3.14 de taladrado. Para llevar a cabo la fijación, el elemento de fijación es presionado contra el elemento opuesto 31 estirando de la herramienta 3, siendo comprimido el elemento de fijación entre la herramienta y el elemento opuesto. El material licuable es licuado en contacto con el material del objeto y, si dicho material de construcción es duro y tiene poca porosidad, el mismo puede extenderse por el lado distal del objeto, formar una protuberancia y, de este modo, actuar como un remache ciego.

En vez de comprender las estructuras de taladrado, la herramienta también puede comprender un ensanchamiento distal mediante el que la fuerza puede actuar en la herramienta, y el orificio del objeto puede ser perforado por un instrumento distinto a la herramienta.

Haciendo referencia a las Figs. 23a y 23b, 24a, 24b y 25, se describen ejemplos adicionales que no forman parte de la invención. Las realizaciones de los elementos 1 de fijación mostradas en las mismas comprenden una sección de elemento de fijación (en ambas realizaciones mostradas, los elementos de fijación consisten en dicha sección) que consiste en un material termoplástico, sobresaliendo durante la fijación una parte distal de la herramienta 3 en el interior de dicha sección y expandiendo durante la fijación la sección del elemento de fijación desde el interior. Esto da como resultado la aparición de fuerzas laterales en las interfases entre el elemento de fijación y la superficie del objeto, mejorando de este modo la fijación en las paredes laterales del material de construcción. Las realizaciones mostradas muestran dos posibilidades de expandir el elemento de fijación desde el interior mediante la herramienta:

- La herramienta 3 se introduce en el elemento de fijación durante un proceso de fijación que no forma parte de la invención reivindicada, aumentando de este modo su sección transversal exterior (**Figuras 23a, 23b**). En la realización mostrada, la herramienta comprende estructuras en forma de púa para mantener la herramienta fija en el elemento de fijación después de la fijación.

- La herramienta no es simétrica giratoriamente y gira durante el proceso de fijación, mientras que el giro del elemento de fijación no es posible (**Figuras 24, 24b, 25**). En las figuras 24a, 24b, la herramienta comprende una pluralidad de excéntricas 3.11, mientras que, en la Figura 25, la herramienta y la abertura del elemento de fijación son simétricas en traslación pero no son simétricas giratoriamente y, en la realización mostrada, tienen una sección transversal hexagonal. Los elementos 1 de fijación mostrados comprenden salientes 1.31 en forma de púa que evitan su giro.

Las realizaciones de las figuras 21-23 constituyen todas ellas ejemplos (adicionales) de realizaciones de la invención en las que la herramienta 3 permanece en su posición después del proceso de fijación y puede servir como fijador. Por lo tanto, las realizaciones de estas figuras también se corresponden con el aspecto adicional de la invención mencionado anteriormente. Las figuras 26-29 muestran variantes adicionales que pueden ser usadas para fijar un fijador al objeto de construcción, sirviendo al mismo tiempo el fijador como herramienta 3 que aplica las oscilaciones mecánicas y la fuerza en el elemento de fijación durante el proceso de fijación.

El elemento 1 de fijación mostrado en la **Figura 26a** es del tipo descrito, por ejemplo, haciendo referencia a las Figuras 3a y 4. El mismo se fija en una placa 21, por ejemplo, de un material relativamente blando y/o frágil, tal como yeso o compuesto de madera. Detrás de la placa 21 está presente una cavidad, ya que la placa está fijada mediante unos soportes separadores 102 a una pared 101. El método según la invención permite fijar firmemente la herramienta 3 -que, después de la fijación funciona como un fijador, en este caso, con una rosca 3.21- a la placa relativamente débil, ya que el material licuado durante la fijación es presionado principalmente en direcciones laterales y no provoca la rotura de la placa en la interfase con el elemento de fijación. La **figura 26b** muestra el estado después del proceso de fijación.

La Figura 26a muestra además la generación de la fuerza entre el elemento opuesto 31 y la herramienta 3 mediante un elemento 82 de muelle, comprendiendo en la realización mostrada una pluralidad de muelles guiados por una guía 83 de muelle.

La configuración mostrada en la **Figura 27** difiere de esta última en que la herramienta 3 y el elemento de fijación son del tipo descrito haciendo referencia a la Fig. 11 o a la Fig. 17 (aunque con una fijación “hacia atrás” según la

invención).

Las Figuras 26a, b y 27 muestran que la realización según la invención resulta especialmente adecuada para unir un fijador a un objeto hueco, por ejemplo, con paredes comparativamente débiles.

5 Las Figuras 28 y 29 muestran una realización para fijar un fijador/herramienta 3 con una cabeza fijadora (un "clavo") al objeto 21 de material de construcción. La herramienta expande el elemento 1 de fijación durante el proceso de fijación y queda soldada al mismo. Gracias al uso de un elemento de fijación como una especie de espiga para fijar el fijador 3, el fijador también puede unirse a un material que normalmente tendería a romperse/desmenuzarse cuando se introduce un clavo en el mismo, tal como cartón, compuestos de lana de baja calidad, yeso, etc. Esto se debe a que el material licuado penetra en las estructuras del material en estado líquido (por lo tanto, no existen fuerzas de cizalla) y, después de su resolidificación, el mismo queda fijado en su interior de forma relativamente profunda.

10 En las realizaciones mostradas, el fijador se usa para clavar una placa 106 al objeto, no consistiendo por supuesto este uso el único uso de un fijador y mostrándose solamente a título ilustrativo.

15 La realización de la Fig. 29 difiere de la realización básica de la Fig. 28 por el hecho de que, además de la fijación por encaje positivo mediante el elemento 1 de fijación, la herramienta 3 también se fija como un clavo o clavija convencional, mediante una punta 3.31 que se introduce en el material 21 de construcción, y el elemento de fijación y la herramienta no están configurados según la invención reivindicada, de modo que el elemento de fijación también es presionado hacia el interior del material de construcción en dirección hacia delante (tal como se indica mediante las flechas en la figura).

20 Los elementos de fijación, dispositivos y métodos de fijación según las realizaciones mostradas u otras realizaciones de la invención pueden ser usados en diversas situaciones en las que resulta importante obtener una conexión firme entre el elemento de fijación y el objeto. Para aplicaciones específicas, se hace referencia a todas las aplicaciones descritas en las publicaciones WO 98/42988, WO 00/79137 y WO 2006/002 569.

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Método de fijación de un elemento (1) de fijación en un objeto de material (21) de construcción con la ayuda de vibraciones mecánicas (5), comprendiendo dicho elemento (1) de fijación una cara de transmisión de entrada adecuada para la transmisión de vibraciones mecánicas, y comprendiendo además dicho elemento (1) de fijación un material termoplástico licuable mediante vibraciones mecánicas que forma al menos una parte de la superficie del elemento (1) de fijación, comprendiendo el método las etapas de:
- colocar el elemento (1) de fijación en el objeto (21) de modo que áreas del elemento (1) de fijación que comprenden el material termoplástico están en contacto con el objeto (21);
  - 10 · aplicar una fuerza (4) y vibración mecánica (5) a través de la cara de transmisión de entrada en el elemento (1) de fijación colocado, de modo que el material licuable es licuado al menos parcialmente en las zonas en contacto con el objeto (21) y es presionado contra el objeto (21) para formar una conexión de encaje de forma con el objeto (21) después de su resolidificación,
  - 15 · en el que la fuerza (4) y las vibraciones mecánicas (5) son aplicadas en el elemento (1) de fijación desde una herramienta (3) en la que las vibraciones mecánicas (5) son aplicadas en un lado proximal y que comprende una cara (3.1) de transmisión de salida en un lado distal a través de la que las vibraciones mecánicas (5) son aplicadas en el elemento (1) de fijación, **caracterizado porque** dicha fuerza (4) aplicada en el elemento (1) de fijación desde la herramienta (3) es ejercida en la herramienta (3) como una fuerza de tracción o se dispone un elemento opuesto (31) para ejercer una fuerza opuesta (51), siendo la fuerza opuesta (51) opuesta a dicha fuerza (4) aplicada en el elemento (1) de fijación desde la herramienta (3), y en el que la fuerza opuesta (51) es aplicada como una fuerza de tracción en el elemento opuesto (31).
- 20 2. Método según la reivindicación 1, en el que se dispone un orificio (21.1) en el objeto (21) antes de colocar el elemento (1) de fijación, y el elemento (1) de fijación se coloca en dicho orificio (21.1).
3. Método según la reivindicación 2, en el que el elemento opuesto (31) se coloca sobre una boca o en un fondo o en el interior del orificio (21.1) del objeto (21).
- 25 4. Método según la reivindicación 3, en el que, para contrarrestar la fuerza (4) aplicada desde la herramienta (3) en el elemento (1) de fijación, el elemento (31) opuesto se coloca en la boca o en el fondo o en el interior del orificio (21.1) del objeto (21).
5. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la etapa de aplicar la fuerza (4) de tracción en la herramienta (3) o en el elemento opuesto incluye aplicar la fuerza de tracción mediante un elemento elástico.
- 30 6. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que el elemento (1) de fijación es compresible en la dirección de un eje (11) de compresión con el aumento local de la distancia entre una superficie periférica del elemento (1) de fijación y el eje (11) de compresión, en el que la cara de transmisión de entrada no es paralela con respecto al eje de compresión, y en el que el material termoplástico forma al menos una parte de la superficie periférica del elemento (1) de fijación.
- 35 7. Unidad de fijación que comprende un elemento (1) de fijación adecuado para ser fijado en un objeto (21) con la ayuda de vibraciones mecánicas (5) y una herramienta (3), en la que el elemento (1) de fijación comprende una cara de transmisión de entrada para las vibraciones mecánicas (5), en la que el elemento (1) de fijación comprende además un material termoplástico licuable mediante energía mecánica que forma al menos una parte de la superficie del elemento (1) de fijación, en la que la herramienta (3) tiene un lado proximal y un lado distal y una cara de transmisión de salida adecuada para la transmisión de vibración mecánica (5) y adaptada a la cara de transmisión de entrada del elemento (1) de fijación, **caracterizada porque** la herramienta (3) puede ser conectada al elemento (1) de fijación de modo que el elemento (1) de fijación puede ser fijado en el objeto (21) cuando una fuerza (4) de tracción y vibraciones mecánicas (5) son aplicadas en la herramienta (3), y en la que, durante la fijación, el material termoplástico es licuado al menos parcialmente en las zonas en contacto con el objeto (21) y es presionado contra el objeto (21) para formar una conexión de encaje de forma con el objeto (21) después de su resolidificación.
- 40 45 8. Unidad de fijación según la reivindicación 7, en la que la cara de transmisión de salida está orientada hacia el lado proximal de la herramienta (3).
9. Unidad de fijación según la reivindicación 8, en la que la herramienta (3) comprende una parte (3.4) de árbol proximal con un eje de árbol y un ensanchamiento distal (3.7) que tiene en un saliente a lo largo del eje de árbol un área de base más grande que el árbol, y en la que la cara de transmisión de salida está formada por una superficie proximal del ensanchamiento.
- 50 10. Unidad de fijación según la reivindicación 9, en la que el ensanchamiento tiene una sección transversal que es asimétrica giratoriamente con respecto al eje de árbol.
11. Unidad de fijación según una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, en la que el elemento (1) de fijación es

5 compresible en la dirección de un eje (11) de compresión con el aumento local de la distancia entre una superficie periférica del elemento (1) de fijación y el eje de compresión (11), en la que la cara de transmisión de entrada no es paralela con respecto al eje (11) de compresión para la transmisión de entrada de una fuerza de compresión y la vibración mecánica (5), y en la que el material termoplástico forma al menos una parte de la superficie periférica del elemento (1) de fijación en áreas del aumento de distancia local.

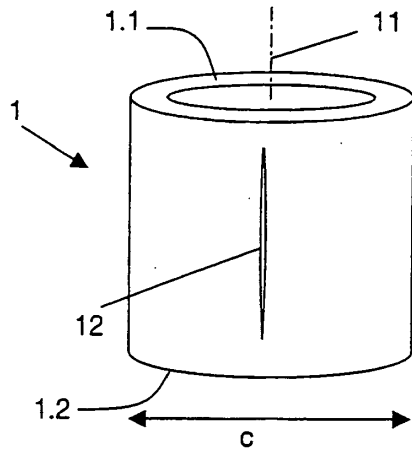


Fig. 1a

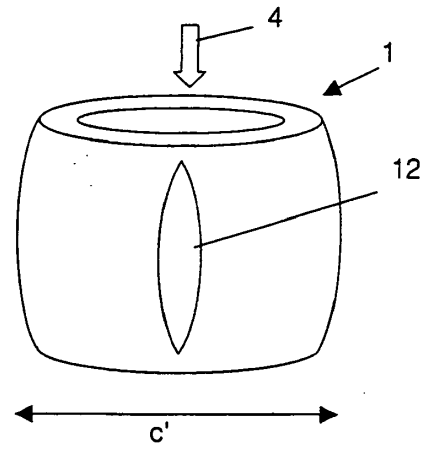


Fig. 1b

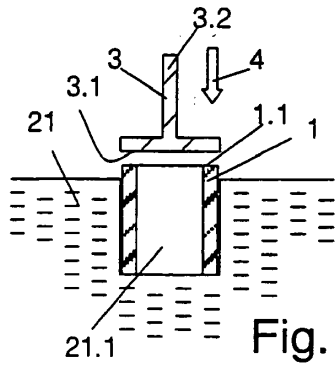


Fig. 2a

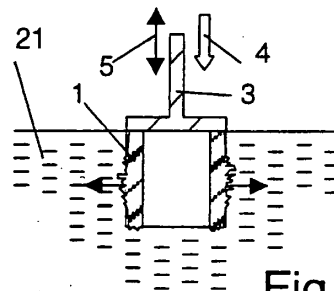


Fig. 2b

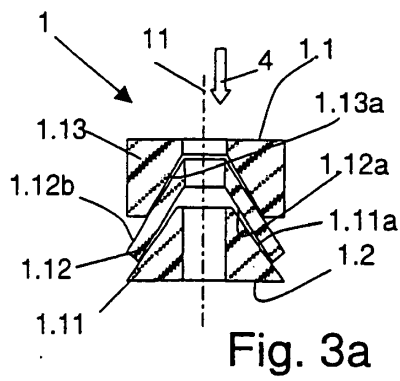


Fig. 3a

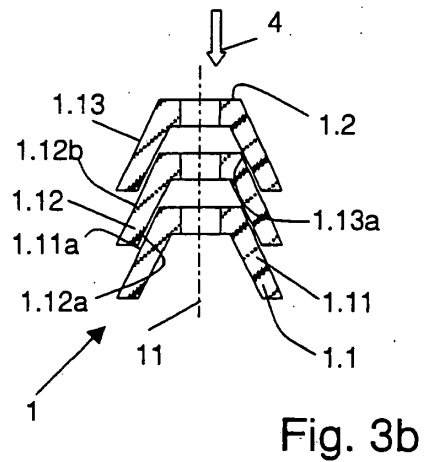


Fig. 3b

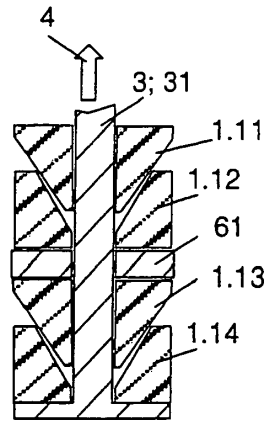


Fig. 3c

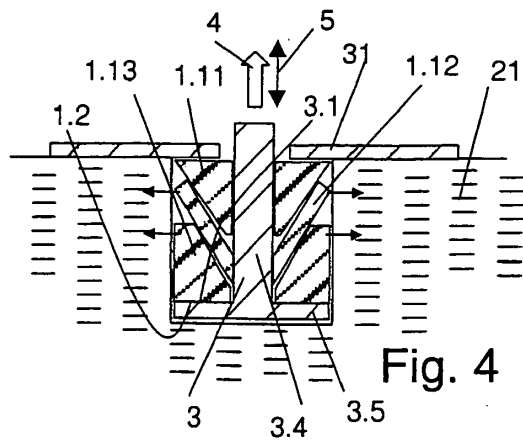


Fig. 4

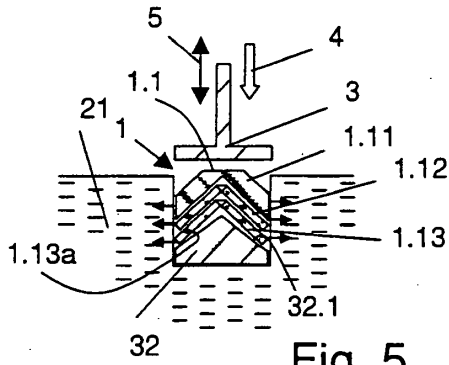


Fig. 5

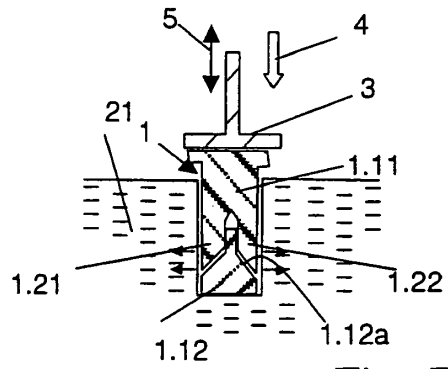


Fig. 5a

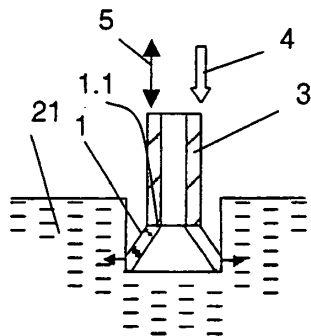


Fig. 6

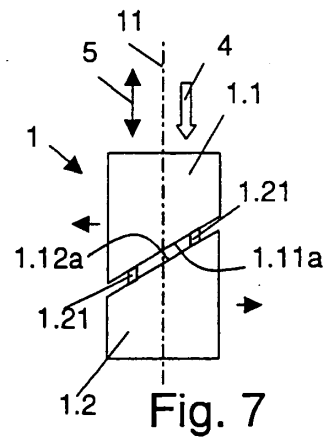


Fig. 7



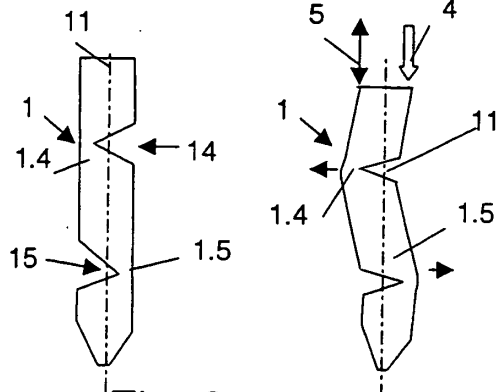


Fig. 8a

Fig. 8b

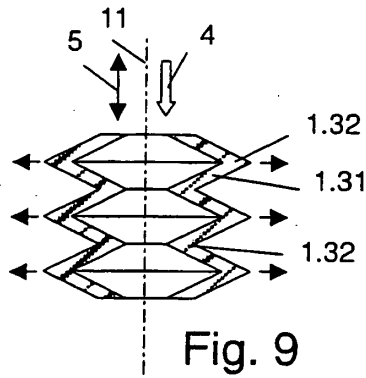


Fig. 9

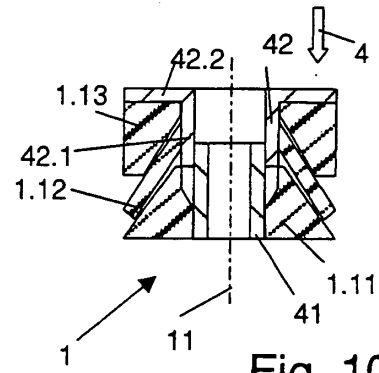


Fig. 10

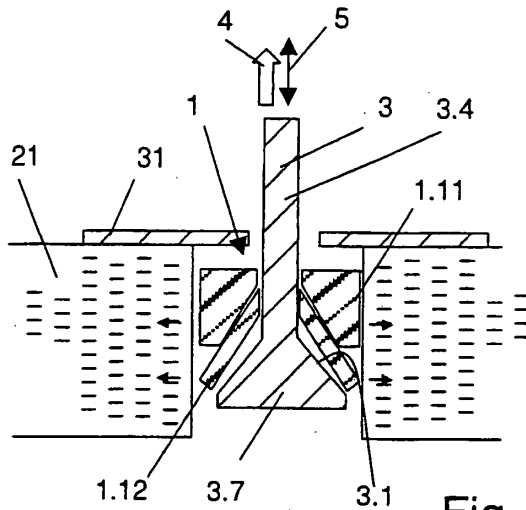


Fig. 11

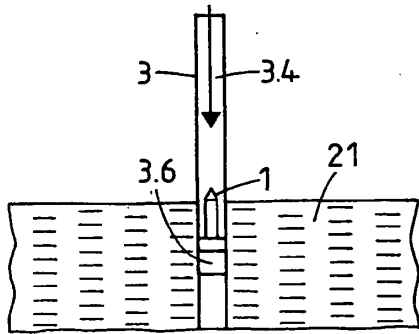


Fig. 12a

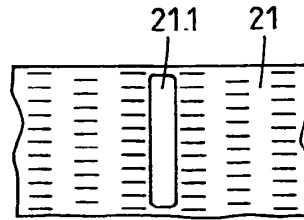


Fig. 12b

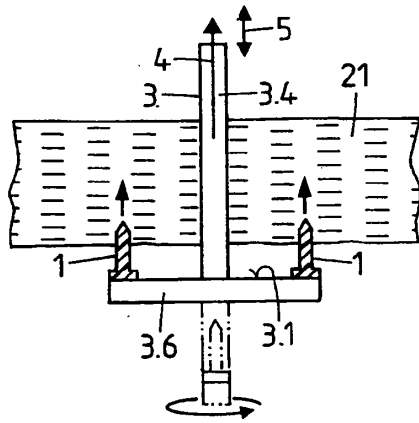


Fig. 12c

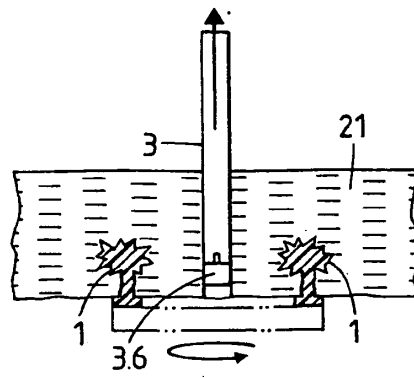


Fig. 12d

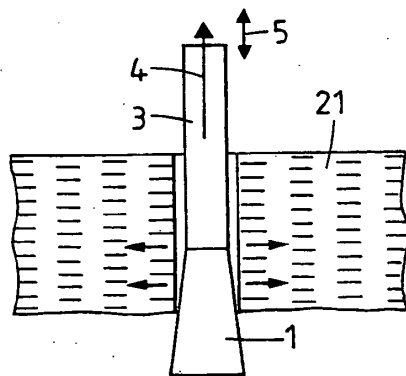


Fig. 13

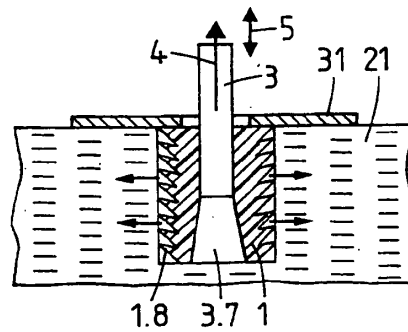
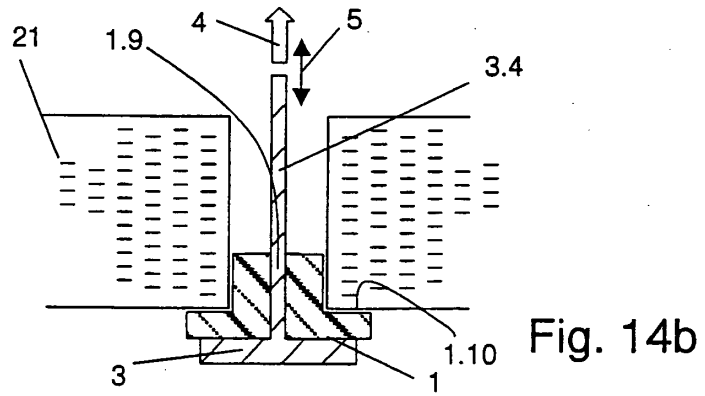
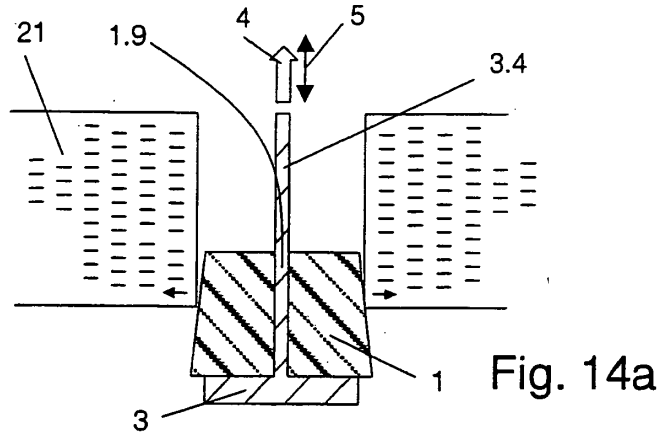


Fig. 15



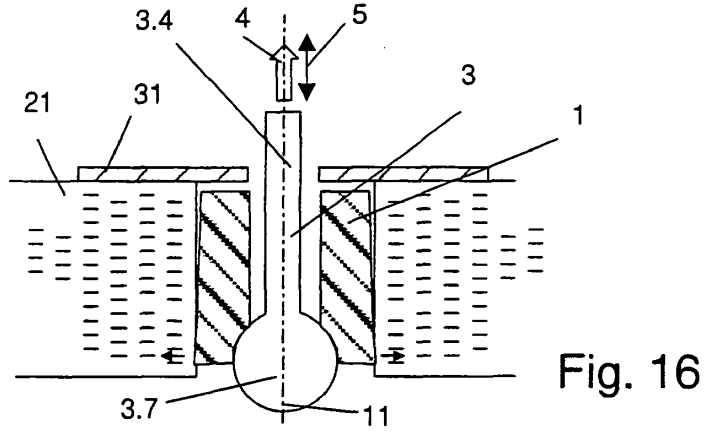


Fig. 16

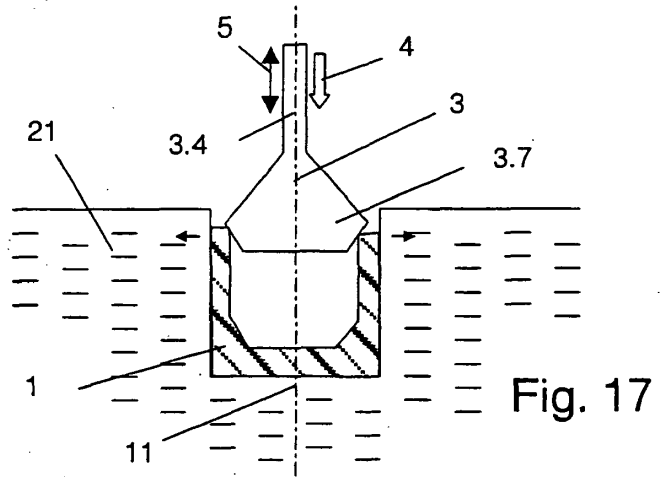


Fig. 17

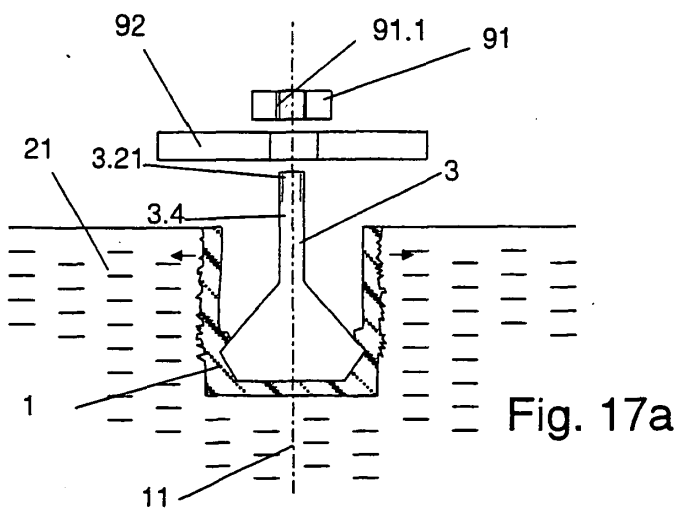
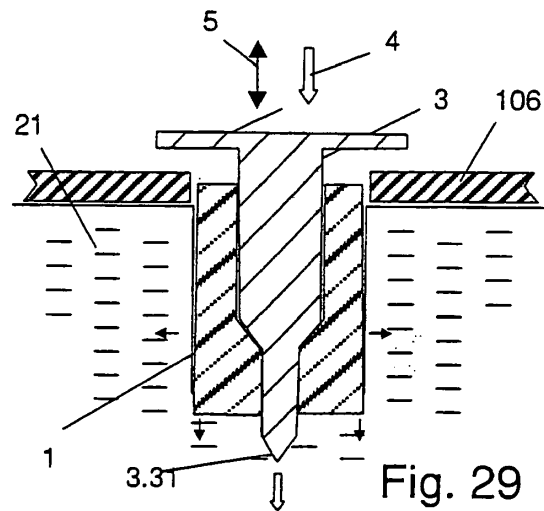
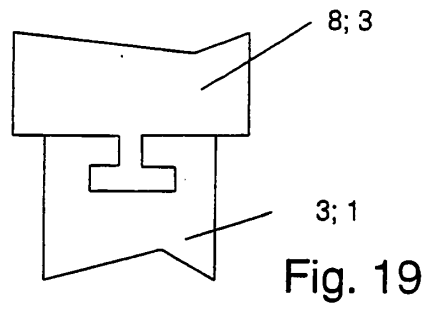
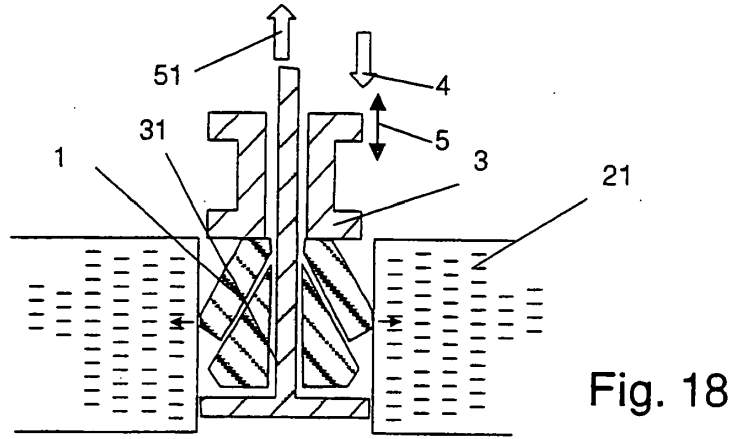


Fig. 17a



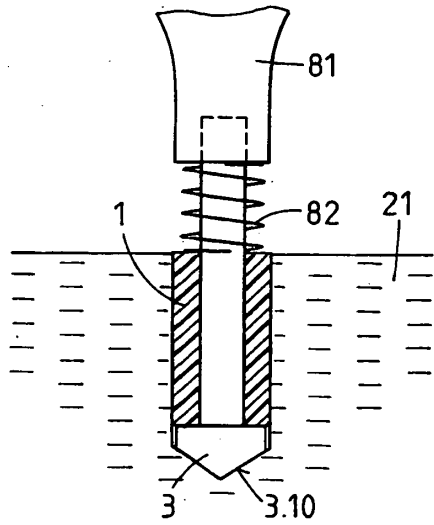


Fig. 20

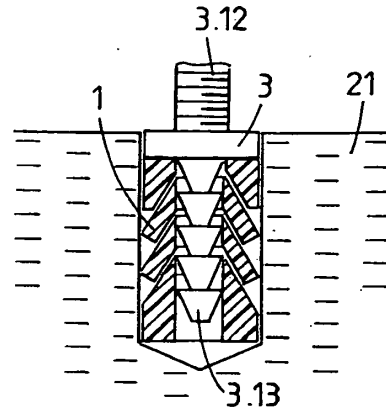


Fig. 21

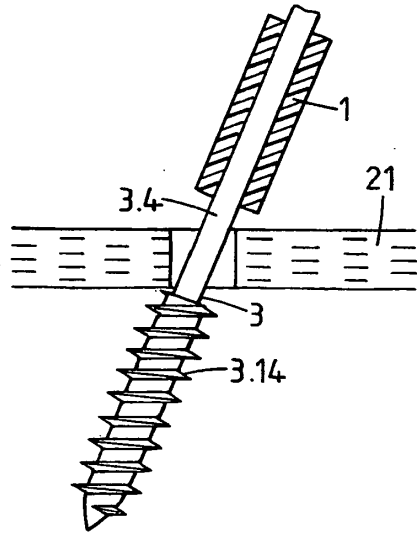


Fig. 22a

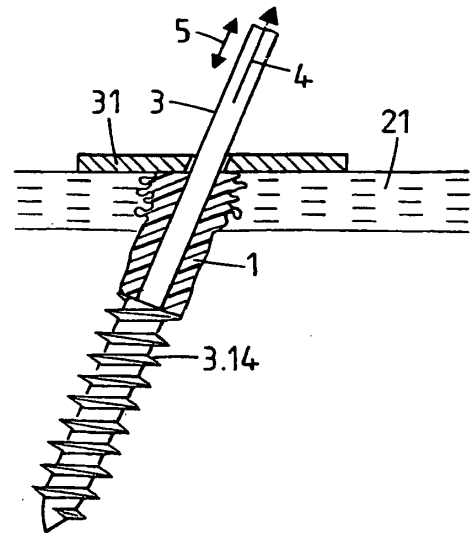


Fig. 22b

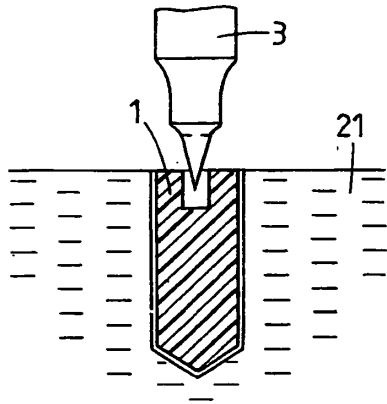


Fig. 23a

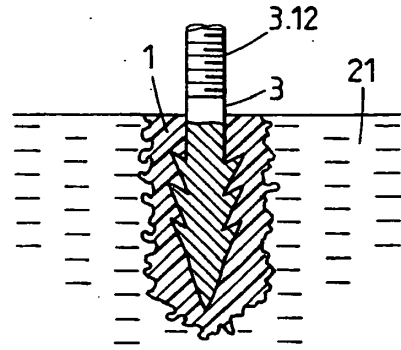


Fig. 23b

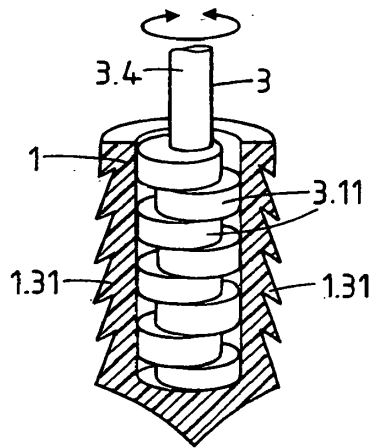


Fig. 24a

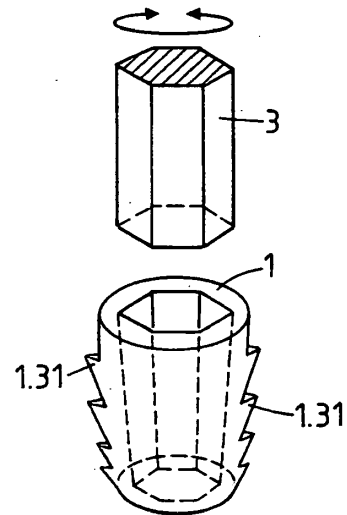


Fig. 25

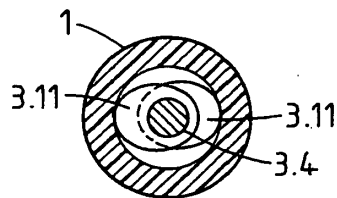


Fig. 24b

