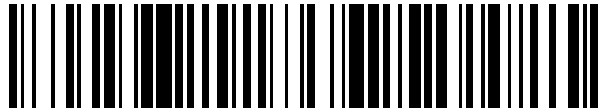


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 439 704**

51 Int. Cl.:

**B29C 65/64** (2006.01)

**F16B 13/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.10.2008** **E 08800485 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.09.2013** **EP 2205429**

54 Título: **Método y dispositivo para anclar una espiga usando vibraciones mecánicas**

30 Prioridad:

**25.10.2007 US 982449 P**

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

**24.01.2014**

73 Titular/es:

**WOODWELDING AG (100.0%)  
BUNDESSTRASSE 3  
6304 ZUG, CH**

72 Inventor/es:

**LEHMANN, MARIO;  
TORRIANI, LAURENT;  
MAYER, JÖRG y  
AESCHLIMANN, MARCEL**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 439 704 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Método y dispositivo para anclar una espiga usando vibraciones mecánicas

**CAMPO DE LA INVENCION**

5 La invención se encuentra en el campo de la construcción, especialmente la industria de la construcción, la construcción en madera, la industria del mueble y la construcción mecánica y se refiere a un método para anclar un elemento de anclaje (tal como por ejemplo una espiga) en un objeto de construcción que comprende material de construcción. La invención también se refiere a un dispositivo correspondiente.

**ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

10 A partir de publicaciones tales como los documentos WO 98/42988, WO 00/79137 y WO 2006/002569, y por ejemplo a partir de la solicitud de patente internacional PCT/CH 2007/000460 se conocen métodos para anclar elementos de conexión en una abertura en un material de construcción fibroso o poroso con la ayuda de vibraciones mecánicas. Según estos métodos un elemento de conexión se sitúa en una abertura prefabricada del objeto o se presiona contra la superficie del objeto mediante una fuerza dirigida, que a su vez crea una abertura. Mientras que  
15 una fuerza actúa sobre el elemento de conexión en la dirección de un eje de la abertura el elemento se excita 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 establece para licuar el material termoplástico en el área de un punto de anclaje predeterminado mediante vibraciones mecánicas y para presionarlo al interior de los poros o las estructuras de superficie del objeto mediante la presión que se forma en el punto de anclaje entre una pared de la abertura y el elemento de conexión,  
20 formando por tanto un anclaje macroscópico muy eficaz.

**SUMARIO DE LA INVENCION**

Es un objetivo de la presente invención proporcionar un método mejorado para anclar un elemento de anclaje. El término "elemento de anclaje" usado en este texto se refiere a cualquier elemento que es adecuado para anclarse y formar o formar parte de un anclaje, después del anclaje. Tales anclajes incluyen pero no se limitan a elementos de  
25 conexión, tales como espigas, remaches, clavos, etc. o cualquier otra pieza que vaya a anclarse directamente en el objeto. Los anclajes en este sentido son adecuados para unir una parte adicional al objeto de construcción, o en sí mismos pueden tener una función, por ejemplo para decoración.

Es un objetivo adicional de la invención proporcionar un método de anclaje adecuado para la automatización, en el que posiblemente puedan predefinirse los parámetros de trabajo (fuerzas, energías etc.).

30 Es aún otro objetivo de la invención proporcionar un dispositivo de anclaje mejorado.

El objeto de construcción, en el que puede anclarse el elemento de anclaje, puede tener como primera opción una superficie porosa o estructurada o una superficie en la que puedan generarse poros mediante un líquido a presión hidrostática. Entonces el objeto puede ser de madera, un material compuesto de madera (tal como un tablero de  
35 madera aglomerada, tablero de partículas, tablero de partículas orientadas, etc.), cartón, hormigón, ladrillo, yeso, piedra (tal como arenisca) o espuma dura industrial, en el que puede penetrar un material licuado a presión, o un material compuesto de cualquier combinación de los materiales mencionados. Como segunda opción, el objeto puede tener una cavidad en la que puede entrar el material licuado durante el proceso de anclaje para de este modo anclar el elemento de anclaje. Según esta segunda opción, un material del objeto de construcción puede ser de uno cualquiera de los materiales mencionados para la primera opción, o de cualquier otro material de  
40 construcción/ingeniería, incluyendo, pero sin limitarse a, metales, tales como acero, aluminio etc. El objeto puede corresponder a ambas, la primera y la segunda opción.

Por tanto, según la invención, se proporciona un método de anclaje para anclar un elemento de anclaje en un objeto de construcción según la reivindicación 1.

45 El primer elemento comprende el material termoplástico y se comprime durante el anclaje mientras que se licua al menos algo del material termoplástico. Habitualmente, mediante la compresión entre la fuerza y la fuerza contraria, se hace que el material licuado fluya lateralmente con respecto a un eje definido por la fuerza, es decir al menos parcialmente en direcciones laterales. Por ejemplo, puede hacerse que el material licuado fluya en todas las direcciones laterales para formar sustancialmente un anillo que rodea la posición inicial del elemento de anclaje.

La compresión del primer elemento en el método se hace posible mediante la licuefacción del material termoplástico, y la compresión hace que el material licuado se desplace (habitualmente de manera lateral) al interior de las  
50 estructuras/poros/cavidad. El primer elemento en su estado sólido no necesita ser compresible (y preferiblemente no es compresible) a lo largo del eje definido por la dirección de la abertura o perforación. Esto se opone a la enseñanza del documento PCT/CH 2007/000460, en el que la licuefacción se basa en el contacto con la superficie del material, contacto que se provoca por una compresión que provoca el aumento de una distancia lateral de una superficie más externa al eje, en el estado sólido. Preferiblemente, el elemento de anclaje, en su estado sólido, no  
55

muestra ninguna compresión sustancial en condiciones "normales" (es decir, cuando las fuerzas de las magnitudes usadas durante el anclaje chocan en condiciones atmosféricas). Esto significa por ejemplo que una pequeña compresión residual (cualquier elemento tiene cierta elasticidad y en teoría es compresible en cierta medida muy pequeña) conserva esencialmente el ángulo (deforma el elemento de anclaje de manera conforme), no superando por ejemplo las deformaciones de ángulo los 3°, y la compresión en circunstancias normales no supera el 3%.

El primer elemento también se denomina elemento de anclaje en este texto. Esto no implica que el anclaje consista necesariamente sólo en el elemento de anclaje; el anclaje puede comprender elementos adicionales, incluyendo, opcionalmente, el tercer y/o el segundo elemento.

El segundo elemento puede ser cualquier elemento dimensionalmente estable adecuado para aplicar una fuerza contraria al primer elemento. Puede ser de una pieza o puede comprender una pluralidad de partes conectadas entre sí o apoyadas una sobre otra durante el proceso de anclaje. El segundo elemento puede ser de un material no licuable mediante las vibraciones mecánicas, tal como metal, un plástico termoendurecible o un material termoplástico con una temperatura de transición vítrea sustancialmente superior que el material termoplástico del primer elemento. Como alternativa, el segundo elemento puede comprender material licuable (sin embargo, en la mayoría de los casos la licuefacción de tal material sólo se producirá indirectamente mediante la transmisión de vibración o calor a través del primer elemento, estando el segundo elemento preferiblemente desacoplado con respecto a la vibración, del tercer elemento con la excepción del trayecto a través del primer elemento).

Mientras que en la mayor parte de realizaciones preferidas, el segundo elemento se mantendrá quieto (y sólo vibrará al acoplarse de manera débil con respecto a la vibración al tercer elemento a través del primer elemento), no es necesario que éste sea el caso. Más bien, el segundo elemento también puede hacerse vibrar activamente, siendo las vibraciones diferentes de las vibraciones del tercer elemento (y por ejemplo de fase opuesta o diferente y/o una frecuencia diferente, etc.)

El tercer elemento en conjunto es adecuado para transmitir las vibraciones mecánicas desde un generador de vibraciones mecánicas (que puede incluir un transductor piezoeléctrico; más en general los generadores de vibraciones mecánicas se conocen en la técnica y no se describirán en más detalle en el presente documento) a una cara de contacto con el primer elemento. Para este fin, el tercer elemento está diseñado preferiblemente de modo que a la frecuencia de vibración, oscila de modo que la superficie de contacto en la que las vibraciones van a acoplarse en el primer elemento debe encontrarse en un lugar de máxima amplitud o próximo a la misma. Si, por ejemplo el tercer elemento es de una pieza de material y tiene una sección transversal sustancialmente constante, las vibraciones son vibraciones longitudinales, y la longitud de onda de las vibraciones de la frecuencia de vibración es  $\lambda$ , la longitud del tercer elemento es aproximadamente de manera preferible  $n \cdot \lambda / 2$ , donde n es cualquier número natural.

El tercer elemento puede ser un elemento de una pieza o comprender una pluralidad de piezas que se fijan rígidamente entre sí (por ejemplo mediante una conexión de ajuste positivo tal como atornillado, mediante soldadura, o mediante pegado).

Las vibraciones en el tercer elemento pueden ser vibraciones longitudinales, vibraciones transversales, vibraciones de torsión, otros tipos de vibraciones, o combinaciones (superposiciones) de diferentes modos de vibración.

A diferencia de los métodos descritos en los documentos WO 98/00109, WO 00/79137 y WO 2006/002569, y en la solicitud de patente internacional PCT/CH 2007/000460, el método según la invención se basa en una licuefacción del material termoplástico mediante fuerzas de fricción (externas o internas) en al menos una superficie de contacto entre el primer, segundo y/o tercer elemento (o partes de los mismos) y/o al menos una superficie de contacto dentro del primer elemento. Esto se desvía del concepto del estado de la técnica de licuar el material termoplástico mediante fricción entre el elemento de anclaje y la superficie del objeto. En su lugar, el material se licua en superficies de contacto entre elementos inicialmente separados (o sólo acoplados de manera débil) o dentro de los propios elementos. Dicho de otro modo, los elementos implicados en el método están dispuestos de manera que el material termoplástico se fundiría incluso en ausencia del objeto en el que va a anclarse el elemento de anclaje, meramente mediante la acción conjunta de las fuerzas aplicadas al primer elemento a través del segundo y el tercer elemento y las vibraciones mecánicas. Esto hace posible la aplicación de las fuerzas necesarias de una manera predefinida. Como consecuencia la automatización del proceso se hace posible más fácilmente, por ejemplo porque las fuerzas necesarias se aplican dentro de un bastidor de carga y sin fuerzas externas sobre dicho bastidor de carga.

Entonces se hace que el material termoplástico fundido fluya al interior de los poros/estructuras y/o al menos una cavidad. Esto puede requerir la formación de presión hidrostática (debido al efecto de la compresión del elemento de anclaje). Sin embargo, en el caso de que el objeto ya sea poroso o en caso de que (localmente) sea de un material débil casi nada de o sólo poca presión hidrostática es necesaria. Como consecuencia precisamente en los casos en los que el objeto pudiera dañarse fácilmente por el impacto de fuerzas que actúan sobre el mismo, posiblemente el único impacto sobre el material es una presión hidrostática muy pequeña.

Para un elemento de anclaje de sección transversal constante (en función de la posición a lo largo del eje), la

superficie de contacto con el tercer elemento que vibra es automáticamente el lugar por defecto para que se inicie la licuefacción, y esto se desea en muchas realizaciones de la invención. Sin embargo, el elemento de anclaje, desviándose de la sección transversal constante, puede comprender un guiador de la energía (concentrador de energía) o una pluralidad de guiadores de la energía para garantizar que la licuefacción tiene lugar en la ubicación deseada.

Tales guiadores de la energía pueden ser guiadores de la energía estructurales, tales como al menos uno de

- una reducción de una sección transversal en función de la posición a lo largo de un eje, hacia la superficie de contacto en la que se desea la licuefacción,

- al menos un saliente dentro de un amplio intervalo de diámetros, estando el saliente en la superficie de contacto en la que se desea la licuefacción.

Sin embargo los guiadores de la energía, además o como alternativa, también pueden deberse a las propiedades del material. Por tanto pueden comprender:

- una distribución de material no homogénea por el elemento de anclaje (y/o el segundo y/o el tercer elemento), de modo que el material adyacente a la superficie de contacto en la que se desea la licuefacción tiene una absorción superior para la energía de vibración mecánica que el material adyacente a otra superficie de contacto (por ejemplo la superficie de contacto opuesta). Por ejemplo el elemento de anclaje puede comprender dos partes que se adhieren entre sí, siendo la parte adyacente a la superficie de contacto con el tercer elemento más blanda que la parte adyacente a la superficie de contacto con el segundo elemento (o viceversa). Como otro ejemplo, el elemento de anclaje puede comprender un agente de reblandecimiento con un gradiente de concentración por la longitud del elemento de anclaje, etc.

El elemento de anclaje puede comprender por ejemplo una primera y una segunda cara de acoplamiento, diferente de la primera cara de acoplamiento, haciendo que la fuerza incida sobre el elemento de anclaje presionando el tercer elemento contra la primera cara de acoplamiento, y haciendo que la fuerza contraria incida sobre el elemento de anclaje presionando el segundo elemento contra la segunda cara de acoplamiento.

Las caras de acoplamiento pueden estar por ejemplo en lados opuestos del elemento de anclaje. Pueden ser sustancialmente perpendiculares a o formar un ángulo con el eje definido por la dirección de la fuerza. De manera opcional pueden ser sustancialmente paralelas entre sí.

La fuerza y la fuerza contraria tienen una magnitud preferiblemente igual pero tienen sentidos opuestos. Sin embargo, esta condición tiene que cumplirse sólo de manera aproximada, puesto que el elemento de anclaje, durante el anclaje puede entrar en contacto por ejemplo con una pared lateral del objeto y de este modo absorber una fuerza adicional que compensa diferencias menores de magnitud y/o dirección de la fuerza y fuerza contraria.

Sin embargo, la fuerza y la fuerza contraria son tales que durante el anclaje la superficie que comprende los poros/estructuras/característica de no homogeneidad/cavidad no tiene que cargarse mecánicamente. Todos los procesos que llevan a la licuefacción de al menos una parte del material termoplástico y a la salida mediante presión de los materiales licuados (que entonces se harán fluir al interior de los poros o estructuras o la cavidad) son independientes del objeto en el que se ancla el elemento de anclaje. Tal como se mencionó, la licuefacción del material termoplástico también funcionaría en ausencia del objeto, incluso a vacío o bajo el agua.

Aunque esta licuefacción independiente de un contacto con el objeto de construcción es, según la invención, el mecanismo de licuefacción predominante, esto no excluye la fusión adicional mediante fricción entre el elemento de anclaje y el objeto.

El enfoque según la invención tiene ventajas principales:

- es apropiado para la automatización: puesto que se conocen los parámetros necesarios para un ensamblaje dado del primer, segundo y tercer elemento, las fuerzas requeridas pueden aplicarse automáticamente, e incluso con un aparato para el que no está disponible ninguna retroalimentación con respecto a las fuerzas de resistencia, etc. Los detalles geométricos del objeto de construcción son irrelevantes. Las propiedades del material del objeto de construcción son sólo relevantes en la medida en que la presión hidrostática usada para hacer que el material licuado fluya al interior de los poros puede depender de las propiedades del material. Esto puede considerarse proporcionando la posibilidad de aplicar fuerzas dependientes del material (entre las que puede realizarse una elección fácilmente), o garantizando que la fuerza y la fuerza contraria son en cualquier caso suficientes también para la interpenetración de estructuras comparablemente duras.

- Independencia de la geometría del objeto de construcción: los parámetros (fuerzas que van a aplicarse; energías de vibración, etc.) sólo dependen de los elementos usados y no del objeto de construcción.

- Independencia de la calidad del material de construcción: como no se requiere ninguna fricción entre el material termoplástico que va a licuarse y el objeto en el que se ancla el elemento de anclaje, el anclaje puede tener lugar

también en material que es muy débil y/o frágil, tal como material altamente poroso (placa de yeso, cartón, materiales compuestos de madera de baja calidad, espumas diluidas, etc.).

5 - Nuevos grados de libertad con respecto a los materiales: debido al enfoque según la invención, ya no es necesario transportar la energía de vibración a través del material termoplástico desde una cara de acoplamiento a un lugar en el que el material termoplástico está en contacto con el objeto en el que está anclado. Más bien, la licuefacción puede tener lugar directamente en la superficie de contacto entre los elementos primero y tercero, dentro del primer elemento (debido a la fricción interna) o en otras superficies de contacto. Debido a esto, las capacidades de transporte de energía de vibración del material termoplástico son menos importantes que en los métodos de la técnica anterior, y por consiguiente el experto, si se enfrenta a una tarea específica, puede elegir entre más materiales.

10 El anclaje automatizado puede ser útil por ejemplo en una línea de fabricación de muebles o de elementos de construcción prefabricados u otros objetos. También puede usarse en un dispositivo de mano, por ejemplo para su utilización por un profesional o amante de las manualidades en la construcción. Dependiendo de la implementación, ya no es necesario presionar un dispositivo automatizado contra el objeto, sino que todas las fuerzas pueden crearse dentro de un bastidor de carga del dispositivo automatizado. Por tanto, si se colocan muchos anclajes, el proceso es menos cansado para el usuario. Además, el anclaje será satisfactorio independientemente del conocimiento del usuario sobre el objeto y la habilidad del usuario.

15 Por tanto, una variante preferida de una cualquiera de las realizaciones descritas en el presente documento presenta la etapa de aplicar automáticamente, por medio de un elemento de resorte, un elemento hidráulico o neumático u otro mecanismo adecuado, la fuerza que actúa sobre el elemento de anclaje durante el anclaje. Por ejemplo, el elemento de resorte/elemento hidráulico/elemento neumático puede disponerse para ejercer una fuerza bien definida entre una parte que no vibra del generador de vibraciones (y por tanto indirectamente el tercer elemento) y el elemento complementario.

20 Preferiblemente, el elemento de anclaje se ancla en una abertura prefabricada (orificio ciego u orificio pasante). Entonces el flujo del material licuado en direcciones laterales puede hacer que el material licuado penetre en los poros y/o estructuras de las paredes laterales de la abertura. Además o como alternativa, el anclaje tiene lugar por medio de una cavidad por detrás de (en el lado posterior de) una perforación prefabricada. Tal cavidad puede tener un ancho ilimitado o un mayor diámetro que la perforación prefabricada, medido perpendicularmente al eje.

25 “Prefabricado” no implica que una perforación necesariamente tenga que realizarse con el fin de anclaje únicamente; más bien, también puede usarse cualquier abertura o espacio ya presente para el anclaje.

30 En este texto, la orientación de los elementos se describe a veces con referencia a un eje, eje (“eje de anclaje”) que se define mediante la dirección de las fuerzas aplicadas durante el proceso de anclaje. En la realización, en la que el elemento de anclaje se ancla en una perforación prefabricada, el eje a menudo es coaxial con un eje de la perforación. A menudo, la persona o el aparato que lleva a cabo el método según la invención tiene o necesita acceso al elemento que va a anclarse y las herramientas desde un lado solamente (a menudo, por ejemplo, si el elemento de anclaje sirve como “espiga” o clavo de fijación o tornillo de fijación). El lado desde el que la persona o el aparato que lleva a cabo el método accede a la(s) herramienta(s), el lado “frontal”, se denomina lado “anterior”, mientras que el lado opuesto de los elementos, el lado que se adentra más profundamente en el objeto o alcanza el lado posterior, se denomina lado “posterior” en este texto. El sentido “hacia delante” con respecto a la introducción de un elemento en el objeto de construcción es el sentido que se aleja del usuario o aparato (la dirección “normal” por ejemplo para clavar un clavo o espiga en un objeto) y “hacia atrás” indica el sentido opuesto hacia el usuario.

35 Según un principio preferido especial, la fuerza se acopla en el tercer elemento, que puede ser un sonotrodo, como una tracción (fuerza de tensión). Según esta realización preferida especial de la invención, las vibraciones mecánicas pueden acoplarse en el primer elemento (elemento de anclaje) desde el lado posterior. Esto significa que el tercer elemento, que por ejemplo puede ser un sonotrodo de un dispositivo generador de vibraciones, discurre a través del primer elemento y accede al primer elemento desde atrás, de modo que la primera cara de acoplamiento del primer elemento está en contacto con una sección de acoplamiento del tercer elemento.

40 Este principio preferido especial presenta ventajas sustanciales sobre la técnica anterior. En el método de anclaje según el estado de la técnica como se da a conocer por ejemplo en el documento WO 98/00109, la energía de vibración mecánica usada para fundir el material termoplástico se aplica desde el lado anterior y tiene que transferirse a través del elemento de anclaje al lado posterior, en el que el material va a fundirse en contacto con el material de construcción y anclarse en el mismo. Esto puede provocar problemas en relación con el acoplamiento del sonotrodo al elemento de anclaje, porque el extremo anterior del elemento de anclaje puede activarse, y la energía de vibración se absorbe en el extremo anterior en lugar de transferirse al extremo posterior (“fusión anterior” del elemento de anclaje). La reducción de este efecto necesita, entre otras cosas, que la fuerza entre el sonotrodo y el elemento de anclaje sea comparablemente grande, de modo que la conexión entre los mismos sea resistente. El enfoque según la realización especial de la invención, al contrario, transfiere la energía de vibración mecánica al extremo posterior del elemento de anclaje, en el que se supone que va a fundirse este último, directamente mediante el tercer elemento no licuable (el “sonotrodo”/la “herramienta”), y se utiliza el efecto de “fusión anterior”.

Además, la fusión del material termoplástico se produce en los lugares deseados sin la necesidad de tener que aplicar una gran fuerza.

5 Para poder acceder al elemento de anclaje desde el lado posterior, el sonotrodo es habitualmente lo suficientemente largo y estrecho como para llegar a través del elemento de anclaje, o al lado del mismo, a su extremo posterior. Preferiblemente el elemento de anclaje es hueco (por tanto por ejemplo en forma de tubo o en forma de manguito), discurriendo un árbol del sonotrodo a través del orificio pasante axial del elemento de anclaje. El elemento de anclaje puede ser una parte o comprender una pluralidad de partes, teniendo cada una, una abertura pasante axial.

10 Si el elemento de anclaje (que consiste en una pieza o varias partes) tiene una abertura pasante axial a través de la que discurre un árbol del sonotrodo, el sonotrodo, o una parte unida al mismo para transferir las vibraciones mecánicas, tiene que tener una ampliación posterior de modo que se forma una cara de desacoplamiento dirigida hacia fuera, donde la cara de desacoplamiento va a ponerse en contacto con la primera cara de acoplamiento del elemento de anclaje. Sin embargo, después del anclaje tal ampliación posterior ya no puede desplazarse al lado anterior, debido al elemento de anclaje. Por tanto, existen las siguientes posibilidades básicas para proceder.

15 - La ampliación posterior junto con el árbol permanece en su sitio después del anclaje y forma parte del anclaje. Por ejemplo, la ampliación posterior y el árbol pueden ser de una pieza (y por ejemplo metálicos) y en conjunto formar el sonotrodo. Esta posibilidad es especialmente ventajosa si el árbol va a usarse para unir un elemento adicional. Para este fin, el árbol puede comprender opcionalmente estructuras tales como un roscado o elementos de otro tipo de ajuste.

20 - La ampliación posterior y el árbol pueden separarse uno de otro después del anclaje. En este caso, la ampliación posterior se forma mediante un elemento de base, preferiblemente de un material diferente que el árbol. Por ejemplo, la ampliación posterior puede estar hecha de un material termoplástico colocado en un extremo posterior del árbol, árbol que por ejemplo puede ser metálico. El material termoplástico puede ser el mismo que el del elemento de anclaje, o puede ser diferente. Debido a un reblandecimiento o fusión del material termoplástico durante o después del proceso de anclaje, el árbol puede retraerse. Según esta segunda posibilidad, el elemento de base puede soldarse al elemento de anclaje durante el anclaje y forma parte del anclaje después del anclaje. Como alternativa, el árbol y el elemento de base pueden estar hechos ambos de un material que no se funde en las condiciones de anclaje (por ejemplo, ambos pueden estar hechos de un mismo material), y pueden conectarse entre sí con un bloqueo mecánico (tal como una conexión roscada o una fijación de bayoneta) que puede liberarse después del anclaje.

30 - El sonotrodo puede desplazarse hacia el lado posterior. Sin embargo, por razones prácticas, en la mayoría de los casos ésta no es una opción.

35 En realizaciones según el principio preferido especial, existen diferentes posibilidades para comprimir el elemento de anclaje entre las dos caras de acoplamiento. Si el elemento de anclaje comprende dos caras de acoplamiento en lados opuestos del mismo, la descripción más general es que el segundo y el tercer elemento se mueven uno en relación con otro de modo que el elemento de anclaje se comprime entre las caras de acoplamiento (las caras de acoplamiento se aproximan entre sí).

40 Según una primera variante, el segundo elemento (a menudo denominado "elemento complementario" en este texto) se mantiene todavía en relación con el objeto de construcción. El segundo elemento puede comprender por ejemplo una parte de superficie que se apoya contra una superficie frontal del objeto de construcción. Entonces se tira del tercer elemento (el sonotrodo, que incluye posiblemente un elemento conectado al sonotrodo) hacia el lado frontal para comprimir el elemento de anclaje.

45 Según una segunda variante, el tercer elemento que vibra se mantiene en una posición fija, y el segundo elemento se empuja hacia el lado posterior para comprimir el elemento de anclaje. Esta segunda variante es especialmente ventajosa en casos en los que la profundidad de la abertura en el objeto de construcción es limitada. Por ejemplo, inicialmente el elemento de anclaje puede ser más largo que la profundidad de la abertura.

50 La fuerza mediante un elemento que se mantiene a una posición fija no produce ningún trabajo en el sentido físico. Por tanto, no tiene que ser una fuerza activa sino que puede provocarse por el respectivo elemento, a una parte fijada al mismo, que se soporta meramente por un elemento dimensionalmente rígido que no puede moverse en relación con el objeto, tal como una superficie delantera del propio objeto. En el caso de la segunda variante, evidentemente, no es el tercer elemento en sí mismo el elemento que se soporta por el elemento no móvil sino una carcasa que no vibra del generador de vibraciones, o una parte que no vibra fijada al generador de vibraciones.

También son posibles híbridos entre la primera y la segunda variante, es decir métodos en los que tanto el segundo como el tercer elemento se mueven en relación con el objeto de construcción.

55 Según una alternativa al principio de la "fuerza de tensión" o "hacia atrás", en una realización diferente de la invención, las vibraciones mecánicas se aplican, de manera convencional, desde el lado anterior, mientras que la fuerza contraria se aplica desde el lado posterior mediante el segundo elemento. Entonces el segundo elemento puede ser tal que llegue a la superficie frontal del objeto y pueda sujetarse desde la misma, o bien apoyándose en la

superficie frontal del objeto o bien por la persona o el aparato que aplica el método. Esto se prefiere en situaciones, en las que la perforación en el objeto de construcción es o bien una perforación pasante o en las que el material de construcción en la base de la perforación es relativamente débil o frágil.

5 Como alternativa para objetos de construcción más resistentes, otras realizaciones del principio de anclaje “hacia delante” pueden presentar el elemento complementario apoyado contra la base de la perforación durante el proceso de anclaje.

10 El elemento complementario puede ser por ejemplo un receptáculo formado por un manguito con una pluralidad de orificios y una boca de receptáculo, situándose el primer elemento dentro del receptáculo. Durante la licuefacción, el material licuado se presiona a través de las aberturas y al interior de los poros, estructuras, y/o la cavidad del objeto de construcción. El elemento complementario puede comprender un reborde que sobresale lateralmente en la región de la boca, de modo que el elemento complementario puede apoyarse en una superficie frontal estable del objeto de construcción. Como alternativa, el manguito puede anclarse de manera avellanada, apoyándose el manguito contra la base de la perforación en el objeto de construcción durante el anclaje.

15 Las realizaciones en las que el elemento complementario es un manguito con una pluralidad de orificios tienen la característica adicional, a veces ventajosa, de que el flujo del material licuado está restringido espacialmente. Sólo tiene lugar en ubicaciones de salida de flujo (abertura) características que además pueden permanecer en una ubicación fija durante el anclaje.

20 En este texto se usa “material termoplástico para describir un material que comprende al menos un componente termoplástico que puede licuarse mediante vibraciones mecánicas debido a la fricción externa y/o interna. El material termoplástico constituye al menos parte del elemento de anclaje; puede formar todo el elemento de anclaje. Además de termoplásticos, el material termoplástico también puede comprender componentes no termoplásticos, tales como fibras de refuerzo, virutas de refuerzo, materiales de relleno, etc. Los componentes no termoplásticos pueden distribuirse uniformemente en el material termoplástico o estar presentes en concentraciones variables. El elemento de anclaje puede comprender además áreas libres de material termoplástico. Tales áreas pueden ser de metal, vidrio, material cerámico, o de materiales no termoplásticos o (un) material(es) termoplástico(s) licuable(s) a temperaturas sustancialmente superiores en comparación con el material termoplástico básico.

30 La frecuencia mecánica de las vibraciones mecánicas, esto se aplica también a todos los aspectos de la invención descritos en este texto, se sitúa a menudo entre 2 kHz y 200 kHz y sus amplitudes pueden ser de alrededor de 20  $\mu\text{m}$ , es decir entre 1  $\mu\text{m}$  y 100  $\mu\text{m}$ , para aplicaciones especiales también superiores o inferiores. Si el material termoplástico va a asumir una función de soporte de carga y va a licuarse sólo en las denominadas áreas de contacto, debe tener un coeficiente de elasticidad de más de 0,5 GPa, preferiblemente 1 GPa o superior. Sin embargo, tal como se mencionó en otro lugar en este texto, la invención hace posible que puedan usarse nuevas clases de materiales termoplásticos para el anclaje, incluyendo materiales termoplásticos con un módulo de elasticidad comparablemente bajo, en aplicaciones especiales incluso inferior a 1 GPa o inferior a 0,5 GPa.

35 Puede aplicarse cualquier material termoplástico o combinación de materiales termoplásticos usados en la construcción. Los ejemplos de materiales termoplásticos incluyen una amplia variedad de materiales de polímeros más duros y más blandos, incluyendo sus copolímeros y sus mezclas. De hecho, puede usarse casi cualquier polímero que pueda moldearse por inyección. En “Plastics and Composites Welding Handbook”; Grewell D.A., Benatar A., Park J.B (eds.) Hanser Publishers, Múnich, 2003, págs. 176-179, por ejemplo, puede encontrarse una  
40 tabla de materiales adecuados.

La invención también se refiere a un dispositivo para producir un anclaje en un objeto de material de construcción. El dispositivo está diseñado preferiblemente para llevar a cabo el método descrito anteriormente y comprende los elementos mencionados en la descripción del método. El dispositivo puede comprender por ejemplo

45 - un elemento de anclaje que comprende material termoplástico y que comprende una primera y una segunda cara de acoplamiento,

- un elemento complementario que comprende una cara de acoplamiento de elemento complementario,

- y un tercer elemento, siendo el tercer elemento adecuado para acoplarse a un generador de vibraciones mecánicas y para transferir las vibraciones mecánicas a una cara de desacoplamiento del tercer elemento,

50 estando adaptados el elemento de anclaje, el elemento complementario y el tercer elemento para ensamblarse de modo que:

- la cara de desacoplamiento del tercer elemento hace tope con la primera cara de acoplamiento; y

- la cara de acoplamiento de elemento complementario hace tope con la segunda cara de acoplamiento, y

- puede aplicarse una fuerza de compresión sobre el elemento de anclaje cargando el tercer elemento y el elemento complementario con una fuerza y una fuerza contraria, respectivamente, de igual magnitud y sentidos opuestos;

- en el que los sentidos de la fuerza y la fuerza contraria son tales que, con respecto a un eje definido por la fuerza y la fuerza contraria, se forma una superficie más externa lateral del elemento de anclaje en las proximidades de una superficie de contacto con el tercer elemento mediante el material termoplástico.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

- 5 A continuación se describen realizaciones de la invención en relación con los dibujos. Los dibujos son esquemáticos y no son a escala. En los dibujos, se usan los mismos números de referencia para los mismos elementos o elementos equivalentes. En los mismos:
- las **figuras 1a y 1b** ilustran una primera realización del dispositivo y el método según la invención;
- la **figura 2** muestra una variante del dispositivo de las figuras 1a y 1b;
- 10 la **figura 3** muestra un principio alternativo de un método y un dispositivo según la invención;
- la **figura 4** ilustra un ensamblaje, que incluye un dispositivo según la invención, para llevar a cabo una realización del método según la invención;
- las **figuras 5a-5e** muestran etapas del método de una realización del método según la invención;
- las **figuras 6a y 6b** ilustran una realización aún adicional de un método y un dispositivo según la invención;
- 15 las **figuras 7a y 7b** ilustran una realización todavía adicional de un método y un dispositivo según la invención;
- las **figuras 8a y 8b** muestran aún otra realización de un método y un dispositivo según la invención;
- las **figuras 9a-9e** ilustran etapas del método de una realización adicional del método según la invención;
- las **figuras 10a y 10b** muestran una realización de un método y un dispositivo según la invención aplicados para el anclaje en un tablero de núcleo hueco;
- 20 las **figuras 11a y 11b** muestran una realización de un método y un dispositivo según la invención aplicados para el anclaje en una pared hueca;
- las **figuras 12a y 12b** muestran una realización de un método y un dispositivo según la invención aplicados para el anclaje en un ladrillo perforado verticalmente;
- las **figuras 13a-13c** ilustran variantes de elementos de anclaje y árboles de sonotrodo en sección;
- 25 la **figura 14** muestra un acoplamiento adecuado para la transmisión de una fuerza de tracción;
- la **figura 15** ilustra aún otra realización de un método y un dispositivo según la invención;
- las **figuras 16 y 17** muestran vistas desde arriba de sonotrodos según variantes de diversas realizaciones de la invención;
- 30 la **figura 18** ilustra, en una vista en sección, otra disposición de un elemento de anclaje y un elemento complementario para el anclaje "hacia delante";
- las **figuras 19a y 19b** muestran una realización de un método y un dispositivo según la invención;
- las **figuras 20a y 20b** muestran una realización adicional de un método y un dispositivo según la invención; y
- la **figura 21** muestra una variante de una disposición para diferentes realizaciones de la invención.

#### DESCRIPCIÓN DE LAS REALIZACIONES PREFERIDAS

- 35 El primer elemento (elemento 1 de anclaje) de la figura 1a está formado por un manguito de un material termoplástico con un eje 7 de manguito. Las caras de extremo del elemento 1 de anclaje definen una primera cara 1.11 de acoplamiento y una segunda cara 1.12 de acoplamiento.
- El elemento de anclaje en la configuración ilustrada se ubica en una perforación del objeto 11 de construcción. Con respecto a una dirección axial, se intercala entre un segundo elemento (elemento 2 complementario) y una cara 3.1
- 40 de acoplamiento de un tercer elemento (herramienta 3). Para este fin, la herramienta 3 comprende un árbol 3.4 de herramienta y una ampliación 3.2 posterior que en la versión ilustrada tiene forma de disco y define la cara 3.1 de acoplamiento dirigida hacia delante.
- En el proceso de anclaje, se aplica una fuerza de tracción sobre la herramienta 3, y al mismo tiempo se aplica una
- 45 fuerza contraria de la misma magnitud pero de sentido opuesto sobre el elemento complementario, de modo que el elemento 1 de anclaje se comprime entre la herramienta y el elemento complementario. En la configuración



mostrada, el elemento complementario se apoya contra la superficie 11.1 frontal del objeto 11, de modo que la fuerza aplicada externamente al elemento 2 complementario no tiene que definirse de manera precisa sino que puede ser mayor que la fuerza de tracción, puesto que la fuerza normal desde el objeto 11 sobre el elemento 2 complementario compensa un posible exceso de la fuerza externa y en esta situación ajusta automáticamente la fuerza contraria para tener una magnitud igual que la fuerza de tracción.

En esta figura y en las siguientes, la fuerza aplicada al elemento que vibra (y desde el elemento que vibra sobre el elemento de anclaje) se simboliza generalmente mediante una flecha 4, mientras que la fuerza contraria que se aplica mediante el elemento complementario se representa mediante una flecha 6 con puntos, independientemente de si la respectiva fuerza es una fuerza de sujeción (es decir el elemento sobre el que se sujeta mediante la misma) o si realmente mueve el elemento para comprimir el elemento de anclaje. De hecho, tal como se ilustra más abajo, la fuerza aplicada sobre la herramienta, o la fuerza aplicada sobre el elemento complementario, o ambas, la fuerza sobre la herramienta y la fuerza sobre el elemento complementario pueden hacer que se mueva el respectivo elemento y de este modo que se comprima el elemento de anclaje entre la herramienta y el elemento complementario.

Mientras que la fuerza de tracción actúa sobre la herramienta 3, las vibraciones mecánicas, tales como vibraciones ultrasónicas, estando la frecuencia de vibración por ejemplo entre 2 kHz y 200 kHz, actúan sobre la herramienta. Así, el material termoplástico en la primera cara 1.11 de acoplamiento empieza a fundirse. El elemento 1 de anclaje hacia su parte posterior y comprende una sección 1.21 decreciente que sirve como guiador de la energía.

Debido a la fuerza de tracción, se hace que el material termoplástico licuado fluya lateralmente al interior de poros o estructuras previamente existentes del objeto de construcción o penetre en irregularidades del material del objeto de construcción (creando así y rellenando los poros en el mismo). Esto se ilustra en la figura 1b. Puede influirse en la presión con la que las partes de material licuado se presionan al interior de los poros o irregularidades previamente existentes mediante la forma de la herramienta. Por ejemplo, si la ampliación 3.2 posterior es tal que cubre todo el ancho de la perforación, el material líquido no puede fluir hacia atrás, de modo que la presión puede ser superior a si el material líquido pudiera salir al lado posterior.

Las partes 1.22 del material licuado que se presionan al interior de los poros tras la resolidificación definen una conexión con ajuste de forma que debido a su anclaje profundo en el objeto de construcción también es firme si el material del objeto de construcción es comparablemente blando o frágil y/o tiene irregularidades sustanciales.

En la configuración mostrada, la herramienta 3 después del proceso de anclaje ya no puede retirarse. Sin embargo, la herramienta puede servir como parte funcional del elemento de anclaje, y por ejemplo puede usarse para fijar un elemento adicional al mismo. Por ejemplo, puede comprender un roscado (no mostrado) u otra estructura que permita tal conexión, o el otro elemento puede pegarse o soldarse de manera indirecta o soldarse, etc. al mismo. Además, la ampliación posterior de la herramienta, como alternativa a la realización mencionada anteriormente, puede ser tal que no tenga el ancho total de la perforación, de modo que algo del material licuado también pueda fluir por detrás de la ampliación de modo que, después del anclaje, también existe una conexión con ajuste de forma entre la herramienta 3 y el elemento 1 de anclaje.

En una versión alternativa, la perforación puede ser un orificio pasante, y la herramienta puede desplazarse hacia el lado posterior. Más abajo se ilustran posibilidades para retirar la herramienta desde el lado anterior.

La realización de la figura 2 es distinta de la de las figuras 1a y 1b porque el elemento 1 de anclaje a modo de manguito tiene una pared comparablemente delgada y no tiene ningún guiador de la energía.

La figura 3 muestra el elemento de anclaje en un orificio pasante. La configuración mostrada también es distinta de las configuraciones de las figuras 1a y 2 porque no se tira de la herramienta 3 (sonotrodo) durante el proceso de anclaje sino que se empuja. En la versión mostrada, el sonotrodo tiene forma de tubo. El elemento complementario por otro lado tiene un árbol 2.4 que discurre a través del elemento de anclaje y además tiene una ampliación posterior para su compresión contra la segunda cara 1.12 de acoplamiento del elemento de anclaje. El elemento complementario puede permanecer en su sitio después del anclaje, o puede retirarse desde el lado posterior si tal retirada es posible.

En la figura 3 también se ilustra otra característica de realizaciones especiales de la invención. Dependiendo de la forma del elemento de anclaje, puede hacerse que el elemento 1 de anclaje empiece a fundirse en la superficie de contacto con el elemento 2 complementario del mismo modo, o incluso sólo en esa superficie de contacto (y no en la superficie de contacto con el sonotrodo). En la figura 3, el elemento de anclaje comprende una primera sección decreciente hacia el sonotrodo, y una segunda sección decreciente más prominente hacia el elemento complementario. Dependiendo de la sección decreciente (o su ausencia), el módulo de elasticidad elegido del material termoplástico y de la longitud de onda de las vibraciones mecánicas en el elemento 1 de anclaje, puede hacerse que el material termoplástico empiece a licuarse en la superficie de contacto con el sonotrodo o con el elemento complementario o incluso en ambas. En la configuración ilustrada en la figura 3, el material termoplástico puede empezar a licuarse en ambas superficies de contacto. Tales configuraciones (ambas, del tipo "hacia delante" y del tipo "hacia atrás") pueden usarse para garantizar un anclaje de dos posiciones controlado. Éste puede ser el

caso dentro de una única abertura en el objeto de construcción con el fin de mejorar la estabilidad. Como alternativa, éste podría ser el caso incluso en dos objetos de construcción diferentes (por tanto la posición de anclaje de lado posterior está en un objeto, y la posición de anclaje de lado anterior en el otro objeto, sujetando este anclaje los dos objetos entre sí).

5 Sin embargo, una ventaja especial del enfoque según la invención es que es especialmente adecuada para el caso en el que el elemento de anclaje empieza a fundirse en la superficie de contacto con el sonotrodo (u otro elemento que vibra). Por tanto, en todas las figuras (excepto en la figura 3 y cuando explícitamente se indique lo contrario) se ilustra la situación en la que la licuefacción (inicialmente) tiene lugar en la superficie de contacto con el elemento que vibra. Sin embargo, el experto reconocerá que basándose en la enseñanza de la figura 3 también sería posible  
10 modificar la configuración de otras figuras para permitir la fusión inicial en otros lugares, del mismo modo.

La **figura 4** ilustra el principio de un elemento 31 de base que se usa para aplicar las vibraciones y que permite la retirada del sonotrodo después del anclaje del elemento de anclaje. El elemento de base se acopla al sonotrodo 3 antes del anclaje. Esto puede realizarse por ejemplo mediante un roscado del sonotrodo 3 y el elemento 31 de base o porque el sonotrodo tiene estructuras apropiadas (tales como nervios/ranuras 3.11, tal como se ilustra en la figura  
15 4, una rugosidad de superficie, etc.), y haciendo que el material termoplástico del elemento de base, en una etapa de ensamblaje, se licue localmente y fluya al interior de estas estructuras.

Más en general, el ensamblaje de los elementos necesarios para el proceso de anclaje incluye las etapas de:

- acoplar firmemente el sonotrodo 3 al dispositivo 32 generador de vibraciones. Los medios 33 de acoplamiento correspondientes se ilustran esquemáticamente en la figura 4;

20 - empujar el elemento 2 complementario y el manguito como el elemento 1 de anclaje sobre el sonotrodo 3; y

- acoplar el elemento 31 de base al extremo posterior (punta) del sonotrodo 3. Si esto se realiza mediante la fusión local o completa del material del elemento 31 de base, el elemento 31 de base (o material del elemento de base), durante esto, puede sujetarse mediante un dispositivo apropiado. Tal dispositivo puede formarse incluso como un molde para el elemento de base, de modo que el elemento de base no tiene que ser prefabricado sino que puede  
25 fabricarse colando material termoplástico líquido en el molde. Como alternativa a esto, el elemento de base puede ser prefabricado, y el sonotrodo puede presionarse mientras vibra.

A continuación (si es necesario tras el enfriamiento del elemento de base), el ensamblaje puede situarse en una abertura prefabricada apropiada en el objeto de construcción. Esta abertura (perforación) se realiza con un diámetro ligeramente mayor que el diámetro externo del elemento de base y el elemento de anclaje. La abertura puede ser  
30 una abertura pasante o un orificio ciego y en el último caso puede ser ligeramente más profunda que la longitud del elemento de anclaje.

A continuación, se inserta el sonotrodo con el elemento de base y el elemento de anclaje en la abertura y se pone en la posición deseada.

El proceso de anclaje en sí mismo se ilustra en las **figuras 5a a 5e**. La figura 5a ilustra la etapa de insertar el sonotrodo con el elemento de anclaje y el elemento de base en la abertura. Cuando el elemento de anclaje ha alcanzado su posición (figura 5b), el elemento complementario se presiona contra la superficie 11.1 frontal del objeto (flecha 6), y comienzan las vibraciones mecánicas (flecha 5). A continuación, mientras las vibraciones mecánicas y la fuerza contraria siguen siendo activas, el sonotrodo se retrae mediante una fuerza de tracción, que hace que el material licuado mediante la acción conjunta de la fuerza de tracción y las vibraciones mecánicas penetre en las paredes laterales de la perforación del objeto de construcción (figura 5c). En este proceso, el material termoplástico que rodea el sonotrodo también se reblandece, y tras un cierto tiempo, el sonotrodo puede retraerse tal como se ilustra en la figura 5d. Tras la retracción del sonotrodo 3 y la retirada del elemento 2 complementario, el elemento de anclaje y el elemento de base juntos permanecen anclados en el objeto 11. Como el material termoplástico se ha fundido en la superficie de contacto, el elemento 1 de anclaje y el elemento 31 de base se soldarán entre sí,  
45 formando en conjunto, tras la resolidificación, un anclaje 41 que por ejemplo puede servir como espiga para fijar otro objeto (figura 5e).

Esta utilización de "espiga", también anclajes realizados mediante otras realizaciones del método según la invención pueden usarse como espigas, es especialmente adecuada para fijar tornillos a objetos de construcción débiles o localmente débiles, tales como objetos de hormigón poroso (tal como se ilustra) u otros materiales débiles, blandos o frágiles.  
50

En la **figura 6a** y la **figura 6b** se muestran principios adicionales. Estos principios no tienen que combinarse tal como se muestra en las figuras, sino que más bien pueden aplicarse por separado y, cuando sea compatible, en combinación con los principios a los que se hace referencia en las otras figuras, tal como en combinación con las disposiciones de sonotrodo de las figuras 1-3:

55 - El elemento de anclaje comprende dos partes 1.1, 1.2 de elemento de anclaje inicialmente separadas que pueden ser ambas de los mismos materiales termoplásticos o que pueden estar realizadas de materiales diferentes. Por

ejemplo, la segunda parte 1.2 de elemento de anclaje, la que no está en contacto directo con el elemento que vibra, puede estar realizada de un material termoplástico con una temperatura de transición vítrea superior que la primera parte 1.1 de elemento de anclaje o de un material no termoplástico. Durante el proceso de anclaje, la primera parte 1.1 de elemento de anclaje se funde, comenzando por la primera cara 1.11 de contacto (la cara de contacto con el elemento que vibra) en una medida que también se funde el material termoplástico en contacto con la segunda parte 1.2 de elemento de anclaje y las partes de elemento de anclaje se sueldan entre sí.

- El elemento complementario no tiene forma de disco o forma de placa con una abertura pasante central, tal como se muestra en las figuras anteriores, sino que comprende un collar en forma de reborde que puede adentrarse en la abertura y que por tanto hace posible que el elemento de anclaje no esté a nivel con la superficie frontal del objeto sino avellanado. Son posibles otras formas del elemento complementario, definiendo diversas posiciones de elemento de anclaje, incluyendo posiciones en las que el elemento de anclaje sobresale de la superficie frontal del objeto de construcción.

En la configuración mostrada, el elemento de base de termoplástico del elemento de anclaje, tal como se describe con referencia a las figuras 4 y 5a-5e, durante el proceso de anclaje, también se suelda al elemento de anclaje y por tanto puede considerarse una parte adicional (una tercera parte en la realización ilustrada) del anclaje 41.

El anclaje, tras la retirada del sonotrodo 3, sirve como espiga para un tornillo 22 que puede atornillarse en el material termoplástico tras la etapa de resolidificación. El tornillo puede usarse por ejemplo para fijar un elemento 23 adicional, ilustrado sólo de manera muy esquemática en la figura, al objeto 11.

Las variaciones adicionales pueden incluir

- el segundo elemento 2 (elemento complementario) no tiene que realizarse de un metal, sino que puede realizarse de un plástico, por ejemplo de un material termoplástico, la temperatura de transición vítrea está muy por encima de la temperatura de transición vítrea del propio elemento 1 de anclaje, o de un material termoendurecible;

- entre el segundo elemento y el lugar en el que la persona o el aparato aplica la fuerza contraria, puede disponerse un elemento adicional. De hecho, puede estar presente cualquier número de elementos (incluyendo arandelas, manguitos, casquillos etc.).

- El elemento de anclaje o su parte de elemento de anclaje delantera (más próxima al usuario o aparato que lleva a cabo el método) puede comprender una cabeza de elemento de anclaje para fijar directamente un elemento adicional al objeto de construcción, en lugar de o además de la función de "espiga".

- Expansión del material termoplástico licuado al interior de una cavidad, por ejemplo de un ladrillo, tal como un ladrillo perforado verticalmente, o una cavidad por detrás de un objeto de construcción a modo de panel o a modo de tablón.

Las realizaciones descritas con referencia a las figuras 1-2 y 4-6 se basan todas en el principio, en muchos casos ventajoso, según el cual las vibraciones se acoplan en el elemento de anclaje desde el lado posterior y la fuerza necesaria se acopla en el sonotrodo como fuerza de tracción (fuerza de tensión). Incluso en aplicaciones de este principio, es posible elegir si el sonotrodo o el elemento complementario o ambos se mueven para comprimir el elemento de anclaje que está licuándose parcialmente. Esto se ilustra en las figuras 7a, 7b, 8a y 8b.

La **figura 7a** muestra la disposición, por motivos de ilustración, el objeto de construcción se muestra con una abertura pasante (las consideraciones con referencia a esta figura también se aplica a orificios ciegos), y el sonotrodo se ilustra como del tipo que permanece en su sitio tras el anclaje y formando parte del anclaje, en el comienzo del proceso de anclaje. De manera similar al proceso descrito con referencia a las figuras 5a a 5e, el proceso de anclaje muestra un movimiento de tracción del sonotrodo 3. En las figuras también se muestran las estructuras 3.11 del sonotrodo para su fijación al dispositivo generador de vibraciones. La **figura 7b** ilustra el anclaje, constituido por el elemento 1 de anclaje y el sonotrodo 3 que permanece en su sitio, después del anclaje. Tal como se ilustra, en esta realización, la superficie 1.12 frontal del elemento de anclaje permanece inalterada por el proceso de anclaje.

En las **figuras 8a y 8b** se muestra otra posibilidad básica, que ilustran una disposición de anclaje en el comienzo del proceso de anclaje y el anclaje después del proceso de anclaje. En el ejemplo ilustrado, la abertura es un orificio ciego, aunque también se aplica el mismo proceso a las aberturas pasantes. Durante el proceso de anclaje, la fuerza 4 de tracción que actúa sobre el elemento 1 de anclaje sirve para mantener quieto el elemento de anclaje, mientras que el elemento 2 complementario se empuja hacia el extremo posterior del elemento de anclaje. El mecanismo es básicamente el mismo que el ilustrado en las figuras 7a, 7b, aunque la variante de "empujar el elemento complementario" es especialmente adecuada para orificios ciegos de profundidad limitada.

Una ventaja adicional del enfoque según la invención es, tal como se mencionó anteriormente, que es adecuada para el anclaje automatizado, por ejemplo en una línea de fabricación de muebles o elementos de construcción prefabricados u otros objetos, o también mediante un dispositivo de mano. Un método correspondiente presenta la etapa de aplicar automáticamente la fuerza sobre el sonotrodo y sobre el elemento complementario (o más bien,

entre el sonotrodo o un elemento conectado al mismo y el elemento complementario). Por ejemplo, un elemento de resorte puede estar presente entre el sonotrodo y el elemento complementario. El método correspondiente se ilustra en las figuras 9a a 9e. Aunque en la ilustración, la disposición es del tipo descrito con referencia a figuras 4 y 5a-5e, el principio descrito también se aplica a otras disposiciones, por ejemplo con un sonotrodo tal como se muestra en la figura 1 con una ampliación 3.2 posterior.

La **figura 9a** ilustra la etapa de insertar el sonotrodo con el elemento de anclaje y el elemento de base en la abertura. Además de los elementos descritos con referencia a la figura 5a, la disposición comprende además un elemento 34 de resorte en tensión entre el sonotrodo (o más precisamente, una carcasa o similar que se conecta al sonotrodo pero que está desacoplada del mismo con respecto a la vibración tal como la carcasa del dispositivo 32 generador de vibraciones o, como en el dibujo, un bastidor 33 u otro objeto unido al mismo) y el elemento 2 complementario. Tras la colocación del ensamblaje, la fuerza de resorte puede liberarse. Tal como se ilustra mediante las flechas 35 dobles mostradas en la **figura 9b**, tanto la fuerza sobre el sonotrodo 3 como la fuerza contraria sobre el elemento 2 complementario pueden ejercerse entonces por el elemento de resorte. Como durante el proceso de anclaje, el dispositivo 32 generador de vibraciones tiene una posición inalterada al menos aproximadamente, la fuerza de resorte hará que el elemento 2 complementario se mueva hacia delante durante el anclaje, tal como se ilustra en la **figura 9c**. Como la licuefacción tiene lugar principalmente en y alrededor de la superficie de contacto entre el elemento 31 de base y el elemento 1 de anclaje, no habrá ningún material termoplástico licuado en la superficie de contacto entre el elemento 1 de anclaje y el elemento 2 complementario, y el elemento complementario, como en las realizaciones anteriores, se retirará junto con el sonotrodo (**figura 9d**) después del anclaje. La **figura 9e** muestra el anclaje después del proceso.

En la configuración ilustrada, el elemento de resorte se muestra haciendo tope con un manguito separado o elemento 2 complementario en forma de anillo. Éste no es necesariamente el caso. Más bien, una cara de tope (por ejemplo en forma de anillo) del elemento de resorte en sí mismo puede servir en su lugar como elemento complementario. En lugar de un elemento de resorte, que se ha mostrado en las figuras por motivos de ilustración, en un bastidor de carga también pueden usarse otros mecanismos para aplicar una fuerza, tales como un elemento hidráulico, un elemento neumático, etc.

El método según la invención es especialmente adecuado para fijar un anclaje a un material poroso débil o frágil. Además es adecuado para su anclaje en objetos sin ningún material o sólo un material muy débil por detrás de una pared delgada, dura. Tales objetos pueden ser por ejemplo paredes huecas o tableros de núcleo hueco, etc.

Las **figuras 10a y 10b** muestran el anclaje en un objeto 11 de construcción, siendo el objeto de construcción un tablero 11 de núcleo hueco. En la realización mostrada, el tablero de núcleo hueco comprende dos paneles 51 comparablemente delgados y duros y un material 52 de relleno blando entre los mismos. El material de relleno puede ser por ejemplo un material aislante o de núcleo tal como espuma de poliestireno o lana de vidrio, etc.

El anclaje tiene lugar mediante un proceso como se describe por ejemplo con referencia a las figuras 1 y 2 (con o sin aplicar automáticamente la fuerza tal como se ilustra en la figura 9). El anclaje, especialmente la sujeción frente a fuerzas de tracción, tiene lugar independientemente de las propiedades del material de relleno y funciona incluso si no está presente ningún material de relleno. Sin embargo, si el material 52 de relleno tiene cierta rigidez y porosidad, el anclaje es incluso más eficaz que para un espacio de relleno completamente hueco.

El anclaje en una pared hueca se ilustra en las **figuras 11a y 11b**. El objeto 11 es un tablón (o una pared hecha de una pluralidad de tabloneros u otros objetos planos) unido, por medio de distanciadores, delante de una pared 61 que puede estar hecha de material muy duro tal como hormigón duro. El método de anclaje puede ser uno cualquiera de los métodos descritos anteriormente. El material termoplástico licuado se expande al interior de la cavidad por detrás de los tabloneros, tal como se ilustra en la figura 11b, y sujeta de manera fiable el anclaje (que comprende el elemento 1 de anclaje así como el sonotrodo 3), especialmente frente a las fuerzas de tracción.

Las figuras 11a y 11b también son una ilustración adicional del ejercicio de la fuerza entre el sonotrodo y el elemento complementario por medio de un elemento de resorte, que en este caso comprende dos resortes guiados por medios 38 de guiado apropiados. En este ejemplo, a diferencia del ejemplo de la figura 9, el resorte hace que el sonotrodo 3 se retraiga mientras que el elemento 2 complementario se apoya contra la superficie frontal del objeto de construcción. Si el método ilustrado en las figuras 11a y 11b se lleva a cabo mediante una herramienta de mano, la herramienta puede comprender una carcasa externa en la que el dispositivo 32 generador de vibraciones puede moverse a modo de traslación, de modo que la carcasa externa sujeta por el usuario mantiene su posición durante el proceso, mientras que el dispositivo generador de vibraciones se retrae dentro de la carcasa externa. La carcasa externa puede conectarse por ejemplo al elemento 2 complementario.

Las **figuras 12a y 12b** ilustran el anclaje en un ladrillo 11 perforado verticalmente, teniendo lugar la expansión del material de polímero licuado (figura 12b) al interior de las cavidades 11.3 del ladrillo. La perforación en este caso es rectangular o forma un ángulo con la perforación vertical y se abre hacia la perforación vertical.

Todas las realizaciones descritas anteriormente excepto la de la figura 3 se basan en el principio, en muchos casos ventajoso, según el cual las vibraciones se acoplan en el elemento de anclaje desde el lado posterior y la fuerza

necesaria se acopla en el sonotrodo como fuerza de tracción, el anclaje “hacia atrás”. En estas realizaciones, un árbol 3.4 del sonotrodo en cierto modo tiene que llegar a través del elemento de anclaje. La realización preferida descrita hasta ahora es formar el elemento de anclaje en forma de tubo o manguito y que el árbol del sonotrodo llegue a través de su abertura central. El diámetro externo del árbol 3.4 de sonotrodo siempre es menor que el diámetro interno del elemento 1 de anclaje. Esta configuración, preferida, se ilustra en la **figura 13a**, que muestra una sección a través del árbol de sonotrodo y el elemento de anclaje. Sin embargo, no es necesaria una configuración simétrica de este tipo. Más bien son posibles también otras configuraciones, tales como la disposición excéntrica mostrada en la **figura 13b** u otras configuraciones (con o sin simetría circular del contorno externo). La **figura 13c** muestra aún una configuración en la que el elemento de anclaje comprende dos piezas 1.1, 1.2 de elemento de anclaje separadas dispuestas en lados diferentes del sonotrodo 3. Esto hace posible un árbol de sonotrodo en forma de barra en T que es ventajoso en vista de la estabilidad mecánica. El lugar en el que se ubicaría el elemento 2 complementario también se ilustra en la figura 13c.

En las figuras 13a-13c, así como las figuras 16-18, el eje 7 sería perpendicular al plano del dibujo.

En las realizaciones que se basan en el principio de “anclaje hacia atrás”, la fuerza 4 que va a acoplarse en el elemento de anclaje actúa como fuerza de tracción sobre el sonotrodo 3. Esto requiere medios de acoplamiento apropiados en el dispositivo generador de vibraciones, que no sólo tienen que ser adecuados para la carga de tensión sino también para la transmisión de vibraciones mecánicas mientras bajo carga de tensión. Tales medios de acoplamiento los conoce un experto en la técnica. A menudo se basan en un ajuste de forma (juntas de tornillo, fijaciones rápidas, fiadores de bayoneta, etc.) o posiblemente un ajuste de material (conexiones pegadas, soldadas o soldadas indirectamente) o un ajuste de fricción (conexiones con sujeción). Tales medios de acoplamiento generalmente conocidos no se comentan más en el presente documento. El principio de unos medios de acoplamiento con ajuste de forma se muestra en la **figura 14**. Este acoplamiento puede usarse tal como se muestra o en una forma alternativa. El dispositivo generador de vibraciones comprende una extensión que se adentra en un espacio libre en el extremo proximal de la herramienta 3 y se amplía hacia su extremo distal de modo que puede transmitir una fuerza de tensión. Para acoplar la herramienta 3 al dispositivo generador de vibraciones, se mueven en perpendicular al plano de la figura 14 uno en relación con otro. Pueden considerarse colas de milano o modificaciones similares.

En realizaciones en las que el sonotrodo permanece en su sitio y forma una parte del anclaje después del anclaje, también pueden usarse los mismos medios de acoplamiento para acoplar un elemento adicional al anclaje (evidentemente, en estas realizaciones no es muy adecuado un acoplamiento esencialmente irreversible del sonotrodo al dispositivo generador de vibraciones, tal como pegado, soldadura, soldadura indirecta o similar).

La **figura 15** muestra una realización adicional de un método y un dispositivo según la invención. Esta realización se basa en el concepto ilustrado con referencia a las figuras 1 y 2, pero con la diferencia sustancial de que el elemento de anclaje está configurado de modo que la licuefacción del material termoplástico comienza en la superficie de contacto entre el elemento 1 de anclaje y el elemento 2 complementario y no en la superficie de contacto entre el elemento 1 de anclaje y el sonotrodo 3, como en las realizaciones de las figuras 1 y 2. Para este fin, el elemento de anclaje comprende guidores de la energía en contacto con la superficie de contacto con el elemento complementario. En la realización ilustrada, los guidores de la energía están constituidos por una sección decreciente hacia el lado anterior del elemento de anclaje. El elemento complementario se adentra ligeramente en la abertura del objeto de construcción de modo que el material termoplástico que fluye lateralmente tras la licuefacción no se sale de la abertura sino que se adentra en los poros/estructuras del material de construcción.

Esta realización es especialmente adecuada para situaciones en las que se desea el anclaje en una posición predefinida en la abertura y/o cierre hacia el lado frontal del objeto 11 de construcción.

Las figuras 16 y 17 muestran variantes de las propiedades del sonotrodo que pueden usarse para disposiciones/métodos del tipo “hacia atrás” según la presente enseñanza. El sonotrodo de la figura 16 comprende una pluralidad de canales 3.21 de guiado de líquido que se prevén por ejemplo como ranuras en la superficie dirigida hacia delante de la ampliación posterior (la figura 16 muestra una vista sobre esta superficie dirigida hacia el usuario/aparato que aplica el método). El material del elemento de anclaje se licuará en contacto con la superficie delantera de la ampliación 3.2 posterior y entonces puede entrar en los canales y desde aquí hacia los lados laterales. Esta realización, entre otras cosas, es adecuada para concentrar el material licuado en determinados ángulos de azimut.

En la realización de la **figura 17**, la ampliación posterior comprende aberturas o interrupciones 3.22 que permiten que el material licuado pase a través. Debido a este concepto, en lugar de hacer que el elemento de anclaje se haga incluso más corto durante el proceso de anclaje al confinarse entre la ampliación posterior del sonotrodo y el elemento complementario, el sonotrodo se mueve parcialmente a través del material del elemento de anclaje, dejando una amortiguación de tal material en el lado posterior del sonotrodo. Esta realización es especialmente adecuada para situaciones en las que el anclaje debe soportar también cargas axiales, dirigidas hacia atrás, puesto que la amortiguación puede absorber tales fuerzas, especialmente si rellena el espacio entre la ampliación posterior y la base de la abertura en el objeto de construcción.

En lugar de las interrupciones ilustradas dirigidas radialmente hacia fuera, pueden estar presentes otros tipos de aberturas/interrupciones. Por ejemplo, la ampliación posterior puede comprender una pluralidad de orificios de tamaños iguales o diferentes. Como ejemplo, tales aberturas pueden disponerse en líneas dirigidas radialmente y comprender tamaños que aumentan a medida que aumenta la distancia desde el árbol 3.4.

- 5 Con referencia a las figuras 18-21 se describen ejemplos adicionales de dispositivos y métodos de tipo “hacia delante”.

La **figura 18** muestra una vista en sección de una disposición de un elemento 1 de anclaje y un elemento 2 complementario. A diferencia de la realización ilustrada en la figura 3, la parte del elemento complementario que llega a través del elemento 1 de anclaje se dispone en la periferia del elemento de anclaje. En la configuración ilustrada, comprende dos varillas 2.4 guiadas lateralmente a lo largo la longitud del elemento de anclaje. Esta configuración, y otras configuraciones con elementos complementarios sujetan desde la circunferencia externa en lugar de desde el núcleo del elemento de anclaje, puede tener ventajas en la manipulación del elemento complementario y el sonotrodo/dispositivo generador de vibraciones, en comparación con la realización de la figura 3.

- 15 Las **figuras 19a y 19b** muestran un primer ejemplo de un dispositivo y un método, estando formado el elemento 2 complementario como un receptáculo tal como un manguito. La figura 19a muestra la disposición al comienzo del proceso de anclaje, mientras que la figura 19b muestra la disposición hacia el final del proceso de anclaje.

El receptáculo comprende una única boca 2.2 dirigida hacia fuera y una pluralidad de aberturas 2.1 en la superficie lateral (en el lado) y posiblemente también en la superficie dirigida hacia dentro (no mostrada). El elemento 1 de anclaje, antes del proceso de anclaje, puede estar presente en el receptáculo y por ejemplo estar fijado en el mismo. Como alternativa, el elemento de anclaje puede estar separado inicialmente del receptáculo e insertarse en el mismo antes del anclaje.

En el proceso de anclaje, el sonotrodo 3 presiona contra el elemento de anclaje desde el lado frontal mientras que vibra (vibraciones 5 mecánicas). El elemento complementario comprende un reborde 2.3 que se apoya en la superficie externa del objeto de construcción en las proximidades de la abertura y por tanto hace que se cree la fuerza 6 contraria como una fuerza normal que actúa sobre el reborde 2.3. Debido al efecto de las vibraciones mecánicas y la fuerza de presión aplicada al elemento de anclaje, el elemento de anclaje empieza a fundirse y a continuación se presiona a través de las aberturas 2.1 al interior de los poros del material 52 circundante que puede ser sustancialmente menos estable desde el punto de vista mecánico que el panel 51 frontal que crea la fuerza normal (figura 19b). Para que el material termoplástico empiece a fundirse en las proximidades de los poros, o bien el receptáculo 2 o bien el elemento 1 de anclaje o ambos comprenden estructuras de guiado de la energía correspondientes tales como estrechamientos, bordes, puntas, etc. En la configuración mostrada, el elemento de anclaje comprende salientes 2.4 dirigidos hacia dentro en las proximidades de las aberturas 2.1.

La realización de las figuras 19a y 19b puede usarse por ejemplo también en relación con un material de elemento de anclaje que es más blando que los materiales del elemento de anclaje de otras realizaciones, de modo que el calor para la fusión del material, de manera predominante o en una proporción sustancial, también puede crearse mediante fricción interna en lugar de predominante por absorción de energía mecánica en las superficies de contacto.

El receptáculo a modo de manguito anclado en el material relativamente frágil y/o blando por ejemplo puede usarse por ejemplo como espiga. Incluso puede comprender estructuras prefabricadas, tal como un roscado, para fijar un elemento adicional, tal como un tornillo, al mismo. Tal elemento adicional puede apoyarse sobre el propio manguito y/o el material termoplástico restante dentro del manguito.

Además o como alternativa, el reborde 2.3 puede usarse, como una cabeza de un tornillo, para fijar otro elemento, situado antes del anclaje, a la superficie frontal.

- 45 En la configuración mostrada, la fuerza contraria se crea, por medio de un reborde, como una fuerza normal. Sin embargo, el elemento 2 complementario a modo de manguito también podría sujetarse igualmente con otros medios, por ejemplo activamente por el usuario/aparato que lleva a cabo el método.

Aunque en la configuración mostrada la fuerza contraria se crea como fuerza normal y por tanto en última instancia la fuerza necesaria para el anclaje se apoya sobre el objeto, hay una ventaja sustancial sobre el método de la técnica anterior por ejemplo descrito en el documento WO 98/00109: La superficie que comprende las estructuras/poros y/o cavidades en los que finalmente penetra el material termoplástico licuado no se carga mecánicamente. El lugar en el que se crea la fuerza normal, el panel frontal en la configuración mostrada, no es idéntico al lugar en el que finalmente se ancla el elemento de anclaje. Esta ventaja es útil en configuraciones en las que no hay suficiente material mecánicamente resistente en el objeto de construcción sino que el elemento de anclaje va a anclarse en un material mecánicamente menos estable, tal como el objeto de construcción ilustrado que comprende un panel delgado, duro, y un material más blando por debajo, es decir un material aislante o de tipo sándwich.

5 Las **figuras 20a** y **20b** muestran aún otra realización de un dispositivo/método en la que el elemento complementario se forma como un receptáculo a modo de manguito. Sin embargo, en esta realización, la fuerza 6 contraria se crea mediante la fuerza normal en la base de la perforación ciega en el elemento 11 de construcción, es decir mediante el elemento complementario que se presiona contra la base del orificio ciego. Esta realización es adecuada para objetos de construcción que son comparablemente rígidos y mecánicamente estables, tal como objetos de construcción de madera o materiales compuestos de madera u hormigón (poroso) o espumas de metal densas, etc.

10 La realización de las figuras 20a y 20b es entre otras cosas, especialmente adecuada para formar una espiga para un elemento 22 adicional, en la que la conexión con el elemento adicional tiene que soportar cargas pesadas y/o cargas durante mucho tiempo. Las espigas del estado de la técnica que se basan en materiales de polímeros presentan el problema de que el material de polímero fluye durante mucho tiempo. Este problema se reduce significativamente debido al efecto del manguito 2, por ejemplo metálico, al que puede fijarse el elemento adicional. Por ejemplo, tal como se ilustra en la figura 20b que muestra el elemento de anclaje después del proceso de anclaje, puede elegirse que el sonotrodo desplace sustancialmente todo el material de polímero por una parte sustancial de la profundidad del manguito, de modo que el elemento 22 adicional, ilustrado como tornillo, se sujeta directamente al manguito 2.

15 La variante de un dispositivo ilustrada en la **figura 21** es distinta de las realizaciones mostradas anteriormente porque comprende aberturas 2.1 también (o sólo) en la base del manguito. Se forma un guiador de la energía que garantiza la fusión del material termoplástico en la base mediante un saliente 2.11 dirigido hacia atrás en la base del manguito. Esta variante también podría dotarse de una característica de reborde como la realización de la figura 20  
20 19a.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para anclar un elemento (1) en un objeto (11) de construcción, teniendo una superficie de este objeto poros o estructuras y/o en cuya superficie pueden crearse poros mediante un líquido a presión hidrostática y/o en el que se define una cavidad, comprendiendo el método las etapas de
  - 5 - proporcionar un primer elemento (1) y un segundo elemento (2), comprendiendo el primer elemento un material termoplástico;
    - colocar el primer elemento (1) en las proximidades de dicha superficie y/o de dicha cavidad, respectivamente, y colocar el segundo elemento (2) en contacto con el primer elemento (1);
    - 10 - hacer que vibre un tercer elemento (3) mientras se carga el primer elemento (1) con una fuerza (4), aplicando así vibraciones (5) mecánicas al primer elemento (1), y cargar simultáneamente el primer elemento (1) con una fuerza (6) contraria mediante el segundo elemento (2);
      - mediante la aplicación conjunta de las vibraciones (5) mecánicas y la carga, licuar al menos algo del material termoplástico, creando así material licuado;
      - 15 - mediante la aplicación conjunta de las vibraciones (5) mecánicas a una cara de contacto del tercer elemento (3) con el primer elemento (1) y de la carga desde el segundo y el tercer elemento al primer elemento (1), hacer que el primer elemento (1) se comprima entre la fuerza (4) desde el tercer elemento (3) y la fuerza (6) contraria desde el segundo elemento (2), y hacer así que el material licuado fluya al interior de los poros y/o estructuras y/o la cavidad; y
        - 20 - dejar que el material licuado vuelva a solidificarse de modo que el primer elemento (1) se ancla en el objeto (11).
  2. El método según la reivindicación 1, que comprende la etapa adicional de hacer que el segundo elemento (2) se ancle mediante el material licuado del primer elemento (1), preferiblemente en el que la etapa de hacer que el segundo elemento (2) se ancle mediante el material licuado del primer elemento (1) incluye hacer que el segundo elemento (2) se suelde al primer elemento (1).
  - 25 3. El método según las reivindicaciones 1 ó 2, que comprende la etapa adicional de hacer que el tercer elemento (3) se ancle mediante el material licuado del primer elemento (1), preferiblemente en el que la etapa de hacer que el tercer elemento (3) se ancle mediante el material licuado del primer elemento (1) incluye hacer que el tercer elemento (3) se suelde al primer elemento (1).
  - 30 4. El método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la etapa de hacer que el material licuado fluya al interior de los poros y/o estructuras y/o la cavidad incluye poner el material licuado, mediante la acción conjunta de la fuerza (4) y la fuerza (6) contraria, a presión hidrostática y presionar así el material licuado al interior de los poros y/o estructuras previamente existentes y/o hacer que el material licuado a presión hidrostática penetre en las irregularidades de la superficie y así generar los poros, rellenos mediante el material licuado.
  - 35 5. El método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la fuerza (4) en el tercer elemento (3) es una fuerza de tensión.
  - 40 6. El método según la reivindicación 5, en el que el tercer elemento (3) es de una pieza y permanece en su sitio y anclado en el objeto (11) de construcción después del anclaje o en el que el tercer elemento (3) comprende un árbol (3.4) de un primer material y un elemento (31) de base de un segundo material diferente del primer material, e incluyendo el método la etapa de separar el árbol (3.4) del elemento (31) de base mientras que fluye el material licuado y/o después de que el material licuado haya fluido al interior de los poros y/o estructuras y/o la cavidad, permaneciendo el elemento (31) de base en su sitio y anclado en el objeto (11) de construcción después del anclaje.
  - 45 7. El método según las reivindicaciones 5 ó 6, en el que el primer elemento (1) comprende un orificio pasante axial, y el tercer elemento (3) comprende un árbol, e incluyendo el método la etapa de insertar el árbol a través del orificio pasante axial antes de la etapa de hacer que vibre el tercer elemento (3).
  - 50 8. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que el segundo elemento (2) es un receptáculo formado por un manguito con una pluralidad de orificios (2.1) y una boca (2.2) de receptáculo, situándose el primer elemento (1) dentro del receptáculo (2), una primera cara de acoplamiento para entrar en contacto con el tercer elemento (3) que es accesible a través de la boca (2.2) de receptáculo, comprendiendo el segundo elemento (2) preferiblemente un reborde (2.3) del manguito, formado adyacente a la boca (2.2), y en el que la etapa de aplicar la fuerza (6) contraria incluye preferiblemente hacer que el reborde (2.3) se apoye contra una superficie frontal del objeto.
  9. El método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la etapa de licuar al menos



algo del material termoplástico incluye iniciar un proceso de licuado en una superficie de contacto entre el primer elemento (1) y el tercer elemento (3).

- 5
10. El método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la fuerza (4) y la fuerza (6) contraria se aplican de modo que se mantiene dicha superficie del objeto (11) de construcción libre de carga mecánica.
- 10
11. El método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la etapa de licuar al menos algo del material termoplástico incluye licuar al menos algo del material termoplástico en al menos una superficie de contacto, en el que dicha al menos una superficie de contacto es al menos una de una superficie de contacto entre el primer elemento (1) y el tercer elemento (3), de una superficie de contacto entre el primer elemento (1) y el segundo elemento (2), y de una superficie de contacto entre partes del primer elemento (1).
- 15
12. El método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el material licuado en dicha etapa de licuar al menos algo del material termoplástico, antes de licuarse, no está en contacto con ninguna superficie del objeto (11) de construcción.
- 15
13. Un dispositivo para producir un anclaje en un objeto de material de construcción, diseñado preferiblemente para llevar a cabo el método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo el dispositivo:
- 20
- un elemento (1) de anclaje que comprende material termoplástico y que comprende una primera cara (1.1) de acoplamiento y una segunda cara (1.2) de acoplamiento,
  - un elemento (2) complementario que comprende una cara de acoplamiento de elemento complementario,
  - y un tercer elemento (3), siendo adecuado el tercer elemento para acoplarse a un generador de vibraciones mecánicas y para transferir las vibraciones (5) mecánicas a una cara (3.1) de desacoplamiento del tercer elemento, caracterizado porque el elemento (1) de anclaje, el elemento (2) complementario y el tercer elemento (3) están adaptados para ensamblarse de modo que:
- 25
- la cara de desacoplamiento del tercer elemento (3.1) hace tope con la primera cara (1.11) de acoplamiento; y
  - la cara de acoplamiento de elemento complementario hace tope con la segunda cara (1.12) de acoplamiento, y
- 30
- puede aplicarse una fuerza de compresión sobre el elemento (1) de anclaje cargando el tercer elemento (3) y el elemento (2) complementario con una fuerza (4) y una fuerza (6) contraria, respectivamente, de igual magnitud y sentidos opuestos;
  - en el que los sentidos de la fuerza (4) y la fuerza (6) contraria son tales que, con respecto a un eje definido por la fuerza (4) y la fuerza (6) contraria, una superficie más externa lateral del elemento (1) de anclaje en las proximidades de una superficie de contacto con el tercer elemento (3) se forma mediante el material termoplástico.
- 35
14. El dispositivo según la reivindicación 13, que comprende además el generador de vibraciones.
15. El dispositivo según la reivindicación 13 ó 14, en el que el elemento (1) de anclaje consiste en el material termoplástico.
- 40
16. El dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 13-15, que comprende además un mecanismo automatizado para aplicar simultáneamente la fuerza (4) y la fuerza (6) contraria, comprendiendo preferiblemente el mecanismo automatizado un elemento (34) de resorte.
17. El dispositivo según las reivindicaciones 13-16, en el que el elemento (1) de anclaje comprende una pluralidad de partes acopladas inicialmente separadas o inicialmente de manera débil.

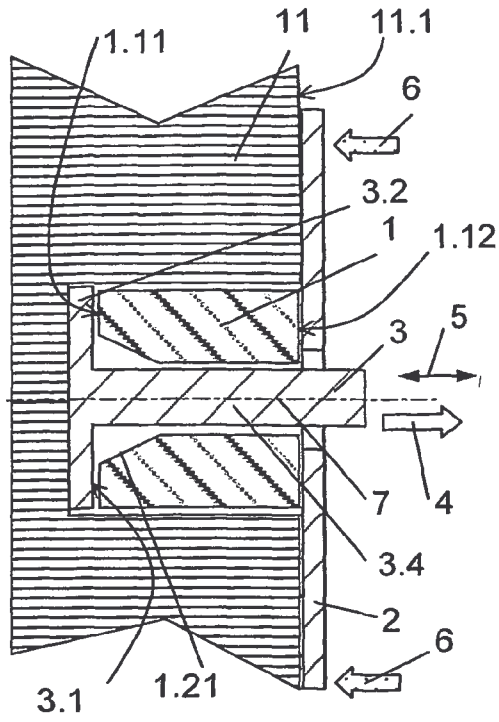


Fig. 1a

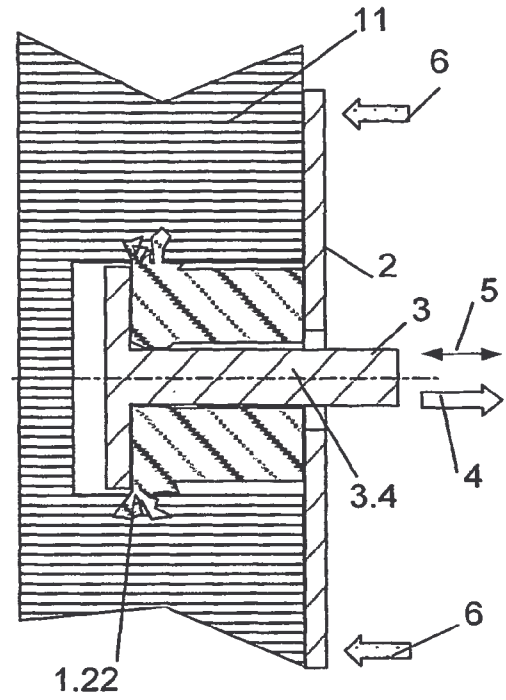


Fig. 1b

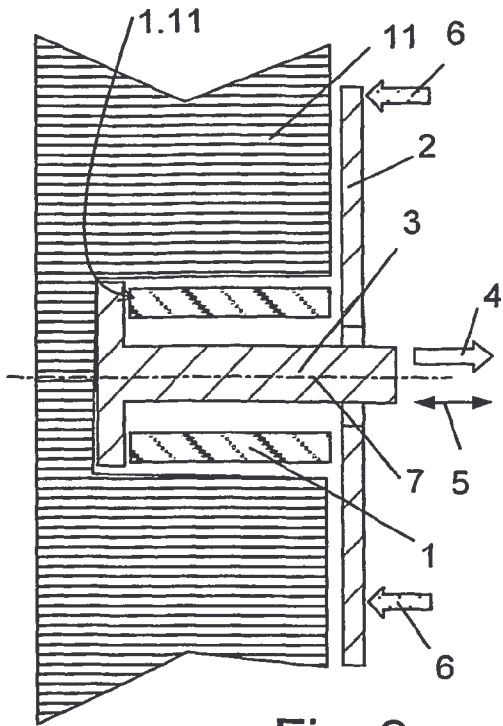


Fig. 2

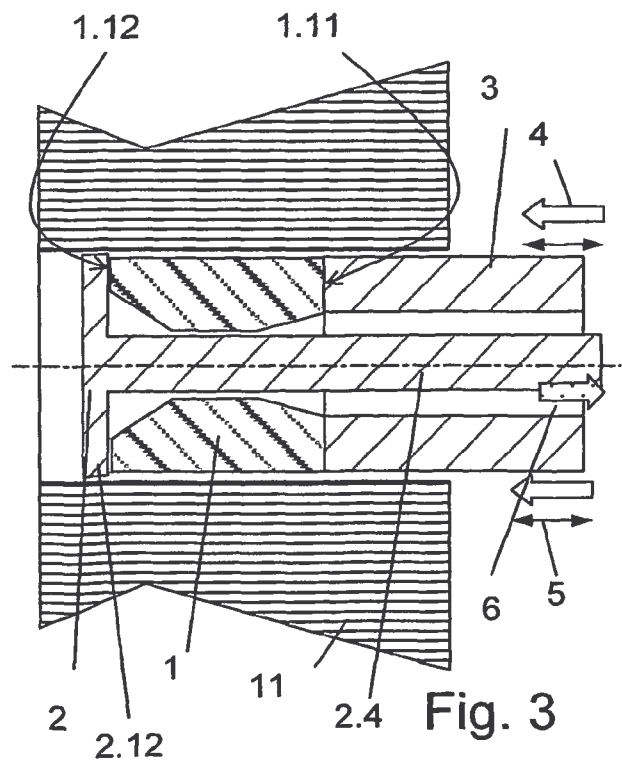


Fig. 3

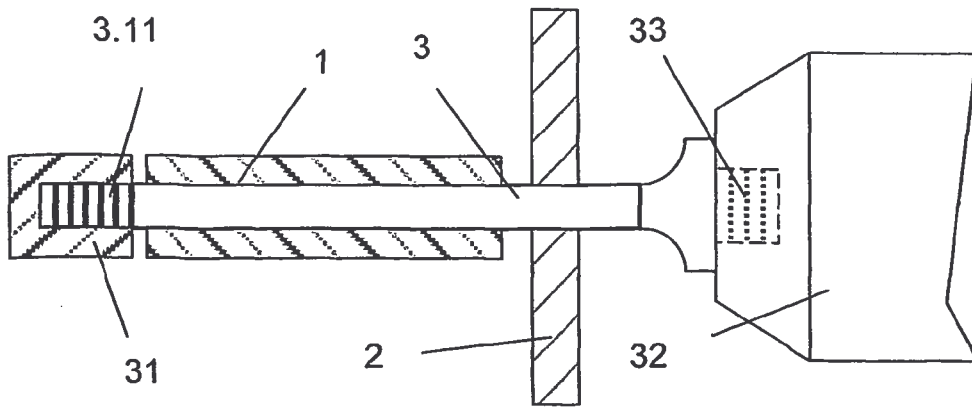


Fig. 4

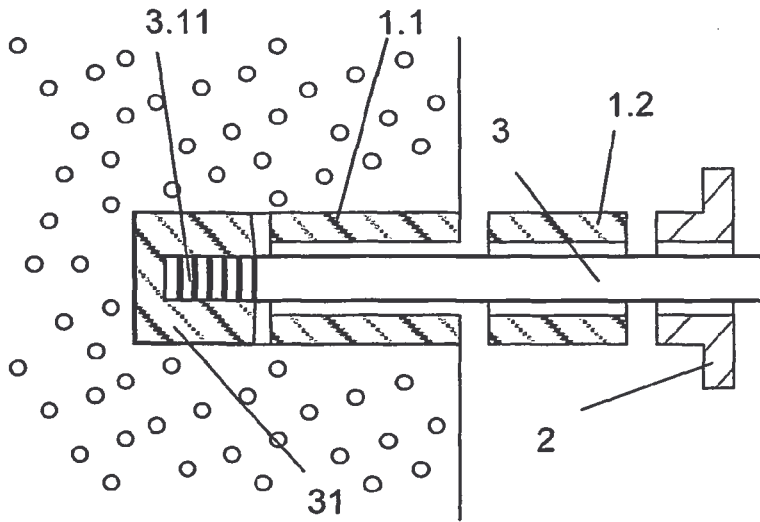


Fig. 6a

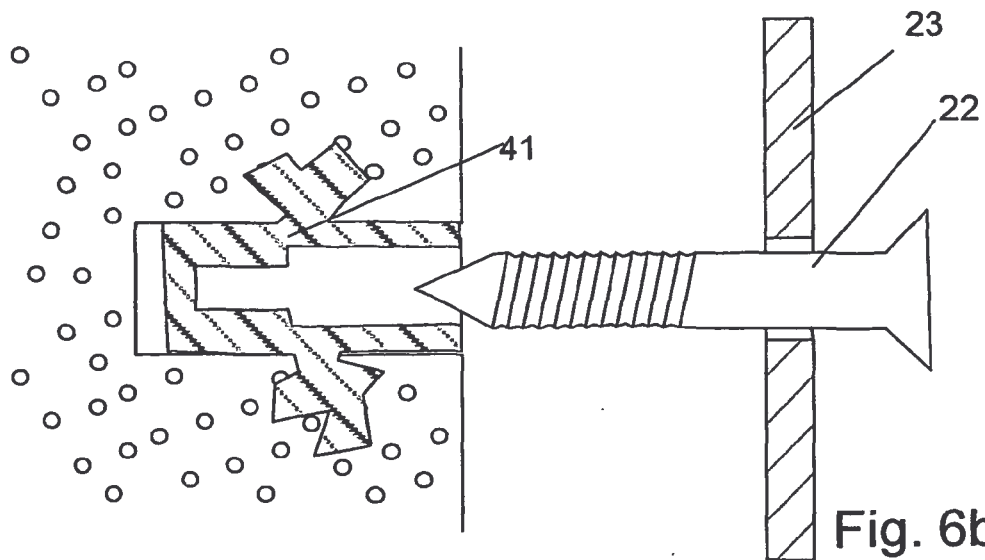


Fig. 6b

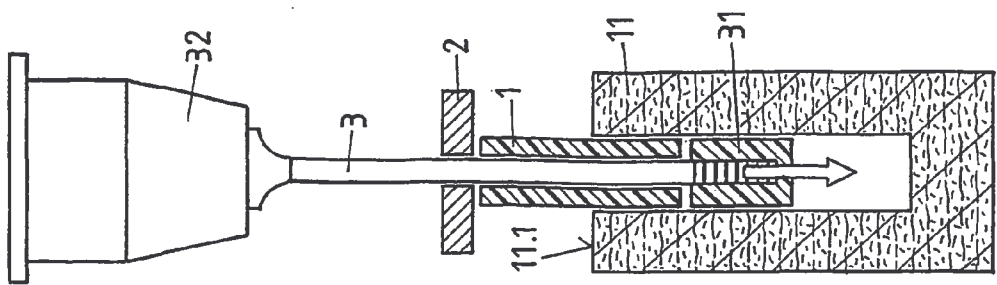


Fig. 5a

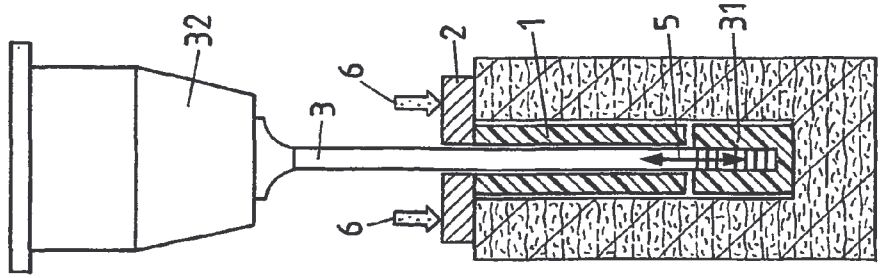


Fig. 5b

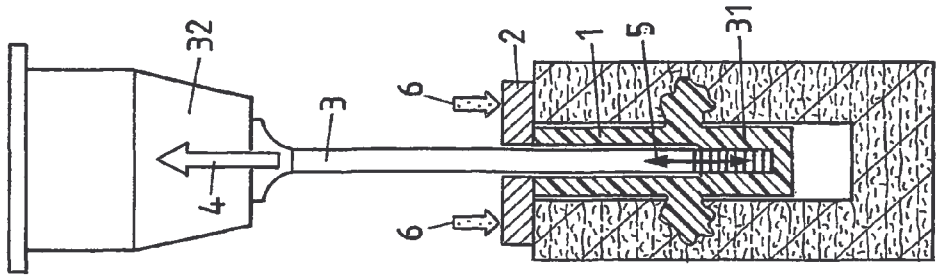


Fig. 5c

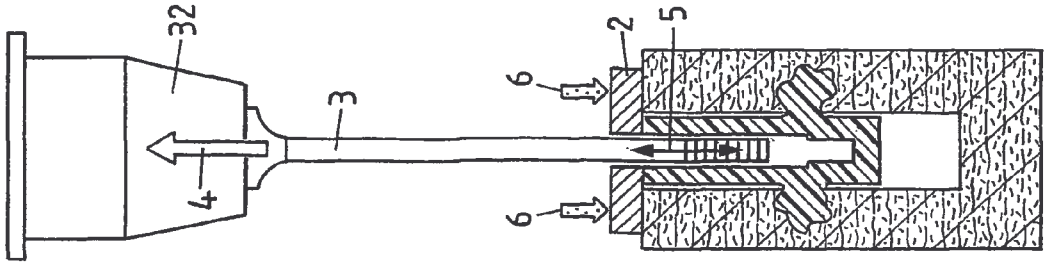


Fig. 5d

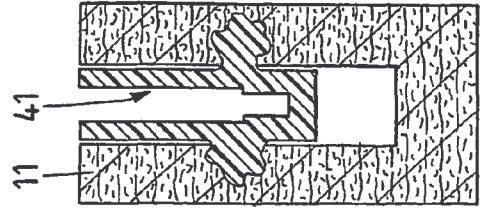


Fig. 5e

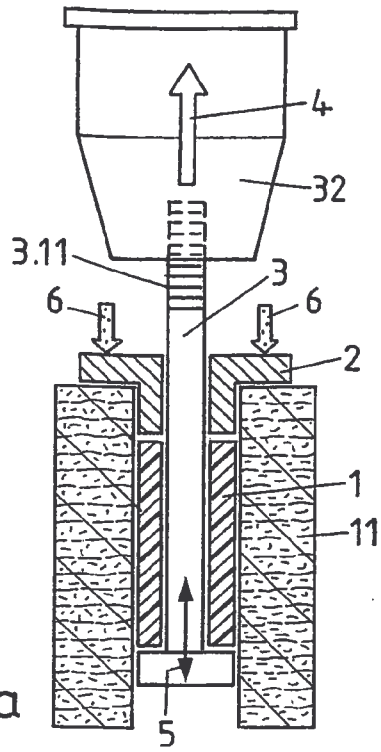


Fig. 7a

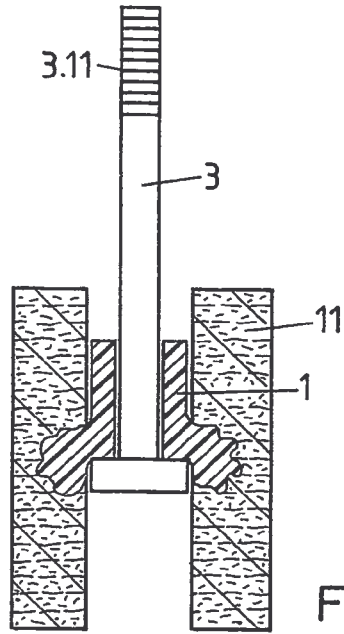


Fig. 7b

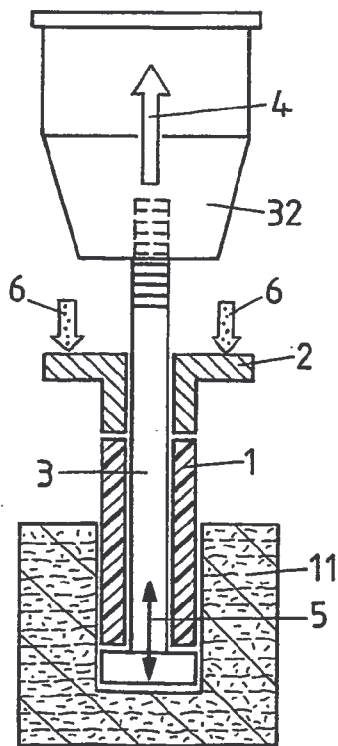


Fig. 8a

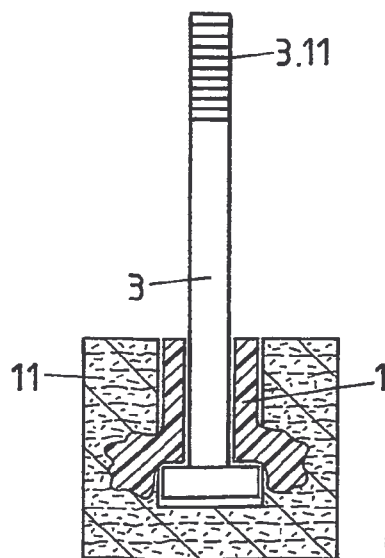


Fig. 8b

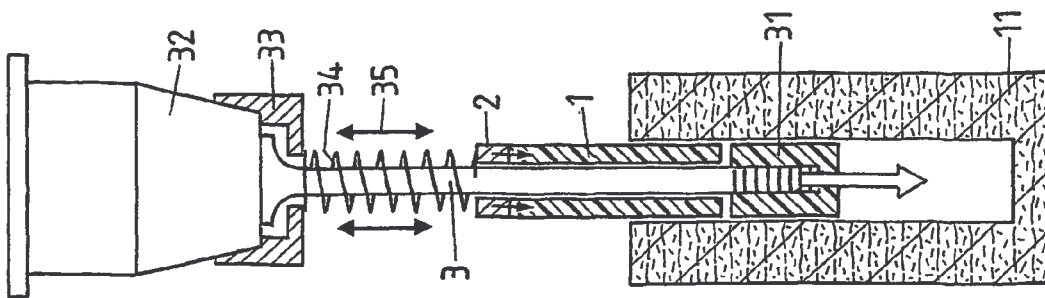


Fig. 9a

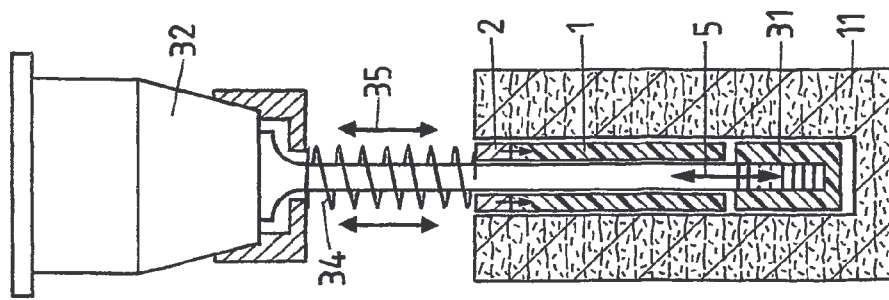


Fig. 9b

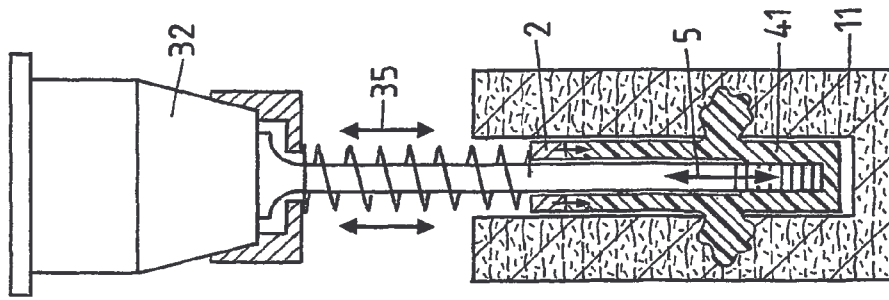


Fig. 9c

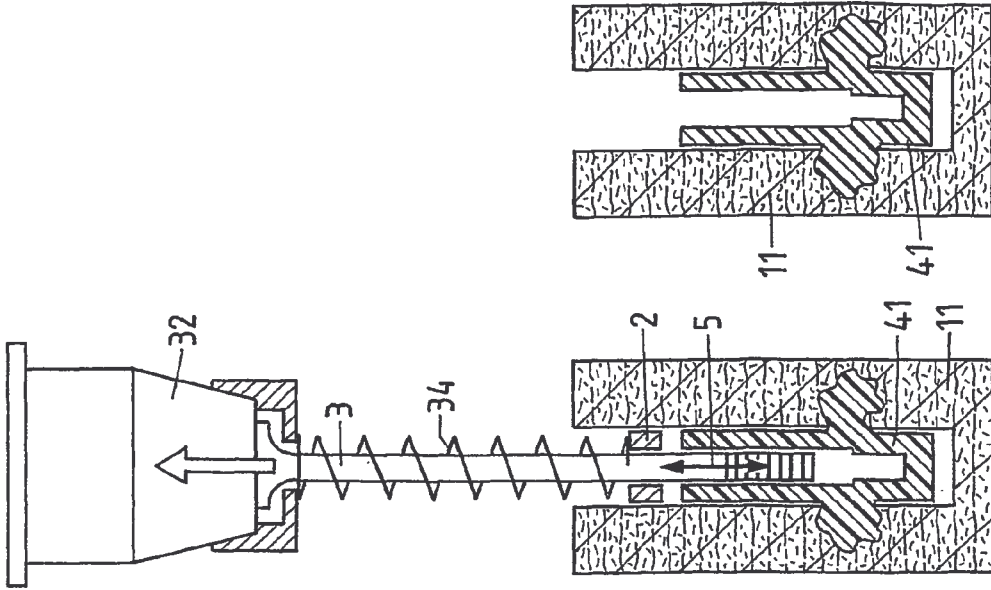


Fig. 9d

Fig. 9e

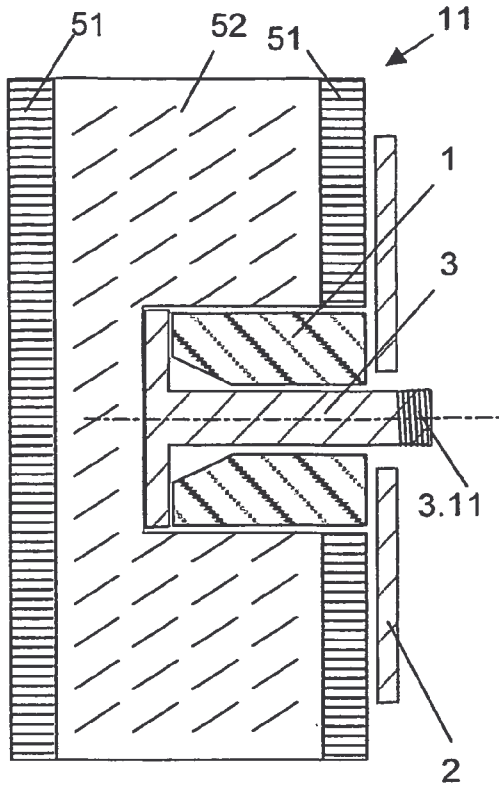


Fig. 10a

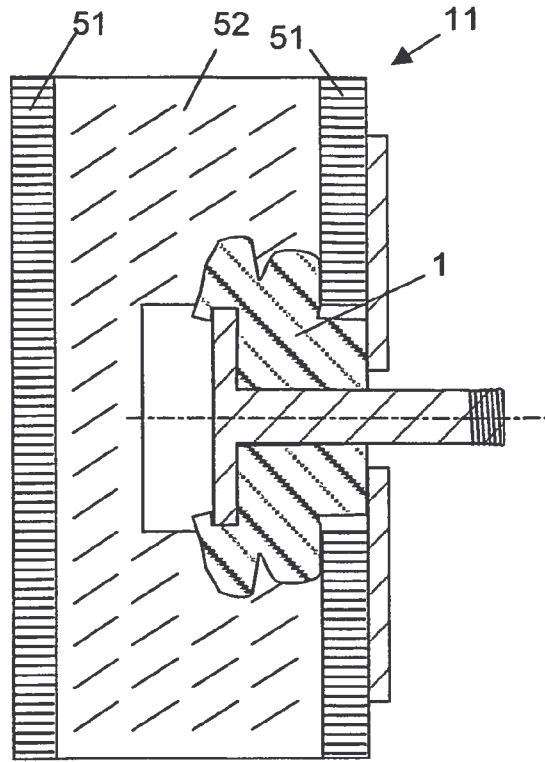


Fig. 10b

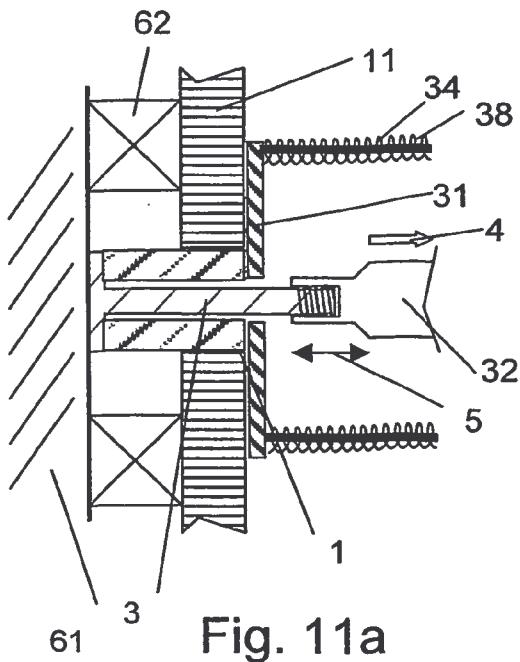


Fig. 11a

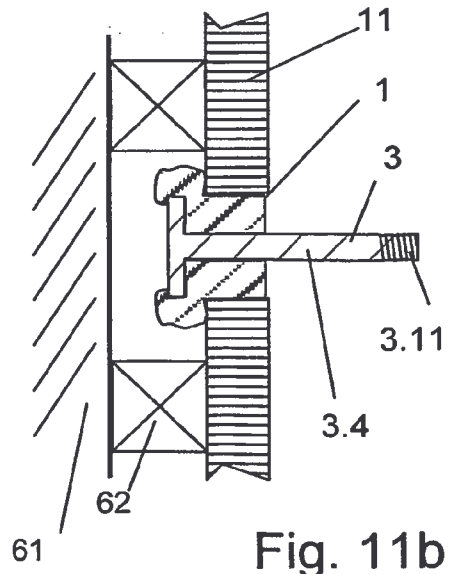


Fig. 11b

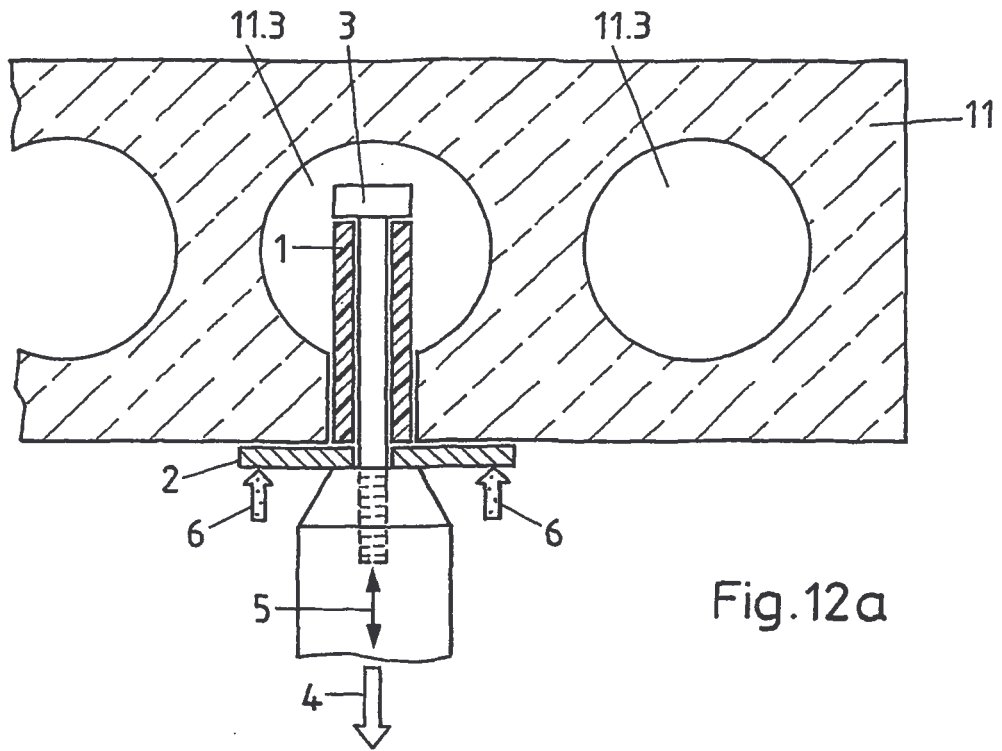


Fig. 12a

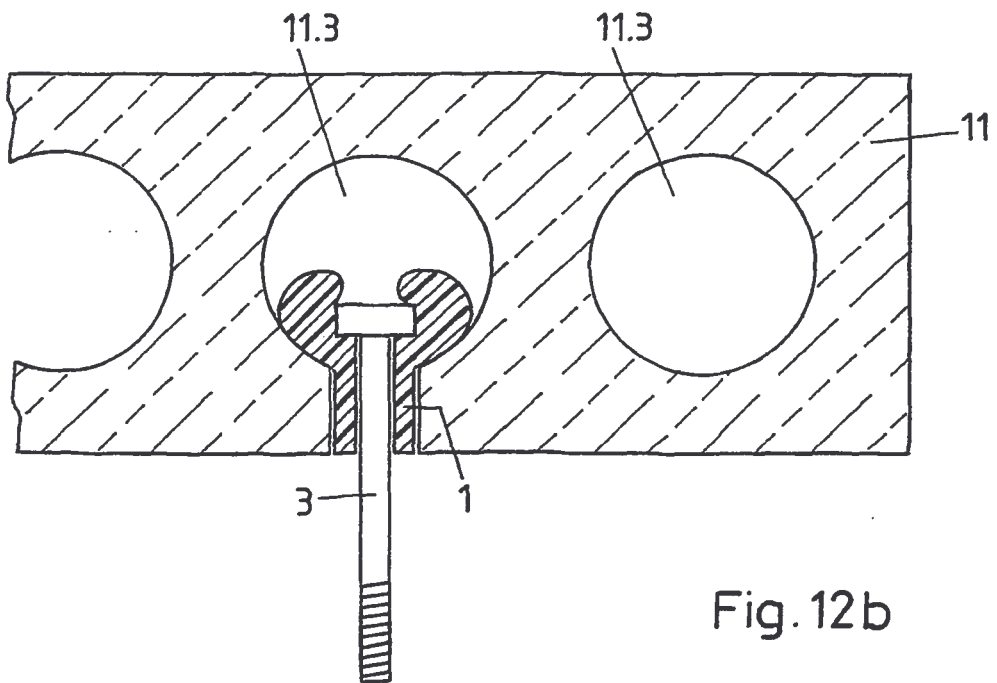
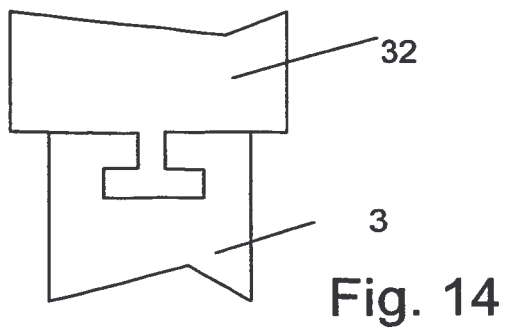
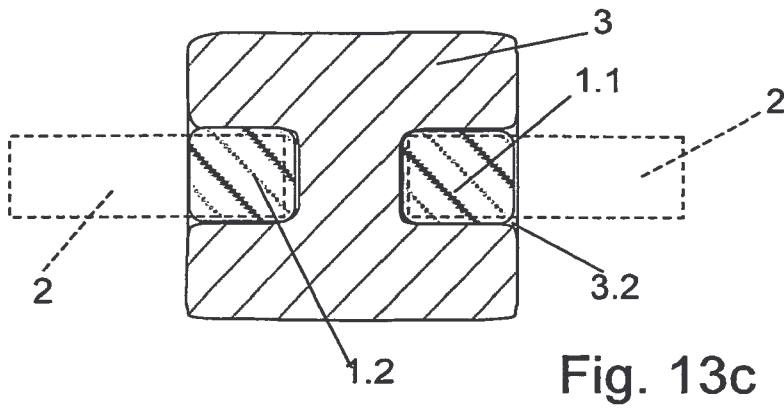
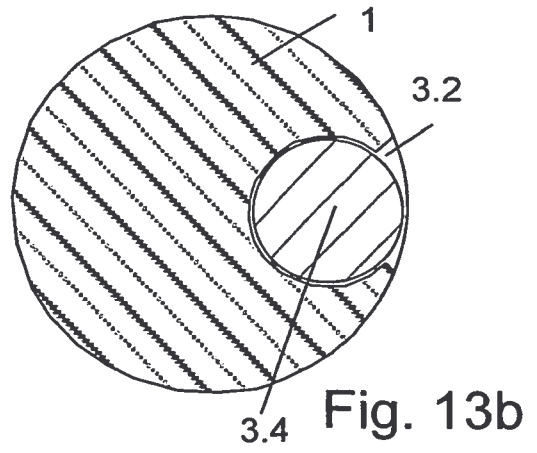
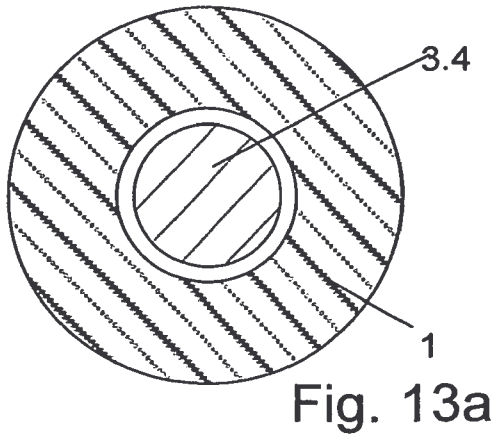


Fig. 12b





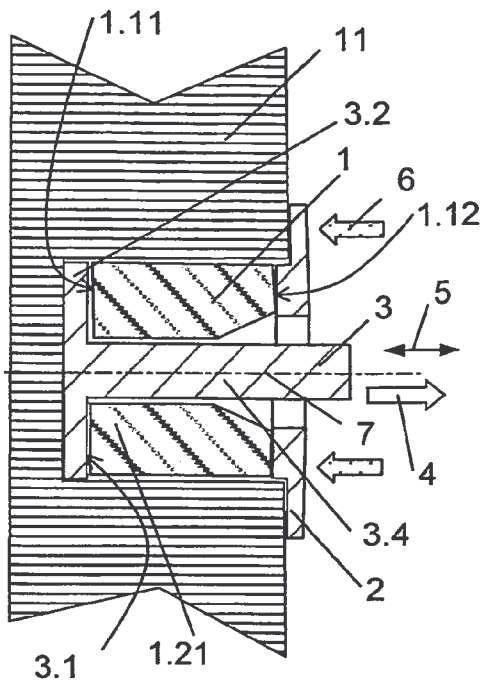


Fig. 15

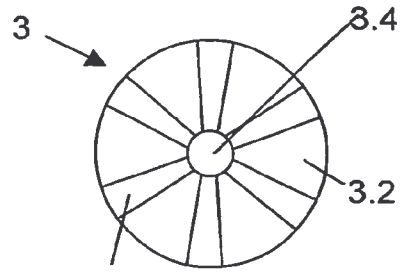


Fig. 16

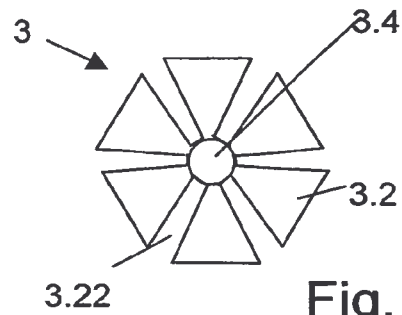


Fig. 17

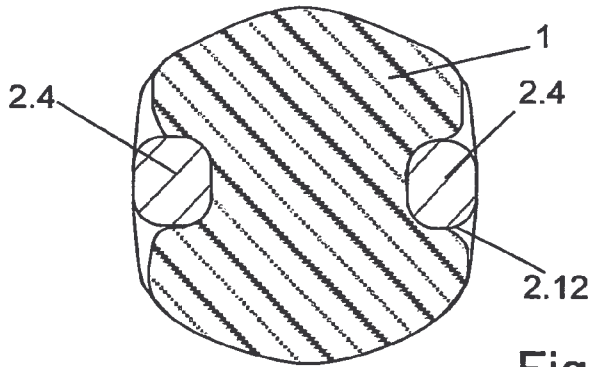


Fig. 18

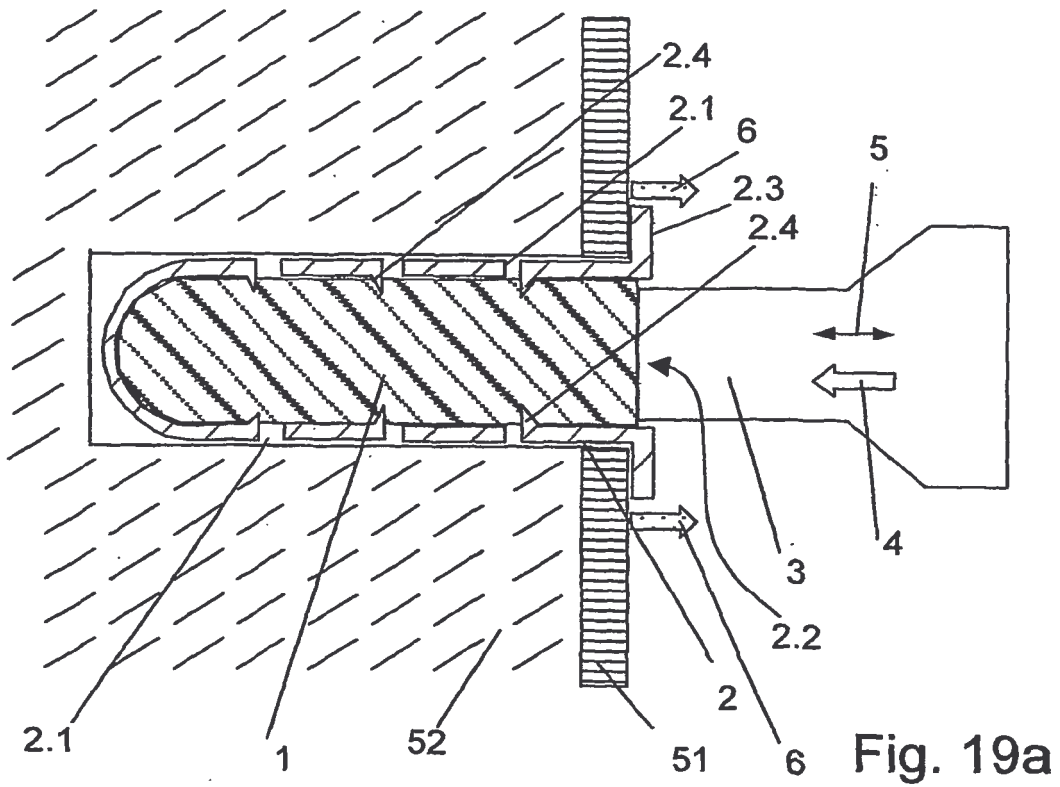


Fig. 19a

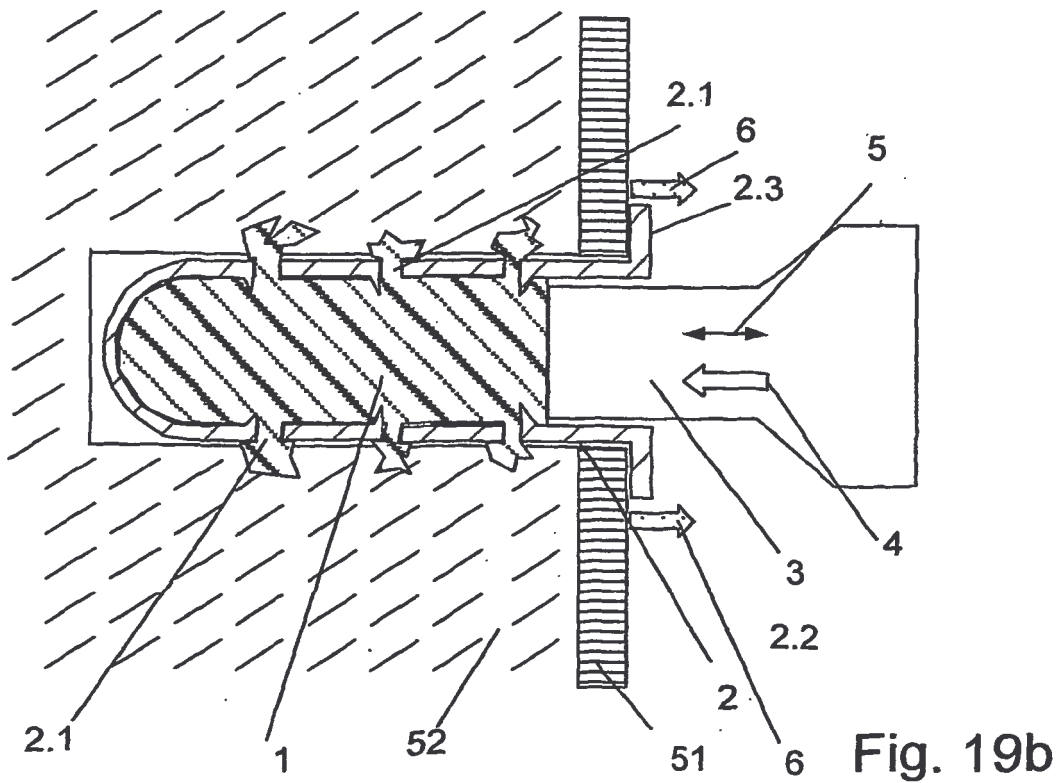


Fig. 19b

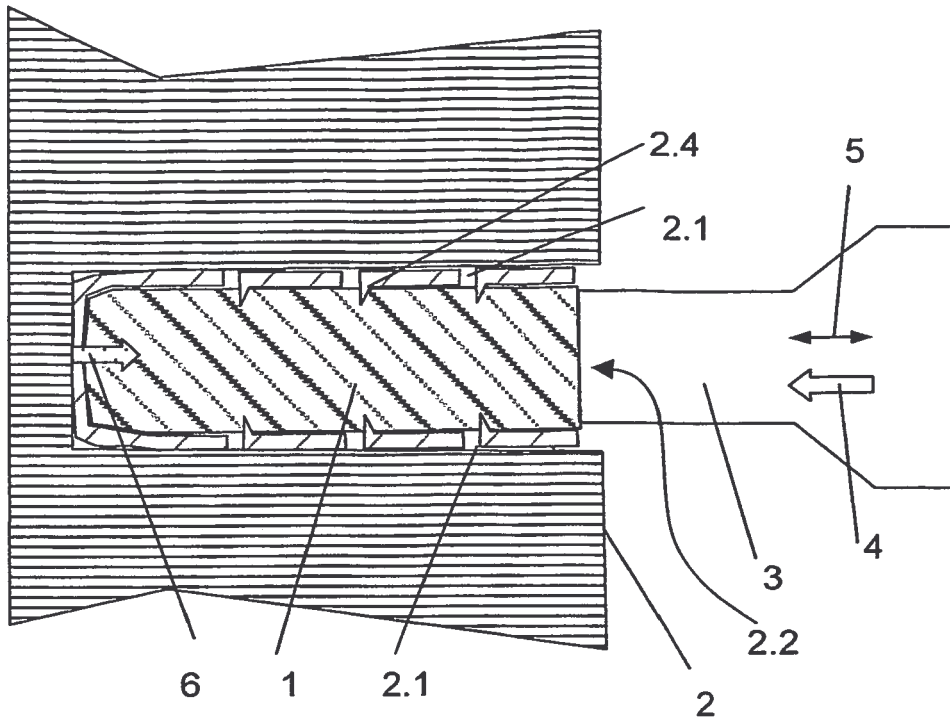


Fig. 20a

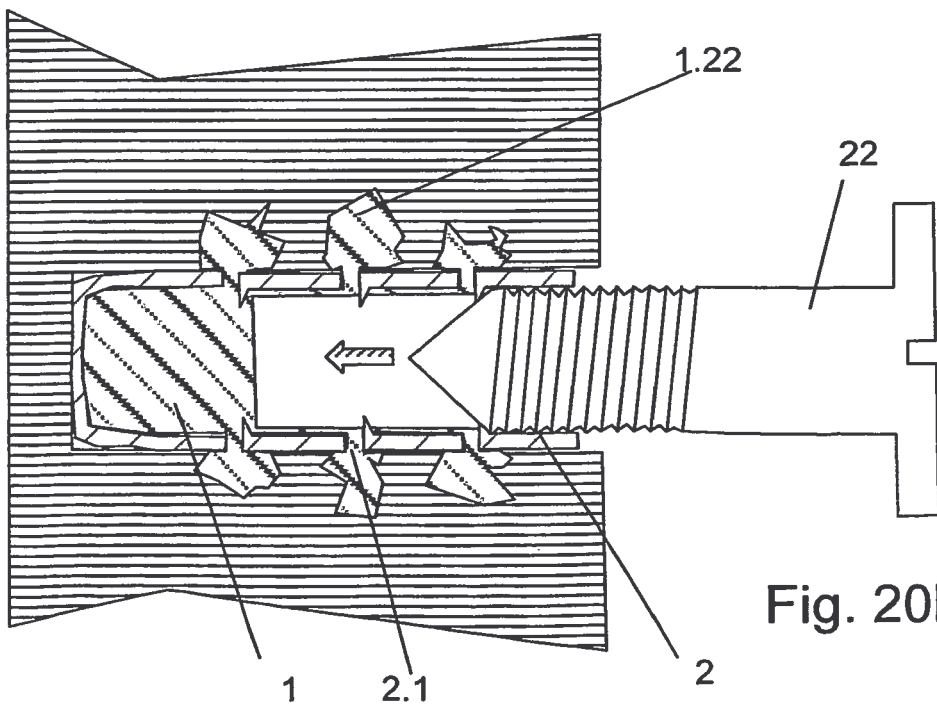


Fig. 20b

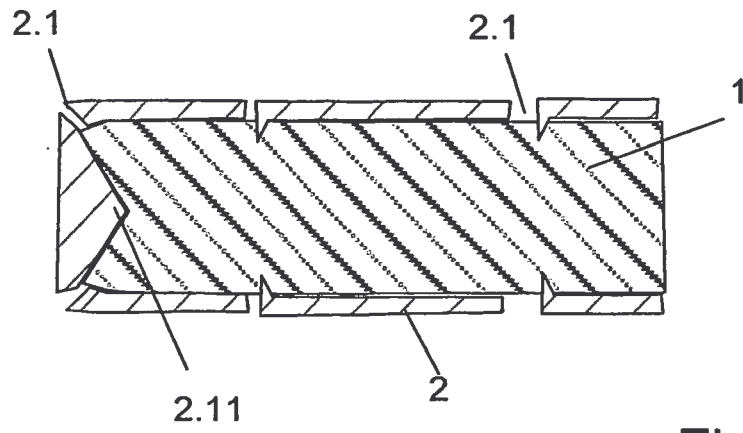


Fig. 21