



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0718442-5 B1



(22) Data do Depósito: 19/09/2007

(45) Data de Concessão: 02/04/2019

(54) Título: MÉTODO DE ANCORAR UM ELEMENTO DE ANCORAGEM EM UM OBJETO DE MATERIAL DE CONSTRUÇÃO, CONJUNTO DE ANCORAGEM, ELEMENTO DE ANCORAGEM E MÉTODO DE FIXAR UM PRENDEDOR A UM OBJETO

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

(30) Prioridade Unionista: 20/09/2006 US 60/826,303.

(73) Titular(es): WOODWELDING AG.

(72) Inventor(es): MARCEL AESCHLIMANN; LAURENT TORRIANI; MARIO LEHMANN; JÖRG MAYER.

(86) Pedido PCT: PCT CH2007000460 de 19/09/2007

(87) Publicação PCT: WO 2008/034278 de 27/03/2008

(85) Data do Início da Fase Nacional: 20/03/2009

(57) Resumo: Patente de Invenção: "MÉTODO DE ANCORAR UM ELEMENTO DE ANCORAGEM EM UM OBJETO DE MATERIAL DE CONSTRUÇÃO, CONJUNTO DE ANCORAGEM, ELEMENTO DE ANCORAGEM E MÉTODO DE FIXAR UM PRENDEDOR 5 A UM OBJETO". A presente invenção refere-se a um método que é adequado para ancorar um elemento de ancoragem em um objeto, cujo elemento de ancoragem é compressível na direção de um eixo de compressão durante aumento local de uma distância entre uma superfície periférica de elemento 10 de ancoragem e o eixo de compressão. O elemento de ancoragem compreende uma face de acoplamento que serve para acoplar as vibrações mecânicas ao elemento de ancoragem, cuja face de acoplamento não é paralela ao eixo de compressão. O elemento de ancoragem compreende adicionalmente um material termoplástico que nas áreas do aumento de superfície 15 periférica forma pelo menos uma parte da superfície do elemento de ancoragem, o método compreendendo as etapas de: fornecer um furo no objeto; posicionar o elemento de ancoragem no furo; acoplar a força de compressão e as vibrações mecânicas atra20 vés da face de acoplamento ao elemento de ancoragem posicionado, pelo que o elemento de ancoragem é comprimido e por causa do aumento de distância pelo menos localmente é (...).

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"MÉTODO DE ANCORAR UM ELEMENTO DE ANCORAGEM EM UM OBJETO DE MATERIAL DE CONSTRUÇÃO, CONJUNTO DE ANCORAGEM, ELEMENTO DE ANCORAGEM E MÉTODO DE FIXAR UM PRENDEDOR A UM OBJETO"**.

5 A invenção refere-se a um campo de construção, especialmente indústria de construção, construção com madeira, indústria mobiliária e construção mecânica e diz respeito a um método de ancorar um elemento de ancoragem em um objeto de material de construção, cujo objeto tem uma superfície porosa ou estruturada, a superfície de objeto, na qual o elemento
10 de ancoragem é ancorado, sendo de madeira, um composto de madeira (tal como compensado, chapa de partículas, chapa de fios orientados, etc.), papelão, concreto, tijolo, argamassa, pedra (tal como arenito) ou espuma rígida industrial, na qual um material liquefeito pode penetrar sob pressão. A invenção também diz respeito a um elemento de ancoragem correspondente para
15 ser ancorado em um objeto, e a um dispositivo correspondente.

Métodos de ancorar elementos de conexão em uma abertura em um material de construção fibroso ou poroso com a ajuda de vibrações mecânicas são conhecidos a partir de publicações tais como a WO 98/00109, WO 00/79137 e a WO 2006/002569. De acordo com estes métodos um elemento de
20 conexão é colocado em uma abertura pré-fabricada do objeto ou pressionado contra a superfície do objeto por uma força dirigida, a qual por sua vez cria uma abertura. Enquanto uma força age sobre o elemento de conexão na direção de um eixo geométrico da abertura o elemento é excitado por meio de vibrações mecânicas. O elemento de conexão compreende material termoplástico pelo
25 menos em uma superfície, a qual fica em contato com o material do objeto durante este procedimento. A energia das vibrações mecânicas é estabelecida para liquefazer o material termoplástico na área de um ponto de ancoragem predeterminado por meio de vibrações mecânicas e para pressioná-lo para dentro das estruturas de poros ou de superfície do objeto se estabelecendo por
30 pressão no ponto de ancoragem entre uma parede da abertura e o elemento de conexão, formando assim uma ancoragem macroscópica mais efetiva.

Existem situações, entretanto, nas quais ancoragem de elementos de conexão por meio de vibrações mecânicas de acordo com a tecnolo-

gia de ponta não satisfaz ou nas quais, por exemplo, por causa da acessibilidade limitada da abertura, não é possível excitar um elemento de conexão conhecido com energia vibratória suficiente para assegurar uma ancoragem segura pelos métodos conhecidos.

5 Portanto, é o objetivo da invenção fornecer um método de ancorar um elemento de ancoragem (a expressão usada neste texto para um elemento de conexão ou qualquer outra peça a ser ancorada diretamente no objeto) e um elemento de ancoragem correspondente adequado para ser ancorado no objeto de material sob condições que até agora tornavam tal
10 ancoragem impossível ou extremamente difícil.

Um primeiro aspecto da invenção fornece um elemento de ancoragem adequado para ser ancorado em uma abertura no objeto de material de construção com a ajuda de vibração mecânica. O elemento de ancoragem é capaz de ser comprimido na direção de um eixo de compressão escolhido com o efeito de um aumento local de uma distância entre uma superfície
15 periférica de elemento de ancoragem e o eixo de compressão (medida em ângulos retos em relação ao eixo de compressão). O elemento de ancoragem compreende uma face de acoplamento para o acoplamento de uma força de compressão e da vibração mecânica no elemento de ancoragem, e
20 um material termoplástico que forma pelo menos uma parte da superfície de elemento de ancoragem na região do aumento de distância mencionado anteriormente. Um método de ancorar um elemento de ancoragem como este em um objeto compreende as seguintes etapas:

• fornecer uma abertura no objeto
25 • posicionar o elemento de ancoragem na abertura de maneira que o eixo de compressão se estenda essencialmente paralelo a um eixo geométrico de abertura;

• acoplar uma força de compressão e vibrações mecânicas através da face de acoplamento ao elemento de ancoragem posicionado, fazendo
30 assim com que o elemento de ancoragem seja comprimido e, por causa do aumento de distância, seja pressionado pelo menos localmente contra as paredes laterais da abertura e com isso fazendo com que o material termo-

plástico liquefaça pelo menos parcialmente onde ele está em contato com as paredes laterais e seja pressionado para dentro das estruturas do objeto, a fim de formar uma conexão de encaixe de formas depois da ressolidificação.

Um objetivo adicional da invenção é um elemento de ancoragem para ser ancorado por meio deste método.

No presente texto, a expressão "elemento de ancoragem" é usada para descrever qualquer elemento modelado para ser ancorado em um objeto de material de construção. A expressão é usada primariamente para elementos de conexão, isto é, elementos servindo para conectar o objeto a um objeto adicional. Tais elementos de conexão podem ser usados em um modo similar ao de parafusos, espigas, pregos, ganchos convencionais, etc., mas a expressão "elemento de ancoragem" também descreve elementos que são ancorados em um objeto como tal e não exigem uma fixação adicional.

O objeto no qual o elemento de ancoragem é para ser ancorado - isto também se aplica a todos os aspectos da invenção - é feito pelo menos parcialmente de um material que é rígido e poroso, compreende uma superfície estruturada (isto é, uma superfície com pedaços irregulares, aberturas porosas, ou estruturas similares, por exemplo, produzidas mecanicamente), e/ou que pode ser penetrado por um material liquefeito sob pressão. Preferivelmente, o objeto consiste pelo menos parcialmente de madeira ou um material similar, por exemplo, material feito de fragmentos ou aparas de madeira ou um composto contendo os últimos. Entretanto, o material também pode ser papelão, concreto, espuma metalizada, espuma plástica rígida, tijolo, pedra ou qualquer outro material adequado para construção e em linha com a definição mencionada anteriormente.

Neste texto "material termoplástico" é usado para descrever um material compreendendo pelo menos um componente termoplástico capaz de ser liquefeito por meio de vibrações mecânicas enquanto em contato com uma superfície rígida. O material termoplástico compõe pelo menos uma parte do elemento de ancoragem; ele pode formar o elemento de ancoragem inteiro. Além de termoplásticos o material termoplástico também pode com-

preender componentes não-termoplásticos, tais como fibras de reforço, fragmentos de reforço, materiais de enchimento, etc. Componentes não-termoplásticos podem ser distribuídos uniformemente no material termoplástico ou estar presente em concentrações variando. O elemento de ancoragem pode compreender adicionalmente áreas livres de material termoplástico. Tais áreas podem ser de metal, vidro, material cerâmico, ou de materiais não-termoplásticos ou material(s) termoplástico(s) liquidificável(s) em temperaturas substancialmente mais altas quando comparadas com as do material termoplástico básico.

10 A frequência mecânica das vibrações mecânicas – isto também se aplica a todos os aspectos da invenção descrita neste texto – frequentemente se situa entre 2 kHz e 200 kHz e suas amplitudes são em torno de 10 μm , isto é, entre 1 μm e 100 μm . Se o material termoplástico for para assumir uma função de suporte de carga e for para liquefazer somente nas áreas
15 de contato designadas, ele deve ter um coeficiente de elasticidade maior que 0,5 GPa e temperaturas de plastificação de até 200°C, entre 200°C e 300°C ou maior que 300°C.

Uma abertura no objeto – se ela for um furo passante ou um furo encoberto – dentro da qual um elemento de ancoragem é colocado para
20 subsequente ancoragem no texto seguinte é denominada como um "furo". Certamente, uma ancoragem de acordo com a invenção também pode acontecer em uma abertura não-perfurada especificamente para o propósito, mas, por exemplo, contida no estado natural do objeto ou produzida para algum outro motivo. Tampouco o uso do termo "furo" é restringido a abertu-
25 ras produzidas por meio de uma técnica particular, mas se estende, por exemplo, a aberturas produzidas por meio de puncionagem, corte a laser, ou corte com a ajuda de radiação de partículas, etc., assim como a aberturas contidas no estado natural do objeto.

Na maior parte das modalidades da invenção de acordo com seu
30 primeiro aspecto, embora não necessariamente, a compressão causa um aumento local de uma seção transversal externa em ângulos retos em relação ao eixo de compressão. A expressão "seção transversal externa" des-

creve a área seccional transversal abrangida por um contorno externo do elemento cortado em ângulos retos em relação ao eixo de compressão, isto é, a presença de possíveis cavidades dentro do elemento de ancoragem é desconsiderada no cálculo da seção transversal externa. Em muitos casos –
5 embora não necessariamente – um aumento da seção transversal externa significa um aumento da área seccional transversal abrangida por um envoltório convexo (cobertura convexa) do corpo de elemento de ancoragem.

A face de acoplamento é vantajosamente pelo menos parcialmente plana e se estende em um ângulo em relação ao eixo de compressão.
10 "Em um ângulo em relação ao eixo de compressão" neste contexto significa "não-paralelo ao eixo de compressão". A face de acoplamento sendo perpendicular ao eixo de compressão, isto é, em um ângulo reto, é particularmente vantajosa. Um ângulo entre o eixo de compressão e a face de acoplamento de pelo menos 45° , ou melhor ainda, de pelo menos 60° é de uma
15 maneira geral preferido.

O eixo de compressão selecionado é de uma maneira geral um eixo geométrico específico do elemento de ancoragem, isto é, o elemento de ancoragem é modelado de tal maneira que compressão ao longo deste eixo de compressão é claramente definida e controlada e resulta no aumento local desejado da distância entre a superfície periférica e o eixo de compressão, isto é, o aumento desejado da área seccional transversal. Particularmente, o efeito de compressão ao longo do eixo de compressão em uma dada (pequena) força de compressão pode ser substancialmente maior do que ao longo de outros eixos. Compressão ao longo de outros eixos, por
20 exemplo, perpendiculares ao eixo de compressão escolhido, além do mais ou como uma alternativa não pode, por exemplo, resultar em um aumento da área seccional transversal perpendicular ao eixo escolhido, não pode ser executada de uma maneira controlada e/ou somente com energia excessiva. Em algumas modalidades o eixo de compressão pode ser marcado por simetria, por exemplo, o elemento de ancoragem pode ser aproximadamente
30 simétrico de forma rotativa em relação ao eixo de compressão.

O termo "liquefeito" descreve uma condição do material termo-

plástico na qual ele é plástico para a extensão em que, enquanto sob pressão, ele pode penetrar nos poros cujas dimensões são menores por pelo menos uma magnitude do que uma dimensão característica do elemento de ancoragem. Neste sentido "liquefeito" também se aplica ao material termoplástico quando ele compreende uma viscosidade comparativamente alta de, por exemplo, até 10^4 mPa.s.

A invenção de acordo com o primeiro aspecto segue um novo caminho quando comparada com a tecnologia de ponta. A tecnologia de ponta é familiar com métodos de fornecer uma abertura no objeto e subsequentemente ancorar o – por exemplo, modelado aproximadamente como pino – elemento de ancoragem na abertura pelo posicionamento dele na abertura e aplicar vibração ultrassônica a ele. Durante este processo o material termoplástico do elemento de ancoragem pode ser liquefeito nas superfícies circunferenciais do elemento de ancoragem e, se aplicável, penetrar nos poros ao longo das paredes de furo. Entretanto, é encontrado que o efeito de ancoragem desta penetração não-pressurizada nos poros é frequentemente bastante moderada. De acordo com a tecnologia de ponta é possível alcançar uma pressão lateral por modelar o furo de forma cônica, o qual é elaborado. Em contraste, de acordo com a invenção, pressão na direção lateral é aumentada pela compressão e aumento acompanhante da distância entre eixo de compressão e superfície periférica do elemento de ancoragem. Isto por um lado aumenta as forças de atrito geradas na superfície circunferencial de elemento de ancoragem e faz com que a energia acoplada ao elemento de ancoragem por meio das vibrações mecânicas induza uma liquefação do material termoplástico precisamente nessa região, isto é, lateralmente, ao longo da superfície circunferencial. Por outro lado, a pressão lateral também impele o material liquefeito para dentro de poros existentes lateralmente ou de outras estruturas (estruturas de superfície, cavidades, etc.) do furo e assim resulta em uma ancoragem particularmente sólida.

Consequentemente o elemento de ancoragem de acordo com a invenção torna possível exercer pressão sobre as superfícies laterais do furo. Isto capacita uma ancoragem do elemento de ancoragem mesmo em

situações onde nenhuma pressão pode ser aplicada ao fundo do furo – por exemplo, por causa do objeto ser muito quebradiço e/ou muito fino – ou onde o furo não tem fundo porque ele é passante. Em um caso como este dispositivos adicionais para absorver a força de compressão devem ser fornecidos. Tais dispositivos serão discutidos detalhadamente a seguir.

O elemento de ancoragem pode ser projetado de vários modos, em que a compressão do elemento de ancoragem é efetuada em vários modos correspondentes:

- O elemento de ancoragem consiste de pelo menos dois componentes separados, em que, por causa da sua geometria, os componentes são deslocados uns em relação aos outros sob o efeito da força de compressão. O deslocamento ocorre ao longo de superfícies que não são nem paralelas nem perpendiculares ao eixo de compressão, mas que se estendem obliquamente em relação ao último. O elemento de ancoragem pode ser projetado, por exemplo, como um sistema de cones e/ou cunhas ou como um sistema com um elemento de expansão, o que necessariamente não necessita compreender material termoplástico e, por exemplo, que é levado para dentro do furo antes do(s) componente(s) de elemento de ancoragem compreendendo material termoplástico. O aumento da área seccional transversal é efetuado ou pelo deslocamento dos componentes de elemento de ancoragem uns em relação aos outros (por exemplo, sistema de cunha) ou pelo deslocamento dos componentes de elemento de ancoragem uns em relação aos outros e os expandir simultaneamente (por exemplo, sistema de cone).
- O elemento de ancoragem consiste de pelo menos dois componentes ligados por meio de pontos de ruptura predeterminados ou pontos de liquefação predeterminados, onde os componentes são separados uns dos outros quando a força de compressão e possivelmente também as vibrações mecânicas são aplicadas. O aumento exigido da área seccional transversal é efetuado ao deslocar os componentes de elemento de ancoragem uns em relação aos outros, tal como descrito no exemplo anterior.

- Um elemento separado é fornecido no furo para exercer uma

força agindo contra a força de compressão, em que este elemento compreende uma seção de superfície que é oblíqua ao eixo de compressão. O aumento local exigido da distância entre o eixo de compressão e a superfície periférica do elemento de ancoragem é efetuado ao deslocar o elemento de ancoragem ou um componente do mesmo ao longo da superfície designada, em que o componente deslocado pode ou não ser expandido.

• O elemento de ancoragem consiste de uma peça e compreende uma seção que é expansível pela força de compressão. O elemento de ancoragem é, por exemplo, modelado tal como um cone truncado oco, uma cunha oca, um chapéu ou um tubo e compreende vantajosamente fendas para facilitar a expansão. A contraforça para a força de compressão pode ser exercida por uma superfície perpendicular ao eixo de compressão, ou por uma superfície oblíqua ao eixo de compressão. O último caso constitui uma combinação com uma das três modalidades mencionadas anteriormente.

• O elemento de ancoragem compreende pelo menos uma localização de encurvamento projetada como um ponto mecanicamente fraco (por exemplo, furo, fenda, área de espessura de parede reduzida) ou como uma articulação. As áreas de local fraco são enfraquecidas durante o procedimento de ancoragem, fazendo com que partes de elemento de ancoragem entre as áreas fracas se inclinem uma na direção da outra sob a influência da força de compressão.

Em outras palavras: a força de compressão pode causar exatamente deslocamento do elemento de ancoragem ou de componentes de elemento de ancoragem (por exemplo, sistemas de cunha), ou deslocamento em combinação com deformação (por exemplo, de elementos de ancoragem de múltiplas partes com componentes expansíveis) ou exatamente deformação (por exemplo, elemento de ancoragem de peça única capaz de dobrar ou de ser expandido). Nesse ponto o deslocamento e/ou a deformação podem ser suportados por uma ferramenta modelada de forma apropriada e/ou por um elemento auxiliar separado. No caso de elementos de ancoragem de múltiplas partes é vantajoso projetar superfícies de componente, ao longo

das quais os componentes são deslocados uns em relação aos outros, assim eles são soldados conjuntamente durante ancoragem. No caso de elementos de ancoragem ou componentes de elemento de ancoragem para ser deformados é vantajoso que as tensões causadas pela deformação sejam resolvidas sob as condições de ancoragem.

Em qualquer modalidade o elemento de ancoragem ou pelo menos um dos componentes de elemento de ancoragem pode compreender uma parte maleável elasticamente, por exemplo, núcleo metálico; um núcleo como este pode ser formado como uma folha de metal e compreender uma borda que, durante a compressão, é deslocada radialmente para fora e assim se divide no objeto, fornecendo uma ancoragem adicional.

"Oblíquo ao eixo de compressão" significa em um ângulo menor que 90° e maior que 0° em relação ao eixo de compressão. Vantajosamente as superfícies oblíquas formam um ângulo entre 20° e 70° com o eixo geométrico de elemento de ancoragem antes da ancoragem.

Preferivelmente, o elemento de ancoragem é livre de tensões quando ancorado, isto é, não existem forças agindo contra a deformação. Isto é alcançado pela deformação ocorrendo enquanto o material termoplástico está macio e ressolidifica quando deformado.

Por motivos físicos existe uma contraforça para qualquer força de ação. Se o furo no objeto for um furo encoberto, a contraforça pode ser exercida pelo material do objeto no fundo do furo. A invenção de acordo com o seu primeiro aspecto (assim como de acordo com o segundo e de acordo com o terceiro aspecto descrito a seguir), entretanto, é especialmente apropriada para situações onde não é possível ou não é desejável que o objeto absorva a força de compressão (ou de forma sinônima, exerça a contraforça). Em muitas modalidades vantajosas relevantes a força de compressão é imposta entre uma ferramenta e um contraelemento (elemento de retenção). O contraelemento é colocado e retido em uma posição como esta em que ele não transmite força para o objeto, mas que a força é exercida, por exemplo, por um aparelho ou uma pessoa na carga do procedimento de ancoragem, por um assistente ou por um fixador adequado ou outro dispositivo ou

elemento de mola, etc.

Uma modalidade preferida do elemento de ancoragem consiste totalmente do material termoplástico. Ele pode, entretanto, também compreender um núcleo não-liquidificável e ainda ser compressível, por exemplo, se o núcleo compreender diversos revestimentos telescópicos.

Um segundo aspecto da invenção fornece um método de ancorar um elemento de ancoragem em um objeto com a ajuda de uma ferramenta compreendendo um lado proximal e um lado distal, em que o lado distal de ferramenta compreende uma face de acoplamento. O elemento de ancoragem compreende uma face de acoplamento através da qual as vibrações mecânicas são acopladas ao elemento de ancoragem e um material liquidificável por meio de energia mecânica, o qual forma pelo menos uma parte da superfície de elemento de ancoragem. A face de acoplamento da ferramenta é adaptada à face de acoplamento do elemento de ancoragem e capacita a transmissão das forças e vibrações mecânicas da ferramenta para o elemento de ancoragem. O método compreende as seguintes etapas:

- fornecer um furo no objeto;
- posicionar o elemento de ancoragem no objeto assim que áreas termoplásticas do elemento de ancoragem estejam em contato com a superfície do objeto;
- acoplar uma força e vibrações mecânicas através da face de acoplamento ao elemento de ancoragem posicionado, liquefazendo assim pelo menos parte do material liquidificável onde ele está em contato com paredes do furo e pressionando-o para dentro do objeto a fim de formar uma conexão de encaixe de formas com as paredes depois da ressolidificação, em que a força e as vibrações mecânicas são acopladas ao elemento de ancoragem com a ajuda de uma ferramenta, em que um lado proximal de ferramenta é projetado para vibrações mecânicas a ser acopladas à ferramenta e o lado distal de ferramenta compreende uma face de acoplamento através da qual as vibrações mecânicas são acopladas ao elemento de ancoragem, e em que a força acoplada à ferramenta é uma força de tração (força em uma direção do lado distal de ferramenta na direção do

lado proximal de ferramenta) ou um contraelemento (elemento de retenção) adequado para exercer uma contraforça é fornecido pelo qual contraforça do contraelemento é colocada sob força de tração.

5 O segundo aspecto da invenção também fornece um dispositivo para a aplicação do método. Este dispositivo compreende um elemento de ancoragem adequado para ser ancorado em um objeto com a ajuda de vibrações mecânicas assim como de uma ferramenta (por exemplo, um sonotrodo). O elemento de ancoragem compreende uma face de acoplamento através da qual as vibrações mecânicas são acopladas ao elemento de an-
10 coragem e um material liquidificável por meio de energia mecânica, o qual forma pelo menos uma parte da superfície de elemento de ancoragem. A face de acoplamento do elemento de ancoragem é adaptada à face de acoplamento da ferramenta. Um acoplamento entre a ferramenta e o elemento de ancoragem é projetado para suportar força de tração. O elemento de an-
15 coragem é ancorado no furo com a ajuda de vibração mecânica e de uma força de arrasto (causando uma carga de tração na ferramenta), pelo que o material termoplástico é liquefeito pelo menos parcialmente onde em contato com o objeto e pressionado para dentro do objeto a fim de formar uma conexão de encaixe de formas com o objeto quando ressolidificado.

20 Enquanto que de acordo com a tecnologia de ponta uma força de compressão (em uma direção do lado proximal de ferramenta na direção do lado distal de ferramenta) é exercida na ferramenta para acoplar uma força ao elemento de ancoragem, de acordo com o segundo aspecto da invenção, uma força de tração é exercida na ferramenta para acoplar uma força
25 ao elemento de ancoragem. Esta medida muito simples abre uma grande quantidade de novas possibilidades, algumas das quais estão delineadas a seguir:

- Ancoragem nos lugares difíceis de acessar: o segundo aspecto da invenção permite sob certas circunstâncias que ancoragem seja execu-
30 da de um lado não-acessível.

- Favorecer um procedimento que não tensiona o material do objeto: pela aplicação de uma força de arrasto ao elemento de ancoragem e

agindo contra ela com um simples contraelemento - por exemplo, uma simples placa perfurada - praticamente todas as forças agindo no objeto podem ser eliminadas.

- Possibilidade de usar elementos de ancoragem e ferramentas (sonotrodos) recém-desenvolvidos.

Por exemplo, a face de acoplamento da ferramenta está voltada "para trás", isto é, na direção do lado proximal de ferramenta. Este é o caso, por exemplo, quando a normal à face de acoplamento se estende aproximadamente paralela à direção da força de tração.

- Alternativamente, o elemento de ancoragem é puxado através do furo no objeto, isto é, uma força de arrasto é aplicada ao elemento de ancoragem e desloca o elemento de ancoragem por uma certa extensão dentro do furo.

- Particularmente vantajosa é uma combinação do primeiro com o segundo aspecto da invenção, isto é, o uso de um elemento de ancoragem compressível de acordo com o primeiro aspecto em um dispositivo de acordo com o segundo aspecto, cujo dispositivo é projetado de tal maneira que em ação uma força de tração age sobre a ferramenta.

- De acordo com um terceiro aspecto da invenção, o elemento de ancoragem é expandido pela ferramenta, isto é, ao fazer a ferramenta se deslocar em uma direção axial dentro do elemento de ancoragem e assim o expandir localmente em uma direção lateral, fazendo assim com que as paredes laterais do elemento de ancoragem sejam pressionadas contra paredes de um furo no objeto de material de construção.

- O terceiro aspecto da invenção fornece, desta maneira, um método de ancorar um elemento de ancoragem em um objeto de material de construção com a ajuda de vibrações mecânicas usando uma ferramenta. O elemento de ancoragem compreende um eixo e um material liquidificável por meio de vibrações mecânicas, o qual forma pelo menos uma parte da superfície do elemento de ancoragem, o método compreendendo as etapas de:

- fornecer um furo no objeto;
- posicionar o elemento de ancoragem no furo;

- fornecer uma ferramenta tendo uma parte proximal e uma parte de extremidade distal;

- posicionar a ferramenta em contato com o elemento de ancoragem;

5 • acoplar as vibrações mecânicas à ferramenta e deslocar simultaneamente a ferramenta em relação ao elemento de ancoragem na direção axial, uma parte da ferramenta se deslocando em um interior do elemento de ancoragem, e assim expandir o elemento de ancoragem e pressionar o elemento de ancoragem pelo menos localmente contra paredes laterais do furo

10 e, por causa da expansão e do efeito das vibrações mecânicas acopladas ao elemento de ancoragem pela ferramenta, liquefazer o material termoplástico pelo menos parcialmente onde em contato com a parede do furo para produzir material termoplástico liquefeito, e pressionar o material liquefeito para

15 dentro do material de construção a fim de formar uma conexão de encaixe positivo com a parede depois da ressolidificação. Isto significa que o terceiro aspecto da invenção é baseado no fato de que, com a ajuda da ferramenta, o material termoplástico é liquefeito ou plastificado em uma região periférica do elemento de ancoragem e vantajosamente também na área do recesso se estendendo axialmente e é pressionado radialmente para fora. Tal como

20 com o procedimento de acordo com o primeiro aspecto, com este procedimento também uma ancoragem é alcançada por meio de interpenetração de estruturas de objeto em uma parede lateral do furo no objeto. Vantagens relevantes e liberdade de projeto do primeiro aspecto da invenção também se aplicam ao terceiro aspecto da invenção.

25 De acordo com uma modalidade preferida do terceiro aspecto da invenção o elemento de ancoragem consiste totalmente do material termoplástico.

Particularmente vantajosa é uma combinação do segundo aspecto da invenção com o terceiro aspecto, isto é, um procedimento de acordo com o preceito do terceiro aspecto, em que a força é acoplada à ferramenta como uma força de tração.

30

De acordo com uma modalidade adicional do terceiro aspecto da

invenção, o elemento de ancoragem é expandido pela ferramenta e, portanto, pressionado contra as paredes laterais do furo, mas não é ancorado nestas paredes laterais por meio de um material liquefeito, mas por outro dispositivo, por exemplo, por meio de estruturas de superfície agindo como farpas.

5 Nas modalidades de qualquer um dos três aspectos da invenção, a ferramenta pode, depois da ancoragem, ser removida, ou ela pode permanecer no lugar e, por exemplo, fixada ao elemento de ancoragem por meio de material ressolidificado que foi liquefeito pelo menos parcialmente durante a ancoragem. Nos últimos casos, a ferramenta pode, depois da an-
10 coragem, servir como uma parte funcional do elemento de ancoragem. Ela pode, por exemplo, ser usada em uma maneira de suporte de carga e pode compreender dispositivo para fixar um elemento adicional a ela tal como uma estrutura para formar uma conexão de encaixe positivo (tal como um rosqueamento, uma fixação de baioneta, um ilhó, ou uma estrutura em que
15 um outro elemento pode ser colado, soldado, ou unido, etc.) ou uma cabeça de prendedor ou outra protuberância pressionando o elemento adicional sobre o objeto, etc.

Nas modalidades onde a ferramenta permanece no lugar e fixada ao elemento de ancoragem, a ferramenta (sendo um sonotrodo durante a
20 ancoragem) pode ter a função de um prendedor, tal como um 'parafuso', um 'prego', um pino de fixação, um parafuso de fixação, etc., enquanto que o elemento de ancoragem propriamente dito pode ser visto como um tipo de "pino" para o prendedor. A invenção, de acordo com um aspecto adicional, revela assim de uma maneira mais geral o princípio de fixar um prendedor a
25 um objeto de material de construção, o método compreendendo as etapas de:

- levar um elemento de ancoragem compreendendo material termoplástico a entrar em contato com o objeto;
- levar o prendedor a entrar em contato com o elemento de an-
30 coragem;
- acoplar oscilações mecânicas ao prendedor e fazer com que elas sejam transferidas do prendedor para o elemento de ancoragem, e ao

mesmo tempo acoplar uma força de translação ao prendedor e fazer com que esta força de translação aja sobre o elemento de ancoragem,

- a ação de junção das oscilações mecânicas e da força fazendo com que pelo menos uma parte do material termoplástico se funda em contato com o objeto de material de construção e em um furo do mesmo (o furo sendo pré-fabricado ou sendo produzido pela ação de junção das oscilações mecânicas e a força); e

- durante o acoplamento das oscilações mecânicas, fixar o prendedor ao elemento de ancoragem.

10 A fixação do prendedor ao elemento de ancoragem pode ser feita pelo efeito da ação de junção das oscilações mecânicas e da força, por exemplo, fazendo com que o elemento de ancoragem seja soldado ao prendedor e/ou por outro dispositivo de conexão de encaixe positivo tal como estruturas tais como farpas do prendedor, etc. O prendedor é feito pelo me-
15 nos parcialmente de material não liquidificável pelas oscilações mecânicas, tal como um metal ou um plástico rígido.

O princípio deste aspecto adicional é preferivelmente combinado com qualquer um dos três aspectos da invenção descritos anteriormente. A combinação deste princípio adicional com os três aspectos é especialmente
20 preferida uma vez que todos os três aspectos mostram modos de ter a ferramenta para se estender dentro do elemento de ancoragem ou através do elemento de ancoragem durante a ancoragem (em vez de tê-la colidindo exatamente em uma face proximal do elemento de ancoragem). Também, os três aspectos da invenção (e combinações dos mesmos) mostram, tal como
25 discutido, modos de fixar o elemento de ancoragem a objetos de material de construção especialmente quebradiços ou fracos tais como placas de reboco, placas de papelão, etc., e eles são especialmente apropriados para modalidades onde o elemento de ancoragem como um todo permanece "abaixo" (distal) de uma superfície do objeto de material de construção. Em tais
30 modalidades, a ferramenta/prendedor opcionalmente pode depois da ancoragem se estender acima da dita superfície.

Modalidades preferidas de qualquer um dos três aspectos pode

compreender o recurso adicional de aplicar automaticamente, por meio de um elemento de mola ou de um outro mecanismo adequado, a força agindo sobre o elemento de ancoragem durante a ancoragem. Por exemplo, o elemento de mola pode ser arranjado a fim de exercer uma força de mola bem definida entre o elemento de ancoragem e um contraelemento (elemento de retenção). Isto caracteriza a vantagem em que a força necessária para ancoragem bem-sucedida pode ser predefinida, e sucesso do processo de ancoragem não depender somente de profissional experiente aplicando o método, e o profissional não necessita usar força – se muitos elementos de ancoragem forem colocados, o método é menos exaustivo. A variante com o elemento de mola causando a força agindo é especialmente vantajosa em combinação com o segundo aspecto da invenção, uma vez que uma mola pode ser colocada entre uma superfície de objeto de material de construção (ou um contraelemento colocado em contato com a superfície de objeto) e uma parte proximal da ferramenta ou um objeto conectado à extremidade proximal da ferramenta, de maneira que a ferramenta é, pela força de mola, puxada na direção do lado proximal, e tanto a força quanto as posições da ferramenta antes e depois da ancoragem podem ser predefinidas.

Nas modalidades que caracterizam aplicar automaticamente a força agindo, assim como em outras modalidades onde a força é aplicada manualmente, opcionalmente pode existir um batente definindo o deslocamento da ferramenta durante a ancoragem.

Objetivos da invenção também são conjuntos de itens para executar o método de acordo com um dos três aspectos da invenção. Um conjunto como este compreende pelo menos uma ferramenta (por exemplo, sonotrodo) assim como um ou vantajosamente uma pluralidade de elementos de ancoragem. Além do mais, o conjunto pode compreender um dispositivo para gerar as vibrações mecânicas, instruções para a ancoragem, um contraelemento, um elemento separado com uma área de superfície oblíqua tal como discutido anteriormente e/ou itens adicionais.

Na descrição a seguir, modalidades da invenção estão descritas em conexão com as figuras seguintes, em que mesmos números de referên-

cia são usados para elementos iguais ou equivalentes. Nas mesmas:

As figuras 1a e 1b ilustram uma primeira modalidade da invenção de acordo com seu primeiro aspecto;

5 As figuras 2a e 2b mostram uma vista seccional da modalidade de acordo com as figuras 1a e 1b em um furo no objeto para ilustrar sua função;

As figuras 3a a 3c são vistas seccionais de modalidades adicionais da invenção de acordo com seu primeiro aspecto;

10 A figura 4 é uma vista seccional da modalidade de acordo com a figura 3a em uma configuração que também corresponde com o segundo aspecto da invenção;

A figura 5 é uma vista seccional de uma modalidade adicional de um elemento de ancoragem em um furo no objeto;

15 A figura 5a é uma vista seccional de uma modalidade ainda adicional de um elemento de ancoragem em um furo no objeto;

A figura 6 é uma vista seccional de uma modalidade adicional da invenção de acordo com seu primeiro aspecto;

A figura 7 ilustra a características funcionais de um grupo adicional de modalidades;

20 As figuras 8a e 8b mostram uma modalidade adicional da invenção de acordo com seu primeiro aspecto;

A figura 9 mostra uma modalidade adicional da invenção de acordo com seu primeiro aspecto;

25 A figura 10 mostra uma modalidade da invenção de acordo com seu primeiro aspecto, em que o elemento de ancoragem compreende um núcleo não liquidificável;

A figura 11 mostra uma modalidade adicional da invenção;

As figuras 12a a 12d ilustram o princípio de um dispositivo e de um método de acordo com o segundo aspecto da invenção;

30 As figuras 13, 14a e 14b mostram modalidades adicionais de acordo com o segundo aspecto da invenção;

As figuras 15 e 16 mostram modalidades de uma combinação do

segundo aspecto com o terceiro aspecto da invenção;

A figura 17 ilustra uma modalidade adicional de acordo com o terceiro aspecto da invenção;

5 A figura 17a mostra a modalidade da figura 17 depois do processo de ancoragem;

A figura 18 ilustra o princípio de um contraelemento distal;

A figura 19 mostra um acoplamento adequado para transmissão de uma força de arrasto;

10 A figura 20 mostra um princípio de aplicar uma contraforça por meio de uma mola;

A figura 21 também ilustra uma variante adicional de um elemento de ancoragem e método de acordo com o primeiro aspecto da invenção;

As figuras 22a e 22b também mostram uma outra modalidade da invenção;

15 As figuras 23a e 23b mostram uma modalidade adicional do terceiro aspecto da invenção;

As figuras 24a e 24b também mostram uma outra modalidade do terceiro aspecto da invenção;

20 A figura 25 mostra uma variante da modalidade das figuras 24a e 24b;

As figuras 26a e 26b ilustram um método de fixar um prendedor a uma placa por uma combinação do primeiro e segundo aspecto da invenção;

25 A figura 27 mostra um método de fixar um prendedor a uma placa por meio de uma combinação do segundo e terceiro aspecto da invenção;
e

As figuras 28 e 29 ilustram duas variantes de um uso adicional do terceiro aspecto da invenção.

30 O elemento de ancoragem 1 de acordo com a figura 1a é um primeiro exemplo de um elemento de ancoragem de acordo com o primeiro aspecto da invenção que é adequado como uma luva de acoplamento para fixar um encaixe no objeto. O elemento de ancoragem é essencialmente tu-

bular, consiste de um material termoplástico e compreende uma face de extremidade proximal 1.1 e uma face de extremidade distal 1.2. O elemento de ancoragem compreende adicionalmente pelo menos uma fenda 12 se estendendo aproximadamente paralela ao eixo geométrico 11 do elemento de ancoragem; vantajosamente existem duas, três ou mais que três fendas aranjadas aproximadamente de forma equidistante. Por causa da fenda ou das fendas 12 o elemento de ancoragem é compressível por uma força de compressão 4 agindo paralela ao seu eixo geométrico (de acordo com a figura 1a, o eixo geométrico 11 do elemento de ancoragem tubular também é o seu eixo de compressão). O elemento de ancoragem está representado em um estado comprimido na figura 1b.

É óbvio que para alcançar a compressão desejada uma força deve agir sobre o elemento de ancoragem pelos dois lados opostos ("força e contraforça"), em que a contraforça é frequentemente exercida por uma face de batente. Na modalidade de acordo com as figuras 1a e 1b forças de compressão são exercidas sobre a face de extremidade proximal 1.1 e sobre a face de extremidade distal 1.2. Na descrição a seguir, entretanto, uma força é ilustrada somente onde uma ferramenta está em ação. Para os experientes é óbvio que uma contraforça deve existir a fim de alcançar o efeito desejado.

De acordo com a invenção o elemento de ancoragem é projetado assim em que a sua compressão resulta em um aumento local da distância entre a superfície periférica do elemento de ancoragem e o eixo de compressão 11, aqui, um aumento local da seção transversal externa perpendicular ao eixo de compressão 11. O aumento pode ocorrer em qualquer lugar entre a face de extremidade proximal 1.1 e a face de extremidade distal 1.2. No exemplo de acordo com as figuras 1a e 1b o aumento é, por causa da simetria do elemento de ancoragem, maior no meio entre as faces de extremidade. Nas figuras 1a e 1b o diâmetro da seção transversal externa - este também incorpora a cavidade dentro do elemento de ancoragem - está indicado no ponto do maior seção transversal por c na condição não comprimida e por c' na condição comprimida. Por meio da compressão as fendas 12 se

tornam mais largas.

Para ancorar o elemento de ancoragem 1 é colocado em um furo 21.1 no objeto 21. Tal como ilustrado na figura 2a este furo pode ser um furo cego. Alternativamente o furo é modelado em forma de túnel, isto é, se
5 estende através do objeto (para mais detalhes ver adicionalmente o texto a seguir). Particularmente, o furo pode ser de uma forma cilíndrica, o qual é fácil de ser feito. O diâmetro do furo é pelo menos igual ao diâmetro c da seção transversal externa original e pode ser ligeiramente maior, tal como mostrado na figura 2a.

10 Quando o elemento de ancoragem é posicionado no furo 21.1 uma força 4 é exercida ao longo do seu eixo de compressão 11 e vibrações mecânicas 5 são acopladas ao elemento de ancoragem enquanto a força 4 está ativa. Isto é alcançado com a ajuda de uma ferramenta 3 compreendendo uma face de acoplamento 3.1, a qual colabora com uma face de aco-
15 plamento do elemento de ancoragem. No exemplo ilustrado a face de acoplamento corresponde à face de extremidade proximal 1.1 e é idêntica a ela. A face de acoplamento 3.1 pode cobrir completamente a face de acoplamento e a cavidade interna do elemento de ancoragem 1, tal como mostrado, mas ela também pode ser na forma de anel e adaptada exatamente à face
20 de extremidade proximal 1.1. A ferramenta 3 é conectada efetivamente em seu lado proximal 3.2 a um dispositivo vibratório (não-mostrado). Tais dispositivos são de uma maneira geral conhecidos e têm sido referidos, por exemplo, na WO02/069817.

A figura 2b mostra o elemento de ancoragem 1 depois da aplicação da força de compressão e das vibrações. Por causa da força de com-
25 pressão 4 a seção transversal do elemento de ancoragem é ampliada, tal como ilustrado na figura 1b. Assim que o elemento de ancoragem encaixa em áreas do aumento de seção transversal com a parede lateral do furo, a força de compressão 4 produz uma pressão sobre as paredes laterais. Ali as
30 vibrações causam atrito e o material termoplástico é liquefeito localmente e pressionado para dentro dos poros ou de outras cavidades no material do objeto. Este efeito está indicado por meio de setas horizontais na figura 2b.

Certamente, o mesmo também ocorre na área da face de extremidade distal do elemento de ancoragem.

Uma vez que uma compressão predeterminada é alcançada, as vibrações são desligadas e/ou a ferramenta 3 é removida. O material termoplástico liquefeito ressolidifica e cria uma ancoragem do elemento de ancoragem 1 por meio de uma conexão de encaixe de formas com as estruturas da parede lateral.

O método de ancorar o elemento de ancoragem com a ajuda de material termoplástico que é liquefeito e no estado liquefeito penetra em cavidades (poros, outras cavidades de pequenas dimensões quando comparadas com o furo fornecido no objeto para o elemento de ancoragem), cujo método está ilustrado na figura 2b, é compartilhado por todas as modalidades da invenção. Em cada figura seguinte este efeito está ilustrado pelas setas indicando a direção na qual o material termoplástico penetra nas cavidades.

Preferivelmente, mas não de forma necessária, tal como em todas as modalidades de acordo com o primeiro aspecto da invenção, o material termoplástico do elemento de ancoragem é aquecido durante o procedimento de ancoragem para uma extensão como esta em que ele fica livre de tensão depois do procedimento de ancoragem, isto é, nenhuma força agindo contra a deformação do elemento de ancoragem permanece. Neste caso a força de compressão e as vibrações mecânicas podem ser interrompidas simultaneamente já que o elemento de ancoragem não relaxa nem antes nem depois da ressolidificação.

O elemento de ancoragem 1 de acordo com a figura 3a compreende uma pluralidade de componentes. O exemplo ilustrado consiste de três componentes 1.11, 1.12, 1.13, os quais são aproximadamente simétricos de forma rotativa com referência a qualquer ângulo de rotação em volta do seu eixo geométrico, o qual também corresponde com o eixo de compressão 11. O primeiro componente 1.11 (visto pelo lado distal) tem essencialmente a forma de um cone truncado e compreende um furo axial através dele. O segundo componente 1.12 tem essencialmente a forma de um chapéu, aqui

com um furo axial central. O projeto semelhante a chapéu define uma superfície interna 1.12a e uma superfície externa 1.12b. O terceiro componente 1.13 tem a forma de um cilindro e compreende uma cavidade cônica coaxial e um furo axial. Os furos centrais do primeiro, segundo e do terceiro componente são coaxiais uns com os outros e aproximadamente do mesmo diâmetro.

Se aplicável e desviando da simetria rotacional, pelo menos o componente central 1.12, mas possivelmente também o terceiro componente 1.13 e o primeiro componente 1.11, é vantajosamente entalhado, o que não está mostrado na figura 3a. Por causa da(s) fenda(s) os componentes pertinentes são facilmente expansíveis e o elemento de ancoragem como um todo pode ser comprimido ao longo do eixo de compressão por uma força de compressão relativamente moderada. À medida que a força de compressão 4 é aplicada os componentes 1.11, 1.12, 1.13 são deslocados uns em relação aos outros ao longo de superfícies se estendendo obliquamente (isto é, em um ângulo, nem paralelas nem perpendiculares) em relação à força de compressão. Na modalidade ilustrada as superfícies designadas têm a forma de partes externas de cone truncado, isto é, elas são cônicas. Existem outras superfícies que também têm um efeito de expansão.

Na modalidade ilustrada o ângulo de abertura da superfície externa 1.11a do primeiro componente 1.11 é maior do que o ângulo de abertura da superfície interna 1.12a do segundo componente 1.12 e o ângulo de abertura da superfície externa 1.12b do segundo componente 1.12 é maior do que o ângulo de abertura da superfície interna 1.13a do terceiro componente. Vantajoso para o efeito de expansão na presente configuração é que pelo menos um ângulo de abertura de uma superfície externa seja maior do que o ângulo de abertura de uma superfície interna, na qual a superfície externa se estende.

Quando o elemento de ancoragem é posicionado no furo – o diâmetro do furo correspondendo aproximadamente ao diâmetro externo dos componentes de elemento de ancoragem 1.11, 1.12, 1.13 antes da compressão – e quando a força de compressão e as vibrações mecânicas são

aplicadas, acontece o seguinte:

- Por causa da força de compressão o segundo e o terceiro componente 1.12, 1.13 são expandidos, resultando em um aumento da área seccional transversal externa do segundo e terceiro componente e assim do elemento de ancoragem inteiro.

- Por causa da expansão, superfícies externas do segundo e terceiro componente 1.12, 1.13 são pressionadas contra a parede lateral do furo. Por causa das vibrações mecânicas o material termoplástico liquefaz nestas áreas de superfície e penetra nos poros (ou em outras cavidades) no material do objeto 21.

- As vibrações também resultam em forças de atrito entre as superfícies 1.11a, 1.12a, 1.12b, 1.13a que fazem com que o material termoplástico se liquefaça, o que por sua vez resulta nos primeiro, segundo e terceiro componentes serem soldado conjuntamente.

A face de extremidade proximal 1.1, ou alternativamente a face de extremidade distal 1.2 do elemento de ancoragem de acordo com a figura 3a, pode servir como uma face de acoplamento. O lado proximal e o distal do elemento de ancoragem podem ser trocados (isto é, o elemento de ancoragem pode ser usado de "trás para frente").

A figura 3b mostra uma modalidade adicional do elemento de ancoragem de acordo com a invenção, cujo elemento de ancoragem é, com referência a compressão e ancoragem, muito similar à modalidade de acordo com a figura 3a. Os mesmos elementos são designados com mesmos números de referência. O elemento de ancoragem é um elemento de ancoragem de múltiplas partes e consiste de qualquer número escolhido (por exemplo, três, tal como mostrado) de componentes idênticos, todos projetados para ser expandidos (por exemplo, cones ocos ou cunhas ocas) e posicionados livremente um dentro do outro. A força de compressão 4 empurra os componentes expansíveis conjuntamente e os expande. Se necessário, a parte de extremidade distal de uma ferramenta a ser usada é projetada como um elemento de expansão, tal como ilustrado na figura 11. Na modalidade de acordo com a figura 3b todas as superfícies oblíquas ao eixo de com-

pressão, ao longo das quais os componentes de elemento de ancoragem são deslocados uns em relação aos outros, podem ser paralelas (ângulos de abertura idênticos), tal como ilustrado na figura 11. Isto tem a vantagem em que o tamanho do elemento de ancoragem pode ser determinado pelo número escolhido de componentes idênticos.

A modalidade de acordo com a figura 3c é baseada na modalidade de acordo com a figura 3a. De modo diferente daquela modalidade, entretanto, o elemento de ancoragem consiste de uma pluralidade de módulos (ilustrados: dois módulos) cada qual compreende pelo menos um componente 1.11, 1.12, 1.13, 1.14 (ilustrado: dois componentes por módulo). Existe um elemento espaçador 61 entre os módulos, por exemplo, um anel metálico tal como ilustrado, que não necessita ser de material termoplástico. Esta modalidade é adequada para ser ancorada em duas ou mais localizações em uma parede lateral do furo no objeto. A distância entre estas localizações é determinada pelo elemento espaçador. Tais modalidades de elemento de ancoragem compreendendo dois módulos são vantajosamente usadas em combinação com uma ferramenta 3 ou o contraelemento 31, cuja função será discutida com mais detalhes a seguir. Tal como mostrado na figura 3c, a ferramenta ou contraelemento 3;31 compreende um eixo penetrando em um recesso central do elemento de ancoragem. Outros dispositivos de guia para guiar o elemento espaçador são concebíveis.

Além das modalidades ilustradas nas figuras 3a, 3b e 3c as modalidades seguintes (além de muitas outras) são concebíveis:

- Cada componente pode compreender um núcleo não liquidificável, o núcleo do segundo e do terceiro componente sendo deformável elasticamente ou de forma plástica. O núcleo, o qual, por exemplo, consiste de metal ou de uma liga de metal, pode constituir uma parte substancial da seção transversal e formar a parte de suporte de carga do elemento de ancoragem.

- O primeiro componente 1.11 necessariamente não necessita compreender material termoplástico.

- O primeiro componente pode ser removível depois da ancora-

gem (em cujo caso ele não é parte do elemento de ancoragem, mas, por exemplo, parte da ferramenta ou um elemento separado).

• Uma modalidade equivalente compreende em vez de três componentes somente dois componentes (por exemplo, nenhum componente central 1.12) ou quatro ou mais que quatro componentes (por exemplo, componentes adicionais modelados em forma de chapéu similares ao componente central 1.12).

• As formas dos componentes podem ser variadas, em que é necessário fornecer algumas superfícies oblíquas ao eixo de compressão, ao longo de cujas superfícies os componentes podem ser deslocados uns em relação aos outros.

• Os componentes não necessitam ser aproximadamente simétricos de forma rotativa. O furo central pode ser omitido.

• Os componentes podem ser ligados antes da ancoragem por meio de pontos de ruptura predeterminados, o que será discutido com mais detalhes a seguir.

• Os componentes não necessitam ser modelados em forma de chapéu e capazes de serem expandidos, mas podem ser deslocáveis lateralmente uns em relação aos outros, o que também é descrito com mais detalhes a seguir.

• Para uma liquefação seletiva de material termoplástico em uma localização desejada, pelo menos um diretor de energia pode ser fornecido ao longo da periferia de pelo menos um componente.

• As modalidades de acordo com as figuras 3a a 3c, as mesmas tais como as modalidades de acordo com o primeiro aspecto da invenção tal como descrito a seguir, podem compreender um núcleo dúctil de um material, que, sob condições de ancoragem, não é liquidificável. Pelo menos os elementos de ancoragem com componentes que têm a forma de chapéu ou de cunhas ocas podem ser feitos, por exemplo, de chapa de metal que seja entalhada e revestida com material termoplástico, em que a folha de metal pode se estender radialmente a partir do componente de elemento de ancoragem. Durante a compressão a folha de metal é expandida e dividida, por

exemplo, para dentro do objeto através da parede lateral do furo. O elemento de ancoragem pode ser fornecido adicionalmente com elementos agindo como farpas. O efeito de corte da folha de metal fornece uma ancoragem adicional.

- 5 • Quaisquer combinações escolhidas das modalidades designadas são possíveis.

Na figura 4 o elemento de ancoragem 1 de acordo com a figura 3 está mostrado em uma configuração correspondendo com o segundo aspecto da invenção. Nesta configuração nenhuma força é exercida sobre o objeto no fundo do furo. As vibrações e a força de compressão agindo sobre o elemento de ancoragem são acopladas ao elemento de ancoragem por meio de uma ferramenta 3 que está sob força de tração. A configuração de acordo com a figura 4 é, portanto, também adequada para aplicações em furos se estendendo como túnel através do objeto.

15 A ferramenta 3 – como ela serve entre outras coisas para acoplar vibrações de um dispositivo vibratório (não-ilustrado) ao elemento de ancoragem, ela também pode ser chamada de sonotrodo – compreende um eixo 3.4 e uma placa de base 3.5. A face de acoplamento 3.1 da ferramenta é a superfície da placa de base 3.5 voltada na direção do lado proximal de ferramenta. O eixo 3.4 se estende através do furo central dos componentes de elemento de ancoragem 1.11, 1.12, 1.13 e se estende a partir da extremidade proximal do elemento de ancoragem e pelo furo no objeto. A extremidade proximal de ferramenta é projetada para ser acoplada a um dispositivo vibratório, cujo acoplamento é para ser adequado para transmitir uma
20 força de tração.

25 Durante o procedimento de ancoragem uma força de tração é aplicada à ferramenta 3 (a força 4) e as vibrações mecânicas 5 são acopladas a ela. A partir da ferramenta, a força 4 – como força de compressão – e as vibrações mecânicas são acopladas ao elemento de ancoragem. Um contraelemento 31 impede o elemento de ancoragem de simplesmente se deslocar para fora do furo no objeto. No exemplo ilustrado o contraelemento 31 é projetado como uma placa.

Seguindo o procedimento de ancoragem, a ferramenta 3 pode ser tratada de vários modos:

- A ferramenta pode permanecer no lugar da ancoragem. Esta modalidade é particularmente vantajosa quando a ferramenta é projetada para uma função adicional. Assim a ferramenta pode servir, por exemplo, para fixar um elemento adicional ao elemento de ancoragem.

- Se o furo no objeto é um furo passante, a ferramenta pode ser separada do dispositivo vibratório e ser removida pelo lado distal do elemento de ancoragem.

- A ferramenta pode ser removida pelo lado proximal. Neste caso a ferramenta e o recesso passante no elemento de ancoragem, através do qual o eixo 3.4 se estende durante o procedimento de ancoragem, não devem ser de uma seção transversal redonda (nenhuma simetria rotacional com referência a ângulos de rotação aleatórios). Aberturas correspondentes no elemento de ancoragem serão discutidas com mais detalhes a seguir.

Assim como os elementos de ancoragem de acordo com as figuras 1 e 3, os elementos de ancoragem de acordo com as figuras 5 a 10 são projetados de acordo com o primeiro aspecto da invenção e podem ser usados juntamente com uma ferramenta adequada em uma configuração de acordo com o segundo aspecto da invenção.

O elemento de ancoragem 1 de acordo com a figura 5 compreende, assim como o elemento de acordo com a figura 3, uma pluralidade de componentes 1.11, 1.12, 1.13, os quais são projetados para ser deslocados uns em relação aos outros ao longo de superfícies que se estendem obliquamente (isto é, em um ângulo, ou nem paralelas nem perpendiculares) em relação à força de compressão. Os componentes podem ser projetados exatamente como os componentes de elemento de ancoragem - particularmente o segundo e/ou o terceiro componente - da modalidade de acordo com a figura 3 e suas variantes e, portanto, não estão descritos detalhadamente de novo. Ao contrário da modalidade de acordo com a figura 3, um elemento de expansão 32 separado é usado, em que o elemento de expansão não necessita compreender material termoplástico. Tal como ilustrado, o elemento

de expansão é colocado no fundo do furo no objeto 21 antes de o elemento de ancoragem ser introduzido. O elemento de expansão compreende pelo menos uma superfície de deslocamento 32.1, a qual é oblíqua em relação ao eixo de compressão e forma um ângulo com o último que é maior do que o

5 ângulo de abertura da superfície interna correspondente 1.13a do elemento de ancoragem. Os componentes 1.11, 1.12, 1.13 são expandidos pela força de compressão 4 por causa do efeito do elemento de expansão e da área de suas circunferências que são pressionadas contra a parede lateral do furo no objeto. Durante o procedimento de ancoragem o elemento de expansão po-

10 de ser soldado aos componentes 1.11, 1.12, 1.13 compreendendo material termoplástico, se tornando assim parte do elemento de ancoragem. Dependendo das propriedades de superfície o elemento de expansão também pode permanecer separado. Na configuração ilustrada o elemento de expansão permanece no furo no objeto onde ele pode ou não ter uma outra função. Em outras configurações ele pode ser removível pelo furo.

O elemento de expansão – se ele compreende ou não-material liquidificável durante o processo de ancoragem –opcionalmente pode ser configurado para ser conectado ao elemento de ancoragem 1 – e para se tornar parte dele – durante a ancoragem, por exemplo, por meio de solda-

20 gem e/ou por outro meio de formar uma conexão.

As modalidades seguintes são concebíveis além das modalidades descritas anteriormente:

- Em vez de três componentes pode existir um único componente, dois componentes ou quatro ou mais componentes, compreendendo material termoplástico pelo menos em uma região periférica.

25

- O elemento de ancoragem também pode ser colocado de outro modo que redondo, desde que o elemento de expansão seja adaptado correspondentemente.

- Combinações com as variantes tais como descritas em conexão com a modalidade da figura 3 são possíveis.

30

A figura 5a mostra uma variante da modalidade da figura 5. Ela difere em que o elemento de expansão 1.12 – sendo uma segunda parte do

elemento de ancoragem – é feito de termoplásticos e é soldado juntamente com a primeira parte de elemento de ancoragem 1.11 durante o processo de ancoragem. A primeira parte de elemento de ancoragem 1.11 compreende as duas pernas 1.21, 1.22 que são expandidas separadamente pelo elemento de expansão 1.12.

A primeira parte de elemento de ancoragem 1.11 representada compreende adicionalmente, na sua extremidade proximal, uma cabeça de elemento de ancoragem termoplástica com uma maior seção transversal do que uma parte principal do elemento de ancoragem.

Certamente, também combinações das abordagens das figuras 5 e 5a são possíveis, por exemplo, uma primeira parte de elemento de ancoragem com as duas pernas 1.21, 1.22 para ser expandidas separadamente pode ser combinada com um elemento de expansão de material não-termoplástico, ou um elemento de expansão 1.12 de material termoplástico pode ser combinado com uma primeira parte de elemento de ancoragem com uma parte de extremidade distal semelhante a chapéu fendida, etc.

A figura 6 mostra também uma outra variante da modalidade de acordo com a figura 5. Esta difere da última por não compreender um elemento separado (expansão) com uma seção de superfície oblíqua ao eixo de compressão. Em vez disso, a expansão é alcançada pela forma do elemento de ancoragem 1 e pelo elemento de ancoragem sendo empurrado contra, por exemplo, uma superfície de nível perpendicular ao eixo de compressão, a qual pode ser o fundo do furo no objeto tal como ilustrado, ou a superfície de um elemento separado. No exemplo ilustrado o elemento de ancoragem é modelado em forma de chapéu e a força de compressão 4 aperta as bordas para fora, pressionando-as assim contra as paredes laterais do furo. Vantajosamente o elemento de ancoragem modelado em forma de chapéu compreende uma fenda ou uma pluralidade de fendas tal como descrito adicionalmente acima. Variantes com outras formas que podem ser expandidas (por exemplo, cunha oca) também são concebíveis.

A figura 6, além disso, ilustra que a ferramenta 3 pode ser adaptada de uma forma específica à face de acoplamento 1.1 – aqui, pelo menos

no lado distal, tubular. Uma forma específica como esta capacita um acoplamento de energia eficiente de vibrações mecânicas para o elemento de ancoragem.

5 A modalidade do elemento de ancoragem 1 de acordo com a figura 7 compreende dois componentes. Um primeiro componente proximal 1.11 é conectado ao segundo componente distal 1.12 pelas nervuras de conexão 1.21, as quais são finas quando comparadas às dimensões do elemento de ancoragem. Durante a compressão do elemento de ancoragem as nervuras 1.21 se rompem ou fundem, isto é, elas representam pontos de
10 ruptura ou de fusão predeterminados. O primeiro componente 1.11 e o segundo componente 1.12 são modelados em forma de cunha, cada um compreendendo uma rampa 1.11a e 1.12a cujas rampas deslizam de lado ao longo de cada outra quando os componentes são pressionados um contra o outro por uma força de compressão agindo ao longo do eixo de compressão
15 11.

Depois da desintegração das nervuras de conexão 1.21, os componentes de elemento de ancoragem 1.11, 1.12 são deslocados um em relação ao outro sob a influência da força de compressão. A modalidade de acordo com a figura 7 é, portanto, um exemplo adicional de um elemento de
20 ancoragem compreendendo uma pluralidade de componentes 1.11, 1.12, móveis uns em relação aos outros ao longo de superfícies (isto é, rampas) se estendendo obliquamente à força de compressão. Nesta modalidade também um diâmetro externo do elemento de ancoragem é ampliado pelo deslocamento lateral causado pela força de compressão.

25 Conexões tais como as nervuras de conexão 1.21 servindo como pontos de ruptura ou de fusão predeterminados, tal como já mencionado, também podem ser aplicadas nas modalidades de múltiplas partes discutidas adicionalmente acima.

O projeto das superfícies de deslocamento oblíquas ao eixo de
30 compressão 11 como rampas - com ou sem conexões entre os componentes - também pode ser combinado com as características das modalidades das figuras 3 e 5.

Particularmente, um dos componentes de elemento de ancoragem pode ser substituído por um elemento separado que não necessita compreender material termoplástico e funcionar em uma maneira análoga à do elemento de expansão de acordo com a figura 5.

5 Alternativamente à modalidade ilustrada, um elemento de ancoragem de acordo com a figura 7 também pode ser projetado para ser termoplástico e essencialmente cilíndrico (por exemplo, cilindro circular) com incisões horizontais (isto é, perpendiculares ao eixo geométrico de cilindro) ou oblíquas, as quais não se estendem diretas através do elemento de ancoragem, mas deixam áreas de uma seção transversal reduzida. Estas servem
10 como pontos de ruptura ou de fusão predeterminados. Uma modalidade como esta pode ser vantajosa com referência à produção.

A figura 8a mostra uma modalidade adicional de um elemento de ancoragem 1 de acordo com a invenção. Nesta modalidade, tal como o oposto às modalidades descritas anteriormente, o aumento local da distância
15 entre uma superfície periférica e o eixo de compressão não é necessariamente por causa de um aumento da área seccional transversal externa. Neste e em outros exemplos similares, entretanto, pelo menos a projeção da superfície externa ao longo do eixo de compressão é ampliada.

20 O elemento de ancoragem é essencialmente modelado em forma de pino, mas compreende as incisões laterais 14, 15 e correspondendo às contrações 1.4, 1.5. Durante a ancoragem estas contrações funcionam como pontos de fusão predeterminados. À medida que elas se fundem ou pelo menos amolecem por causa do efeito das vibrações mecânicas, a força
25 de compressão inclina as seções de elemento de ancoragem entre as contrações uma na direção da outra, efetuando assim o aumento local da distância entre a superfície periférica de elemento de ancoragem e o eixo de compressão, tal como mostrado na figura 8b, a qual ilustra esquematicamente a forma do elemento de ancoragem depois da ancoragem. As regiões
30 sendo pressionadas contra as paredes laterais do furo no objeto estão indicadas por setas horizontais.

Alternativamente o elemento de ancoragem pode compreender

exatamente uma contração 14, ou duas contrações (ou possivelmente mais de duas contrações) com seções transversais diferindo. Particularmente, o elemento de ancoragem pode compreender uma maior contração mais próxima da face de acoplamento. Isto pode resultar na contração adicional removida da face de acoplamento liquefazendo antes da contração mais próxima da face de acoplamento e pode impedir a contração mais próxima da face de acoplamento de se fundir antes da outra contração, o que inibiria transmissão adicional de vibrações mecânicas para esta outra contração.

A figura 9 mostra uma modalidade de um elemento de ancoragem 1 de acordo com a invenção projetada da maneira de uma sanfona, em que as partes 1.31 ligadas pelas articulações 1.32 são deslocadas para uma posição mais distante em relação ao eixo de compressão 11 sob a influência da força de compressão 4. Assim a seção transversal externa do elemento de ancoragem é ampliada localmente. Na modalidade ilustrada o elemento de ancoragem 1 inteiro é uma única unidade, de maneira que as articulações 1.32 são criadas simplesmente pela forma do corpo de elemento de ancoragem; o uso de outro dispositivo de articulação é possível. Em certas circunstâncias medidas podem ser tomadas para capacitar vibrações mecânicas para serem transmitidas para as áreas adicionais removidas da face de acoplamento. Tais medidas são, por exemplo, a provisão de um núcleo não liquidificável de rigidez superior quando comparada a do material termoplástico.

Um núcleo como este está mostrado na figura 10 em uma modalidade similar à modalidade da figura 3. Elementos equivalentes aos elementos correspondentes da modalidade de acordo com a figura 3 não estão descritos detalhadamente de novo. O núcleo compreende os dois componentes de núcleo 41 e 42, os quais são móveis um contra o outro. O primeiro componente de núcleo 42 compreende na modalidade ilustrada uma placa de base 42.2 e uma seção semelhante a revestimento adjacente 42.1. A superfície externa ou interna da placa de base 42.2 pode servir como uma face de acoplamento para as vibrações mecânicas. O segundo componente de núcleo 41 é aqui projetado como um revestimento móvel dentro da seção

semelhante a revestimento 42.1 do primeiro componente de núcleo. Enquanto o elemento de ancoragem é comprimido um componente de núcleo desliza dentro do outro.

Alternativamente ao núcleo de duas partes, núcleos de peça única ou núcleos de múltiplas partes também são possíveis. Um núcleo de peça única não se estende através do comprimento total (se relacionando com o eixo de compressão 11) do elemento de ancoragem, porque isso tornaria impossível uma compressão do elemento de ancoragem.

A figura 11 mostra uma configuração com um elemento de ancoragem compressível 1 de acordo com a invenção do tipo descrito em conexão com a figura 5. Ao contrário da última, não existe elemento de expansão separado, mas a ferramenta 3 compreende uma face de acoplamento semelhante a cunha ou rampa 3.1 que é formada por uma parte de extremidade distal 3.7 sendo maior em diâmetro do que uma parte de eixo 3.4. A face de acoplamento semelhante a cunha ou rampa 3.1 serve para acoplar vibrações mecânicas e a força de compressão ao elemento de ancoragem assim como para expandir o elemento de ancoragem.

Na configuração ilustrada na figura 11, além disso, o princípio da ferramenta 3 sob força de tração é aplicado. A configuração de acordo com a figura 11 é, portanto, também adequada para uso em furos com um fundo que não é adequado para ser carregado ou em um furo passante (túnel) tal como ilustrado na figura 11.

O princípio de acoplar uma força ao elemento de ancoragem que coloca a ferramenta sob carregamento de tração corresponde com o segundo aspecto da invenção. Este princípio também pode ser aplicado em conexão com elementos de ancoragem que não são comprimidos pela força designada. Tais configurações estão descritas em conexão com as figuras 12 a 16 seguintes.

As figuras 12a e 12b mostram, em seção e vista pelo topo, um objeto 21 compreendendo um furo modelado em forma de fenda (não redondo) 21.1 se estendendo tal como túnel de uma superfície à superfície oposta. A figura 12a também mostra uma ferramenta 3 com um eixo 3.4 e

uma parte que se estende para fora. Na modalidade ilustrada a parte que se estende para fora é uma travessa 3.6 orientada perpendicular ao eixo. Dois elementos de ancoragem de material termoplástico - possivelmente com um núcleo sólido não-termoplástico - são fixados à travessa 3.6 em uma maneira reversível.

Tal como ilustrado na figura 12a a ferramenta 3 com os elementos de ancoragem fixados a ela é deslocada em uma primeira etapa de um lado proximal do objeto através do furo até que os elementos de ancoragem 1 estejam completamente fora do objeto (isto é, no lado distal do objeto). Subsequentemente, tal como mostrado na figura 12c, a ferramenta é girada em volta de um eixo geométrico definido pelo seu eixo 3.4, por exemplo, por 90°. Então, tal como nas modalidades descritas anteriormente, uma força é acoplada aos elementos de ancoragem pressionando o material termoplástico dos elementos de ancoragem contra o objeto. Isto é alcançado por puxar a ferramenta para trás pressionando assim os elementos de ancoragem contra o lado traseiro do objeto. Enquanto a força está agindo sobre os elementos de ancoragem, vibrações mecânicas são acopladas ao elemento de ancoragem através da face de acoplamento 3.1 da ferramenta, a qual aqui é fornecida pela superfície proximal da travessa na qual os elementos de ancoragem são fixados. Isto faz com que o material termoplástico dos elementos de ancoragem se liquefaça parcialmente e seja pressionado para dentro do objeto. Depois de interromper as vibrações mecânicas, o material termoplástico ressolidifica e forma uma conexão de encaixe de formas com o objeto.

Tal como mostrado na figura 12d a ferramenta é removida subsequentemente ao ser separada dos elementos de ancoragem, agora ancorados no objeto, por meio de um impulso suave. Então ela é girada de volta para a orientação na qual a seção que se estende para fora se encaixa no furo 21.1 e é retraída. Alternativamente à modalidade ilustrada também é possível que a ferramenta seja deixada no objeto depois da ancoragem e ali, por exemplo, assumir uma outra função. Também é possível remover exatamente uma parte da ferramenta, por exemplo, o eixo, enquanto que uma

outra parte, por exemplo, a parte que se estende para fora, permanece e assume uma função adicional. Em um caso como este a ferramenta não é uma unidade única, mas eixo e a parte que se estende para fora são fixados um ao outro em uma maneira reversível, por exemplo, ao serem aparafusados conjuntamente.

A modalidade da invenção mostrada nas figuras 12a a 12d também é adequada para conectar por "trás", isto é, por um lado não-acessível facilmente, duas peças para formar um objeto, em que as duas peças, antes da ancoragem, são completamente separadas uma da outra ou conectadas somente por meio de um elo fraco. Em um caso como este a ferramenta não é introduzida através de um furo tal como ilustrado na figura 1b, mas através da folga entre as duas peças. A parte que se estende para fora da ferramenta permanece no lugar depois da ancoragem e serve como uma ponte conectando as duas peças do objeto em uma maneira rígida.

Na modalidade ilustrada nenhuma abertura é fornecida no objeto para posicionar os elementos de ancoragem antes da aplicação das vibrações mecânicas. O furo 21.1 no objeto serve simplesmente para posicionar a ferramenta. Os elementos de ancoragem são impulsionados para dentro do objeto por uma força exercida sobre eles, em que uma ponta de elemento de ancoragem e/ou bordas de corte se estendendo axialmente, vantajosamente não consistindo do material liquidificável, suportam penetração do elemento de ancoragem no objeto.

A força para impulsionar os elementos de ancoragem para dentro do material do objeto (por exemplo, madeira ou material similar), por exemplo, pode ser aplicada antes das vibrações mecânicas. Alternativamente à configuração ilustrada, também é possível fornecer aberturas no objeto, em que o diâmetro destas aberturas pode ser menor do que o diâmetro dos elementos de ancoragem.

As variantes a seguir são possíveis:

- Em vez de com dois elementos de ancoragem tal como ilustrado, o método também pode ser executado com exatamente um único elemento de ancoragem ou com mais de dois elementos de ancoragem.

- A parte que se estende para fora da ferramenta pode ter qualquer forma otimizada para a sua função assim como para a transmissão de vibrações e força.

- Dependendo das circunstâncias a ferramenta com os elementos de ancoragem pode ser introduzida por trás (isto é, pelo lado distal) de maneira que somente o eixo tem que ser deslocado através do furo.

A figura 13 mostra uma modalidade adicional da invenção. Um furo passante tendo uma seção transversal constante (por exemplo, um furo passante com uma seção transversal redonda) é fornecido no objeto 21. Um elemento de ancoragem 1 afunilando do lado distal para o lado proximal é introduzido por trás, isto é, pelo lado distal, no furo. O elemento de ancoragem é puxado para dentro do furo com a ajuda da ferramenta 3, a qual encaixa o lado proximal do elemento de ancoragem, em que uma força de tração age sobre a ferramenta (a ferramenta está sob carregamento de tração). Enquanto a força de tração é mantida ativa as vibrações mecânicas são acopladas ao elemento de ancoragem. As vibrações e a forma ligeiramente afunilada do elemento de ancoragem fazem com que o material termoplástico na área da superfície circunferencial do elemento de ancoragem seja liquefeito e seja pressionado para dentro dos poros ou de outras cavidades nas paredes laterais do furo no objeto.

Nesta modalidade, onde forças de tração não somente agem sobre a ferramenta, mas também sobre o elemento de ancoragem, é necessário conectar a ferramenta e o elemento de ancoragem rigidamente, tal como descrito com mais detalhes a seguir.

Como uma variante – frequentemente menos preferido – o furo pode afunilar na direção do lado proximal enquanto o elemento de ancoragem é cilíndrico (de forma rotativa).

Como uma variante adicional o furo no objetivo pode ser escalonado, em que ele é mais largo no lado distal do que no lado proximal. O elemento de ancoragem correspondente pode compreender um ressalto encaixando o degrau do furo durante o procedimento de ancoragem.

Modalidades adicionais de elementos de ancoragem, os quais

podem ser ancorados por meio de uma força de arrasto, são concebíveis.

A figura 14a mostra uma configuração com um elemento de ancoragem ligeiramente cônico 1 sendo deslocado, tal como o elemento de ancoragem de acordo com a figura 13, com a ajuda de uma ferramenta 3 ao longo de um eixo geométrico do furo no objeto, em que a força a ser acoplada ao elemento de ancoragem coloca a ferramenta sob carregamento de tração, isto é, a força agindo sobre o elemento de ancoragem é dirigida contra o gerador de oscilação. Entretanto, ao contrário da configuração de acordo com a figura 13 a força sobre o elemento de ancoragem 1 é uma força de pressão (isto é, força de empurrar). Com esta finalidade o elemento de ancoragem compreende um furo central 1.9, o qual na configuração ilustrada se estende paralelo ao eixo geométrico do furo no objeto durante o procedimento de ancoragem. Um eixo de ferramenta 3.4 carregando uma placa de base 3.5 se estende através do furo 1.9. A força a ser acoplada ao elemento de ancoragem assim como as vibrações mecânicas são transmitidas da ferramenta para o elemento de ancoragem por meio da placa de base, o mesmo tal como mostrado na figura 4. Depois da ancoragem existem três modos de lidar com a ferramenta.

Primeiramente, desde que o furo no objeto seja um furo passando, a ferramenta é separada do gerador de oscilação e removida na direção do lado distal. Segundo, a ferramenta também é separada do gerador de oscilação e permanece com o elemento de ancoragem, onde ela executa uma função predeterminada, por exemplo, serve para fixar um item adicional. Terceiro, a ferramenta é desmontada depois da ancoragem, por exemplo, o eixo 3.4 é separado da placa de base 3.5.

As variantes a seguir são concebíveis:

- As seções transversais do furo no objeto e do elemento de ancoragem não são circulares.
- A ferramenta é removível como um todo na direção do lado proximal se as seções transversais do recesso 1.9 e da placa de base 3.5 não forem circulares e a placa de base 3.5 for capaz de ser deslocada através do recesso 1.9 em uma posição rotacional específica.

• O elemento de ancoragem não é necessariamente cônico. Assim, por exemplo, o furo no objeto pode ser feito mais estreito na direção do lado proximal. Embora fornecer um furo como este seja de uma maneira geral difícil, ainda podem existir casos nos quais isto seja favorecido por outras circunstâncias.

• Também é possível que o elemento de ancoragem assim como o furo no objeto seja, por exemplo, cilíndrico, isto é, suas seções transversais permanecem constantes ao longo de seus eixos geométricos. Então a seção transversal do elemento de ancoragem seria ligeiramente maior do que aquela do furo no objeto, de maneira que o elemento de ancoragem é retido no furo por meio de um encaixe por pressão. A força de atrito pode ser forte o suficiente para agir como contraforça para a força acoplada ao elemento de ancoragem pela ferramenta. Alternativamente um contraelemento pode ser usado nesta modalidade.

Uma modalidade adicional está ilustrada na figura 14b. O elemento de ancoragem 1 tem um ressalto 1.10 sendo pressionado contra um ressalto equivalente do objeto durante a ancoragem. No caso ilustrado, a boca do furo forma o ressalto do objeto, entretanto, ele também pode ser projetado como escalonado ou como um outro alargamento do furo. A figura 14b é um exemplo adicional de uma modalidade do segundo aspecto da invenção, no qual a ancoragem não ocorre necessariamente nas paredes laterais do furo.

As figuras 15 a 17 a seguir mostram modalidades de acordo com o terceiro aspecto da invenção. As configurações nos exemplos de acordo com as figuras 15 e 16 correspondem também com o segundo aspecto da invenção.

Na configuração de acordo com a figura 15 um furo passante ou cego é fornecido no objeto 21 no qual o elemento de ancoragem é introduzido antes da ancoragem. O elemento de ancoragem 1 compreende um recesso passante ou encoberto. A ferramenta 3 compreende um eixo 3.4 e uma cunha 3.7 afunilando do lado distal para o proximal, onde ela é fixada ao eixo. Durante a ancoragem uma força de arrasto 4 faz com que a cunha

seja puxada através do recesso do elemento de ancoragem 1 expandindo assim o último. Assim, uma área periférica do elemento de ancoragem é pressionada contra uma parede lateral do furo no objeto. As vibrações mecânicas sendo acopladas simultaneamente ao elemento de ancoragem fazem com que o material termoplástico se liquefaça onde ele está em contato com o objeto e seja pressionado para dentro de cavidades no objeto. Vantajosamente as vibrações mecânicas também fazem com que o material termoplástico amoleça pelo menos entre o recesso e a área periférica. Este amolecimento deixa o elemento de ancoragem livre de tensão depois da remoção da ferramenta, impedindo assim forças dirigidas radialmente para dentro agindo em áreas periféricas ancoradas no objeto.

Enquanto a força de arrasto é exercida sobre a ferramenta um contraelemento 31 impede que o elemento de ancoragem seja puxado para fora do furo. No exemplo ilustrado o elemento de ancoragem 1 compreende aqui os diretores de energia pontiagudos periféricos 1.8, os quais auxiliam a liquefação do material liquidificável. Diretores de energia também podem ser fornecidos em elementos de ancoragem de acordo com outras modalidades da invenção descritas neste documento.

A figura 16 mostra uma modalidade similar à modalidade da figura 15, em que a ferramenta é de uma forma diferente. Em vez de uma cunha a parte de extremidade distal da ferramenta é, por exemplo, modelado tal como um inchaço esférico 3.7. Durante a ancoragem esta parte de extremidade distal é puxada através do elemento de ancoragem enquanto o material termoplástico é liquefeito e vantajosamente causa uma expansão plástica do elemento de ancoragem tal como no exemplo de acordo com a figura 15.

Alternativamente a ferramenta pode compreender em vez de um eixo 3.4 um elemento não rígido, por exemplo, uma rosca ou um cabo para puxar a parte de extremidade distal através do elemento de ancoragem. A parte de extremidade distal de novo pode ser esférica tal como na figura 16.

Alternativas adicionais são concebíveis:

- Uma parte de extremidade distal engrossada 3.7 da ferramenta pode ter muitas formas diferentes; a maior seção transversal da parte de

extremidade distal deve sempre ser maior do que a menor seção transversal do recesso no elemento de ancoragem e menor do que a seção transversal do furo no objeto.

• O recesso do elemento de ancoragem 1 não necessita ser passante; além disso, a ferramenta já pode ser posicionada no recesso projetado como um furo encoberto antes do procedimento de ancoragem e então ser deslocada dentro ou removida deste recesso durante o procedimento de ancoragem. A vantagem de uma configuração como esta é o fato de que a ferramenta apropriada pode ser vendida e armazenada juntamente com o elemento de ancoragem e a ferramenta também pode auxiliar no posicionamento do elemento de ancoragem.

• O furo no objeto pode ser passante ou encoberto.
• Um objeto adicional a ser fixado ao objeto durante o processo de ancoragem pode ser colocado entre a ferramenta e o elemento de ancoragem ou entre o elemento de ancoragem e uma parede lateral do furo no objeto. Isto também se aplica às outras modalidades de acordo com o terceiro ou o primeiro aspecto da invenção.

A figura 17 mostra uma modalidade adicional de acordo com o terceiro aspecto da invenção, em que a força para expandir o elemento de ancoragem durante a ancoragem age como carga de compressão sobre a ferramenta. Embora a parte de extremidade distal 3.7 do elemento de ancoragem nas modalidades tais como as modalidades de acordo com as figuras 15 e 16 deva compreender um componente com uma seção transversal crescente do lado proximal para o distal, em modalidades como a modalidade de acordo com a figura 17, nas quais a ferramenta está sob carga de compressão, uma parte de extremidade distal com uma seção transversal crescente do lado distal para o proximal é vantajosa. No exemplo ilustrado a parte de extremidade distal da ferramenta é projetada tal como isto.

Para modalidades nas quais a força expandindo o elemento de ancoragem age sobre a ferramenta como carga de compressão, a ferramenta não necessita compreender um engrossamento de sua parte de extremidade distal a fim de afunilar na direção do lado proximal. Ela pode ser, por

exemplo, cilíndrica, possivelmente uniforme afinando na direção do lado distal.

Na modalidade ilustrada na figura 17 o elemento de ancoragem é modelado tal como um copo e se apóia no fundo do furo no objeto. O elemento de ancoragem também pode ser tubular ou de uma outra forma compreendendo um recesso.

Na modalidade da figura 17, a ferramenta 3 pode ser modelada de maneira que ela possa ser removida depois da ancoragem, por exemplo, se ela estreitar na direção do lado distal. Como uma alternativa, a ferramenta pode ser modelada de maneira que ela compreenda uma estrutura de retenção (na modalidade representada formada pelo ressalto mostrado) e ela própria sirva como elemento de ancoragem depois do processo de ancoragem. A figura 17a representa a ferramenta 3 para compreender um rosqueamento 3.21 projetado para cooperar com um rosqueamento de um elemento adicional 91, o qual na figura está representado esquematicamente para ser uma porca de parafuso para fixar uma placa 92 ao objeto de construção 21.

A ferramenta da modalidade de acordo com a figura 11 tem, além disso, o efeito de comprimir o elemento de ancoragem, para alguma extensão de um efeito de expansão. A configuração de acordo com a figura 11, portanto, corresponde com o primeiro e o segundo aspecto assim como com o terceiro aspecto da invenção.

Elementos de ancoragem de acordo com o terceiro aspecto da invenção são vantajosamente feitos totalmente do material termoplástico. Componentes não-termoplásticos podem ser fornecidos, por exemplo, na base de um elemento de ancoragem modelado em forma de copo, na periferia de uma área onde nenhuma expansão é desejada, ou como um elemento de reforço projetado e situado para não obstruir a expansão. No caso de um elemento de ancoragem modelado em forma de tubo ou de copo tais reforços podem ser, por exemplo, de uma forma alongada e se estender para fora na superfície circunferencial do elemento de ancoragem na direção axial.

Em todas as modalidades de acordo com o primeiro e o terceiro aspecto da invenção, a abertura (se presente) no elemento de ancoragem não necessita ser central. Uma configuração assimétrica correspondente pode ser usada a fim de liquefazer ou plastificar especificamente o material termoplástico em um lado do elemento de ancoragem mais cedo do que no lado oposto, ou pode ser pretendido que o material termoplástico somente liquefaça ou plastifique em um lado.

• Também nos casos onde a ferramenta está sob carga de compressão um contraelemento 31 pode ser aplicado. Um elemento como este age no lado distal do elemento de ancoragem e é, por exemplo, retido por um eixo se estendendo centralmente através da ferramenta, tal como ilustrado na figura 18 que mostra um exemplo de acordo com o primeiro aspecto da invenção. Em tais casos ele não é necessário para modalidades de acordo com o primeiro aspecto da invenção em que a ferramenta 3 é deslocada quando a força 4 é acoplada a ela. Em vez disso, o contraelemento 31 acoplado a contraforça 51 ao elemento de ancoragem pode ser deslocado durante o procedimento de ancoragem. Movimentos combinados da ferramenta e do contraelemento também são possíveis. É possível adicionalmente que o contraelemento 31 seja projetado como uma ferramenta e, portanto, também acopla vibrações mecânicas ao elemento de ancoragem, isto é, as vibrações mecânicas são acopladas ao elemento de ancoragem pelos dois lados. Finalmente, o contraelemento também pode ser retido por um elemento não rígido - por exemplo, uma rosca ou um cabo - pelo lado proximal. Também pode ser pretendido que a parte distal 1.11, 1.14 de uma modalidade de múltiplas partes do elemento de ancoragem, tal como, por exemplo, a modalidade de acordo com as figuras 3a, 3b e 3c, possa ser retida por um elemento não rígido como este, o qual se estende, por exemplo, através de um ilhó no componente distal de elemento de ancoragem. Isto tem a vantagem em que o elemento não rígido pode ser removido depois da ancoragem, por exemplo, ao dividi-lo e subsequentemente puxá-lo pelo lado proximal.

Em todas as modalidades projetadas de acordo com o segundo aspecto da invenção a força 4 a ser acoplada ao elemento de ancoragem

age como uma força de tração sobre a ferramenta 3 ou (tal como nas configurações de acordo com a figura 18) se necessário no contraelemento 31. Isto exige um dispositivo de acoplamento apropriado no dispositivo vibratório, o qual não somente necessita ser adequado para carregamento de tração, mas também para a transmissão de vibrações mecânicas enquanto sob carregamento de tração. Tais dispositivos de acoplamento são conhecidos para os versados na técnica. Eles frequentemente são baseados em um encaixe de formas (juntas de parafuso, fixações de encaixe por mordedura, pegas de baioneta, etc.) ou possivelmente em um encaixe de material (conexões coladas ou soldadas) ou um encaixe por atrito (conexões presas). Tais dispositivos de acoplamento de uma maneira geral conhecidos não estão discutidos adicionalmente aqui. O princípio de um dispositivo de acoplamento de encaixe de formas está mostrado na figura 19. Este acoplamento pode ser usado tal como mostrado ou em uma forma alternativa. O dispositivo vibratório compreende uma extensão se projetando para dentro de uma folga na extremidade proximal da ferramenta 3 e alargando na direção da sua extremidade distal de maneira que ele pode transmitir uma força de tração. Para acoplar a ferramenta 3 ao dispositivo vibratório, estes são deslocados perpendiculares ao plano da figura 19 um em relação ao outro. Rabi- chos ou modificações similares podem ser considerados. Em modalidades tal como mostrado na figura 13 estes ou outros dispositivos de acoplamento também podem ser usados para transmitir forças de tração da ferramenta 3 para o elemento de ancoragem 1.

O processo de ancoragem exige a aplicação de uma força sobre o elemento de ancoragem. Na maior parte das modalidades do segundo aspecto da invenção e do terceiro aspecto da invenção em muitas modalidades do primeiro aspecto, e certamente também em aspectos combinados, a força é aplicada entre a ferramenta 3 e um contraelemento em vez de entre a ferramenta e o objeto propriamente dito. De acordo com um princípio especial da invenção que pode ser aplicado em todas as situações onde a força é aplicada entre o elemento de ancoragem e um contraelemento, a força pode ser aplicada manualmente pela pessoa aplicando o método. Como uma al-

ternativa, a força pode ser aplicada por meio de algum mecanismo que tenha que ser ativado exatamente pela pessoa. Tal dispositivo pode além do mais permitir uma força bem definida.

Um exemplo de um mecanismo como este é um mecanismo de mola tal como ilustrado muito esquematicamente na figura 20. Na modalidade da figura 20, a ferramenta 3 é do tipo que permanece, depois da ancoragem, no lugar e sendo projetada para uma função adicional. Nas modalidades onde o material liquidificável depois da ancoragem cola à ferramenta, a ferramenta pode ser vista como sendo parte do elemento de ancoragem depois da ancoragem. O elemento de ancoragem 1 está ilustrado simplesmente como sendo modelado em forma de tubo na figura 20; ele pode, por exemplo, compreender uma fenda e ser configurado tal como descrito nas figuras 1a a 2b. Tanto a ferramenta quanto o elemento de ancoragem alternativamente também podem ser configurados como qualquer outra ferramenta/elemento de ancoragem descritos neste texto ou como qualquer outra modalidade da invenção. Entre o dispositivo ultrassônico 81 fixado rigidamente, durante a ancoragem, à ferramenta 3 e o elemento de ancoragem 1 é arranjada uma mola 82. A mola exerce uma força entre o elemento de ancoragem (por meio do dispositivo ultrassônico 81) e a ferramenta. A mola pode ser configurada de maneira que a força seja suficiente para o processo de ancoragem, assim, durante a aplicação das vibrações mecânicas, a ferramenta é pressionada contra o elemento de ancoragem pela dita força. Esta abordagem é vantajosa em situações onde a força durante o processo deve ser bem definida.

Na versão ilustrada da modalidade de "mecanismo de aplicação de força" da invenção, a mola está em contato direto com o elemento de ancoragem, a superfície distal da mola servindo como o contraelemento. Entretanto, uma placa separada, por exemplo, como contraelemento pode ser arranjada entre a mola e o elemento de ancoragem (não-ilustrada). A provisão de uma placa como contraelemento tem a vantagem adicional em que a posição final proximal do elemento de ancoragem é definida durante o processo de ancoragem.

Um recurso adicional da modalidade da figura 20, o qual pode ser implementado para diferentes modalidades da invenção, especialmente para modalidades de acordo com o segundo e o terceiro aspecto, e independentemente do "mecanismo de aplicação de força", é a provisão de uma funcionalidade de furação para a ferramenta 3. Com esta finalidade, a ferramenta 3 compreende uma superfície de extremidade distal 3.10 projetada para ser impulsionada para dentro do material de construção. A superfície de extremidade distal pode ser modelada em forma de ponta e pode além do mais compreender estruturas de escareação, tal como conhecido, por exemplo, a partir do WO 2005/079 696.

Nas modalidades onde a ferramenta 3 permanece no lugar depois da ancoragem, a ferramenta frequentemente é provida com uma parte distal com uma maior seção transversal, a dita parte distal sendo arranjada distal de uma parte principal do elemento de ancoragem (conforme a figura 4 e a figura 20). Nas modalidades onde a força necessária é aplicada à ferramenta como uma força compressiva, isto frequentemente não é uma opção, a ferramenta é deslocada "para frente", isto é, na direção de um lado distal durante a ancoragem. A figura 21 ilustra uma modalidade de tal ancoragem "para frente", onde a ferramenta 3 pode, apesar disso, permanecer no lugar da ancoragem depois da ancoragem. Com esta finalidade, a ferramenta é provida com as estruturas de retenção 3.13 que fazem com que a ferramenta seja retida pelo elemento de ancoragem 1 depois da ancoragem. Na figura 21, também está ilustrada uma rosca 3.12 da ferramenta que pode ser usada para fixar algum outro objeto ao elemento de ancoragem.

As figuras 22a e 22b ilustram uma outra modalidade do segundo aspecto da invenção que é especialmente apropriado para fixar o elemento de ancoragem a uma placa como objeto. A ferramenta 3 é provida com as estruturas de escareação 3.14 com um diâmetro externo maior do que o do eixo 3.4. A ferramenta é primeiramente usada para efetuar um furo no objeto por meio das estruturas de escareação. Em seguida, o elemento de ancoragem modelado em forma de tubo 1 é empurrado sobre o eixo. Os diâmetros externo e interno do elemento de ancoragem 1 são de tal maneira que ele

pode passar através do furo, mas fica contíguo às estruturas de escareação 3.14. Para ancoragem, o elemento de ancoragem é pressionado contra o contraelemento 31 por puxar a ferramenta 3, o elemento de ancoragem sendo comprimido entre a ferramenta e o contraelemento. O material liquidificável liquefaz em contato com o material de objeto, e se este material de construção for rígido com pouca porosidade, ele pode escoar para fora no lado distal do objeto, formar um bojo e assim agir em uma maneira tal como rebite encoberto.

Em vez de a ferramenta compreender as estruturas de escareação, ela também pode compreender um aumento distal pelo qual a força pode agir sobre a ferramenta, e o furo no objeto pode então ser efetuado por meio de um instrumento diferente da ferramenta.

Referindo-se às figuras 23a e 23b, 24a, 24b e 25, estão descritos exemplos adicionais do terceiro aspecto da invenção. As modalidades dos elementos de ancoragem 1 mostradas nas mesmas compreendem uma seção de elemento de ancoragem (em ambas as modalidades representadas os elementos de ancoragem consistem da dita seção) consistindo de um material termoplástico, onde durante a ancoragem uma parte distal da ferramenta 3 se estende para um interior da dita seção e durante a ancoragem expande a seção de elemento de ancoragem a partir de um interior. Isto resulta em forças laterais nas interfaces entre o elemento de ancoragem e a superfície de objeto, melhorando assim ancoragem em paredes laterais do material de construção. As modalidades representadas mostram duas possibilidades para expandir o elemento de ancoragem, pela ferramenta, a partir do interior:

- A ferramenta 3 é impulsionada para dentro do elemento de ancoragem durante o processo de ancoragem, aumentando assim uma seção transversal externa (figuras 23a e 23b). A ferramenta na modalidade mostrada compreende estruturas semelhantes a farpas para a ferramenta ser retida fixamente no elemento de ancoragem depois da ancoragem.

- A ferramenta não é simétrica de forma rotativa e é girada durante o processo de ancoragem, enquanto rotação do elemento de ancora-

gem é inibida (figuras 24, 24b e 25). Nas figuras 24a e 24b, a ferramenta compreende uma pluralidade de excêntricos 3.11, enquanto que na figura 25 tanto a ferramenta quanto a abertura no elemento de ancoragem são simétricas de translação, mas não simétricas rotacionais, e são, na modalidade ilustrada, hexagonais em seção transversal. Os elementos de ancoragem 1 representados compreendem as protuberâncias semelhantes a farpas 1.31 inibindo rotação.

As modalidades das figuras 21-23 são todas exemplos (adicionais) de modalidades da invenção onde a ferramenta 3 permanece, depois do processo de ancoragem, no local, e pode servir como prendedor. As modalidades destas figuras, portanto, também correspondem ao aspecto adicional mencionado anteriormente da invenção. As figuras 26-29 mostram variantes adicionais, onde o primeiro, segundo e/ou terceiro aspecto da invenção pode ser usado para fixar um prendedor ao objeto de construção, o prendedor servindo ao mesmo tempo como a ferramenta 3 acoplando as oscilações mecânicas e a força ao elemento de ancoragem durante o processo de ancoragem.

O elemento de ancoragem 1 mostrado na figura 26a é do tipo descrito, por exemplo, referindo-se às figuras 3a e 4. É ancorado em uma placa 21, por exemplo, de material relativamente macio e/ou quebradiço tal como gesso ou um composto de madeira. Atrás da placa 21, existe uma cavidade, já que a placa é fixada por meio dos fixadores de distância 102 a uma parede 101. O método de acordo com a invenção permite fixar convenientemente a ferramenta 3 – a qual depois da ancoragem serve como prendedor, aqui com um rosqueamento 3.21 – à placa relativamente fraca, por causa de o material liquefeito durante a ancoragem ser primariamente pressionado para as direções laterais e não fazer com que a placa seja rasgada na interface com o elemento de ancoragem. A figura 26b ilustra a situação depois do processo de ancoragem.

A figura 26a ilustra adicionalmente a geração da força entre o contraelemento 31 e a ferramenta 3 por meio de um elemento de mola 82, na modalidade ilustrada mostrado para compreender uma pluralidade de

espiras guiadas por um guia de mola 83.

A configuração mostrada na figura 27 difere desta em que a ferramenta 3 e o elemento de ancoragem correspondem ao terceiro aspecto da invenção e são do tipo descrito referindo-se à figura 11 ou à figura 17 (mas com ancoragem "na retaguarda", de acordo com o segundo aspecto).

As figuras 26a, 26b e 27 ilustram que a abordagem de acordo com qualquer um dos três aspectos da invenção é especialmente apropriada para fixar um prendedor a um objeto oco, por exemplo, paredes comparavelmente fracas.

As figuras 28 e 29 mostram uma modalidade do terceiro aspecto da invenção para fixar um prendedor/ferramenta 3 com uma cabeça de prendedor (um "prego") ao objeto de material de construção 21. A ferramenta é tal como para expandir o elemento de ancoragem 1 durante o processo de ancoragem e para ser soldada a ele. Por causa da abordagem de acordo com a invenção, isto é, o uso de um elemento de ancoragem como um tipo de prego para fixar o prendedor 3, o prendedor também pode ser fixado a um material que normalmente tenderia a rasgar/lascar quando um prego é impulsionado para dentro dele, tal como papelão, compostos de lã de qualidade inferior, gesso, etc. Isto é por causa de o material liquefeito penetrar nas estruturas do material em um estado líquido (assim, não existem forças de cisalhamento) e depois da ressolidificação ser ancorado de modo relativamente profundo dentro dele.

Nas modalidades ilustradas, o prendedor é usado para pregar uma placa 106 ao objeto, isto, certamente, não sendo para significar o uso de um prendedor e sendo mostrado somente com o propósito de ilustração.

A modalidade da figura 29 difere da modalidade básica da figura 28 em que além da ancoragem de encaixe positivo pelo elemento de ancoragem 1, a ferramenta 3 também é fixada como um prego ou pino convencional por meio de uma ponta 3.31 impulsionada para dentro do material de construção 21, e o elemento de ancoragem e a ferramenta são configurados de tal maneira que o elemento de ancoragem também é pressionado para dentro do material de construção em uma direção para frente (tal como ilus-

trado pelas setas na figura).

- Elementos de ancoragem, dispositivos e métodos de ancoragem de acordo com as modalidades ilustradas ou outras modalidades de todos os aspectos da invenção encontram seu uso em várias situações onde uma
- 5 conexão firme entre o elemento de ancoragem e o objeto é importante. Para aplicações específicas é feito referência a todas as aplicações tal como descrito nas publicações WO 98/42988, WO 00/79137 e WO 2006/002 569, cujos conteúdos estão incorporados neste documento por meio desta referência.

REIVINDICAÇÕES

1. Método de ancorar um elemento de ancoragem (1) em um objeto de material de construção (21) com a ajuda de vibrações mecânicas (5), cujo elemento de ancoragem (1) compreende uma face de acoplamento adequada para transmissão de vibrações mecânicas, e cujo elemento de ancoragem (1) compreende adicionalmente um material termoplástico liquidificável por meio de vibrações mecânicas, o qual forma pelo menos uma parte da superfície do elemento de ancoragem (1), o método compreendendo as etapas de:
- posicionar o elemento de ancoragem (1) no objeto (21) de uma tal maneira que áreas do elemento de ancoragem (1) compreendendo o material termoplástico ficam em contato com o objeto (21);
 - acoplar uma força (4) e vibração mecânica (5) através da face de acoplamento ao elemento de ancoragem (1) posicionado, pelo que o material liquidificável é liquefeito pelo menos parcialmente onde em contato com o objeto (21) e é pressionado para dentro do objeto (21) para formar uma conexão de encaixe de formas com o objeto (21) depois da ressolidificação,
 - em que a força (4) e as vibrações mecânicas (5) são acopladas ao elemento de ancoragem (1) por meio de uma ferramenta (3), na qual as vibrações mecânicas (5) são acopladas em um lado proximal e que compreende uma face de acoplamento (3.1) em um lado distal, através da qual as vibrações mecânicas (5) são acopladas ao elemento de ancoragem (1), caracterizado pelo fato de que a dita força (4) acoplada ao elemento de ancoragem (1) da ferramenta (3) é exercida na ferramenta (3) como uma força de tração ou um contraelemento (31) é fornecido para exercer uma contraforça (51) oposta à dita força (4) acoplada ao elemento de ancoragem (1) da ferramenta (3), e em que a contraforça (51) é acoplada como uma força de tração ao contraelemento (31).
2. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que um furo (21.1) é fornecido no objeto (21) antes do posicionamento do elemento de ancoragem (1), e o elemento de ancoragem (1) é posicionado no dito furo (21.1).

3. Método de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que o contraelemento (31) é posicionado acima da boca ou no fundo ou dentro do furo (21.1) no objeto (21).

5 4. Método de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que, para agir contra a força (4) acoplada pela ferramenta (3) ao elemento de ancoragem (1), o contraelemento (31) é posicionado em uma boca ou em um fundo ou dentro do furo (21.1) no objeto (21).

5. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de que a etapa de acoplar a força de tração (4) à ferramenta (3) ou ao contraelemento inclui aplicar a força de tração por meio de um elemento de mola.

6. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo fato de que o elemento de ancoragem (1) é compressível na direção de um eixo de compressão (11) durante aumento local de uma distância entre uma superfície periférica do elemento de ancoragem (1) e o eixo de compressão (11), em que a face de acoplamento é não-paralela ao eixo de compressão, e em que o material termoplástico forma pelo menos uma parte da superfície periférica do elemento de ancoragem (1).

7. Conjunto de ancoragem compreendendo um elemento de ancoragem (1) adequado para ser ancorado em um objeto (21) com a ajuda de vibrações mecânicas (5) e de uma ferramenta (3), em que o elemento de ancoragem (1) compreende uma face de acoplamento para as vibrações mecânicas (5), em que o elemento de ancoragem (1) compreende adicionalmente um material termoplástico liquidificável por meio de energia mecânica, o qual forma pelo menos uma parte da superfície do elemento de ancoragem (1), em que a ferramenta (3) tem um lado proximal e um distal e uma face de acoplamento adequada para transmissão de vibração mecânica (5) e adaptada à face de acoplamento do elemento de ancoragem (1), caracterizado pelo fato de que a ferramenta (3) é capaz de ser acoplada ao elemento de ancoragem (1) de tal maneira que o elemento de ancoragem (1) é capaz de ser ancorado no objeto (21) quando uma força de tração (4) e vibrações mecânicas (5) são acopladas à ferramenta (3), e em que na ancoragem o

material termoplástico é liquefeito pelo menos parcialmente onde em contato com o objeto (21) e é pressionado para dentro do objeto (21) para formar uma conexão de encaixe de formas com o objeto (21) depois da ressolidificação.

5 8. Conjunto de ancoragem de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que a face de acoplamento é voltada na direção do lado proximal da ferramenta (3).

 9. Conjunto de ancoragem de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que a ferramenta (3) compreende uma parte de eixo proximal (3.4) com um eixo geométrico de eixo e um alargamento distal (3.7) tendo em uma projeção ao longo do eixo geométrico de eixo uma maior área de base do que o eixo e em que a face de acoplamento é formada por uma superfície proximal do alargamento.

10

 10. Conjunto de ancoragem de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que o alargamento tem uma seção transversal que é assimétrica de forma rotativa com relação ao eixo geométrico de eixo.

15

 11. Conjunto de ancoragem de acordo com qualquer uma das reivindicações 7 a 10, caracterizado pelo fato de que o elemento de ancoragem (1) é compressível na direção de um eixo de compressão (11) durante aumento local de uma distância entre uma superfície periférica do elemento de ancoragem (1) e o eixo de compressão (11), a face de acoplamento é não-paralela ao eixo de compressão (11) para o acoplamento de uma força de compressão e a vibração mecânica (5), e em que o material termoplástico forma pelo menos uma parte da superfície periférica do elemento de ancoragem (1) em áreas do aumento de distância local

20

25

 12. Método de ancorar um elemento de ancoragem (1) em um objeto (21) de material de construção (21), cujo elemento de ancoragem (1) é compressível na direção de um eixo de compressão durante aumento local de uma distância entre uma superfície periférica do elemento de ancoragem (1) e o eixo de compressão, em que o elemento de ancoragem (1) compreende uma face de acoplamento (1.1) não-paralela ao eixo de compressão para o acoplamento de uma força de compressão (4) e vibração mecânica

30

(5), e em que o elemento de ancoragem (1) compreende adicionalmente um material termoplástico formando pelo menos uma parte da superfície periférica do elemento de ancoragem, o método caracterizado pelo fato de compreender as etapas de:

- 5 • fornecer um furo (21.1) no objeto (21);
- posicionar o elemento de ancoragem (1) no furo (21.1);
- fornecer uma ferramenta (3) com uma face de acoplamento (3.1) que colabora com uma face de acoplamento (1.1) do elemento de ancoragem (1) para acoplamento à força de compressão (4) e às vibrações mecânicas (5) e
- 10 • acoplar a força de compressão (4) e as vibrações mecânicas (5) através da face de acoplamento (1.1, 1.2) ao elemento de ancoragem (1) posicionado, pelo que o elemento de ancoragem (1) é comprimido e por causa do aumento de distância pelo menos localmente é pressionado contra
- 15 paredes laterais do furo (21.1) e o material termoplástico é liquefeito pelo menos parcialmente onde em contato com as paredes laterais e pressionado para dentro de estruturas do objeto (21) para formar, depois da ressolidificação, uma conexão de encaixe de formas com as paredes laterais.

13. Método de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que, ao posicionar o elemento de ancoragem (1) no furo (21.1), o eixo de compressão é dirigido essencialmente paralelo a um eixo geométrico do furo (21.1).

14. Método de acordo com a reivindicação 12 ou 13, caracterizado pelo fato de que o elemento de ancoragem (1) compreende pelo menos dois componentes que são deslocados um em relação ao outro pelo efeito da força de compressão (4) ao serem deslocados ao longo de superfícies de deslocamento se estendendo obliquamente ao eixo de compressão.

15. Método de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que pelo menos um dos componentes é expandido pelo efeito da força de compressão (4).

16. Método de acordo com a reivindicação 14 ou 15, caracterizado pelo fato de que pelo menos alguns dos componentes do elemento de

ancoragem (1) compreendem material termoplástico ao longo das superfícies de deslocamento e em que uma energia mecânica acoplada ao elemento de ancoragem (1) pelas vibrações mecânicas (5) é suficiente para soldar os componentes conjuntamente de maneira irreversível depois do acoplamento das vibrações e da subsequente ressolidificação.

17. Método de acordo com a reivindicação 12 ou 13, caracterizado pelo fato de que o elemento de ancoragem (1) consiste em uma peça e é deformado pelo efeito da força de compressão.

18. Método de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de que a força de compressão (4) faz com que o elemento de ancoragem (1) se expanda ou se curve.

19. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 12 a 18, caracterizado pelo fato de que a força de compressão (4) é exercida entre a ferramenta (3) e um contraelemento, em que o contraelemento não transmite qualquer força ao objeto (21) e/ou em que a etapa de acoplar a força de compressão (4) ao elemento de ancoragem (1) inclui aplicar a força de compressão (4) por meio de um elemento de mola.

20. Elemento de ancoragem (1) adequado para ser ancorado com a ajuda de vibrações mecânicas (5) em um furo (21.1) em um objeto (21), elemento de ancoragem (1) este que é compressível na direção de um eixo de compressão durante aumento local de uma distância entre uma superfície periférica do elemento de ancoragem (1) e o eixo de compressão, em que o elemento de ancoragem (1) compreende uma face de acoplamento (1.1, 1.2) não-paralela ao eixo de compressão para o acoplamento de uma força de compressão (4) e vibrações mecânicas (5), e em que o elemento de ancoragem (1) compreende adicionalmente um material termoplástico formando pelo menos uma parte da superfície do elemento de ancoragem (1) em áreas do aumento de distância local, caracterizado pelo fato de que para o aumento local de uma distância entre uma superfície periférica do elemento de ancoragem (1) e o eixo de compressão o elemento de ancoragem (1)

- compreende pelo menos dois componentes, os quais são

projetados para serem deslocados um em relação ao outro pela força de compressão ao longo de superfícies de deslocamento se estendendo obliquamente em relação ao eixo de compressão;

- ou é uma peça que é expansível
- 5 • e/ou compreende localizações de encurvamento, nas quais o elemento de ancoragem se curva pelo efeito da força de compressão.

21. Elemento de ancoragem de acordo com a reivindicação 20, caracterizado pelo fato de que a face de acoplamento (1.1, 1.2) é pelo menos parcialmente uniforme e orientada perpendicular ao eixo de compressão.

10 são.

22. Elemento de ancoragem de acordo com a reivindicação 20 ou 21, caracterizado pelo fato de compreender pelo menos dois componentes, os quais são projetados para serem deslocados um em relação ao outro pela força de compressão (4) ao longo de superfícies de deslocamento se estendendo obliquamente em relação ao eixo de compressão, em que pelo menos um dos componentes é expansível pela força de compressão (4) e em que opcionalmente os componentes do elemento de ancoragem (1), antes da ancoragem, são separados ou ligados por meio de pontos de ruptura ou de fusão predeterminados.

15

23. Elemento de ancoragem de acordo com qualquer uma das reivindicações 20 a 22, caracterizado pelo fato de que o elemento de ancoragem (1) compreende pelo menos dois componentes, os quais são projetados para serem deslocados um em relação ao outro pela força de compressão ao longo de superfícies de deslocamento se estendendo obliquamente em relação ao eixo de compressão, em que as superfícies de deslocamento são cônicas.

20

25

24. Elemento de ancoragem de acordo com qualquer uma das reivindicações 20 a 23, caracterizado pelo fato de que o elemento de ancoragem (1) compreende pelo menos dois componentes, os quais são projetados para serem deslocados um em relação ao outro pela força de compressão ao longo de superfícies de deslocamento se estendendo obliquamente em relação ao eixo de compressão, em que a superfície dos componentes

30

consiste em material termoplástico pelo menos para a extensão em que os componentes são capazes de serem soldados conjuntamente pelo efeito das vibrações mecânicas e da força de compressão.

5 25. Elemento de ancoragem de acordo com a reivindicação 20 ou 21, caracterizado pelo fato de que o elemento de ancoragem (1) sendo uma peça e compreendendo localizações de encurvamento, nas quais o elemento de ancoragem se curva pelo efeito da força de compressão (4), em que as localizações de encurvamento são pontos fracos, os quais são capazes de serem amolecidos ou liquefeitos pelo efeito das vibrações mecânicas.

10 26. Método para ancorar um elemento de ancoragem (1) em um objeto (21) com a ajuda de vibrações mecânicas (5), o elemento de ancoragem (1) compreendendo um eixo e um material liquidificável por meio de vibrações mecânicas (5), o qual forma pelo menos uma parte da superfície do elemento de ancoragem (1), o método caracterizado pelo fato de compreender as etapas de:

- fornecer um furo (21.1) no objeto (21);
- posicionar o elemento de ancoragem (1) no furo (21);
- fornecer uma ferramenta (3) tendo uma parte proximal e uma parte de extremidade distal;
- 20 • posicionar a ferramenta (3) em contato com o elemento de ancoragem (1);
- acoplar as vibrações mecânicas (5) à ferramenta (3) e simultaneamente deslocar a ferramenta (3) em relação ao elemento de ancoragem (1) na direção axial, uma parte da ferramenta (3) se deslocando em um interior do elemento de ancoragem (1), e assim expandir o elemento de ancoragem e pressionar o elemento de ancoragem (1) pelo menos localmente contra paredes laterais do furo (21.1) e, por causa da expansão e do efeito de
- 25 vibrações mecânicas (5) acopladas ao elemento de ancoragem (1) pela ferramenta (3), liquefazer o material termoplástico pelo menos parcialmente onde em contato com a parede do furo (21.1) para produzir material termoplástico liquefeito, e pressionar o material liquefeito para dentro do material
- 30 de construção a fim de formar uma conexão de encaixe positivo com a pare-

de depois da ressolidificação.

27. Método de fixar um prendedor a um objeto (21) de material de construção, caracterizado por compreender um método de ancorar elemento de ancoragem (1) conforme definido em qualquer uma das reivindicações 12 a 19 ou 26, e incluindo a etapa adicional de fazer com que a ferramenta (3) seja fixada ao elemento de ancoragem (1) e usar a ferramenta (3), depois da ancoragem, como o prendedor.
- 5

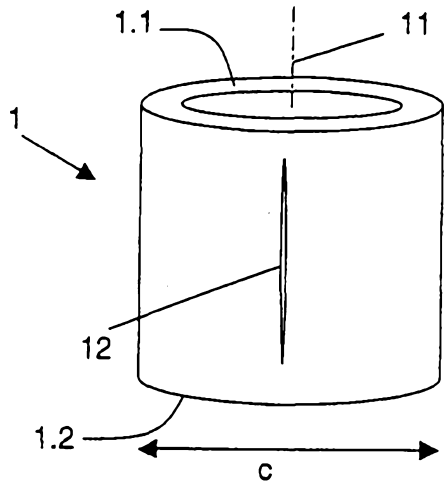


Fig. 1a

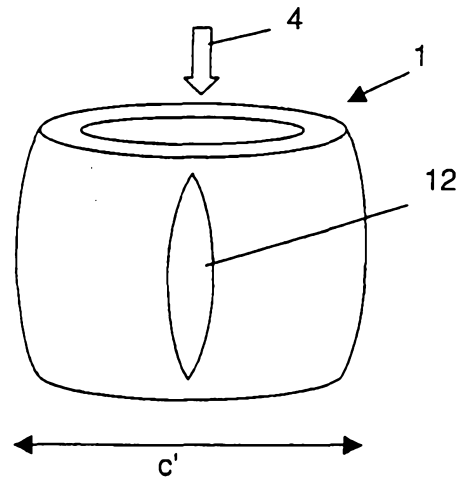


Fig. 1b

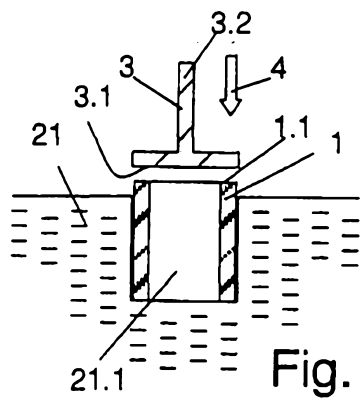


Fig. 2a

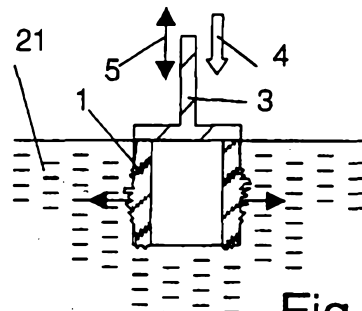


Fig. 2b

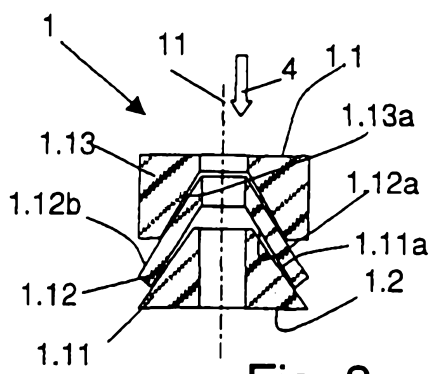


Fig. 3a

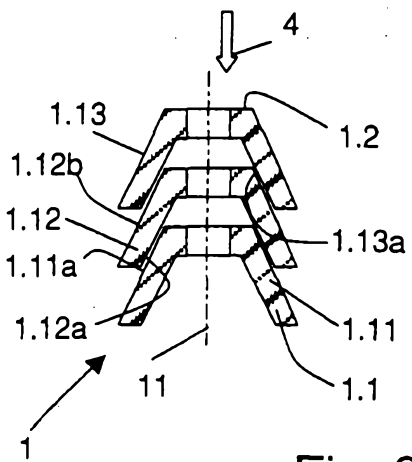


Fig. 3b

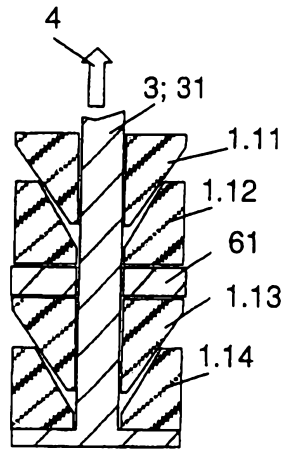


Fig. 3c

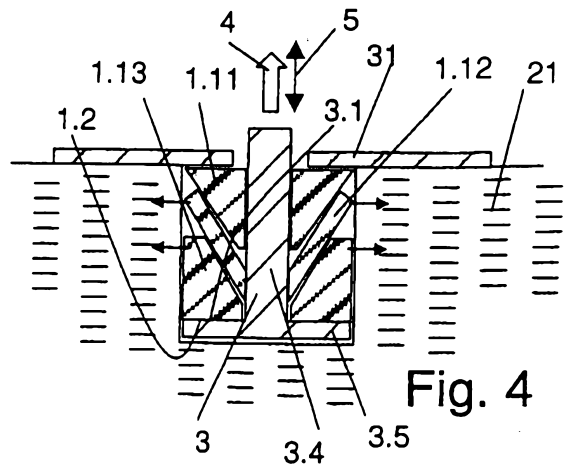


Fig. 4

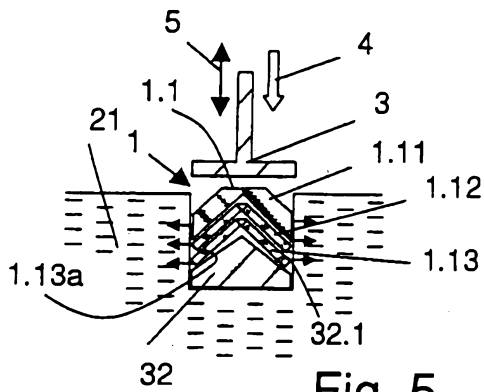


Fig. 5

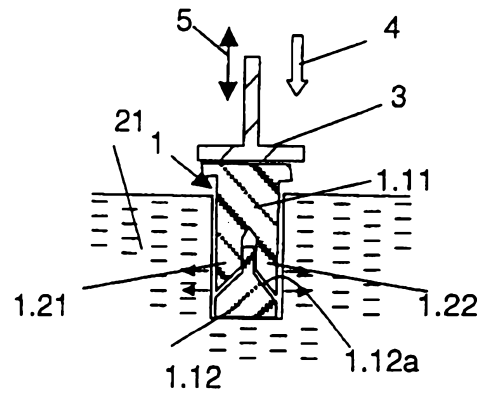


Fig. 5a

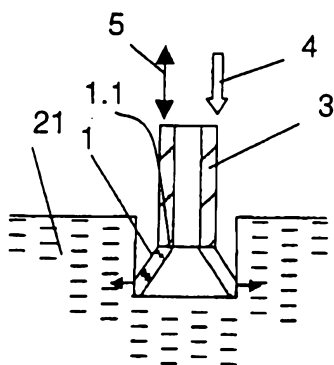


Fig. 6

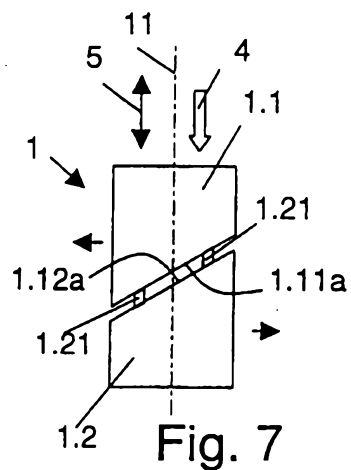


Fig. 7

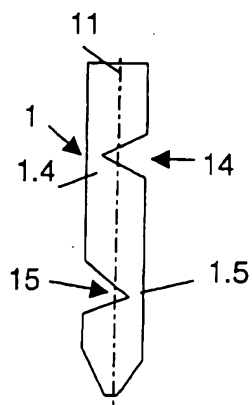


Fig. 8a

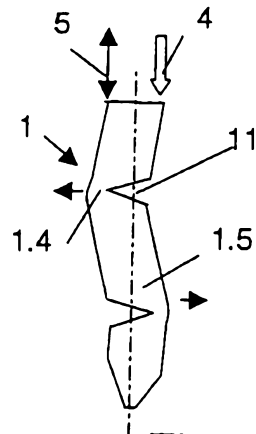


Fig. 8b

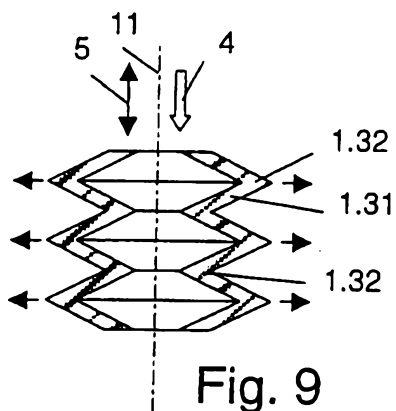


Fig. 9

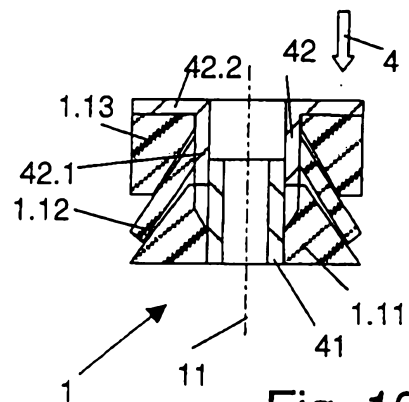


Fig. 10

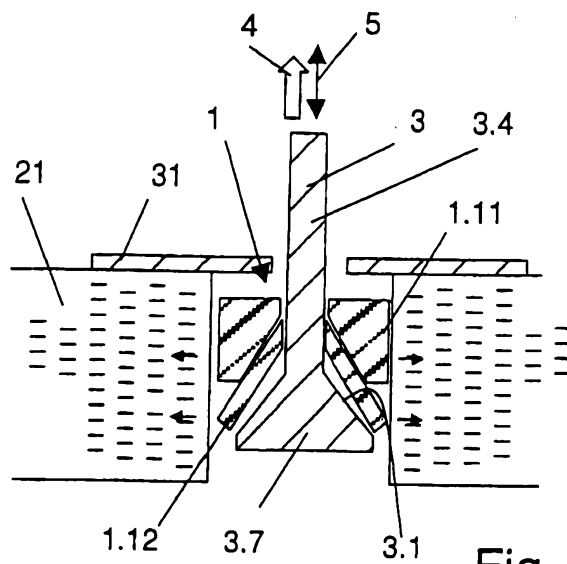


Fig. 11

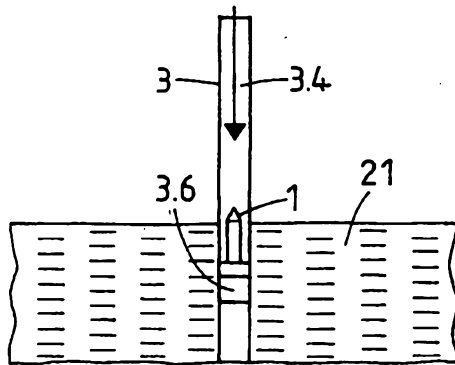


Fig. 12a

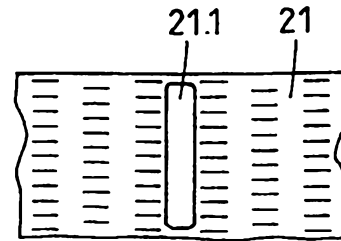


Fig. 12b

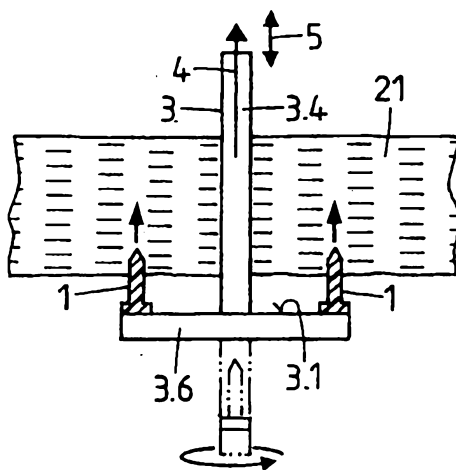


Fig. 12c

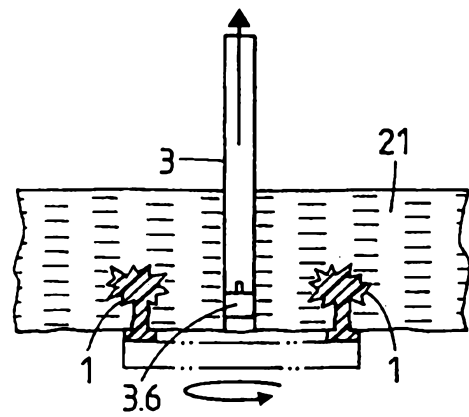


Fig. 12d

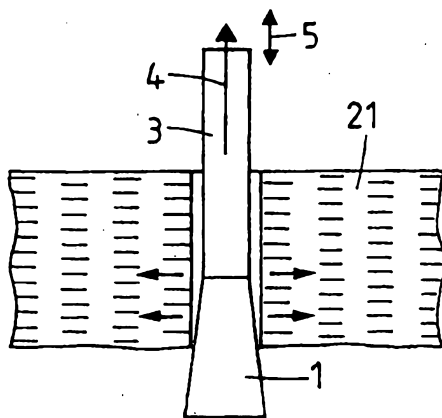


Fig. 13

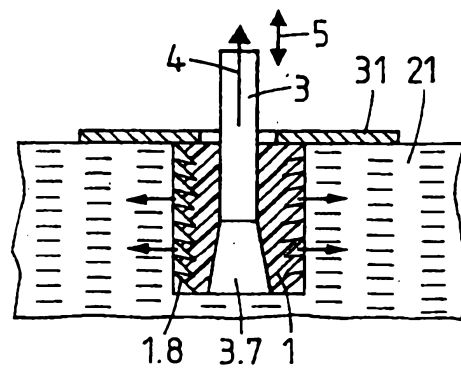
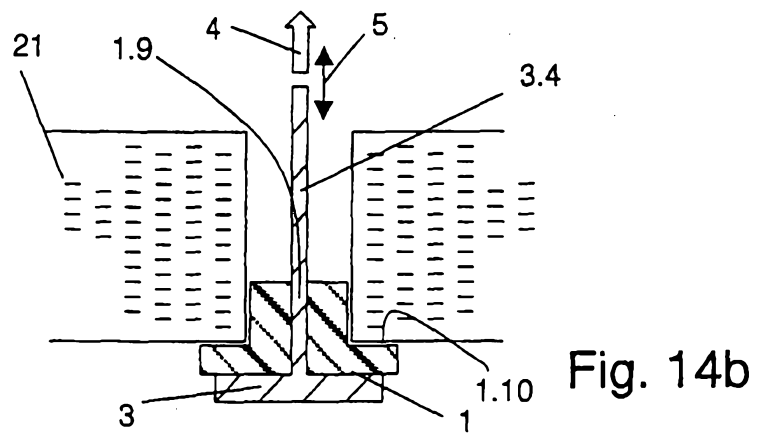
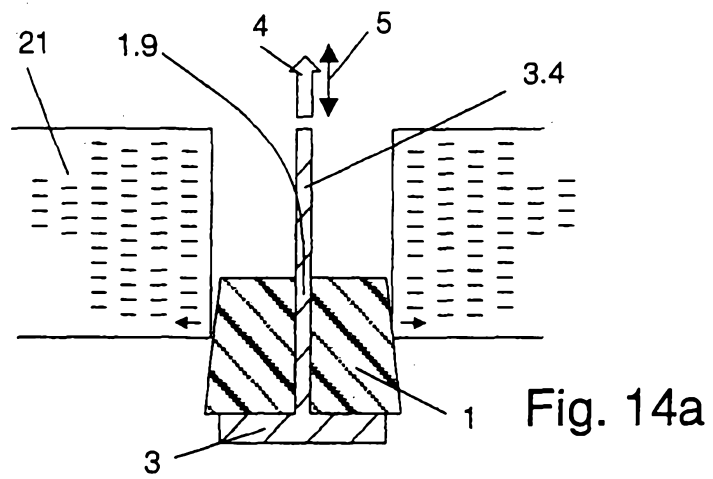


Fig. 15



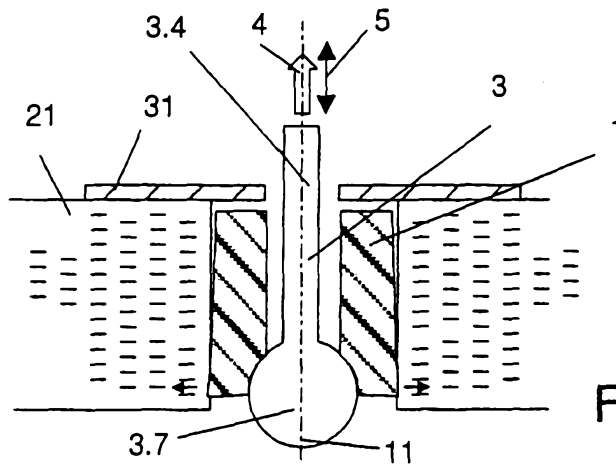


Fig. 16

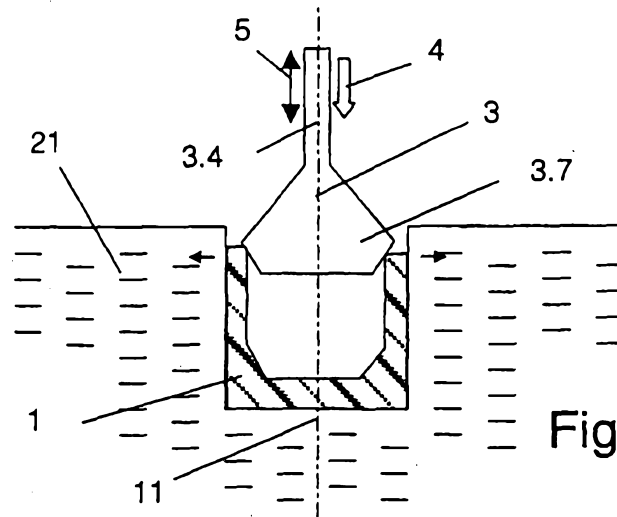


Fig. 17

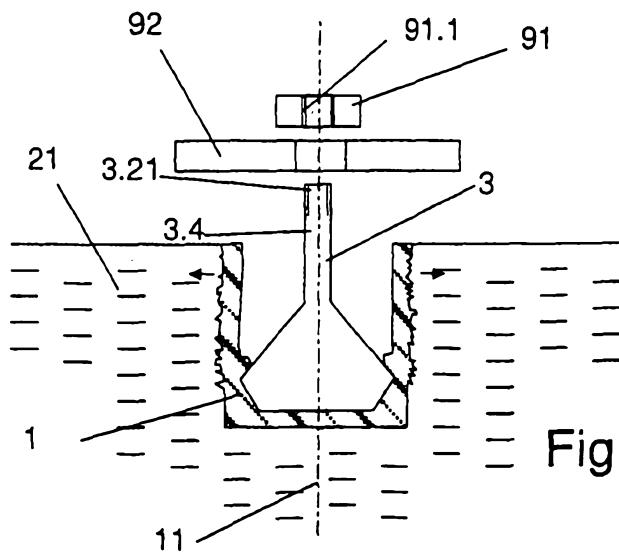


Fig. 17a

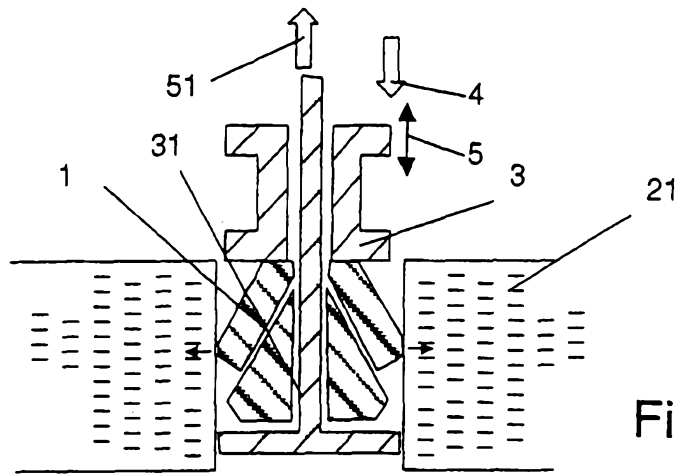


Fig. 18

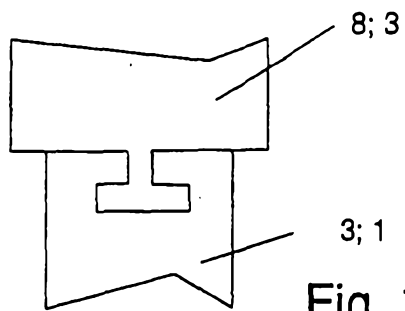


Fig. 19

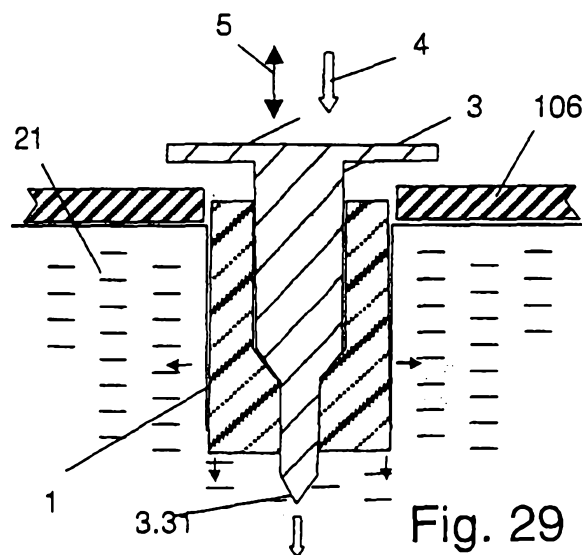


Fig. 29

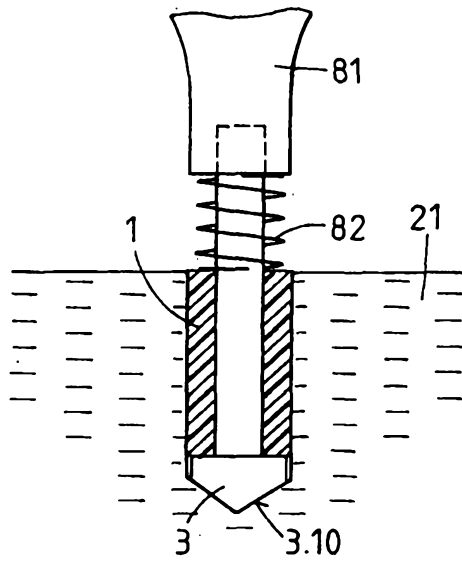


Fig. 20

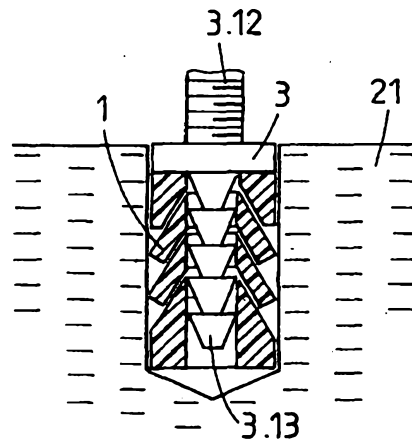


Fig. 21

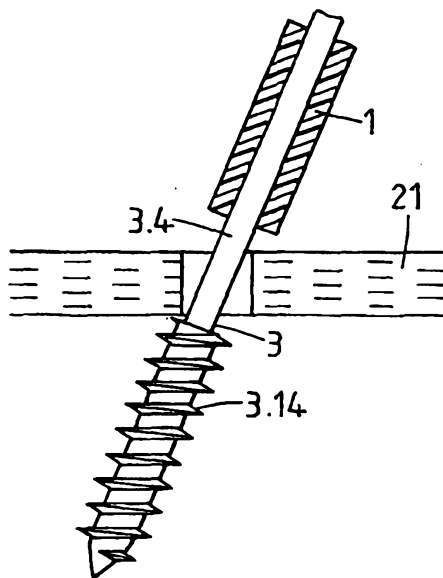


Fig. 22a

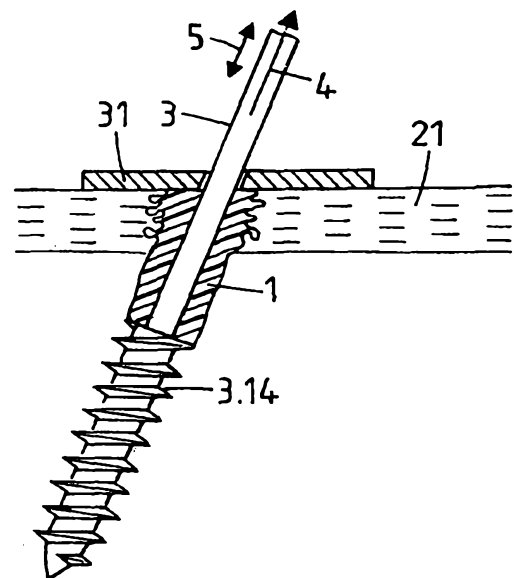


Fig. 22b

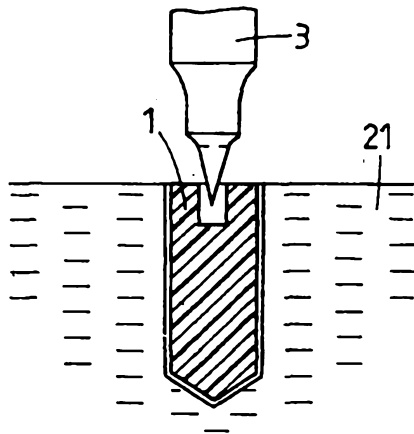


Fig. 23a

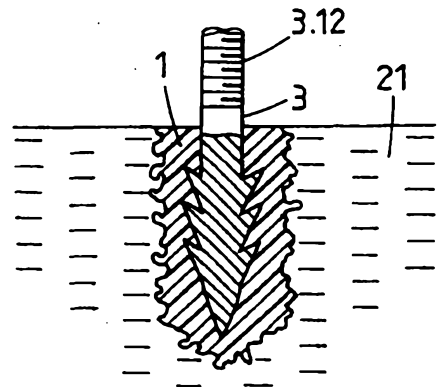


Fig. 23b

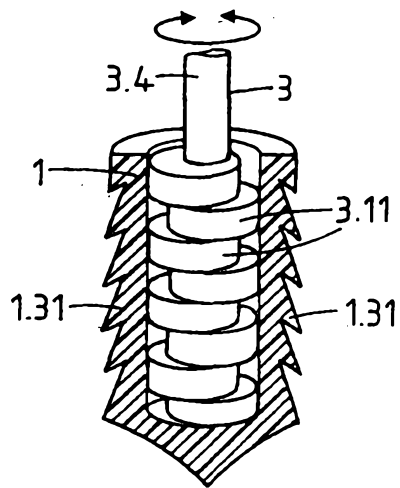


Fig. 24a

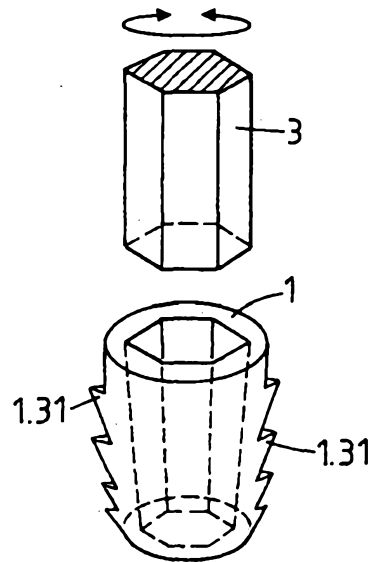


Fig. 25

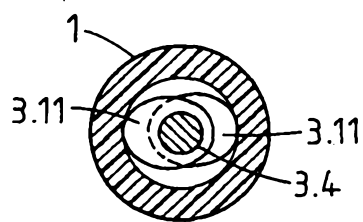


Fig. 24b

