



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

(11) PI 0902188-4 B1



(22) Data do Depósito: 14/07/2009

(45) Data de Concessão: 26/03/2019

(54) Título: TRANSDUTOR ULTRASSÔNICO

(51) Int.Cl.: G01H 3/00.

(30) Prioridade Unionista: 15/07/2008 DE 10 2008 050 040.2.

(73) Titular(es): KROHNE A G.

(72) Inventor(es): JEREON MARTIN VAN KLOSTER; ARIE HUIJZER.

(57) Resumo: TRANSDUTOR ULTRASSÔNICO. A presente invenção refere-se a um transdutor ultrassônico para instalação em uma caixa de instrumento (1), onde o transdutor ultrassônico compreende uma caixa do transdutor (2) e uma fixação da caixa (3a, 3b) e onde a caixa do transdutor (2) pode ser colocada sob uma pressão do meio em seu estado instalado no seu lado de emissão e/ou de recepção (4). O objetivo da presente invenção é proporcionar um transdutor ultrassônico para instalação em uma caixa de instrumento, o qual implementa uma medição adicional para evitar interferência de sinais ultrassônicos e evita as desvantagens conhecidas a partir da técnica anterior - pelo menos parcialmente. O transdutor ultrassônico é caracterizado pelo fato de que a caixa do transdutor (2) indiretamente forma pelo menos uma área de contato (6) no seu estado instalado com a fixação da caixa (3a, 3b), a caixa do transdutor (2) e a fixação da caixa (3a, 3b) sendo pelo menos indiretamente pressionadas uma contra a outra em uma primeira área de contato (6) com a pressão de superfície existente, mas o mais leve possível, por um dispositivo de pré-carregamento (14).

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**TRANS-DUTOR ULTRASSÔNICO**".

[001] A presente invenção refere-se a um transdutor ultrassônico para instalação em uma caixa de instrumento, onde o transdutor ultrassônico compreende uma caixa do transdutor e uma fixação da caixa e onde a caixa do transdutor pode ser colocada sob uma pressão do meio em seu estado instalado no seu lado de emissão e/ou de recepção.

[002] Transdutores ultrassônicos do tipo mencionado acima são conhecidos há anos e são, por exemplo, utilizados em medidores de fluxo de massa acústica em grande escala. O transdutor ultrassônico transforma energia elétrica na oscilação de uma membrana que é proporcionada no lado de emissão e/ou de recepção na caixa do transdutor; neste caso, o transdutor ultrassônico atua como um emissor ultrassônico. Além disso, também é possível que uma membrana proporcionada no lado de emissão e/ou de recepção seja oscilada por flutuações externas de pressão - ocorrendo no meio - e a oscilação é transformada em um respectivo sinal; neste caso, o transdutor ultrassônico atua como um receptor ultrassônico. Em algumas aplicações - como, por exemplo, medição de nível de enchimento - tal transdutor ultrassônico é utilizado tanto como um emissor ultrassônico e um receptor ultrassônico, e no campo de medição de fluxo de massa, um transdutor ultrassônico é normalmente utilizado como um emissor ultrassônico ou como um receptor ultrassônico.

[003] Na medição acústica de fluxo de massa, o efeito normalmente é utilizado pelo fato de que a velocidade de propagação do sinal acústico é sobreposto à taxa de alimentação do meio em um meio transportado em um tubo de medição. A velocidade de propagação medida do sinal acústico comparada com o tubo de medição é maior do que em um meio inativo quando o meio é transportado na direção

do sinal acústico e a velocidade do sinal acústico comparada com o tubo de medição é menor do que em um meio inativo quando o meio é transportado contra a direção de emissão do sinal acústico. O tempo de execução do sinal acústico entre o emissor acústico e o receptor acústico - ambos são transdutores ultrassônicos - depende da taxa de alimentação do meio comparada com o tubo de medição e assim, devido ao efeito de arrastamento, comparada com o emissor acústico e com o receptor acústico.

[004] Isto é um problema para as medições baseadas nos sinais acústicos ou ultrassônicos emitidos, não somente no campo de medição de fluxo de massa, na qual a oscilação criada no transdutor ultrassônico não somente é transmitida pelo lado de emissão e/ou de recepção da caixa do transdutor no meio circundante do transdutor ultrassônico, mas também pelo fato de que as oscilações criadas são transmitidas para a caixa do instrumento via a caixa do transdutor - como pode ser o caso, via a fixação da caixa, à medida que ela é diferente da caixa do instrumento. Isto não somente é um problema porque, sob certas circunstâncias, uma parte considerável da energia de transmissão é "perdida", mas também é um problema porque as ondas ultrassônicas transmitidas para a caixa do instrumento pela assim chamada, interferência de transmissão, podem levar a interferência considerável no lado da recepção. Isto é considerado pelo fato de que, por exemplo, isto não pode ser diferenciado no lado do receptor se o sinal ultrassônico recebido foi recebido via o meio - sinal desejado - ou via a caixa do instrumento, onde o sinal ultrassônico transmitido via a caixa do instrumento então novamente cria interferência de sinal na caixa do transdutor do transdutor ultrassônico de recepção.

[005] Em particular em aplicações de gás, nas quais o meio é compreendido de gás, a parte da energia de oscilação transmitida a partir do transdutor ultrassônico para dentro do meio gasoso compara-

da com a energia de oscilação total criada, é muito baixa, de modo que o problema de interferência de sinal é particularmente agravado nesta situação.

[006] São conhecidos diferentes métodos a partir da técnica anterior para reduzir a interferência de sinal nas oscilações ultrassônicas a partir de osciladores reais na caixa do transdutor para a caixa do transdutor e adicionalmente para a caixa do instrumento. Alguns destes métodos são baseados no caminho de transmissão a partir do gerador ultrassônico - por exemplo, o elemento piezelétrico no lado de emissão e/ou de recepção da caixa do transdutor - até a transferência na caixa do instrumento sendo construtivamente alongado. Outros métodos incluem tentativas de acusticamente separar a fonte ultrassônica do resto do transdutor ultrassônico e/ou da caixa do instrumento, por exemplo, pela criação de transferências acústicas com materiais, o que resulta em uma associação de impedância ruim e assim, caixa a transmissão de uma parte inferior de energia. Vários métodos são frequentemente combinados uns com os outros.

[007] Nas aplicações de gás, existe o problema adicional de que parte da energia diretamente transmitida para o meio gasoso é muito dependente da pressão e assim, da densidade do meio. As flutuações de pressão causam que a proporção de energia desejada do sinal para o sinal de interferência fique altamente variada, por meio do que a análise de sinais ultrassônicos baseada nos níveis de sinal ou nas proporções de nível de sinal se torne mais difícil.

[008] Assim, o objetivo da presente invenção é proporcionar um transdutor ultrassônico para instalação em uma caixa de instrumento, o qual implementa uma medição adicional para evitar interferência de sinal de sinais ultrassônicos e evita as desvantagens conhecidas a partir da técnica anterior - pelo menos parcialmente.

[009] O transdutor ultrassônico de acordo com a invenção, no

qual o objetivo derivado e representado acima é alcançado, é primeiramente e essencialmente caracterizado pelo fato de que a caixa do transdutor forma, pelo menos indiretamente, pelo menos uma área de contato em seu estado instalado com a fixação da caixa, a caixa do transdutor e a fixação da caixa sendo pelo menos indiretamente pressionadas uma contra a outra em uma primeira área de contato com a pressão de superfície existente, mas o mais leve possível, por um dispositivo de pré-carga. Pela montagem da caixa do transdutor com uma pressão de superfície o menor possível na fixação da caixa, uma separação acústica importante é obtida entre a caixa do transdutor, por um lado, e a fixação da caixa, por outro lado, de modo que a interferência de sinais de ondas ultrassônicas é eficazmente reduzida. Desde que, de modo geral, uma pressão de superfície pelo menos indireta, mesmo se o menor possível, entre a fixação da caixa e a caixa do transdutor seja implementada, as fixações da caixa e a caixa do transdutor são montadas definidas uma com a outra de modo que o transdutor ultrassônico possua uma geometria externa definida mesmo quando ele não é colocado sob pressão a partir do meio.

[0010] O método de acordo com a invenção é baseado no conhecimento de que a transmissão acústica, e assim, ultrassônica, entre dois corpos sólidos não é somente dependente das características e da geometria do material, mas também de como a junção entre os corpos sólidos é definida. A transmissão acústica a partir de um corpo sólido para um corpo sólido adjacente é, por exemplo, também dependente de se estes corpos sólidos adjacentes são pressionados uns contra os outros, de com que força eles são pressionados uns contra os outros - ou, respectivamente, qual pressão de superfície é implementada na área de contato - ou se estes corpos sólidos adjacentes somente se situam próximos um do outro sem qualquer força. Com pressão crescente da pressão de superfície, a transmissão acústica

entre dois corpos sólidos é aperfeiçoada. Assim, é obtido com a construção do dispositivo de pré-carregamento, que uma pressão de superfície inicial a mais leve possível e, com a mesma, a habilidade de transmissão acústica no transdutor ultrassônico seja realizada em uma posição definida da fixação da caixa e da caixa do transdutor em relação uma à outra.

[0011] As caixas de transdutores de transdutores ultrassônicos normalmente são longitudinalmente orientadas, onde a fonte ultrassônica real é encontrada em uma extremidade desta caixa do transdutor longitudinalmente orientada, normalmente na forma de um cristal piezelétrico. Este cristal piezelétrico oscila uma membrana, por meio do que ondas ultrassônicas são emitidas na direção orientada de forma axial da caixa do transdutor.

[0012] Pela mesma razão, isto significa que uma pressão do meio circundante presente fora da caixa do transdutor possui um efeito sobre a caixa do transdutor, uma carga de pressão resultante e com a mesma, uma ação de força resultante somente acontece nesta direção axial da orientação longitudinal da caixa do transdutor, a saber, sobre a membrana proporcionada no lado de emissão e/ou de recepção. Assim, a pressão do meio presente causa uma ação resultante de força P sobre a caixa do transdutor, nas construções normais, na direção axial da caixa do transdutor.

[0013] De acordo com uma modalidade preferida da invenção, é proporcionado que a força com a qual a caixa do transdutor é pressionada pelo menos indiretamente contra a fixação da caixa no estado instalado carregado com pressão, seja dependente da carga de pressão resultante da caixa do transdutor pelo meio, a força e, assim, a pressão de superfície na primeira área de superfície também aumentam com a pressão crescente do meio. O conhecimento mencionado acima é utilizado neste método pelo fato de que a transmissão de on-

das ultrassônicas a partir de um corpo sólido para outro corpo sólido é estimulada pelo fato de que a pressão de superfície na área de contato entre ambos os corpos sólidos - aqui, a caixa do transdutor e a fixação da caixa - é aumentada.

[0014] Ao mesmo tempo, a pressão de superfície entre a fixação da caixa e a caixa do transdutor também é transportada indiretamente via um corpo sólido encontrado entre a fixação da caixa e a caixa do transdutor, e então, a primeira área de contato mencionada é formada entre a fixação da caixa e o corpo sólido de transporte, por um lado, e o corpo sólido de transporte e a caixa do transdutor, por outro lado; isto é o que se quer dizer quando é dito que a caixa do transdutor forma uma primeira área de contato indiretamente com a fixação da caixa no estado instalado, onde então, inevitavelmente surge uma segunda área de contato.

[0015] Em um estado livre de pressão - isto é, pressão normal - do meio, a caixa do transdutor e a fixação da caixa entram em contato uma com a outra - pelo menos indiretamente - devido às especificações da invenção com uma pressão de superfície o mais leve possível; praticamente nenhuma onda ultrassônica é transmitida a partir da caixa do transdutor para a fixação da caixa. Na montagem descrita acima da caixa do transdutor na fixação da caixa, a força com a qual a caixa do transdutor é pressionada contra a fixação da caixa - na direção da carga de pressão resultante - aumenta com a pressão crescente do meio. Desse modo, a interferência de sinais de ondas ultrassônicas a partir da caixa do transdutor para a fixação da caixa é estimulada, por um lado, e por outro lado, entretanto, uma parte crescente da energia acústica é emitida para dentro do meio.

[0016] Principalmente em meio gasoso, a pressão crescente do meio anda de mãos dadas com a densidade crescente do meio, de modo que no caso, no qual a pressão do meio aumenta a interferência

de sinais de ondas ultrassônicas a partir da caixa do transdutor na fixação da caixa é estimulada, a transmissão de ondas ultrassônicas a partir do lado de emissão e/ou de recepção da caixa do transdutor, também é estimulada no meio. Como resultado, este método obtém que a proporção de energia de sinal desejada em relação à energia de interferência de sinais permaneça a mesma, em qualquer taxa, se altera menos fortemente quando a pressão do meio é alterada, como é o caso nas construções conhecidas, em particular em tais construções nas quais a pressão de superfície produzida pelo dispositivo de pré-carregamento é muito maior do que a pressão de superfície na primeira área de contato, o que é resultado da carga criada pelo meio.

[0017] Os transdutores ultrassônicos de acordo com a invenção são preferidos e projetados de modo que a pressão de superfície - pelo menos indiretamente - causada pelo dispositivo de pré-carregamento seja menor do que 10 MPa na primeira área de contato, especialmente menor do que 7 MPa, de preferência menor do que 6 MPa e mais de preferência menor do que 5 MPa. Neste contexto, foi provado como vantajoso quando a pressão de superfície - pelo menos indiretamente - causada pelo dispositivo de pré-carregamento é maior do que 0,001 MPa na primeira área de contato, especialmente maior do que 0,005 MPa, de preferência maior do que 0,01 MPa e mais de preferência maior do que 0,05 MPa. Foi apresentado que os transdutores ultrassônicos possuindo uma pressão de superfície na primeira área de contato de entre 0,05 MPa e 5 MPa podem ser facilmente colocados em produção.

[0018] Em uma modalidade mais preferida do transdutor ultrassônico de acordo com a invenção, é proporcionado que o dispositivo de pré-carregamento seja eficaz entre a caixa do transdutor e a fixação da caixa de modo que o dispositivo de pré-carregamento seja crescentemente descarregado com a pressão crescente do meio. Esta moda-

lidade e disposição do dispositivo de pré-carregamento levam a um efeito de compensação adicional em vista da transmissão ultrassônica. Assim, é claro que de modo a aplicar a pressão de superfície - pelo menos atuando indiretamente - entre a fixação da caixa e a caixa do transdutor, o dispositivo de pré-carregamento tem que estar em contato - se não diretamente, então mecanicamente indiretamente - com a fixação da caixa e a caixa do transdutor, de modo que uma ponte acústica também seja formada entre a caixa do transdutor e a fixação da caixa. As áreas de contato entre o dispositivo de pré-carregamento e a caixa do transdutor ou, respectivamente, entre o dispositivo de pré-carregamento e a fixação da caixa estão sujeitas ao mesmo princípio de habilidade de transmissão acústica crescente com pressão de superfície crescente. Entretanto, quando o dispositivo de pré-carregamento é disposto e instalado como descrito acima, a transmissão acústica a partir da caixa do transdutor para a fixação da caixa é aperfeiçoada na pressão do meio crescente, entretanto, a habilidade de transmissão acústica do dispositivo de pré-carregamento diminui simultaneamente devido à pressão de superfície decrescente neste lugar.

[0019] Em uma variação do transdutor ultrassônico de acordo com a invenção, é proporcionado que a fixação da caixa compreenda um primeiro elemento de fixação e um segundo elemento de fixação, onde o primeiro elemento de fixação e o segundo elemento de fixação formam um espaço livre no estado montado, na qual uma seção da caixa do transdutor é montada, onde a seção da caixa do transdutor é - diretamente ou indiretamente - suportada na direção e oposta à direção da carga de pressão resultante no primeiro elemento de fixação e no segundo elemento de fixação, isto é, a primeira fixação da caixa e a segunda fixação da caixa virtualmente prendem a seção e, de modo geral, assim mantém o suporte da caixa do transdutor. Com base nesta

variação, é, em particular, proporcionado que o primeiro elemento de fixação seja formado por uma seção da caixa do instrumento proporcionada com um rebaixo, onde a caixa do transdutor pode ser inserida no rebaixo da caixa do instrumento e que o segundo elemento de fixação é formado por uma luva que pode ser inserida no rebaixo da seção da caixa do instrumento e pode ser conectada com a seção da caixa do instrumento.

[0020] A pressão de contato pode ser particularmente facilmente ajustada na última variação mencionada, se o segundo elemento de fixação puder ser aparafusado dentro do primeiro elemento de fixação e o dispositivo de pré-carregamento for implementado pela interação da rosca do segundo elemento de fixação com o passo correspondente do primeiro elemento de fixação.

[0021] Um aperfeiçoamento adicional na supressão da transmissão ultrassônica é obtido por uma modalidade preferida da invenção na qual a caixa do transdutor e a fixação da caixa são espaçadas uma da outra no estado instalado na direção da carga de pressão resultante por um espaço, onde pelo menos um elemento de separação acústica é disposto no espaço, onde, em particular, o material e/ou as dimensões do elemento de separação são escolhidos de modo que uma combinação o mais baixa possível de impedância acústica resultante seja implementada entre a caixa do transdutor e o elemento de separação e/ou o elemento de separação e a fixação da caixa. A combinação de impedância ruim leva a somente uma pequena parte da energia ultrassônica sendo transmitida para a área de contato, na verdade, uma parte maior das ondas ultrassônicas são refletidas, e em qualquer caso, não alcançam as fixações da caixa ou, respectivamente, a caixa.

[0022] Detalhadamente, existem diferentes possibilidades para projetar e adicionalmente desenvolver o transdutor ultrassônico de acordo com a invenção. Os desenhos apresentam:

a Figura 1 é uma seção transversal através de um transdutor ultrassônico de acordo com a invenção no estado instalado,

a Figura 2 é uma vista detalhada de uma junção da caixa do transdutor com a fixação da caixa de acordo com a Figura 1,

a Figura 3 é uma modalidade adicional de um transdutor ultrassônico de acordo com a invenção com um elemento de separação adicional e

a Figura 4 é uma modalidade adicional de um transdutor ultrassônico de acordo com a invenção possuindo vários elementos de separação.

[0023] As Figuras 1 até 4 apresentam vistas esquemáticas de seções transversais longitudinais do transdutor ultrassônico de acordo com a invenção, as quais são proporcionadas para instalação em uma caixa de instrumento 1, onde a caixa de instrumento 1 é somente apresentada nas Figuras 1 até 3. O transdutor ultrassônico compreende uma caixa do transdutor e uma fixação da caixa, onde a caixa do transdutor pode ser colocada sob uma pressão do meio em seu estado instalado em seu lado de emissão e/ou de recepção; o meio não é explicitamente apresentado nas figuras.

[0024] As figuras são esquemáticas apesar de que somente os constituintes de interesse do transdutor ultrassônico são apresentados. Por exemplo, a fiação do excitador ultrassônico real 5 não é apresentada, o qual é implementado como um elemento piezelétrico nas modalidades. Presentemente não é de importância se a caixa do transdutor 2 é fabricada de uma ou duas partes, como a cabeça do transdutor ultrassônico é construída em detalhes e, por exemplo, de qual material o transdutor ultrassônico consiste em seu lado de emissão e/ou de recepção 4; isto também não é exemplificado no dito seguir.

[0025] Os transdutores ultrassônicos são caracterizados, de modo geral, pelo fato de que a caixa do transdutor 2 forma, pelo menos indi-

retamente, uma área de contato em seu estado instalado com a fixação da caixa 3a, 3b, a caixa do transdutor 2 e a fixação da caixa 3a, 3b sendo pelo menos indiretamente pressionadas juntas uma com a outra em uma primeira área de contato 6 com a pressão de superfície existente, mas o mais leve possível, por um dispositivo de pré-carregamento 14. Desse modo, é obtido, como descrito acima, que uma transmissão acústica ruim entre a caixa do transdutor 2 e a fixação da caixa 3a, 3b seja realizada possuindo uma posição simultaneamente definida da caixa do transdutor 2 oposta à fixação da caixa 3a, 3b.

[0026] Pode ser visto nas figuras que o lado de emissão e de recepção 4 do transdutor ultrassônico pode ser exposto a um meio e, como resultado disso, é exposto à pressão prevalecendo no meio. Nas modalidades apresentadas, esta pressão do meio leva a uma carga de pressão resultante na direção denominada P.

[0027] Quando é dito que a caixa do transdutor 2 e a fixação da caixa 3a, 3b são pressionadas uma contra a outra com uma pressão de superfície existente, mas a mais leve possível, então isto se aplica à pressão de superfície construtivamente contingente no uso do dispositivo de pré-carregamento 14, mas não às ações de força que resultam a partir de influências externas, isto é, por exemplo, o peso exercido a partir da caixa do transdutor 2 sobre a fixação da caixa 3a, 3b ou a pressão.

[0028] Desse modo, pelo fato de que a caixa do transdutor 2 e a fixação da caixa 3a, 3b são pressionadas uma contra a outra pelo dispositivo de pré-carregamento 14 com uma pressão de superfície o mais leve possível - em particular, na direção P da carga de pressão resultante possível - é obtido que a interferência de sinais de sinais intra-sônicos a partir da caixa do transdutor 2 até a fixação da caixa 3a, 3b são evitados o máximo possível pela ausência de uma primeira

área de contato 6 necessária para a transmissão ultrassônica formada internamente por uma pressão de superfície alta. A pressão de superfície baixa somente permite a transmissão ultrassônica baixa.

[0029] É vantajoso em todas as modalidades que a força com a qual a caixa do transdutor 2 pelo menos indiretamente é pressionada contra a fixação da caixa 3a, 3b pelo menos na primeira área de contato 6 no estado instalado carregado com pressão induzida pelo menos, seja dependente da pressão resultante sobre a caixa do transdutor 2 pelo menos, a força e, assim, a pressão de superfície na primeira área de contato 6 também aumentando com a pressão crescente do meio. Como foi mencionado acima, isto possui uma vantagem particular para meio gasoso pelo fato de que com a pressão crescente do meio da caixa do transdutor 2 - direta ou indireta - sobre a fixação da caixa 3a, 3b - isto é, com a pressão crescente de superfície - a interferência a partir de sinais ultrassônicos encontra condições aperfeiçoadas, mas, ao mesmo tempo, entretanto, uma melhor transmissão de ondas ultrassônicas a partir do transdutor ultrassônico para o meio é possível, de modo que a relação de energia do sinal desejado para a energia de interferência é somente ligeiramente ou até mesmo não-alterada.

[0030] Nas modalidades apresentadas nas figuras, a pressão de superfície pelo menos indireta na primeira área de contato 6 causada pelo dispositivo de pré-carregamento 14 é cerca de 2 MPa; um valor que é facilmente gerenciável em termos de precisão e de construção.

[0031] O transdutor ultrassônico de acordo com a Figura 4 é caracterizado pelo fato de que o dispositivo de pré-carregamento 14 é eficaz de modo geral entre a caixa do transdutor 2 e a fixação da caixa 3a, 3b, de modo que o dispositivo de pré-carregamento 14 é crescentemente descarregado com a pressão crescente do meio. Isto é obtido no transdutor ultrassônico de acordo com a Figura 4 pelo fato de que a fixação da caixa 3a, 3b compreende um primeiro elemento de fixação

3a e um segundo elemento de fixação 3b, onde a caixa do transdutor 2 percorre o primeiro elemento de fixação 3a, um apoio 11 do primeiro elemento de fixação 3a e um apoio 12 do segundo elemento de fixação 3b sendo opostos um ao outro em um lado do primeiro elemento de fixação 3a e, na área do outro lado do primeiro elemento de fixação 3a, o segundo elemento de fixação 3b é conectado com a caixa do transdutor 2 e é oposto de uma maneira de travamento a partir do primeiro elemento de fixação 3a, em particular, onde o segundo elemento de fixação 3b é um anel de retenção de travamento positivo.

[0032] O dispositivo de pré-carregamento 14 possui contato direto com o primeiro elemento de fixação 3a e com o segundo elemento de fixação 3b no transdutor ultrassônico de acordo com a Figura 4, onde o segundo elemento de fixação 3b alimenta a força causada pelo dispositivo de pré-carregamento 14 para a caixa do transdutor 2. Quando a caixa do transdutor 2 é crescentemente pressionada para a fixação da caixa 3a devido à pressão crescente, o espaço no qual o dispositivo de pré-carregamento 13 é disposto entre o primeiro elemento de fixação 3a e o segundo elemento de fixação 3b se torna maior de modo que na força exercida pelo dispositivo de pré-carregamento 12 se torna menor. Desse modo, a pressão de superfície entre o dispositivo de pré-carregamento 14 e o primeiro elemento de fixação 3a e o segundo elemento de fixação 3b também se torna menor de modo que, com a pressão crescente do meio, o dispositivo de pré-carregamento 14 é continuamente menos capaz de transmitir ondas ultrassônicas a partir da caixa do transdutor 2 para a fixação da caixa 3a, 3b.

[0033] Em outra variação, na qual o dispositivo de pré-carregamento 14 é proporcionado entre o primeiro elemento de fixação 3a e o segundo elemento de fixação 3b, o dispositivo de pré-carregamento 14 é suportado, por um lado, pelo primeiro elemento de fixação 3a e, por outro lado, diretamente pela caixa do transdutor 2,

entretanto, isto não é apresentado. Na Figura 4, o dispositivo de pré-carregamento 14 é formado como uma arruela de pressão, em particular, como uma arruela de pressão cupuliforme ou curva.

[0034] No transdutor ultrassônico apresentado nas Figuras 1 até 3, a fixação da caixa 3a, 3b também compreende um primeiro elemento de fixação 3a e um segundo elemento de fixação 3b, onde o primeiro elemento de fixação 3a e o segundo elemento de fixação 3b formam um espaço livre 9, no qual, uma seção 10 da caixa do transdutor 2, é montada, onde a seção 10 da caixa do transdutor 2 é - diretamente ou indiretamente - suportada na direção P e na direção oposta P da carga de pressão resultante sobre o primeiro elemento de fixação 3a e sobre o segundo elemento de fixação 3b. O primeiro elemento de fixação 3a é formado por uma seção da caixa do instrumento 1 proporcionada com um rebaixo, onde a caixa do transdutor 2 é inserida no rebaixo da caixa do instrumento 1. O segundo elemento de fixação 3b é formado por uma luva que pode ser inserida no rebaixo da seção da caixa do instrumento 1 e que pode ser conectada com a seção da caixa do instrumento 1. O segundo elemento de fixação 3b pode presentemente ser aparafusado no primeiro elemento de fixação 3a e ao dispositivo de pré-carregamento 14 é implementado pela interação da rosca do segundo elemento de fixação 3b com o passo correspondente do primeiro elemento de fixação 3a. Por medir o torque quando a luva é apertada, forças atuando na direção axial e, desse modo, toda a pressão de superfície eficaz, podem ser facilmente identificadas e determinadas de modo que a pressão de superfície existente requerida, mas a mais leve possível, pode ser facilmente ajustada.

[0035] A rosca entre o primeiro elemento de fixação 3a e o segundo elemento de fixação 3b é projetada de modo que as superfícies de contato da rosca possuam uma pressão de superfície máxima causada pelo dispositivo de pré-carregamento 14 de cerca de 7 MPa.

[0036] Nas modalidades de acordo com as Figuras 3 e 4, a caixa do transdutor 2 e a fixação da caixa 3a, 3b são espaçados um do outro no estado instalado na direção P da carga de pressão resultante por um espaço 15, onde pelo menos um elemento de separação acústica 7a é disposto no espaço 15, onde, em particular, o material e/ou as dimensões do elemento de separação 7a são escolhidos de modo que uma combinação de impedância acústica resultante o mais baixa possível seja implementada entre a caixa do transdutor 2 e o elemento de separação 7a e/ou o elemento de separação 7a e a fixação da caixa 3a, 3b.

[0037] No transdutor ultrassônico de acordo com a Figura 4, três elementos de separação acústica 7a, 7b, 7c são dispostos no espaço livre 15, a saber, adjacentes uns aos outros, na direção P da carga de pressão resultante, onde o material e/ou as dimensões dos elementos de separação 7a, 7b, 7c são escolhidos de modo que uma combinação de impedância acústica o mais baixa possível resulte entre os elementos de separação 7a, 7b, 7c.

[0038] O material dos elementos de separação 7a, 7b, 7c é escolhido em vista de sua elasticidade de modo que ele possa ser comprimido pela carga de pressão esperada a partir do meio, de modo que o descarregamento descrito do elemento de pré-carregamento 14 ocorra sob uma carga.

[0039] Em todas as modalidades apresentadas, a caixa do transdutor 2 é montada espaçada na fixação da caixa 3a, 3b essencialmente perpendicular à direção P da carga de pressão resultante, atualmente com anéis de vedação 8a, 8b. Os anéis de vedação 8a, 8b são escolhidos em termos de material e de dimensões de modo que uma combinação de impedância acústica resultante a mais baixa possível entre a caixa de transdutor 2 e os anéis de vedação 8a, 8b e os anéis de vedação 8a, 8b e a fixação da caixa 3a, 3b, seja obtida.

[0040] No transdutor ultrassônico de acordo com a Figura 4, o primeiro elemento de fixação 3a possui anéis de vedação 13a, 13b ao redor de sua circunferência com os quais o primeiro elemento de fixação 3a é vedado no estado instalado do transdutor ultrassônico comparado com a caixa do instrumento que não é apresentada.

REIVINDICAÇÕES

1. Transdutor ultrassônico para instalação em uma caixa de instrumento (1), onde o transdutor ultrassônico compreende uma caixa do transdutor (2) e uma fixação da caixa (3a, 3b), e onde a caixa do transdutor (2) pode ser colocada sob uma pressão do meio em seu estado instalado em seu lado de emissão e/ou de recepção (4), sendo que a fixação da caixa (3a, 3b) compreende um primeiro elemento de fixação (3a) com um apoio (11) e um segundo elemento de fixação (3b), onde a caixa do transdutor (2) atravessa o primeiro elemento de fixação (3a), sendo que em um primeiro lado do primeiro elemento de fixação (3a) o apoio (11) do primeiro elemento de fixação (3a) e um apoio (12) da caixa do transdutor (2) são opostos um ao outro, sendo que a caixa do transdutor (2) e a fixação de caixa (3a, 3b) na posição montada na direção (P) da aplicação de pressão resultante estão separados um do outro por um espaço livre (15), sendo que no espaço livre (15) está posicionado pelo menos um elemento de separação acústico (7a), sendo que a caixa do transdutor (2) na posição montada forma com a fixação de caixa (3a, 3b) pelo menos indiretamente uma primeira área de contato (6), sendo que a força, com a qual a caixa do transdutor (2) no estado montado sob aplicação de pressão, pressiona pelo menos indiretamente contra a fixação de caixa (3a, 3b) na primeira área de contato (6), depende da aplicação de pressão resultante da caixa de transdutor (2) pelo meio, e a força, e assim a pressão na superfície, na primeira área de contato (6) aumenta com o aumento da pressão do meio,

caracterizado pelo fato de que na região do outro lado do primeiro elemento de fixação (3a) o segundo elemento de fixação (3b) está unido com a caixa do transdutor (2) e posicionado de modo oposto e bloqueante ao primeiro elemento de fixação (3a), que está previsto um dispositivo de pré-carregamento (14) entre o primeiro elemento

de fixação (3a) e o segundo elemento de fixação (3b) e que por um lado se apoia no primeiro elemento de fixação (3a) e por outro lado se apoia ou no segundo elemento de fixação (3b) ou na caixa do transdutor (2), sendo que por meio do dispositivo de pré-carregamento (14) a caixa do transdutor (2) e a fixação de caixa (3a, 3b) são pressionadas um contra o outro pelo menos indiretamente na primeira área de contato (6) com pressão de superfície existente porém reduzida, e que o dispositivo de pré-carregamento (14) é assim efetivo entre a caixa do transdutor (2) e a fixação de caixa (3a, 3b), que o dispositivo de pré-carregamento (14) com aumento de pressão do meio é crescentemente aliviado.

2. Transdutor ultrassônico, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a pressão de superfície pelo menos indireta causada pelo dispositivo de pré-carregamento (14) na primeira área de contato (6) é menor do que 10 MPa, especialmente menor do que 7 MPa, de preferência menor do que 6 MPa e mais de preferência menor do que 5 MPa.

3. Transdutor ultrassônico, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que a pressão de superfície pelo menos indireta causada pelo dispositivo de pré-carregamento (14) na primeira área de contato (6) é maior do que 0,0005 MPa, especialmente maior do que 0,0005 MPa, de preferência maior do que 0,01 MPa e mais de preferência maior do que 0,05 MPa.

4. Transdutor ultrassônico, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 até 3, caracterizado pelo fato de que o segundo elemento de fixação (3b) é um anel de retenção de travamento positivo.

5. Transdutor ultrassônico, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 até 4, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de pré-carregamento (14) é formado como uma arruela de pressão,

em particular, como uma arruela de pressão cupuliforme ou curva.

6. Transdutor ultrassônico, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 até 5, caracterizado pelo fato de que o material e/ou as dimensões do elemento de separação (7a) são escolhidos de modo que uma combinação de impedância acústica resultante mais baixa possível seja implementada entre a caixa do transdutor (2) e o elemento de separação (7a) e/ou o elemento de separação (7a) e a fixação da caixa (3a, 3b).

7. Transdutor ultrassônico, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado pelo fato de que pelo menos dois elementos de separação acústica (7a, 7b, 7c) são dispostos no espaço livre (15), em particular, adjacentes uns aos outros na direção P da carga de pressão resultante, onde, em particular, o material e/ou a dimensão dos elementos de separação (7a, 7b, 7c) são escolhidos de modo que uma combinação de impedância acústica o mais baixa possível resulte entre os elementos de acoplamento (7a, 7b, 7c).

8. Transdutor ultrassônico, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 até 7, caracterizado pelo fato de a caixa do transdutor (2) é montada essencialmente perpendicular à direção P da carga de pressão resultante, espaçada nas fixações da caixa (3a, 3b), em particular, utilizando anéis de vedação (8a, 8b).