

República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) **PI0607338-7 A2**



(22) Data de Depósito: 13/01/2006
(43) Data da Publicação: 23/03/2010
(RPI 2046)

(51) *Int.Cl.:*
G10K 11/00 (2010.01)

(54) Título: **TRANSDUTOR DE HASTE ULTRASSÔNICO**

(30) Prioridade Unionista: 15/02/2005 DE 10 2005 007 056.6

(73) Titular(es): DIETER WEBER

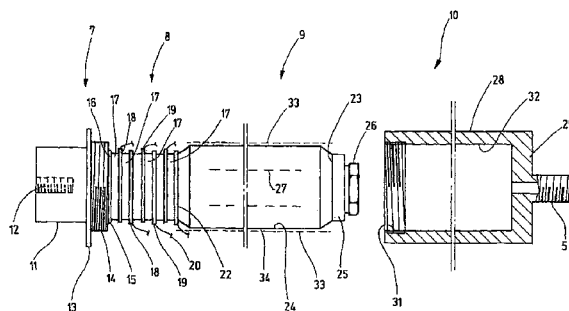
(72) Inventor(es): DIETER WEBER

(74) Procurador(es): Momsen, Leonardos & CIA.

(86) Pedido Internacional: PCT EP2006000251 de 13/01/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2006/087053 de 24/08/2006

(57) **Resumo:** TRANSDUTOR DE HASTE ULTRASSÔNICO. A invenção refere-se a um transdutor de haste ultra-sônico tem um elemento de transferência de calor que é termicamente acoplado com o transdutor piezoelétrico. O elemento de transferência de calor reduz a resistência térmica em relação a atmosfera circundante ou com a carcaça, e desta maneira com o banho quando o transdutor de haste é submerso em referido banho.





PI0607338-7

“TRANSDUTOR DE HASTE ULTRASSÔNICO”

Para melhorar o efeito de limpeza de banhos de limpeza, o líquido nos banhos é excitado com ultra-som. Os assim chamados transdutores de haste ultra-sônicos, os quais são ou completamente imersos ou
5 somente com a porção de ressonador estendendo-se para dentro do banho, são usados para excitação ultra-sônica.

O transdutor de haste ultra-sônico tem um ressonador, no qual um cabeçote ultra-sônico é afixado em pelo menos uma extremidade e atua como um irradiador. O cabeçote forma uma carcaça em que o transdutor
10 ultra-sônico piezoelétrico é acomodado.

O transdutor elétrico consiste de um número de pastilhas cerâmicas piezoelétricas. A temperatura Curie das pastilhas cerâmicas é em torno de 300°C. Se as pastilhas cerâmicas forem aquecidas para esta temperatura ou mais alta, o efeito piezoelétrico se desvanece
15 irreversivelmente.

Se os transdutores piezoelétricos forem destinados a ser usados em operação permanente, uma distinta margem longe da segurança a partir da temperatura Curie tem que ser mantida. Usualmente, a temperatura na superfície do transdutor cerâmico não pode exceder cerca de 150°C. Desta
20 maneira, se a temperatura do banho for em torno de 130°C, um superaquecimento permissível de somente 20°C permanece.

Os transdutores piezoelétricos feitos de cerâmica são altamente eficientes. Ainda, a energia elétrica suprida não é completamente convertida em energia ultra-sônica, mas mais exatamente em parte também resulta no
25 aquecimento do transdutor.

A energia ultra-sônica a ser gerada com o transdutor é desta maneira limitada por meio do superaquecimento do transdutor.

Nos dispositivos conhecidos, o transdutor piezoelétrico é resfriado essencialmente somente por meio do ressonador mecanicamente

acoplado, que consiste de titânio. Titânio é um mal condutor de calor. Praticamente não existe outro resfriamento, uma vez que, por razões da tecnologia ultra-sônica, a carcaça do cabeçote é cheia com ar, que forma um condutor de calor extremamente deficiente, de modo que o calor, em termos
5 práticos, não é removido através da parede da carcaça.

Com base nisto, uma tarefa da invenção é criar um transdutor ultra-sônico que pode gerar maior energia ultra-sônica.

Esta tarefa de acordo com a invenção é um transdutor de haste ultra-sônico tendo as características da reivindicação 1 ou da reivindicação
10 20.

O transdutor de haste ultra-sônico de acordo com a invenção tem um ressonador com o qual o transdutor piezoelétrico é ultra-sonicamente acoplado através de um elemento de acoplamento. O elemento de acoplamento em parte na mesma forma uma parte da parede da carcaça. A
15 fixação da carcaça ou da parede de carcaça é situada em um nó de oscilação, de modo que a energia ultra-sônica é exclusivamente alimentada no ressonador, ao passo que a carcaça propriamente dita permanece praticamente livre de ultra-som.

O transdutor piezoelétrico, juntamente com o dispositivo de
20 fixação, tem uma ligação no dispositivo de acoplamento de em torno de $\lambda/4$ e desta maneira é demasiadamente compacto para ser capaz de fornecer significativo calor.

De acordo com a invenção, por conseguinte, um elemento de transferência de calor é acoplado com transdutor piezoelétrico. De acordo
25 com uma solução, o elemento de transferência de calor é projetado de modo que ele forma uma forma de um interstício de ar muito estreito juntamente com a parede interna da carcaça. Quanto mais estreito for o interstício de ar, tanto menor será a resistência térmica desta camada de ar, ou seja, tanto mais calor pode ser transferido a partir do transdutor piezoelétrico para a carcaça e

desta maneira para o banho.

De acordo com uma outra solução, um elemento de transferência de calor que atua como um elemento de resfriamento no caso de uma carcaça aerada é criado. A última disposição é uma possibilidade se o transdutor estiver situado fora do banho em qualquer lugar. Esta é uma solução que ocasionalmente ocorre.

O comprimento do elemento de transferência de calor na área que é uma parte do percurso acústico é escolhido de modo que as condições acústicas não são perturbadas. Por exemplo, o elemento de transferência pode ter um comprimento de $\lambda/2$, onde ele é imediatamente então conectado com uma face frontal do transdutor piezoelétrico. Neste projeto, o elemento de transferência de calor pode ter uma forma cilíndrica ou pode também ter uma forma prismática, onde a seção transversal é expedientemente configurada em estrela a fim de obter uma superfície que é tão grande quanto possível, através da qual calor pode ser fornecido para a carcaça e desta maneira para o banho.

Uma outra possibilidade é usar um copo como um elemento de transferência de calor. Por exemplo, no caso de o referido copo, o fundo é formado a partir da usual pastilha de aço polido, a qual se situa entre a porca central e o transdutor piezoelétrico, para conectá-los mecanicamente.

O elemento de transferência de calor não tem que ser disposto apenas na extremidade do transdutor piezoelétrico que é afastado a partir da seção de acoplamento. Evidenciou-se que o transdutor piezoelétrico não atinge sua temperatura máxima imediatamente na área da extremidade afastada a partir do ressonador, mas, mais precisamente, a uma menor distância a partir dele. Por esta razão, é vantajoso ajustar o elemento de transferência de calor no interior do transdutor piezoelétrico. Para isto, o elemento de transferência de calor novamente tem um comprimento de $\lambda/2$.

As medidas individuais com respeito ao desenho da superfície, inserção ou desenho em forma de copo ou desenho transpassante, podem ser

confirmadas umas com as outras em diversas maneiras.

No caso de uma carcaça para o cabeçote de ressonador através da qual ar pode passar é vantajoso se o elemento de transferência de calor tiverem uma grande área de superfície, e a superfície que serve para o resfriamento for expedientemente orientada de modo que ela se situe em paralelo ao percurso de fluxo de ar por causa do efeito de convecção.

De outra maneira, outros desenvolvimentos da invenção são o objeto das reivindicações dependentes.

Em uma leitura da descrição das figuras, ficará claro que um número de modificações que resultam a partir das relevantes exigências é possível. Em adição, um número de combinações das características expostas é possível. Para descrever cada combinação concebível seria desnecessariamente aumentar o tamanho da descrição das figuras.

A descrição das figuras, por conseguinte, é limitada às poucas variantes básicas.

Exemplos de forma de concretização do objeto da invenção são representados nos desenhos; onde:

a figura 1 mostra um transdutor de haste ultra-sônico, em uma vista em perspectiva simplificada;

a figura 2 mostra o cabeçote do transdutor de haste ultra-sônico como na figura 1 em uma vista lateral com carcaça aberta;

a figura 3 mostra o cabeçote do transdutor de haste ultra-sônico em uma vista similar à figura 2 com um diferente posicionamento do elemento de transferência de calor;

a figura 4 mostra o cabeçote do transdutor de haste ultra-sônico como na figura 1, uma vista similar como na figura 2 com um elemento de transferência de calor configurado como copo;

a figura 5 mostra uma seção transversal através do cabeçote de um transdutor de haste ultra-sônico elemento de transferência de calor

configurado em estrela e uma carcaça adaptada ao mesmo, e

a figura 6 mostra o cabeçote de um transdutor de haste ultra-sônico em uma vista similar à figura 2 usando um elemento de transferência de calor com aletas de resfriamento.

5 A figura 1 mostra um transdutor de haste ultra-sônico 1 em uma vista em perspectiva (não em escala). O transdutor de haste ultra-sônico 1 tem um ressonador 2 e um cabeçote 3 conectado com o ressonador 2. O ressonador 2 é cilíndrico sobre seu comprimento com diâmetro constante. Na extremidade afastada a partir do cabeçote 3 é provida uma ponta cônica 4.

10 O cabeçote 3 é provido com uma haste tubular rosqueada 5 através da qual passa um cabo elétrico 6, através do qual energia elétrica é suprida ao cabeçote 3. A estrutura do cabeçote é mostrada na figura 2.

O cabeçote 3 inclui um elemento de conexão 7, um transdutor piezoelétrico 8, um elemento de transferência de calor 9 e uma tampa de
15 carcaça configurada como copo 10.

O elemento de conexão 7 é corpo em uma só peça de titânio com uma extensão cilíndrica 11, cujo diâmetro externo corresponde ao diâmetro do ressonador 2. Na extensão cilíndrica 11 existe uma perfuração em bolsa coaxial 12 com roscas internas. O ressonador 2 é afixado no elemento
20 de conexão por meio de da perfuração em bolsa 12.

No contato com a extensão 11, o elemento de conexão 7 forma um flange, o qual se torna uma extensão rosqueada 14 através de uma seção deslocada e é uma parte da carcaça de cabeçote 3. A extensão rosqueada 14 é tubular e circunda uma haste 15, que é mecanicamente solidamente afixada na
25 extensão cilíndrica 11.

Um tipo de membrana é formado entre haste 15 e peça rosqueada 14 a fim de desacoplar o flange 13 ou roscas 14 maximamente a partir das oscilações que são alimentadas à extensão 11 a partir do transdutor piezoelétrico 8.

O elemento de conexão 7 é uma peça de titânio usinada a partir de uma peça em bruto sólida e é desta maneira uma peça.

A haste 15 que é coaxial à extensão 11 forma uma superfície planar 16 sobre a qual o transdutor piezoelétrico 8 se situa. No exemplo de forma de concretização mostrado, o transdutor piezoelétrico 8 é composto de um total de 6 pastilhas cerâmicas piezoelétricas 7, entre as quais eletrodos 18 são inseridos. Eletrodos 18 são, cada, providos em um lado com terminal 19 com o qual condutores 20 são conectados. No exemplo da forma de concretização que é mostrado, três dos terminais 19 apontam para cima e três apontam para baixo (figura 2). Os terminais 19 que estão no mesmo lado em cada caso são conectados eletricamente em paralelo, de modo que, do ponto de vista elétrico, um dipolo é formado, com o qual a tensão de corrente alternada de alimentação ou excitação é alimentada em uma frequência de usualmente maior do que 25 kHz.

Tanto as pastilhas cerâmicas 17 quanto os eletrodos em forma de pastilha 18 são anéis em forma de pastilha com superfícies de face planares.

O eletrodo 18 situando-se mais afastado à direita na figura 3 forma a face terminal direita do transdutor piezoelétrico 8, ao passo que a pastilha cerâmica 17 situando-se mais afastado à esquerda, que se situa diretamente contra a haste 16, é o terminal de face esquerda. Como pode ser visto, o transdutor piezoelétrico 8 é essencialmente cilíndrico com superfícies de face planas.

O elemento de transferência de calor 9 é projetado como um tubo cilíndrico com terminais de face planos 22 e 23. A superfície externa 24 é cilíndrica.

No lado do elemento de transferência de calor 9 que é mais afastado a partir do transdutor piezoelétrico 8 é provido uma pastilha de aço de redução de fricção 25, que é pressionado contra o transdutor piezoelétrico

8 por meio de uma porca 26. A porca 26 é aparafusada sobre uma haste rosqueada 27, indicada por meio de linhas tracejadas, a qual é ancorada na outra extremidade na haste 16 do elemento de conexão 7. Tanto a haste rosqueada 27 quanto porca 26 são feitas de titânio, ao passo que o elemento de transferência de calor 9 é feito de alumínio.

Como uma consequência desta disposição, o eletrodo 18 que é mais afastado para a direita é um eletrodo que ao mesmo tempo também alimenta a pastilha cerâmica 17 que é mais afastada para a esquerda.

Entre suas duas superfícies de face 22 e 23, o elemento de transferência de calor 9 tem um comprimento acústico de $\lambda/2$. O comprimento do transdutor piezoelétrico 8, incluindo pastilha 25, porca 26 e haste 16, que vai até a parede da carcaça, tem um comprimento de $\lambda/4$. A face terminal direita da porca 26 desta maneira se situa em um antinó na frequência de ressonância.

A tampa de carcaça 10 é como mostrada, em forma de copo e é composta de um colar 28 e um fundo de copo 29, a partir do qual a haste rosqueada 25 se projeta. Em sua extremidade livre, o colar 28 é provido com roscas internas 31, que são aparafusadas juntamente com roscas 14 no estado montado.

O colar 28 forma uma parede interna cilíndrica 32 da carcaça. O diâmetro definido por meio da parede interna de carcaça 32 é ligeiramente maior do que o diâmetro externo da superfície circunferencial externa 24 de transferência de calor 9. No estado montado, a parede interna 32 da carcaça está em uma posição como ilustrada na figura 2 por meio de linhas tracejadas 33. Desta maneira, juntamente com a superfície circunferencial externa 24, a parede interna 32 forma um interstício cilíndrico estreito 34 com uma espessura entre 0,5 e 5 mm e o comprimento do elemento de transferência 9. Através disto, a resistência térmica com relação ao exterior da carcaça 10 é grandemente reduzida.

Como também pode ser visto a partir da figura, o diâmetro externo máximo do transdutor piezoelétrico 8, incluindo os terminais projetantes 19, é menor do que o diâmetro externo de transferência de calor 9 ou o diâmetro interno do espaço interno 32.

5 A fim de conduzir adiante os condutos elétricos até o elemento de transferência de calor 9, ele contém duas fendas pelo comprimento, as quais não podem ser vistas por causa da vista do desenho. O cabo de conexão 6 passa através da haste rosqueada tubular 5.

10 Quando o oscilador em haste ultra-sônico 1, que é provido com o cabeçote 3 como na figura 2 está em operação, calor aparece no transdutor piezoelétrico 8. Este calor é em parte dissipado através da haste 16 e do ressonador 2 que é conectado com a extensão 11 no interior do banho. Desta maneira, a extremidade esquerda do transdutor piezoelétrico 8 recebe a certa quantidade de refrigeração. A extremidade direita fornece seu calor para
15 o elemento de transferência de calor 9. O elemento de transferência de calor 9 na forma de tubo de alumínio transporta o calor através do interstício de ar estreito 34 para o colar 28 do copo de carcaça 10 e a partir dali no interior do banho.

20 A extremidade direita do transdutor piezoelétrico 8 sofre, por conseguinte, uma refrigeração consideravelmente melhor do que no estado da técnica. No estado da técnica, a extremidade direita seria resfriada somente pela extensão do pino que são deficientes condutores de calor, porque os pinos 27 consistindo de titânio dissipariam calor na direção para o ressonador 2. Através do uso do elemento de transferência de calor 9, o copo de carcaça
25 10 é adicionalmente empregado para transferir calor a partir do transdutor piezoelétrico 8 no interior do banho.

As pastilhas cerâmicas 17 não são boas condutoras de calor. A disposição como na figura 2 mostrará conseqüentemente máximo superaquecimento em uma região que se situa entre as duas extremidades de

face do transdutor piezoelétrico; é vantajoso se elemento de transferência de calor 9 for inserido no transdutor piezoelétrico 8 como na figura 3. Como pode ser visto a partir da figura, um total de quatro pastilhas cerâmicas 17 são dispostas entre elemento de transferência de calor 9 e elemento de conexão 7, ao passo que duas pastilhas cerâmicas 17 são dispostas entre elemento de transferência de calor 9 e pastilha espaçadora 25. Através disto, a face terminal direita do transdutor piezoelétrico 8 é resfriada através da porca 26 e parafuso 27, a parte intermediária é resfriada com a ajuda do elemento de transferência de calor 9 na direção para a carcaça 10 e a extremidade esquerda do transdutor piezoelétrico 8 é resfriada através do elemento de conexão 7 com o ressonador 2.

No caso dos exemplos de forma de realização como nas figuras 2 e 3, a resistência térmica é determinada por meio da área do interstício de ar anular 34 e sua espessura. A resistência térmica é inversamente proporcional à área e inversamente proporcional à espessura. A espessura do interstício não pode ser reduzida abaixo de uma certa dimensão técnica por razões de tecnologia de fabricação sem o perigo que o elemento de transferência de calor 9 contate o lado interno 32. Este efeito tem que ser absolutamente evitado, uma vez que, caso contrário, energia ultra-sônica será acoplado à carcaça 10 através disto. Também existem limites com respeito à área do interstício, porque não se pode aumentar o tamanho do cabeçote para até qualquer diâmetro.

Um acréscimo da área de resfriamento pode ser atingido com a forma de realização da figura 4.

Na forma de realização como na figura 4, o elemento de transferência de calor 9 tem a forma de um copo com um fundo 36 e colar 37. O colar do copo aponta em afastamento a partir do transdutor piezoelétrico 8, ou seja, para a direita na figura 4. O fundo 36 está situado entre a extremidade direita do transdutor piezoelétrico 8 e a porca de segurança central 26. O

fundo 36 substitui a pastilha de aço 26, ou seja, o copo 37 consiste da pastilha de aço polido, preferivelmente pelo menos na região do fundo 36.

5 Nesta forma de realização, não existe uma necessidade compulsória de fazer o elemento de transferência de calor 9, fundo 36 e colar 37 em uma única peça. É suficiente se for assegurado que a resistência térmica na transição do fundo 36 o colar de copo 37 é pequena em comparação com a resistência térmica que o elemento de transferência de calor 9 exhibe para a carcaça 10.

10 O colar 37 é cilíndrico tanto fora quanto dentro, ou seja, ele delimita um espaço cilíndrico. Para obter a desejada grande área de transferência de calor, o copo de carcaça, em uma partida a partir do exemplo de forma de realização prévio, é provido com uma haste cilíndrica projetando-se para dentro 38. A haste 38 é projetada como uma estrutura oca, de modo que o líquido do banho pode circular dentro dela.

15 No estado montado, o colar 28 de copo de carcaça 10 forma o interstício cilíndrico 34 com um pequeno interstício como no exemplo da forma de concretização nas figuras 2 e 3. Um outro interstício cilíndrico com uma largura de interstício similarmente pequena aparece entre a parede interna cilíndrica do copo 37 e haste 38.

20 Com isto, o elemento de transferência de calor configurado como copo 9 é capaz de remover calor a partir do copo de carcaça 10 e a partir daí para o interior do banho tanto no exterior quanto no interior do colar 37.

25 Uma outra possibilidade para aumentar a área do interstício de ar entre o elemento de transferência de calor 9 e a carcaça em forma de copo 10 é ilustrada a figura 5.

Ao passo que nos prévios exemplos de forma de realização o elemento de transferência de calor 9, à parte das fendas para conexões elétricas, é amplamente rotacionalmente simétrico, o elemento de

transferência de calor 9 como na figura 5 tem uma estrutura em forma de estrela em seção transversal. A figura 5 mostra uma seção através do cabeçote 3 em um ângulo reto com respeito ao eixo geométrico pelo comprimento ou em paralelo ao eixo geométrico ao longo do qual as ondas ultra-sônicas se propagam, especificamente através da transferência de calor 9. Pode-se ver o parafuso de aperto central 27 e o elemento de transferência de calor em forma de estrela 9. Ele pode ser imaginado como sendo formado de um anel anular com pontos triangulares projetando-se a partir do anel.

O colar 28 de carcaça 10 tem uma parede interna 32 que é feita com uma forma de estrela complementar. Uma tal estrutura pode ser produzida, por exemplo, por meio de usinagem ou por meio de estampagem a partir das folhas apropriadas.

Em lugar de ser aparafusada juntamente através das roscas 14 e roscas 31, a conexão é feita através de hastes de conexão que passam através de perfurações 41. Perfurações 41, as quais se alinham uma com a outra, são providas tanto em um ressalto projetante do fundo 29 de carcaça 10 quanto no flange 13. Os exemplos de forma de realização como nas figuras 2-5 dizem respeito a transdutores de haste ultra-sônicos que podem ser completamente imersos. No caso destes transdutores de haste ultra-sônicos, o cabeçote 3 é também situado no interior do banho.

A figura 6 mostra uma forma de realização de um transdutor de haste ultra-sônico 1, o cabeçote 3 do qual é situado fora do banho. O cabeçote 3 é afixado na parede do recipiente por meio do flange 13. A carcaça 10 é situada na atmosfera livre. A ulterior descrição pode ser limitada às diferenças com as formas de realização prévias.

A fim de atingir um bom efeito de resfriamento, o colar 27 do copo de carcaça 10 é provido com um número de orifícios de ar 42, através dos quais a atmosfera exterior pode circular. Para resfriar melhor o transdutor piezoelétrico 8, um elemento de transferência de calor 9 que tem um número

de aletas de resfriamento 43 sobre seu exterior é usado. Nesta forma de realização, não é importante que o interstício entre o elemento de transferência de calor e a carcaça 10 seja tão pequeno quanto possível, mais exatamente, o ponto é dissipar tanto calor quanto possível através das aletas de resfriamento 43 para a circulação de ar através dos orifícios de ar 42.

O elemento de transferência de calor 9 na figura 6 é disposto da mesma maneira que no exemplo da forma de concretização na figura 1. Ele pode também ser centralmente posicionado no transdutor piezoelétrico 8, em correspondência com a figura 2.

O comprimento do elemento de transferência de calor 9 na direção axial é novamente escolhido de modo que o antinó da onda estacionária é situado na extremidade da porca de aperto 26, ao passo que a posição de transferência através da parede que é formada no elemento de conexão 7 está situada na posição do nó de oscilação.

As aletas de resfriamento na figura 6 são somente esquematicamente representadas. É entendido que o desenho de seção transversal e diâmetro das aletas de resfriamento 43 são também dimensionadas de acordo com a tecnologia acústica a fim de evitar rompimento devido às oscilações acústicas induzidas.

Um transdutor de haste ultra-sônico tem um elemento de transferência de calor que é termicamente bem acoplado com o transdutor piezoelétrico. Ele provê a resistência térmica para com a atmosfera circundante ou para com a carcaça e desta maneira para o banho, a ser reduzida no caso de transdutores de haste ultra-sônicos imersos.

REIVINDICAÇÕES

1. Transdutor de haste ultra-sônico (1) para geração de ultra-som em líquidos, caracterizado pelo fato de que compreende uma carcaça (10, 13) que delimita um espaço interno e que tem pelo menos uma parede externa (28, 29), cujo lado interno (32) é voltado para o espaço interno, com um dispositivo transdutor piezoelétrico (8), que tem duas faces terminais e que é acomodado na carcaça (10), com um ressonador (2) que é situado fora da carcaça (10, 13), com um elemento de conexão (7), através do qual o dispositivo transdutor (8) é conectado com o ressonador (2) e que se projeta pelo menos parcialmente a partir de uma parede externa (13) da carcaça (10, 13), o elemento de transferência de calor (9) que é termicamente conectado com o transdutor piezoelétrico (8) e que tem pelo menos uma superfície (24) que corre ao lado interno (32) de uma parede externa (28) para formar um interstício (34) a fim de transferir calor perdido do transdutor piezoelétrico (8) para a parede externa (28).

2. Transdutor de haste ultra-sônico de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o espaço interno tem uma seção transversal cilíndrica.

3. Transdutor de haste ultra-sônico de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o elemento de transferência de calor (9) é cilíndrico em seu lado externo.

4. Transdutor de haste ultra-sônico de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que o elemento de transferência de calor (9) tem uma forma prismática que parte da forma cilíndrica, preferivelmente uma forma de estrela.

5. Transdutor de haste ultra-sônico de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o espaço interno tem uma seção transversal prismática não cilíndrica, onde a superfície de face do prisma é pelo menos aproximadamente configurada em estrela.

6. Transdutor de haste ultra-sônico de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a área de base configurada em estrela pode ser vista como consistindo de uma área central e braços projetando-se a partir desta área central.

5 7. Transdutor de haste ultra-sônico de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que os braços têm a mesma forma.

8. Transdutor de haste ultra-sônico de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que os braços, vistos em seção transversal, são aproximadamente triangulares.

10 9. Transdutor de haste ultra-sônico de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a carcaça (10) tem uma superfície externa cilíndrica (28).

10. Transdutor de haste ultra-sônico de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que uma parte de carcaça (10) essencialmente tem a forma de um copo cilíndrico (28, 29).

11. Transdutor de haste ultra-sônico de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que a parte de carcaça (10) contém, no copo cilíndrico (28, 29), um inserto que delimita um espaço interno cilíndrico.

20 12. Transdutor de haste ultra-sônico de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a largura do interstício (34) é entre 0,5 mm e 3 mm.

25 13. Transdutor de haste ultra-sônico de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o elemento de conexão (7) tem um ressalto (13, 14), cujo diâmetro externo é maior do que a largura livre do espaço interno.

14. Transdutor de haste ultra-sônico de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dispositivo transdutor piezoelétrico (8) é formado de um número de pastilhas piezoelétricas

situando-se adjacientemente (17), entre as quais eletrodos (18) são inseridos.

15 15. Transdutor de haste ultra-sônico de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dispositivo transdutor piezoelétrico (8) tem duas extremidades de face e que elemento de transferência de calor (9) é disposto em uma face terminal.

10 16. Transdutor de haste ultra-sônico de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dispositivo transdutor piezoelétrico (8) tem dois segmentos, que são acusticamente conectados em sucessão e que o elemento de transferência de calor (9) é inserido entre as duas seções.

17. Transdutor de haste ultra-sônico de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o elemento de transferência de calor (9) tem um comprimento de $\lambda/2$ na direção paralela ao eixo geométrico de oscilação.

15 18. Transdutor de haste ultra-sônico de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o elemento de transferência de calor (9) tem a forma de um copo, onde o fundo (36) do elemento de transferência de calor configurado como copo (9), é acusticamente e termicamente acoplado com um lado de face do dispositivo piezoelétrico (8).

20 19. Transdutor de haste ultra-sônico de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de que a carcaça (10, 13) tem um rebaixo (38) que se ajusta no espaço interno do elemento de transferência de calor configurado como copo (9) para formar um interstício estreito.

25 20. Transdutor de haste ultra-sônico (1) para geração de ultrassom em líquidos, caracterizado pelo fato de que compreende um dispositivo transdutor piezoelétrico (8) que tem duas extremidades de face,

com um ressonador (2),

com um elemento de conexão (7) para conectar o dispositivo transdutor (8) com o ressonador (2) com um elemento de transferência de

calor (9) que é termicamente conectado com o transdutor piezoelétrico (8) e que tem pelo menos uma área que forma uma resistência térmica menor para com a atmosfera circundante do que o dispositivo piezoelétrico (8).

5 21. Transdutor de haste ultra-sônico de acordo com a reivindicação 20, caracterizado pelo fato de que uma carcaça (10) é aerada.

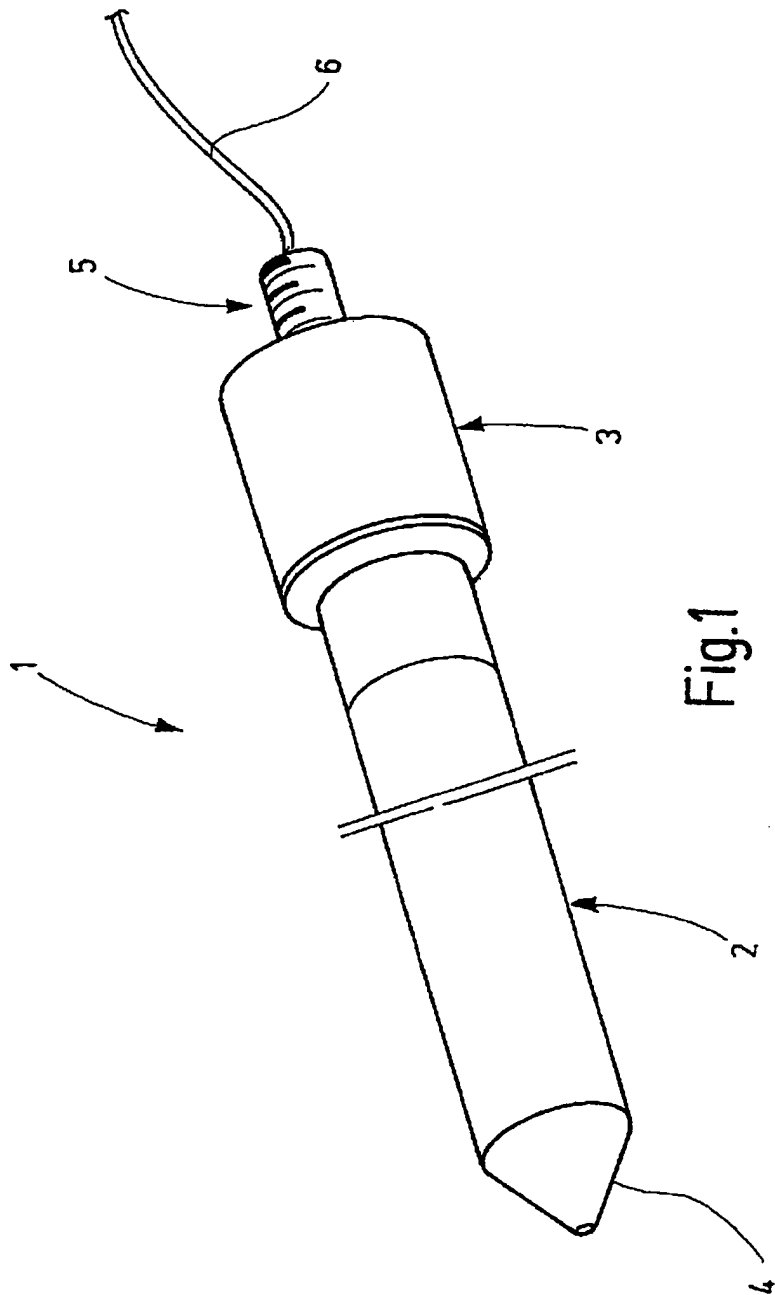
22. Transdutor de haste ultra-sônico de acordo com a reivindicação 20, caracterizado pelo fato de que a carcaça (2) contém orifícios de aeração (42) para aeração.

10 23. Transdutor de haste ultra-sônico de acordo com a reivindicação 20, caracterizado pelo fato de que o elemento de transferência de calor (9) tem uma superfície dividida como uma espécie de corpo de resfriamento.

15 24. Transdutor de haste ultra-sônico de acordo com a reivindicação 20, caracterizado pelo fato de que o dispositivo convertido piezoelétrico (8) tem uma pilha de pastilhas piezoelétricas individuais (17), entre os quais eletrodos (18) são dispostos.

25. Transdutor de haste ultra-sônico de acordo com a reivindicação 20, caracterizado pelo fato de que o elemento de transferência de calor (9) é inserido no dispositivo transdutor piezoelétrico (8).

20 26. Transdutor de haste ultra-sônico de acordo com a reivindicação 1 ou 20, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de conexão (7) é em parte situado fora da carcaça (10, 13).



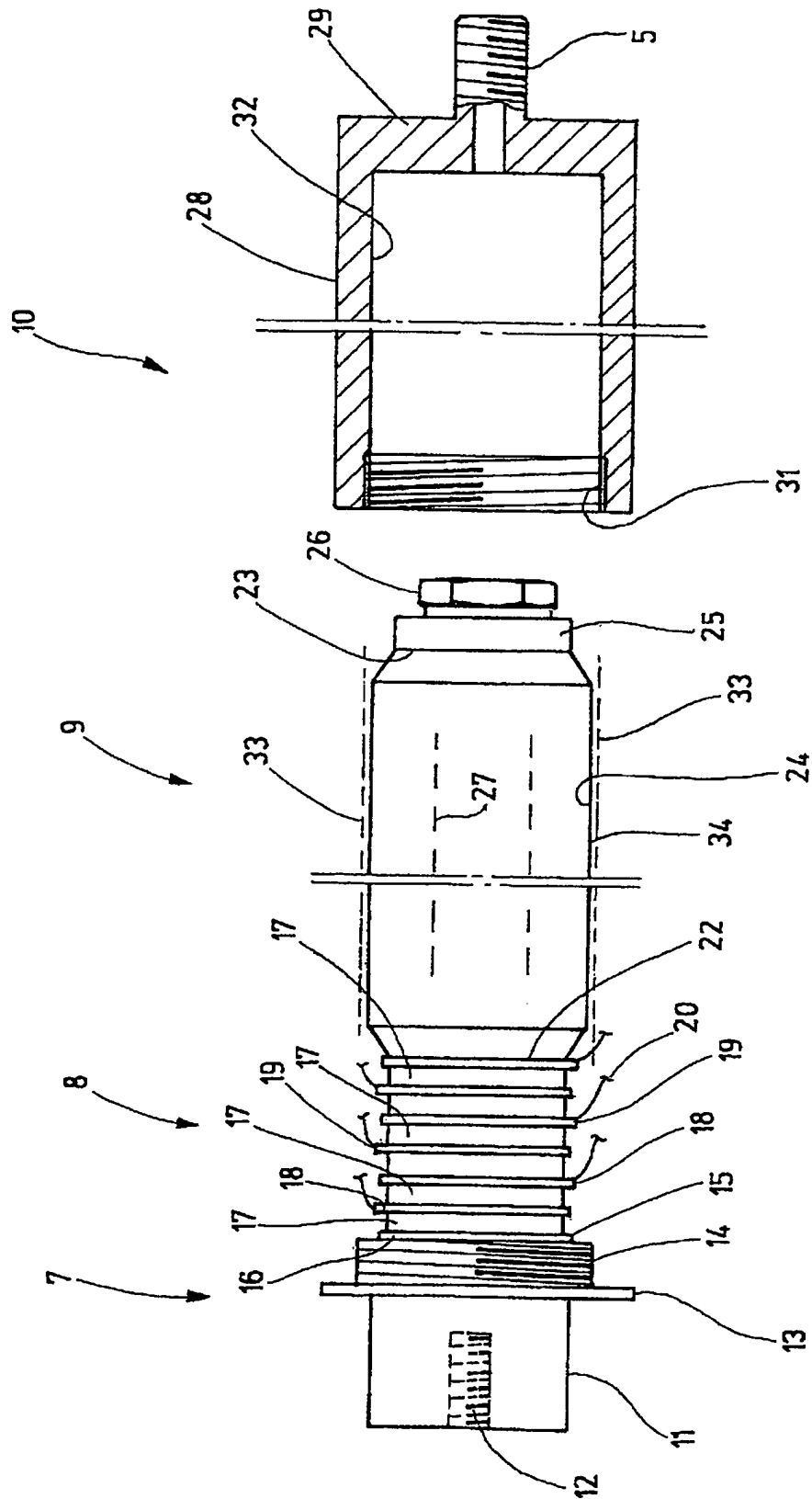


Fig. 2

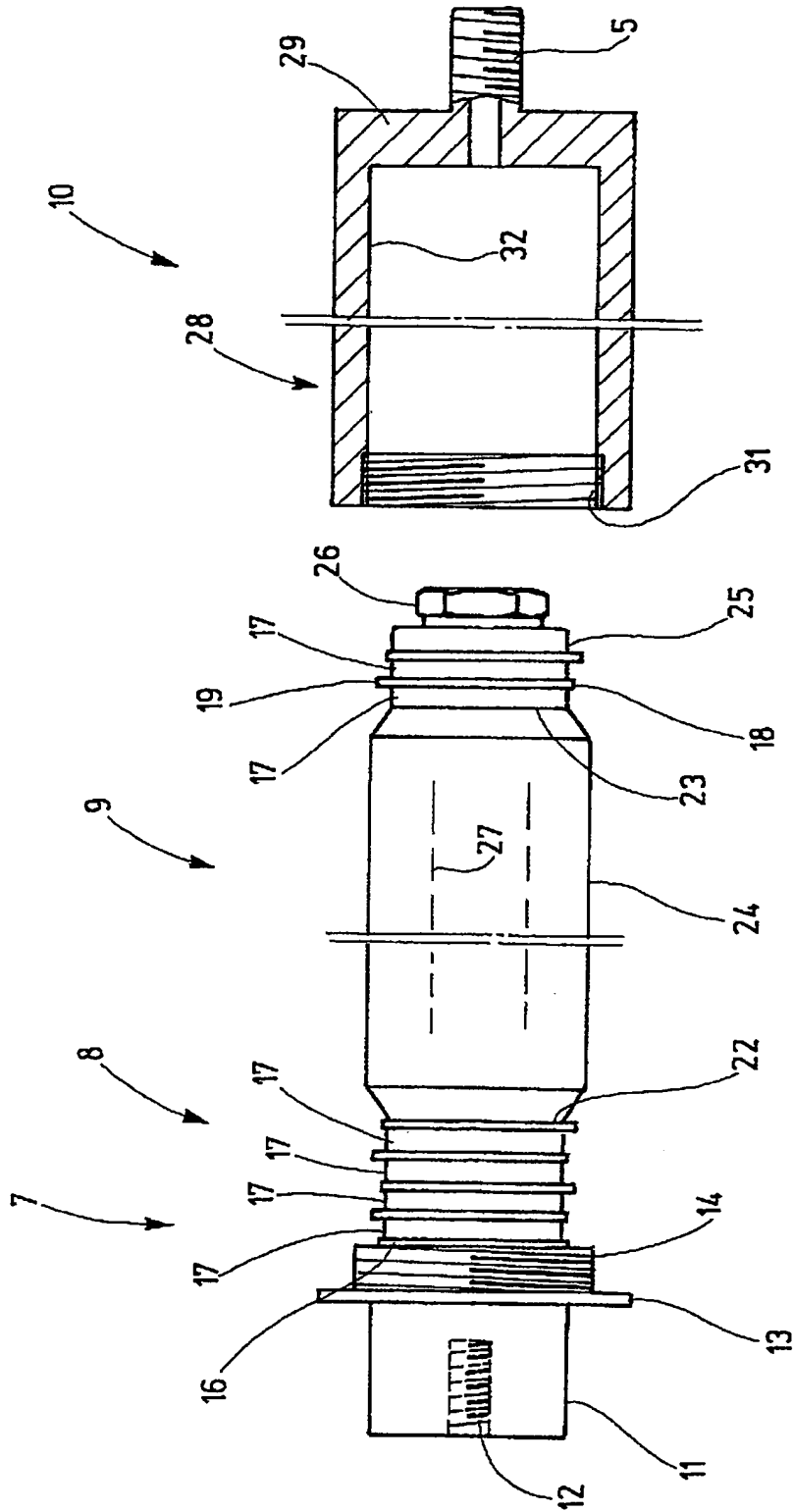


Fig.3

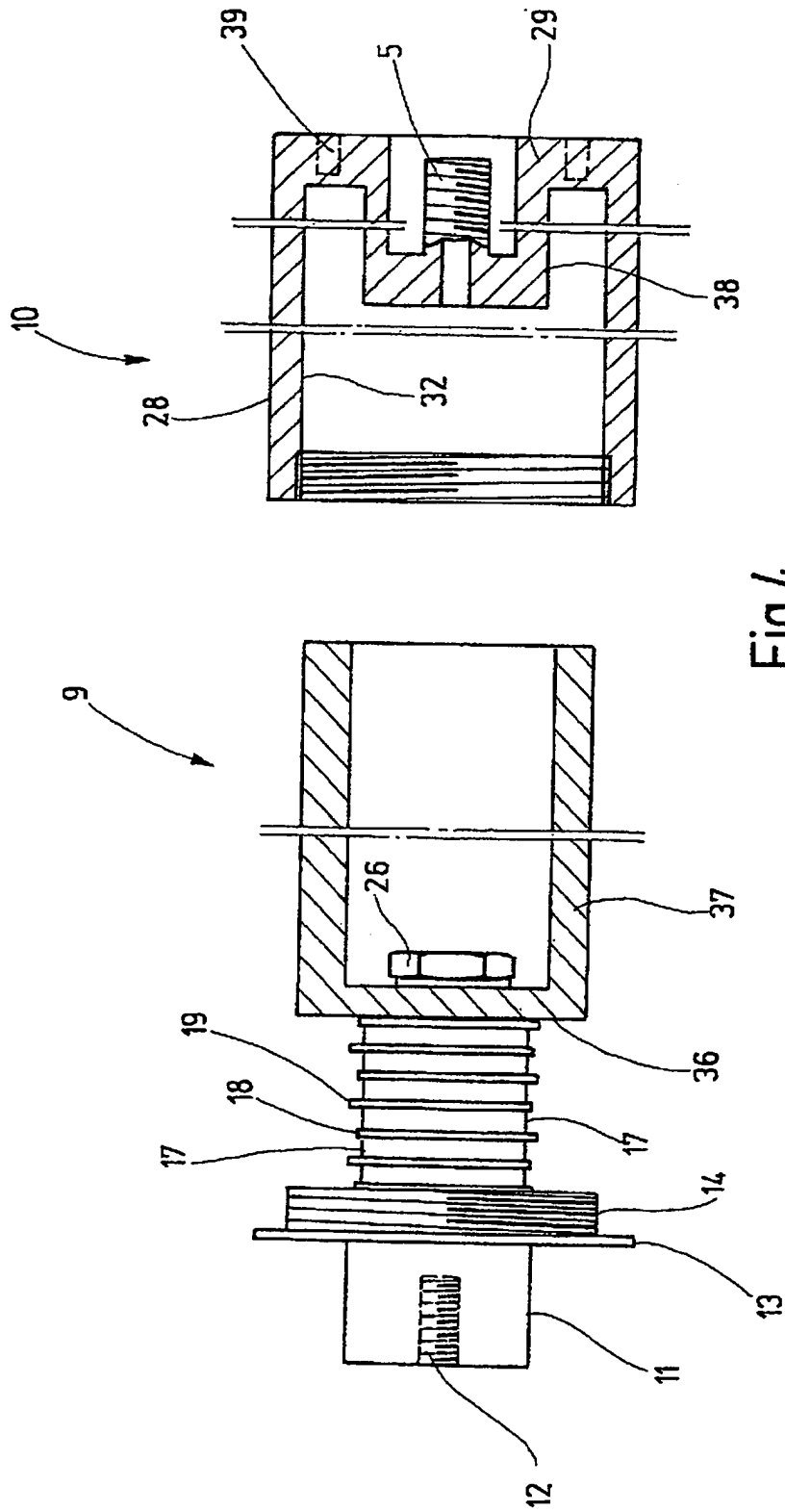


Fig.4

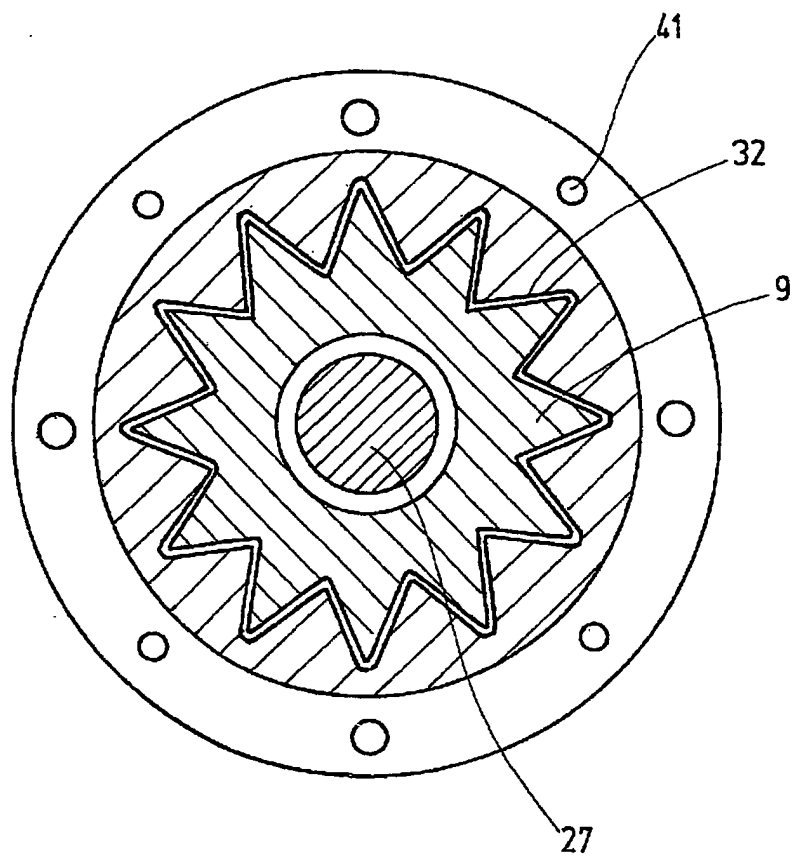


Fig.5

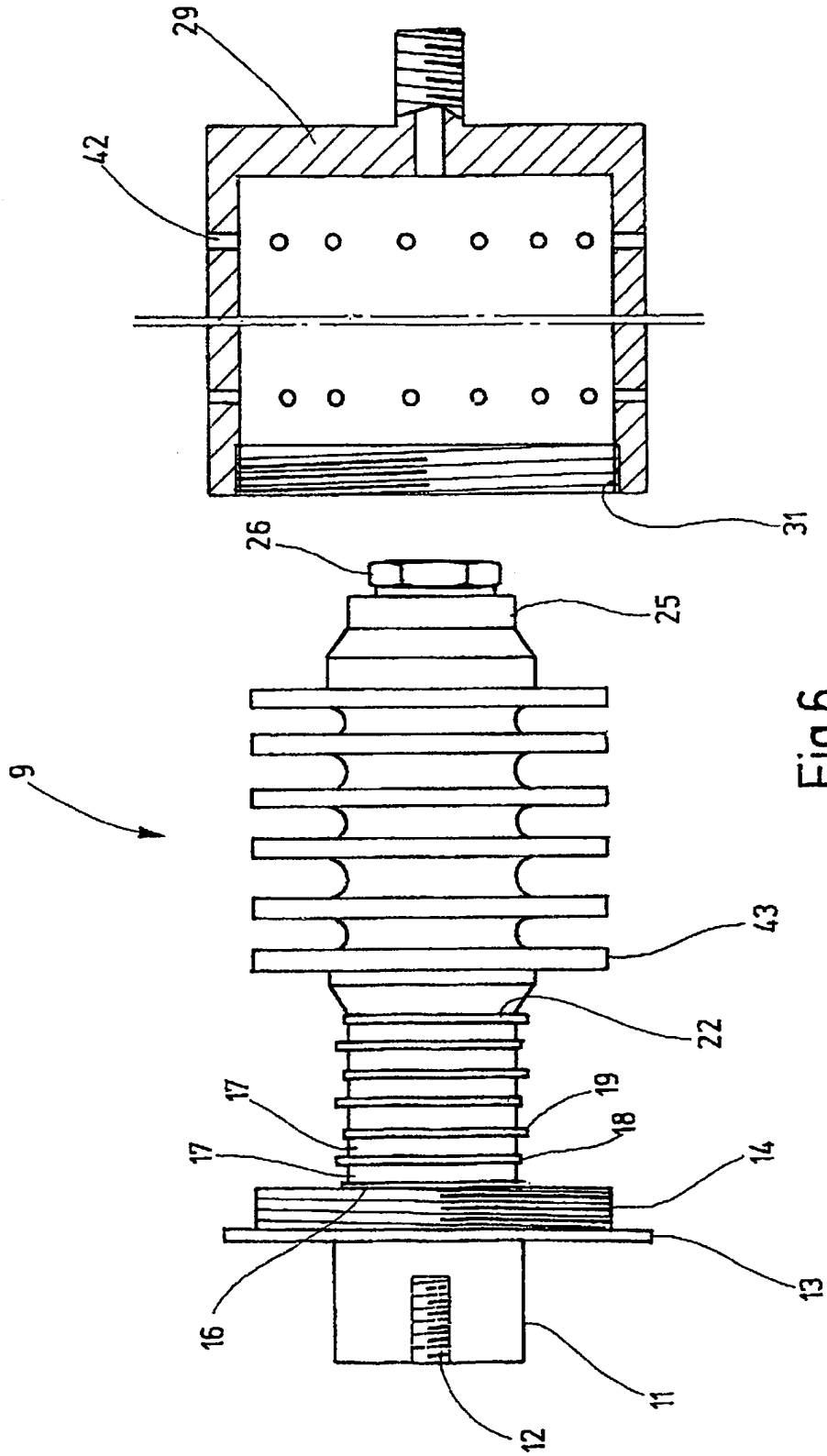


Fig. 6

RESUMO**“TRANSDUTOR DE HASTE ULTRASSÔNICO”**

5 A invenção refere-se a um transdutor de haste ultra-sônico tem um elemento de transferência de calor que é termicamente acoplado com o transdutor piezoelétrico. O elemento de transferência de calor reduz a resistência térmica em relação a atmosfera circundante ou com a carcaça, e desta maneira com o banho quando o transdutor de haste é submerso em referido banho.