



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

(11) PI 1006572-5 B1



(22) Data do Depósito: 21/04/2010

(45) Data de Concessão: 02/02/2021

(54) Título: BOMBA

(51) Int.Cl.: F01C 5/04; F01C 19/00; F04C 15/00; F04C 5/00.

(30) Prioridade Unionista: 21/04/2009 GB 0906768.7.

(73) Titular(es): QUANTEX PATENTS LIMITED.

(72) Inventor(es): RICHARD PAUL HAYES - PANKHURST; PETER WILLIAM ROSS.

(86) Pedido PCT: PCT GB2010000798 de 21/04/2010

(87) Publicação PCT: WO 2010/122299 de 28/10/2010

(85) Data do Início da Fase Nacional: 20/10/2011

(57) Resumo: BOMBA. Uma bomba compreende um invólucro (10, 210, 300, 410), o invólucro tendo um interior que define um percurso de rotor (10, 210, 300, 410), uma entrada (111, 211) formada no invólucro (10, 210, 300, 410) em uma primeira posição no percurso do rotor, uma saída (12, 212) formada no invólucro (10, 210, 300, 410) e uma segunda posição no dito percurso de rotor espaçada da dita primeira posição. Um rotor (15, 315, 350, 415) que gira no invólucro. Pelo menos uma primeira superfície é formada no rotor (15, 315, 350, 415) e veda contra dito percurso de rotor do invólucro (10, 210, 300, 410). Pelo menos uma segunda superfície é formada no dito rotor (15, 315, 350, 415) circunferencialmente espaçada da dita primeira superfície e forma uma câmara com o percurso de rotor que se desloca à volta do dito percurso de rotor na rotação do rotor (15, 315, 350, 415) para transportar o fluido à volta do invólucro (10, 210, 300, 410) a partir da entrada (111, 211) para a saída (12, 212). Uma vedação resiliente (114, 214) é formada integralmente com o invólucro (10, 210, 300, 410), localizada no dito percurso de rotor e que se estende entre a saída (12, 212) e a entrada (111, 211) na direção da rotação do dito rotor (15, 315, 350, 415) com o qual a superfície do primeiro rotor é vedada, e deforma resilientemente, a vedação (114, 214), como o rotor (15, 315, 350, 415) gira à volta do percurso de rotor dentro do invólucro para evitar o fluxo do fluido da dita saída (12, 212) para a dita entrada (...).

BOMBA

A invenção se refere a bombas.

Uma conhecida forma de bomba compreende um invólucro com uma entrada para a conexão com uma fonte de fluido e uma saída para o fluido bombeado com a entrada e a saída sendo espaçadas à volta de um percurso de um rotor dentro do invólucro. O rotor inclui pelo menos uma superfície que forma, com o invólucro, uma câmara fechada que se desloca à volta do invólucro para transportar fluido à volta do invólucro. Nessa especificação, o termo "fluido" inclui tanto gases como líquidos.

A bomba desse tipo é revelada no documento WO 2006/027548 onde é provida uma vedação no invólucro entre a entrada e a saída para vedar contra o rotor. Um primeiro problema com bombas desse tipo é que o invólucro e a vedação são formados separadamente e então montados em conjunto. Como descrito no documento WO 2006/027548, o invólucro pode ser moldado por injeção e a vedação fixa no invólucro usando adesivo. De forma alternativa, a vedação pode ser moldada com o invólucro em um processo de moldagem por injeção em duas etapas. Este é um problema quando existirem duas ou mais câmaras, porque qualquer incompatibilidade na união entre o invólucro e a vedação pode provocar um vazamento entre câmaras adjacentes, particularmente com maiores diferenças de pressão entre a pressão de entrada e a pressão de saída e onde os vértices do rotor são posicionados pressionando nesta vedação. Esse vazamento provoca imprecisões na vazão da bomba e podem permitir um contrafluxo indesejado na bomba quando parada ou em baixas vazões.

De acordo com um primeiro aspecto da invenção, é provida uma bomba compreendendo um invólucro, o invólucro tendo um interior que define um percurso de rotor, uma

entrada formada no invólucro na primeira posição do dito percurso de rotor, uma saída formada no invólucro em uma segunda posição no dito percurso de rotor espaçado da dita primeira posição, a rotor que gira no dito invólucro, pelo menos uma primeira superfície formada no rotor e na vedação contra dito percurso de rotor do invólucro, pelo menos uma segunda superfície formada no dito rotor circunferencialmente espaçado da dita primeira superfície e formando a câmara com o percurso de rotor que se desloca à volta do dito percurso de rotor na rotação do rotor para transportar o fluido à volta do invólucro da entrada para a saída, uma vedação resiliente formada integralmente com o invólucro, localizada no dito percurso de rotor e assim estendendo-se entre a saída e a entrada na direção da rotação do dito rotor com que a primeira superfície do rotor é vedada, e resiliamente deforma a vedação, quando o rotor gira à volta do percurso do rotor dentro do invólucro para evitar o fluxo do fluido da dita saída para a dita entrada pela vedação.

Surge outro problema com essa bomba se existir alguma incompatibilidade entre, primeiro, a força necessária para formar uma vedação entre o rotor e o invólucro e, segundo, a pressão do fluido na entrada ou na saída. Em pressões superiores, é necessária uma maior força de vedação, mas caso essa maior força seja usada em menores pressões, então aumentam desnecessariamente as forças de atrito e o torque necessário para acionar o rotor é desnecessariamente alto. Se for usada uma menor força de vedação em maiores pressões, então pode haver vazamento entre a vedação e o rotor e maiores pressões de saída não poderão ser alcançadas.

De acordo com um segundo aspecto da invenção, é provida uma bomba compreendendo um invólucro, o invólucro

tendo um interior que define um percurso de rotor, uma entrada formada no invólucro na primeira posição no dito percurso de rotor, uma saída formada no invólucro na segunda posição do dito percurso de rotor espaçado da dita 5 primeira posição, um rotor que gira no dito invólucro, pelo menos uma primeira superfície formada no rotor e na vedação contra dito percurso de rotor do invólucro, pelo menos uma segunda superfície formada no dito rotor circunferencialmente espaçado da dita primeira superfície e 10 formando uma câmara com o rotor que se desloca à volta do dito percurso de rotor na rotação do rotor para transportar o fluido à volta do invólucro, da entrada para a saída, uma vedação resiliente localizada no dito percurso de rotor e estendendo-se assim entre a saída e a entrada na direção da 15 rotação do dito rotor com o qual a primeira superfície do rotor tem vedação, e deforma resilientemente a vedação, quando o rotor gira à volta do percurso de rotor dentro do invólucro para evitar o fluxo do fluido da dita saída para a dita entrada pela vedação, a vedação tendo uma sub- 20 superfície oposta a uma superfície da vedação que tem contato pelo rotor, a passagem sendo provida para prover o dito fluido à dita sub-superfície em uma pressão que atua para fazer a vedação contra o rotor.

No documento W02006/027548, o rotor é dotado de 25 uma ou mais câmaras com cada câmara tendo um comprimento circunferencial mais curto que a distância circunferencial entre a porta de entrada e a porta de saída. Isso limita o volume de fluido que pode ser bombeado.

De acordo com um terceiro aspecto da invenção, é 30 provida uma bomba compreendendo um invólucro, o invólucro tendo um interior que define um percurso de rotor, uma entrada formada no invólucro na primeira posição do dito percurso de rotor, uma saída formada no invólucro na

segunda posição do dito percurso de rotor espaçado da dita primeira posição, um rotor que gira no dito invólucro, uma primeira superfície formada no rotor e na vedação contra dito percurso de rotor do invólucro, a dita primeira superfície tendo um comprimento circunferencial maior que o comprimento circunferencial entre a entrada e a saída, uma única segunda superfície formada no dito rotor circunferencialmente espaçado da dita primeira superfície, tendo um comprimento circunferencial maior que o comprimento circunferencial entre a entrada e a saída e formando uma câmara com o invólucro que se desloca à volta do dito percurso de rotor na rotação do rotor para transportar o fluido à volta do invólucro da entrada para a saída, uma vedação resiliente localizada no dito percurso de rotor e assim se prolongando entre a saída e a entrada na direção da rotação do dito rotor com o qual a primeira superfície e a única segunda superfície são vedadas, e deformam resilientemente a vedação, quando o rotor gira à volta do percurso de rotor dentro do invólucro para evitar o fluxo do fluido da dita saída para a dita entrada depois da vedação.

Em bombas desse tipo, o rotor e a câmara do invólucro têm forma geralmente cilíndrica com o cilindro do rotor adaptando-se e girando dentro da câmara cilíndrica. A vedação de montagem necessária entre as partes é determinada durante a fabricação, sendo difícil de ajustar durante a montagem ou em uso.

De acordo com um quarto aspecto da invenção, é provida uma bomba compreendendo um invólucro, a percurso de rotor definido pelo invólucro e dentro do invólucro, uma entrada formada no invólucro na primeira posição do dito percurso de rotor, uma saída formada no invólucro em uma segunda posição do dito percurso de rotor espaçado da dita

primeira posição, um rotor que gira no dito invólucro, pelo menos uma primeira superfície formada no rotor e na vedação contra dito percurso de rotor do invólucro, pelo menos uma segunda superfície formada no dito rotor

5 circunferencialmente espaçada da dita primeira superfície e formando uma câmara com o percurso de rotor que se desloca à volta dito percurso de rotor na rotação do rotor para transportar fluido à volta do invólucro da entrada para a saída, uma vedação resiliente localizada no dito percurso de rotor e prolongando-se assim entre a saída e a entrada na direção da rotação do dito rotor com o qual a primeira superfície do rotor tem vedação, e deforma resilientemente a vedação, quando o rotor gira à volta do percurso de rotor dentro do invólucro para evitar o fluxo do fluido da dita

10 saída para a dita entrada passando pela vedação, o percurso de rotor sendo frustocônico e a primeira superfície do rotor sendo frustocônica e sendo uma montagem de encaixe com o percurso de rotor.

15

Nesse caso, as posições relativas do rotor e do invólucro podem ser ajustáveis axialmente.

Segue-se uma descrição mais detalhada de algumas realizações da invenção, como exemplo, sendo feita referência aos desenhos de acompanhamento, onde:

A Figura 1 é uma seção transversal esquemática em

25 uma bomba conhecida como revelada na WO 2006/027548, incluindo um invólucro provido de uma entrada e uma saída e um rotor que gira dentro do invólucro e uma vedando contra uma vedação provida pelo invólucro, o rotor sendo mostrado em uma primeira posição angular,

30 A Figura 2 é uma vista similar à Figura 1, mas mostrando o rotor da bomba conhecida girada de cerca de 30° da posição mostrada na Figura 1,

A Figura 3 é uma vista similar à Figura 1, mas

mostrando o rotor da bomba conhecida girada de cerca de 60° da posição mostrada na Figura 1,

A Figura 4 é uma seção transversal esquemática da bomba de acordo com a invenção, incluindo um invólucro provido com uma entrada e uma saída e um rotor que gira dentro do invólucro e vedando contra uma vedação formada integralmente com o invólucro,

A Figura 5 é uma vista similar à Figura 4, mas mostrando uma forma modificada da bomba, onde é provida uma porta que conduz de um ponto adjacente à saída para trás da vedação,

A Figura 6 é uma vista similar às Figuras 1 a 3 e mostrando a bomba de acordo com a invenção incluindo um rotor provido de uma única câmara,

A Figura 7 é uma seção transversal longitudinal da bomba do tipo geral mostrado nas Figuras 1 a 3, mas com um rotor e um invólucro tendo um formato frustocônico,

A Figura 8 é uma seção transversal longitudinal da bomba do tipo geral mostrado na Figura 7, mas com uma segunda forma de rotor frustocônico e invólucro,

A Figura 9 é uma vista similar à Figura 8, mas mostrando a provisão de uma mola para permitir o ajuste axial da posição do rotor relativa ao invólucro,

A Figura 10 é uma elevação lateral de uma tampa com uma extremidade serrilhada para ser usada como uma mola na realização da Figura 9,

A Figura 11 é uma vista similar à Figura 7, mas mostrando a provisão de uma mola entre o rotor e o invólucro na extremidade de diâmetro maior do rotor, e

A Figura 12 é uma vista de extremidade do rotor da Figura 11.

Primeiramente com referência às Figuras 1 a 3, a bomba conhecida do WO 2006/027548 é formada por um invólucro

indicado geralmente em 10, que pode ser formado por uma moldagem de plástico de, por exemplo, polietileno ou polipropileno. O invólucro 10 é formado com uma entrada 11 para a conexão com uma fonte de fluido e uma saída 12 para o fluido bombeado. O interior do invólucro 10 é cilíndrico. A parte do interior do invólucro 10 entre a saída 12 e a entrada 11, novamente no sentido horário como visto nas Figuras 1 a 3, tem uma vedação 14 que será descrita abaixo em maiores detalhes.

O invólucro 10 contém um rotor 15. O rotor 15 pode ser formado de um metal como o aço inoxidável ou como uma peça de plástico de precisão moldado por injeção formado de uma resina como o acetal. Como visto nas Figuras, o rotor 15 tem geralmente a seção transversal circular e inclui quatro superfícies recuadas 16a, 16b, 16c e 16d de comprimentos iguais e espaçadas de forma equiangular à volta do rotor e interligadas por vértices 17a, 17b, 17c e 17d formados por porções uniformes do rotor 15. Assim, cada vértice é arredondado por uma curvatura que combina com a curvatura da superfície do invólucro cilíndrico 13, de maneira que o rotor 15 monta justo na superfície do invólucro cilíndrico 13 que forma um percurso de rotor para o rotor. Como resultado, cada superfície recuada 16a, 16b, 16c e 16d forma uma respectiva câmara 18a, 18b, 18c e 18d com a superfície do invólucro cilíndrico 13 quando cada superfície 16a, 16b, 16c, 16d se desloca à volta daquele percurso de rotor 13. Se o invólucro 10 é formado por um material plástico resiliente que deforme sob carga, o rotor 15 pode ser disposto para distender um pouco no invólucro 10, garantindo assim uma vedação à prova de fluidos à volta de cada superfície 16a, 16b, 16c, 16d.

O rotor 15 gira no sentido horário nas Figuras 1

a 3 por meio de um acionamento (não mostrado nas Figuras).

A vedação 14 é formada por um bloco de material elastomérico que seja conforme, flexível e resiliente, vendido sob o nome comercial de Hytrel. A vedação 14 é conectada ao invólucro 10 para evitar que o fluido passe entre a vedação 14 e o invólucro 10. Isto pode ser feito com um adesivo. De forma alternativa, a vedação 14 poderia ser moldada com o invólucro 10 em um processo de moldagem por injeção de duas etapas. Nesse último caso, o material da vedação 14 deve ser tal que vede todo o invólucro para evitar vazamentos. A vedação 14 tem uma primeira borda axial 19 adjacente à entrada 11 e uma segunda borda axial 20 adjacente à saída 12. A vedação 14 tem um rotor que acopla a superfície 21 que tem comprimento entre a primeira e a segunda bordas 19, 20, geralmente igual ao comprimento de cada uma das superfícies recuadas 16a, 16b, 16c e 16d entre os vértices associados 17a, 17b, 17c, 17d, sendo conformada para combinar com cada superfície recuada 16a, 16b, 16c, 16d. A extensão axial da vedação 14 é pelo menos a mesma que a extensão axial da superfície recuadas 16a, 16b, 16c, 16d. A vedação 14 projeta-se no espaço definido por um cilindro imaginário descrito pela continuação da superfície cilíndrica 13 entre a entrada 11 e a saída 12. A vedação 14 pode ser flexionada entre a primeira e a segunda bordas axiais 19, 20, de maneira a inclinar-se para fora com relação a uma vedação 14 na direção do eixo do rotor 15 onde as superfícies recuadas 16a, 16b, 16c, 16d são côncavas.

A resiliência natural do material tende a retornar a vedação 14 à disposição não destorcida depois da distorção pelo rotor 15 e isso pode ser auxiliado por uma mola (não mostrada) que atua na extremidade externa da vedação 14.

Será agora descrita a operação da bomba conhecida

acima descrita com referência às Figuras 1 a 3. A entrada 11 está conectada a uma fonte de fluido a ser bombeado e a saída 12 está conectada ao destino do fluido bombeado. O rotor 15 gira no sentido horário como visto nas Figuras 1 a 5 3. Na posição mostrada na Figura 1, a superfície do rotor 16a se acopla resiliamente à superfície da vedação 21. Assim, o espaço entre o invólucro 10 e o rotor 15 está 10 fechado nessa zona, sendo evitada a passagem de fluido da saída 12 para a entrada 11. Nessa posição, o vértice 17a está alinhado com a entrada 11, enquanto as superfícies do rotor 16b, 16c, 16d formam respectivas câmaras vedadas 18b, 18c, 18d com a superfície do invólucro cilíndrico 13. Como 15 resultado das prévias rotações do rotor 15, essas câmaras 18b, 18c e 18d são preenchidas de fluido da forma a ser descrita abaixo.

Com referência agora à Figura 2, na rotação do rotor 15 de cerca de 30° , a câmara 18d está agora conectada à saída 12. O vértice associado 17d tem contato com a superfície da vedação 21 e veda contra essa superfície. 20 Assim, o rotor girante 15 força para fora o fluido da câmara 18d pela saída 12. Além disso, o vértice 17a alinhado previamente com a entrada 11, move-se para longe da entrada 11 e permite que a superfície do rotor 16a se 25 separe da superfície vedada 21 para começar a formar a câmara 18a (Figura 3) com a superfície do invólucro cilíndrico 13 e com o vértice 17d contra a superfície da vedação 21.

Com referência agora à Figura 3, outra rotação do rotor 15 de cerca de 60° da posição mostrada na Figura 1, 30 resulta na superfície do rotor 16d que formou previamente a câmara 18d adjacente à saída 12 começar a ter contato com a superfície da vedação 21 e a vedação contra aquela superfície 21. Assim, a câmara 18d reduz seu volume até

zero e o fluido daquela câmara é forçado pela saída 12. Ao mesmo tempo, a superfície do rotor 16a primeiramente em contato com a superfície da vedação 21 está agora livre daquela superfície 21 e forma uma câmara 18a com a superfície do invólucro cilíndrico 13 e a câmara 18a recebe fluido da entrada 11. O vértice 17d entre as superfícies 16a e 16d saem de acoplamento com a superfície da vedação 21 e começa a se alinhar com a entrada 11.

O rotor 15 move-se então para uma posição equivalente à posição mostrada na Figura 1 e o bombeamento prossegue. Assim, o fluido é bombeado entre a entrada 11 e a saída 12.

Será apreciado que a vazão de líquido é proporcional à taxa de rotação do rotor 15 e aos volumes das câmaras 18a, 18b, 18c e 18d. Apesar de o rotor 15 ser mostrado como tendo quatro superfícies 16a, 16b, 16c, 16d, poderia ter qualquer número de superfícies, como uma, duas ou três superfícies ou mais que quatro superfícies. As superfícies 16a, 16b, 16c, 16d podem ser planares, ou podem ser, por exemplo, curvadas de forma convexa ou côncava. Podem ser conformadas como endentações pela interseção com o rotor 15 de um cilindro imaginário tendo seu eixo em 90° com o eixo do rotor e deslocado para um lado do eixo do rotor. Como descrito acima, o rotor que se acopla com a superfície 21 da vedação 14 pode ser conformado para complementar a forma das superfícies 16a, 16b, 16c, 16d.

Em todas as vezes, a vedação 14 atua para evitar a formação da câmara entre a saída 12 e a entrada 11 na direção do rotor 15. A resiliência da vedação 14 permite que sempre preencha o espaço entre a entrada 11 e a saída 12 e a porção do rotor 15 nessa região. Como aumenta a pressão diferencial entre a entrada 11 ou a saída 12, há uma maior tendência para o fluido passar entre a vedação 14

e o rotor 15. O uso de uma mola atuando na vedação 14, como acima descrito, reduz essa tendência e permite que a bomba opere em maiores pressões. Assim, a força aplicada pela mola determina a pressão máxima da bomba. São conhecidas bombas onde a saída e a entrada são separadas por um fino obturador que se estende do invólucro e tem contato com o rotor. Nessas bombas, existe um volume de fluido entre a saída e a entrada e um grande gradiente de pressão pelo obturador que aumenta com a velocidade de rotação do rotor caso esteja acionando o fluido pela saída fixa e a viscosidade do fluido leva a uma contrapressão que aumenta com a vazão. Como resultado, existe uma maior probabilidade de vazamento pelo obturador. Em uma bomba descrita acima com referência aos desenhos, apesar de haver um diferencial de pressão entre a entrada e a saída, existe um menor gradiente de pressão pela barreira entre a entrada 11 e a saída 12, quando o fluido é gradualmente espremido para fora das câmaras 18a, 18b, 18c e 18d para a saída 12 e então, após outra rotação do rotor 15, introduzido gradualmente na câmara 18a, 18b, 18c e 18d no lado da entrada. Isso reduz a possibilidade de vazamento e permite que a bomba proporcione um fluxo medido com precisão. A vedação 14 atua como um deslocador, deslocando o fluido entre a entrada 11 e a saída 12.

Todo o descrito acima com referência às Figuras 1 a 3 é revelado na WO 2006/027548.

Com referência agora à Figura 4, as peças comuns às Figuras 1 a 3 e à Figura 4 receberão os mesmos números de referência e não serão descritas em detalhes.

Na realização da Figura 4, a vedação em separado 14 é omitida. Uma vedação 114 é formada em uma peça com o invólucro 10. Essas peças podem ser formadas a partir de um material plástico por um processo único de moldagem por

injeção. A vedação 114 é uma parede de plástico fino que se prolonga circumferencialmente a partir da entrada 11 até a saída 12. A espessura da parede pode, por exemplo, ser de 0,15mm. O material do invólucro 10 e a espessura da parede 5 são escolhidos de maneira que a parede possa destorcer quando tiver contato com os vértices 17a, 17b, 17c, 17d do rotor 15. Os materiais adequados podem ser polietileno ou polipropileno.

Para que a vedação 114 tenha suficiente 10 flexibilidade para acompanhar o contorno do rotor 15 quando em rotação, é necessário que a vedação 114 seja moldada com uma seção de parede muito fina. Essa necessidade de uma seção de parede fina em uma grande área não é normalmente encontrada nas peças comuns moldadas por injeção. Por meio 15 de um processamento cuidadoso usando altas pressões de injeção, com o trabalho local a quente à volta da área de vedação e com o respiro local para eliminar os gases, é possível obter vedações 114 com a espessuras de paredes entre 0,1mm - 0,3mm.

Em um processo preferido, a parte deslizante da 20 ferramenta que cria a superfície externa da vedação 114 é controlada hidráulicamente. O plástico fundido é injetado na ferramenta pelo parafuso de injeção da forma convencional, em que a parede de vedação seja 25 aproximadamente o dobro da espessura de projeto, permitindo assim que o material fundido flua prontamente pela a vedação. Ao invés de usar o parafuso de injeção para dar pressão de empacotamento enquanto a moldagem resfria e 30 solidifica a parte deslizante da ferramenta, este avança hidráulicamente para criar a desejada espessura da parede de vedação e criar ao mesmo tempo a pressão de empacotamento.

O uso de um material flexível adequado para a

vedação 114 pode precisar da moldagem de membros de enrijecimento como flanges no invólucro 10 para dotá-la de rigidez suficiente.

Em uso, a presença da vedação unitária 114 garante a não existência de vazamentos entre câmaras adjacentes 18a, 18b, 18c e 18d na união entre o invólucro 10 e a vedação 114 quando um vértice 17a, 17b, 17c, 17d passar pela união, como pode ocorrer na realização conhecida das Figuras 1 a 3 particularmente em maiores pressões. O uso de uma moldagem de etapa simples comparada com processos de etapa dupla ou de co-moldagem, reduz o número de processos, tem um tempo de ciclo mais rápido, exige ferramentas de moldagem e maquinário de moldagem mais simples e conduz a uma maior produção de fabricação e menores custos de produção. Em comparação com bombas desse tipo omitindo essas características, a bomba da Figura 4 pode ter maior vida operacional.

Com referência agora à Figura 5, as peças comuns às Figuras 1 a 4 e à Figura 5 receberão os mesmo números de referência e não serão descritas em detalhes.

Na realização da Figura 5, a vedação 114 é formada integralmente com o invólucro 10, como na Figura 4. Entretanto, nessa realização, é provida uma almofada deslocadora resiliente 141 que atua contra o lado inferior da vedação 114 para pressionar a vedação contra o rotor 10. Isso permite que a bomba seja usada em maiores pressões, já que a pressão adicional da almofada 141 resiste a passagem forçada de fluido entre o rotor 10 e a vedação 114. A força aplicada pela almofada 141 é escolhida para permitir que a bomba opere em uma extremidade inferior de uma faixa de pressões de operação para as quais a bomba é projetada, por exemplo, até 0,5 bar.

Além disso, é provida uma porta 101 na saída 12

para permitir a comunicação entre a saída 12 e o espaço atrás da vedação 114. O efeito disto, é permitir que o fluido passe pela porta 101 em operação e aplique pressão de fluido a uma câmara 147 formada pela sub-superfície da vedação 114, uma torre 145 que se projeta para fora do resto do invólucro 10 e uma tampa 146 que fecha a torre 145. A força aplicada pela vedação 114 no rotor é assim a soma da força aplicada pela almofada 141 e a força aplicada pelo fluido. Assim, a força aplicada varia com a pressão de saída e um aumento na pressão de saída resulta em um aumento correspondente na força aplicada na vedação 114, evitando assim o vazamento entre a vedação 114 e o rotor 10 como resultado da maior pressão.

Foi achado que as bombas que possuem uma pressão de operação máxima de 1 bar sem a porta 101 podem ser operadas em pressões de até e além de 6 bar com a porta 101. Como a pressão aplicada na vedação 114 varia automaticamente com a pressão de saída, um único projeto de bomba que incorpore essa porta 101 pode ser usado para uma variedade de aplicações que exijam uma ampla gama de pressões. Além disso, a bomba sempre opera com a exigência de torque mínimo, já que a força entre a vedação 114 e o rotor 10 nunca é desnecessariamente alta.

Como a almofada 141 apóia contra a sub-superfície da vedação 114, é aconselhável fazer a almofada 141 suficientemente resiliente de maneira que a pressão da saída 12 seja transmitida para a vedação 114.

O fluido pode ser enviado para a sub-superfície a partir da entrada 11 ou a partir de qualquer outro ponto adequado dentro do invólucro 10 ou fornecido por um tubo a partir de um local remoto no sistema do fluido, permitindo assim a confecção da bomba com maior pressão de entrada ou pressão de saída.

Com referência agora à Figura 6, as peças comuns às Figuras 1 a 3 e à Figura 6 receberão os mesmos números de referência e não serão descritas em detalhes. Na Figura 6, o invólucro 210 é moldado em uma peça como descrito acima com referência à Figura 4. O invólucro 210 tem uma entrada 211 e uma saída 212 espaçadas proximamente em uma direção circunferencial. É formada uma vedação 214 em uma peça com o restante do invólucro 210 como descrito acima com referência à Figura 4 e pressionada radialmente para dentro por um apoio resiliente 240 que atua entre a vedação 214 e a base 241 formada no invólucro. O espaço que contém a almofada 240 está ligado à saída 212 por uma porta 201 formada entre a vedação 214 e o invólucro 210. Essa porta 201 opera como descrita acima com referência à Figura 5.

O rotor 15 é dotado de uma superfície recuada única 216 com as extremidades dessa superfície 216 interconectadas por um único vértice 217 que se estende axialmente ao longo do rotor 15. O comprimento circunferencial do vértice 217 é maior que o espaçamento circunferencial da entrada 211 e da saída 212.

A vedação 214 tem um rotor que se projeta radialmente para dentro e se acopla superfície 221 pressionado pela almofada 240 para contato com a superfície da porção recuada 216, quando a porção 216 passa pela vedação 214.

A bomba da Figura 6 opera geralmente como acima descrito com referência às Figuras 1 a 5. Entretanto, como o comprimento circunferencial da superfície recuada 216 é maior que o espaçamento circunferencial da entrada 211 e da saída 212, o contato entre e a superfície 216, quando a superfície 216 passa pela vedação 214, evita a comunicação entre as portas de entrada e saída 211, 212.

O benefício da bomba da Figura 6 é que a câmara

única 218 formada entre a superfície recuada 216 e a câmara 13 maximiza o volume de fluido transferido da entrada 211 para a saída 212 em cada rotação do rotor 15. Isto é ainda melhorado pela redução da separação circumferencial da 5 entrada 211 e da saída 212, permitindo assim que a extensão circumferencial do vértice 217 seja reduzida e a extensão circumferencial da superfície recuada 216 seja aumentada de forma correspondente, aumentando assim o volume da câmara 218.

10 É claro que a bomba da Figura 6 poderia ter uma vedação em separado, como descrito acima com referência às Figuras 1 a 4. Além disso, a porta 201 é opcional. Além disso, nas realizações de ambas as Figuras 5 e 5, as portas 101 e 201 são mostradas como levando da saída 12, 212 para 15 a sub-superfície da vedação 114, 214. É possível como alternativa, que as portas conduzam a partir da entrada associada 11, 211 para a sub-superfície da vedação 114, 214.

Nas realizações descritas acima com referência às 20 Figuras 1 a 6, o interior do invólucro 10 e o exterior do rotor 15 têm superfícies cilíndricas complementares. O torque de operação e a pressão máxima de bombeamento são afetadas pela proximidade do ajuste entre essas peças e as 25 pequenas variações de fabricação podem ter um efeito adverso pelo aumento do torque necessário e pela redução da pressão máxima de bombeamento pelo vazamento.

Com referência agora à Figura 7, as peças comuns à bomba das Figuras 1 a 3 e à bomba da Figura 7 terão os mesmo números de referência e não serão descritas em 30 detalhes.

Na bomba da Figura 7, o invólucro 300 tem um interior que tem uma primeira extremidade curta cilíndrica de menor diâmetro 350 e uma segunda extremidade curta de

diâmetro maior 351 interligada por uma seção frustocônica 352. O rotor 315 tem uma extremidade curta cilíndrica de menor diâmetro 353 com o corpo do rotor 354 sendo frustocônico, de maneira que o rotor 315 se adapte, e que 5 gire no interior do invólucro 300 com o corpo do rotor 354 combinando com a seção frustocônica 352 do invólucro 300. A extremidade de menor diâmetro 353 do rotor 315 leva uma vedação anular 355 que veda entre o rotor 315 e o invólucro 300. A vedação pode ser um anel O-ring, uma vedação de 10 quatro cantos ou uma vedação de extremidade e pode ser moldada tanto no invólucro 300 como no rotor 315.

O ângulo cônico incluído da seção frustocônica 352 do invólucro 300 e do corpo do rotor 354 pode ser de 2° a 20° e pode preferivelmente estar entre 5° e 15° mais 15 preferivelmente 10°.

A extremidade de maior diâmetro 350 do invólucro 300 possui uma arruela 357 que pode ser ajustada para mover o rotor 315 axialmente com relação ao invólucro 300 para ajustar a montagem entre essas peças e obter a necessária 20 pressão de interface entre o rotor 315 e o invólucro 300 enquanto minimiza o torque necessário para girar o rotor 315 por meio de um soquete de acionamento 356 que se estende axialmente na extremidade de menor diâmetro 353 do rotor 350. Isto assim reduz o problema potencial com as 25 variações de fabricação que afetam o ajuste entre um invólucro cilíndrico interior e a combinação da superfície do rotor. O ponto de contato entre a arruela 357 e o rotor 315 pode ser feito preferencialmente próximo ao eixo do rotor 315 para reduzir o torque necessário para girar o 30 rotor 315.

Como visto na Figura 7, o rotor 350 é dotado de superfícies recuadas, duas das quais 16a, 16c vistas na Figura 7. Além disso, o invólucro 300 é dotado de uma

vedaçāo 14 que pode ser formada de qualquer uma das formas descritas na presente com referência aos desenhos. Pode ser provida uma almofada 141 como descrito acima com referência à Figura 5 e mantida no lugar por uma tampa 358.

5 A pressão que atua o rotor 350 contra o invólucro pode ser cuidadosamente controlada, de maneira que a pressão da interface entre o invólucro e as superfícies de contato seja ajustada no valor desejado. Essa pressão pode ser acionada por qualquer uma das seguintes formas (que podem 10 ser usadas individualmente ou em qualquer combinação). Primeiro, a pressão pode ser exercida por uma mola que atue no rotor 350. Segundo, a pressão pode ser exercida pela modificāo do rotor 350 para criar um flange ou alças durante a fabricação, de maneira que seja retida pela 15 extremidade de menor diâmetro do invólucro 300 na posição adequada. Terceiro, a pressão pode ser exercida pela modificāo da extremidade de maior diâmetro do invólucro 300 para manter o rotor 350 na posição axial adequada. A modificāo pode ser feita por tratamento térmico da 20 extremidade do invólucro 300 e produzindo uma borda à volta da circunferência ("estaqueamento térmico") ou soldando a arruela no invólucro 300 para formar uma aba ou moldando uma borda deformável no invólucro 300 no qual o rotor 315 se adapta.

25 Com referência agora à Figura 8, nessa realização, o invólucro 410 contém um rotor 415 com o invólucro 410 e o rotor 415 tendo superfícies frustocônicas de acoplamento, como descrito acima com referência à Figura 7. Nessa realização, o invólucro 410 é formado na extremidade de 30 maior diâmetro com um flange anular de seção em L 450 tendo uma superfície interna cilíndrica 451 coaxial com o eixo do invólucro 410. Na extremidade de menor diâmetro do rotor 410, é formado cubo que se projeta para dentro 452 provido

com uma superfície cilíndrica externa de maior diâmetro 453 conectada a uma superfície cilíndrica externa de menor diâmetro 454 por um degrau anular em ângulo 455.

O rotor 415 tem formato cilíndrico oco, sendo 5 recebido dentro do invólucro 410. O rotor 415 é formado em sua extremidade de maior diâmetro com um flange direcionado radialmente para fora 456 transportando uma vedação anular de projeção axial 457 que se apóia contra a superfície interna 451 do flange anular 450 do invólucro 410 para 10 formar uma vedação entre as peças. Na extremidade de menor diâmetro do rotor 415, é formada uma superfície interna 451 do rotor 415 com uma vedação anular de seção em L 459 tendo uma borda 460 que se apóia contra a superfície cilíndrica externa de maior diâmetro 453 do cubo 452 para formar uma 15 vedação entre as peças.

Uma estria é formada na superfície interna do flange 456 para transmitir acionamento ao rotor 415. De forma alternativa, os dentes de engrenagem podem ser formados na superfície externa do flange 456 para 20 transmitir acionamento ao rotor.

Uma tampa 461 tem uma superfície de extremidade chanfradaada 462 e se adapta na superfície cilíndrica externa de menor diâmetro 454 do cubo 452 com a superfície de extremidade chanfradaada 462 apoiada contra o degrau 455 e a extremidade aberta 463 da tampa 461 apoiada contra a vedação de seção em L 459 na extremidade de menor diâmetro do rotor 415. A tampa 461 é fixa no cubo 452, por exemplo, 25 por meio de solda.

Esse acoplamento posiciona o rotor 415 axialmente 30 em relação ao invólucro 410. Será visto que, variando as dimensões e/ou a posição da tampa 461, a posição axial do rotor 415 com relação ao invólucro pode variar de maneira a prover uma necessária pressão de interface entre o rotor

415 e o invólucro 410.

A bomba da Figura 8 tem uma entrada e uma saída (não mostradas) e uma vedação (não mostrada) e que opera como descrito acima com referência às Figuras 1 a 7.

5 A bomba 10 não precisa ser feita de metal como aço inoxidável ou de resina como o acetal, o rotor 15 pode ser feito, por exemplo, de polietileno ou polipropileno.

A vedação 14 não precisa ter um formato que combine com a forma de cada superfície recuada 16a, 16b, 10 16c e 16d. A vedação 14 pode, por exemplo, ter um formato natural que seja uma continuação da superfície cilíndrica do invólucro 10 com uma mola ou apoio resiliente atuando para destorcer a vedação 14 na direção do eixo do rotor 15. Na prática, a vedação é formada com o mesmo raio de 15 curvatura que o diâmetro do invólucro cilíndrico 10, mas em geral pode ser moldado em formas curvas que cruzam o volume cilíndrico provido que liga entre o invólucro de maneira que a vedação seja tangencial ao cilindro definido pelo interior do invólucro.

20 O rotor 15 também pode ser acionado no sentido anti-horário e a direção do fluxo será revertida. Quando as portas 11 e 12 são colocadas de forma simétrica com relação à vedação 14, a bomba fornecerá a mesma característica de fluxo em ambas as direções. Na prática, foi determinado que 25 maiores pressões de saída podem ser obtidas com a porta de saída movida circumferencialmente um pouco distante da vedação 14, já que isso reduz a tendência do fluido para retornar entre a vedação 14 e o rotor 15 quando os vértices 17a, 17b, 17c, 17d estiverem perto da porta de saída. Nesse 30 caso, a vazão no sentido anti-horário é menor devido à vedação 14 não ser tão efetiva no deslocamento do fluido na câmara.

Com referência agora à Figura 9, as peças comuns

à Figura 8 e à Figura 9 receberão os mesmos números de referência e não serão descritas em detalhes.

Na bomba da Figura 8, a posição da tampa 461 determina a pressão de interface entre o rotor 415 e o invólucro 410. Como descrito com referência à Figura 8, esta força pode ser ajustada variando a posição e/ou as dimensões da tampa 461.

Este ajuste pode ser necessário para permitir que a bomba seja usada com fluidos de diferentes viscosidades ou com propriedades reológicas adversas, como espessura de corte. Para fluidos de menor viscosidade, por exemplo, é possível um menor vão entre o rotor 415 e o invólucro 410 sem o indevido aumento do torque necessário para girar o rotor 415. Com fluidos de maior viscosidade como tintas ou molhos alimentícios, é vantajoso aumentar esse vão na área de suporte para reduzir o torque necessário para girar o rotor 415. Esse maior vão não conduz ao vazamento de fluido ou afeta a pressão de saída ou a precisão da vazão, mas esse maior vão pode afetar a capacidade de auto-escorvamento da bomba (quando a bomba e suas linhas de abastecimento estiverem vazias de fluido no início da operação).

A realização da Figura 9 soluciona este problema com a provisão de uma mola 470 localizada à volta do cubo 452 e que atua entre a tampa 461 e uma parede anular que se estende radialmente 472 a partir da vedação 459. O efeito da mola 470 é pressionar o rotor 415 contra o invólucro 410 e assim fechar o vão entre essas peças quando a bomba estiver sem de fluido. Isso permite que o gás seja bombeado pela bomba quando a bomba estiver escorvada, permitindo assim que fluidos de maiores viscosidades entrem na bomba para escorvar o sistema. Quando esse fluido de maior viscosidade atinge a saída da bomba, a maior pressão de

saída e o fino filme de líquido que se forma entre as superfícies de acoplamento entre o rotor e o invólucro atua no rotor 415 para forçá-lo para fora do invólucro 410 pela compressão da mola 470, aumentando assim o vão entre o rotor 5 415 e o invólucro 410. Assim, a posição axial do rotor 415 com relação ao invólucro 410 é ajustada de acordo com a pressão do fluido sendo bombeado para aumentar o espaçamento entre o rotor 415 e o invólucro 410 com maior pressão de fluido na bomba.

10 O espaçamento entre a tampa 461 e a vedação 459 limita o movimento máximo do rotor 415 para longe do invólucro 410 e isto pode variar como necessário. Além disso, a constante da mola pode ser variada para prover diferentes taxas de compressão da mola 470 sob a ação do 15 fluido bombeado.

Essa força de mola não precisa ser provida por uma mola helicoidal 470 como mostrado na Figura 9. Qualquer forma adequada de mola pode ser usada, como uma mola de metal ou uma arruela de plástico. Uma possível variação é 20 mostrada na Figura 10. Como visto nessa Figura, a tampa 461 é formada por um material flexível, sendo provida com uma extremidade aberta serrilhada, de maneira que cada serrilhado 473 possa flexionar ao ser comprimido. A extremidade aberta serrilhada da tampa 461 pressiona contra 25 a parede 472 da vedação 459, de maneira que quando a pressão do rotor 415 aumenta quando for bombeado um fluido de maior viscosidade pela bomba, os serrilhados 473 flexionam para permitir o aumento do espaçamento entre o rotor 415 e o invólucro 410.

30 Uma segunda variação é mostrada nas Figuras 11 e 12. Nessas Figuras, a bomba construída como descrito acima com referência à Figura 7 e as peças comuns àquela Figura e às Figuras 11 e 12 recebem os mesmos números de referência

e não são descritas em detalhes.

Com referência às Figuras 11 e 12, a extremidade de maior diâmetro do rotor 350 é formada com dois braços da mola arqueados em tandem 370, 371 que se prolongam para longe e à volta da extremidade de maior diâmetro. Como visto na Figura 11, as extremidades livres dos braços da mola 370, 371 apóiam contra a arruela 357 e proporcionam força de mola contra o rotor 350 contra o invólucro 300 e atuam da mesma maneira acima descrita para permitir a escorvamento da bomba com o rotor 350 próximo ao invólucro 300 seguido por um maior espaçamento quando um líquido de maior viscosidade atinge a saída.

Os braços da mola 370, 371 podem ser formados separadamente do rotor 350. Quando o rotor 350 for moldado, por exemplo, os braços da mola 370, 371 podem ser co-moldados com o rotor 350. Um material preferido para essa moldagem é um poliacetal, por ter uma propriedade de baixa fluênci. O benefício de uma mola de baixa fluênci é permitir que várias viscosidades sejam bombeadas por um conjunto de bomba.

É claro que os braços da mola 370, 371 podem ser substituídos por qualquer outra forma adequada de mola que atue entre o rotor 350 e o invólucro 300, como uma mola espiral ou uma arruela de pressão.

Nessa realização, a faixa de movimentos é novamente limitada pelo espaçamento entre a extremidade de maior diâmetro do rotor 350 e a arruela 357 e isto pode ser limitado ou ajustado como necessário.

REIVINDICAÇÕES

1. BOMBA, que compreende um invólucro (10), o invólucro (10) tendo uma superfície interna, uma entrada (111) formada no invólucro (10) em uma primeira posição no dito percurso de rotor, uma saída (12) formada no invólucro (10) em uma segunda posição no dito percurso de rotor espaçada da dita primeira posição, um rotor (15) que gira no dito invólucro, pelo menos uma primeira superfície formada no rotor (15) e vedação contra o dito percurso de rotor do invólucro (10), pelo menos uma segunda superfície que é uma superfície recuada formada no dito rotor (15) circunferencialmente espaçada da dita primeira superfície e formando uma câmara com o invólucro (10) que se desloca em torno do dito percurso de rotor na rotação do rotor (15) para transportar fluido em torno do invólucro (10) desde a entrada (111) até a saída (12), uma vedação resiliente (114, 214) localizada no dito percurso de rotor e assim se estendendo entre a saída (12) e a entrada (111) na direção de rotação do dito rotor (15) de modo que a primeira superfície do rotor veda, e deforma resilientemente a vedação (14, 114), conforme o rotor (15) gira em torno do percurso de rotor dentro do invólucro para impedir que o fluido flua desde a dita saída (12) até a dita entrada (111) passando pela vedação,

caracterizada pela superfície interna do invólucro definir o percurso de rotor, e a vedação (14, 114) ser formada em uma única peça unitária com o invólucro (10).

2. BOMBA, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo invólucro (10) e a vedação (14, 114) serem formadas a partir de um material plástico por um processo de moldagem por injeção simples.

3. BOMBA, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizada pela vedação (14, 114) ser formada por uma parede plástica flexível.

4. BOMBA, de acordo com a reivindicação 2 ou 3, caracterizada pela parede possuir uma espessura de 0,05 mm a 0,3 mm, preferencialmente 0,15 mm.

5. BOMBA, que compreende um invólucro, o invólucro (10) tendo uma superfície interna, uma entrada (111) formada no invólucro (10) em uma primeira posição em um percurso de rotor, uma saída (12) formada no invólucro (10) em uma segunda posição no dito percurso de rotor espaçada da dita primeira posição, um rotor (15) que gira no dito invólucro (10), pelo menos uma primeira superfície formada no rotor (15) e vedação contra o dito percurso de rotor do invólucro (10), pelo menos uma segunda superfície que é uma superfície recuada formada no dito rotor (15) circumferencialmente espaçada da dita primeira superfície e formando uma câmara com o invólucro (10) que se desloca em torno do dito percurso de rotor na rotação do rotor (15) para transportar fluido em torno do invólucro desde a entrada (111) até a saída (12), uma vedação resiliente (14, 114) localizada no dito percurso de rotor e se estendendo entre a saída (12) e a entrada (111) 20 na direção de rotação do dito rotor (15) que a primeira superfície do rotor veda, e deforma resilientemente a vedação (14, 114), conforme o rotor (15) gira em torno do percurso de rotor dentro do invólucro (10) para impedir que o fluido flua desde a dita saída (12) até a dita entrada (111) passando 25 pela vedação, a vedação tendo uma sub-superfície oposta a uma superfície da vedação (14, 114) que faz contato pelo rotor (15),

30 caracterizada pela superfície interna do invólucro definir o percurso de rotor, e a vedação (14, 114) ser formada em uma única peça unitária com o invólucro (10), e uma passagem (101) é provida para fornecer o fluido sendo bombeado à dita sub-superfície para intensificar a vedação (14, 114) contra o rotor (15).

6. BOMBA, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo invólucro (10) ser provido de uma passagem (101) que se estende desde a saída (12) até a sub-superfície da vedação para passagem do fluido desde a saída (12) até a 5 sub-superfície.

7. BOMBA, de acordo com qualquer uma das reivindicações 5 ou 6, caracterizada pelo invólucro (10) ser formado com uma câmara, a vedação (14, 114) formando uma parede da câmara e o fluido sendo fornecido à câmara.

10 8. BOMBA, de acordo com a reivindicação 7, quando dependente da reivindicação 6, caracterizada pela passagem (101) se estender desde a saída (12) até a câmara.

15 9. BOMBA, de acordo com a reivindicação 5, caracterizada pelo invólucro (10) ser provido de uma passagem que se estende desde a entrada (11) até a sub-superfície da 15 vedação para passagem do fluido desde a entrada (11) até a sub-superfície.

20 10. BOMBA, que comprehende um invólucro, o invólucro (10) tendo uma superfície interna, uma entrada (111) formada no invólucro (10) em uma primeira posição em um percurso de rotor, uma saída (12) formada no invólucro (10) em uma 25 segunda posição no dito percurso de rotor espaçada da dita primeira posição, um rotor (15) que gira no dito invólucro (10), uma primeira superfície formada no rotor (15) e vedação contra o dito percurso de rotor do invólucro, uma única 30 segunda superfície que é uma superfície recuada formada no dito rotor (15) circunferencialmente espaçada da dita primeira superfície, e formando uma câmara com o invólucro (10) se deslocando em torno do dito percurso de rotor na rotação do rotor para transportar fluido em torno do invólucro (10) desde a entrada (111) até a saída, a vedação resiliente (14, 114) localizada no dito percurso de rotor e assim se estendendo entre a saída (12) e a entrada (111) na

direção de rotação do dito rotor (15) que a primeira superfície e a única segunda superfície veda e deforma resilientemente a vedação (114), conforme o rotor (15) gira em torno do percurso de rotor dentro do invólucro para 5 impedir que o fluido flua passando pela vedação (14, 114) desde a dita saída (12) até a dita entrada (111),

caracterizada pela superfície interna do invólucro definir o percurso de rotor, e a vedação (14, 114) ser formada em uma única peça unitária com o invólucro (10),

10 a dita primeira superfície do dito rotor tendo um comprimento circunferencial maior que o comprimento circunferencial entre a entrada (111, 211) e a saída (12, 212), e

15 a segunda superfície do rotor tendo um comprimento circunferencial maior que o comprimento circunferencial entre a entrada (111, 211) e a saída (12, 212).

11. BOMBA, de acordo com a reivindicação 10, caracterizada pela primeira superfície do rotor ser formada por um vértice que se estende axialmente (217) que se projeta 20 radialmente para fora da segunda superfície (216), de modo que a segunda superfície (216) seja rebaixada em relação à primeira superfície (217).

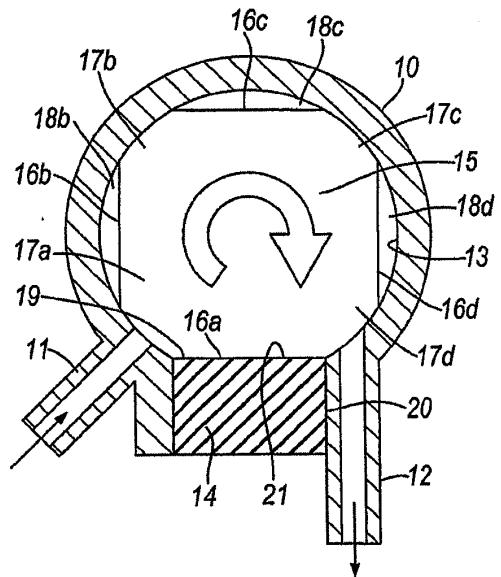


Fig. 1

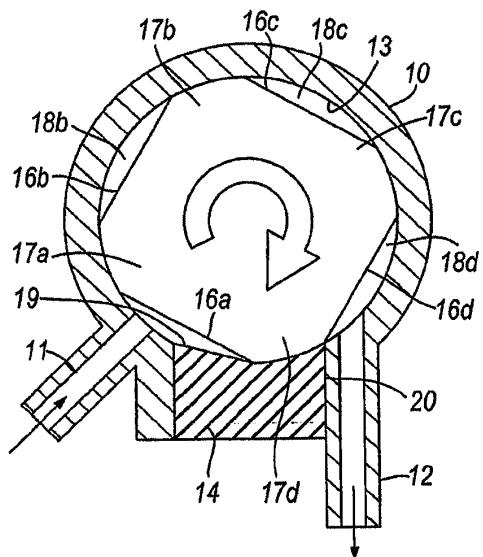


Fig. 2

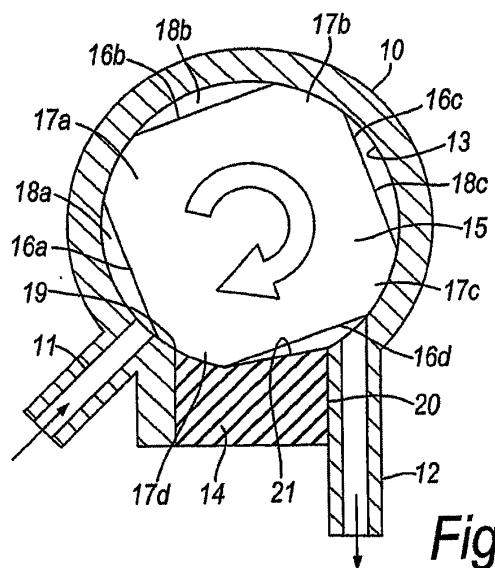


Fig. 3

2/7

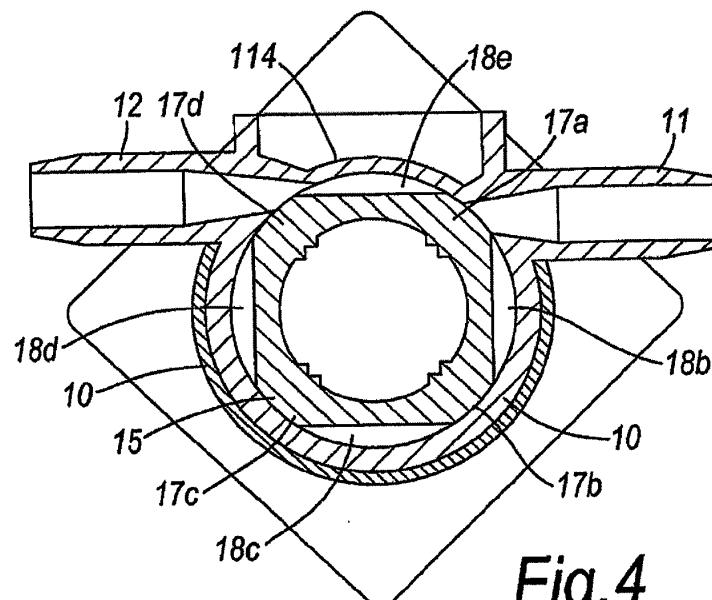


Fig.4

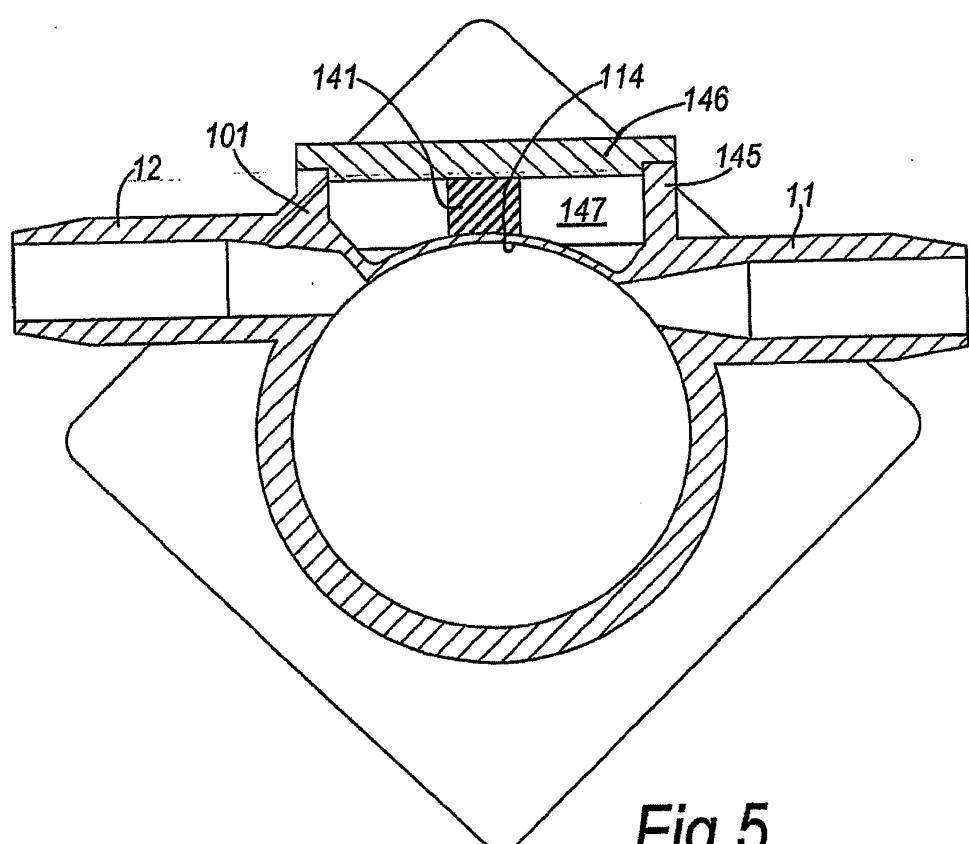


Fig.5

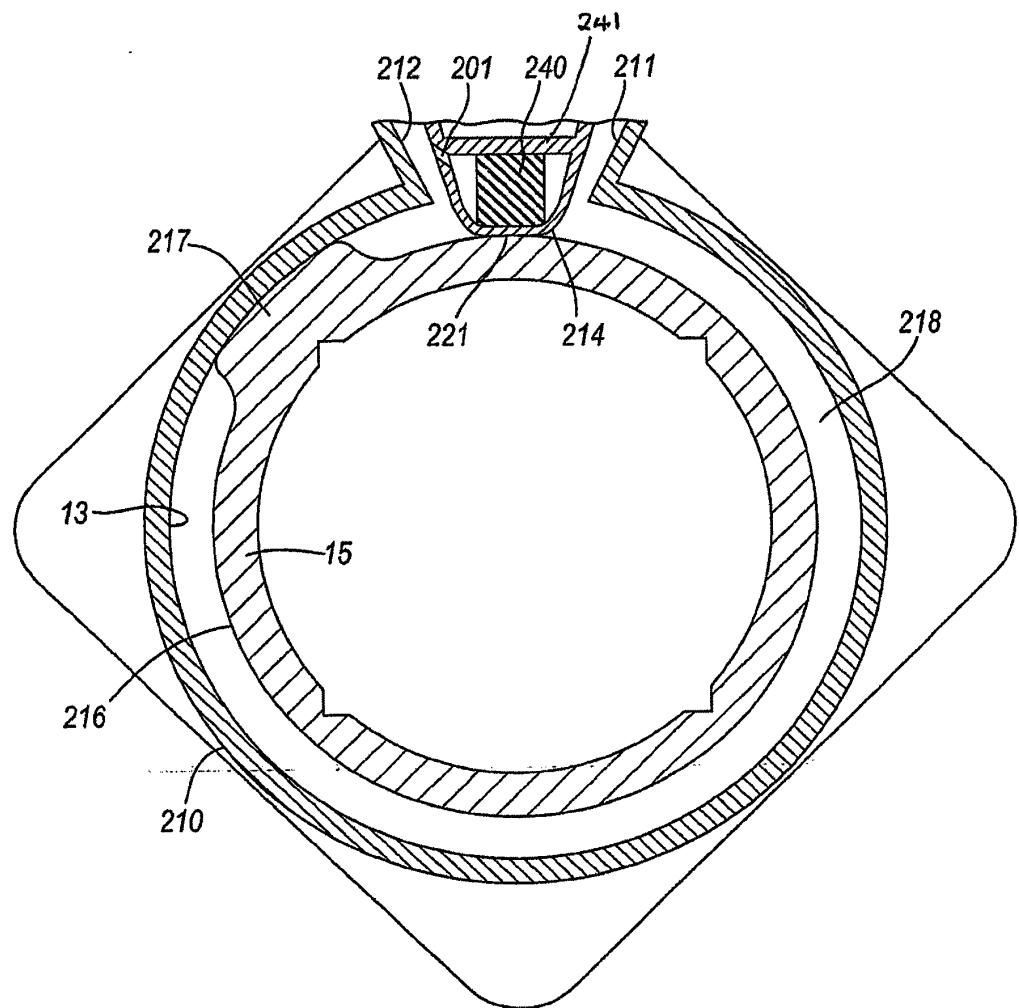


Fig. 6

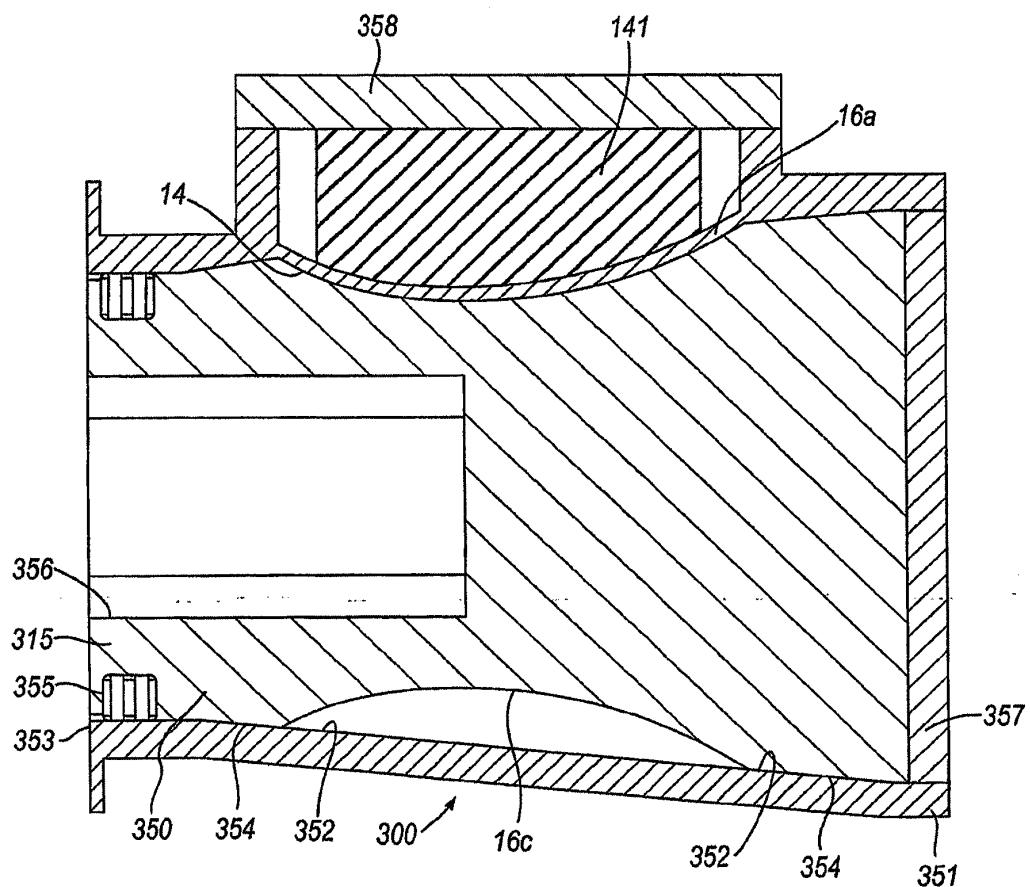


Fig. 7

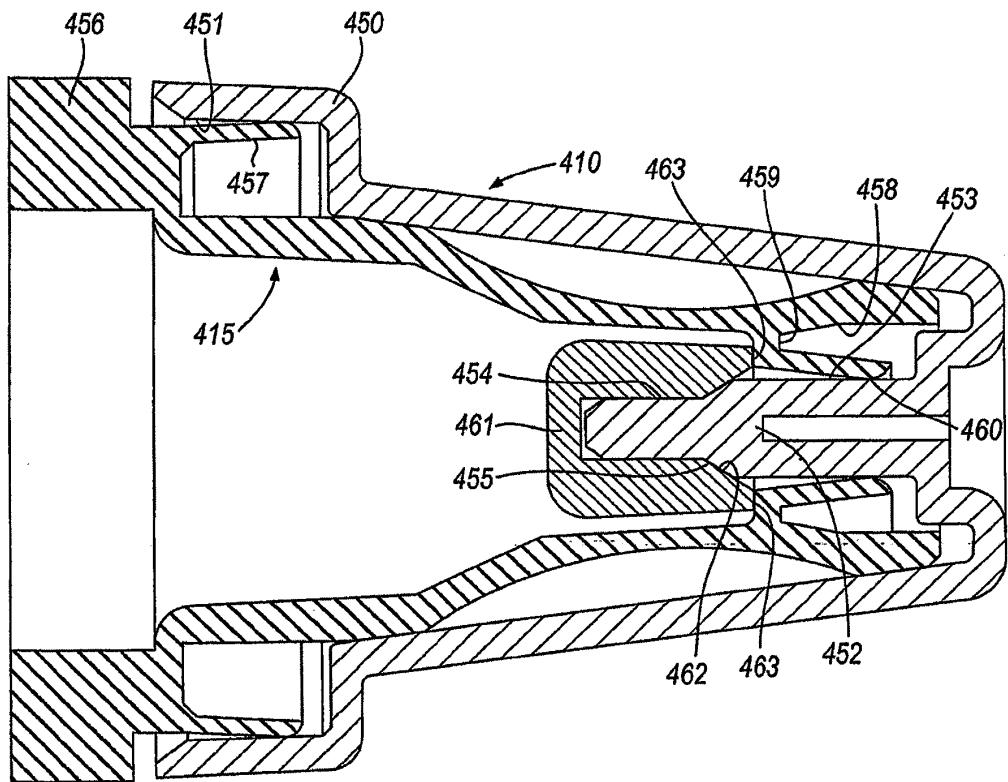


Fig.8

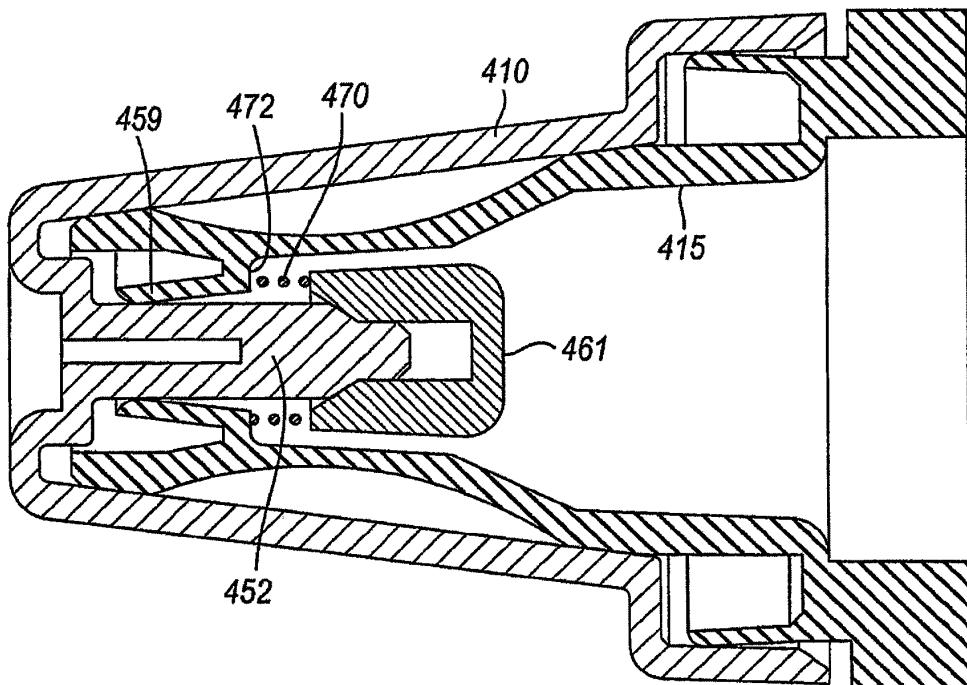


Fig.9

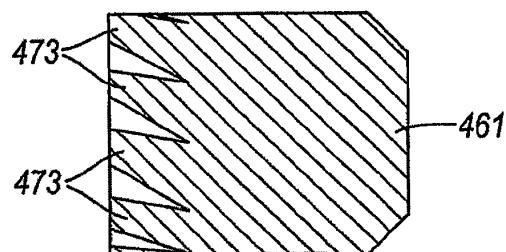


Fig.10

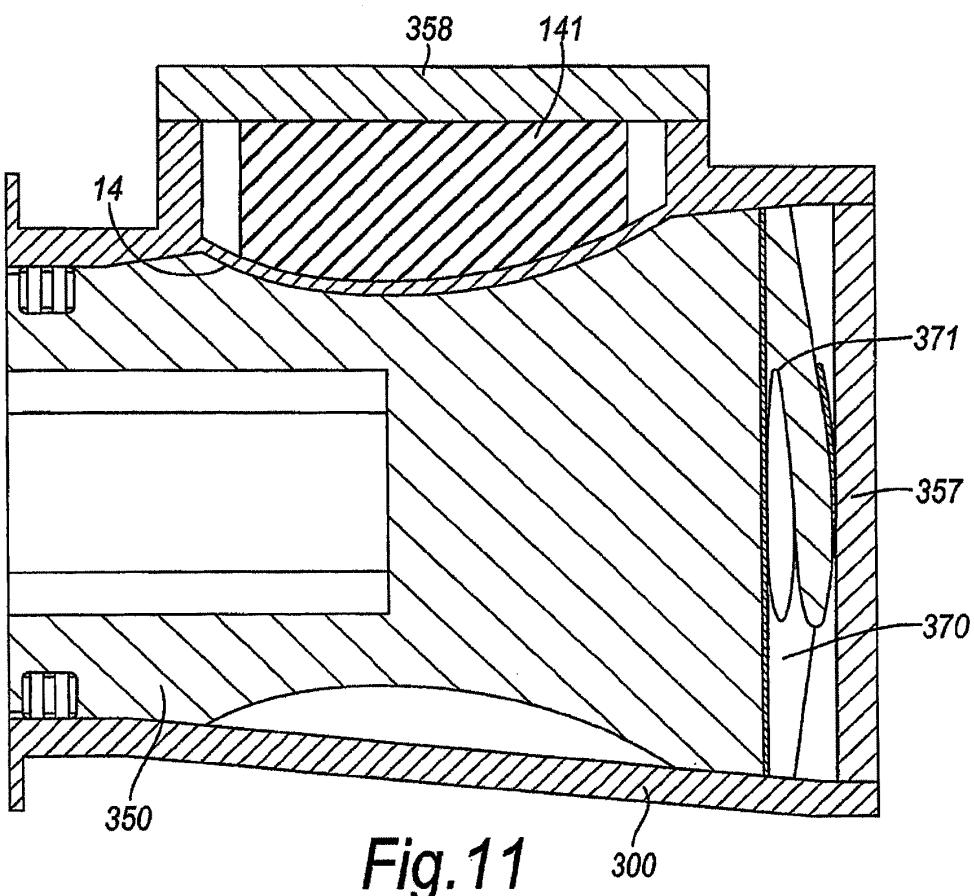


Fig. 11

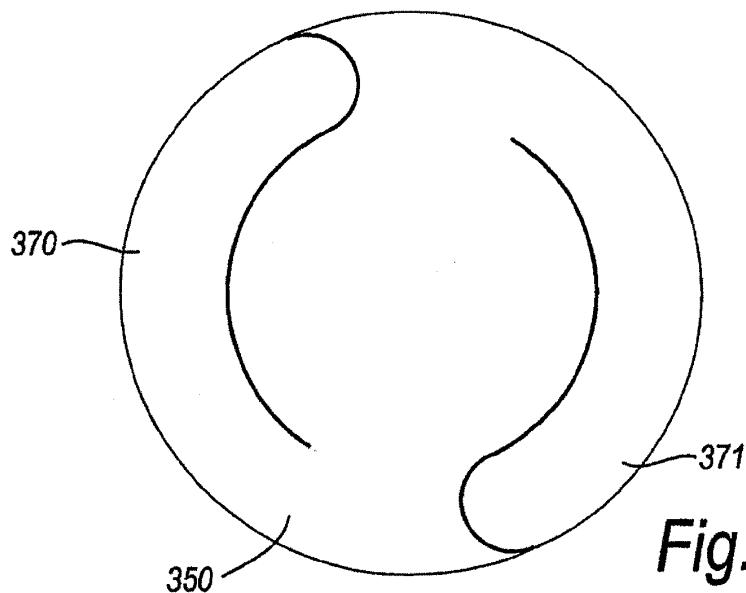


Fig. 12