



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

(11) PI 1014809-4 B1



(22) Data do Depósito: 07/04/2010

(45) Data de Concessão: 07/07/2020

(54) Título: CASSETE CIRÚRGICO CONFIGURADO PARA SE ADERIR A UMA PLURALIDADE DE CILINDROS DE UMA BOMBA PERISTÁLTICA, SISTEMA, E MÉTODO

(51) Int.Cl.: A61M 1/00; A61M 5/142; F04B 43/12.

(30) Prioridade Unionista: 06/05/2009 US 61/175,975.

(73) Titular(es): ALCON RESEARCH, LLC.

(72) Inventor(es): GARY SORENSEN.

(86) Pedido PCT: PCT US2010030168 de 07/04/2010

(87) Publicação PCT: WO 2010/129128 de 11/11/2010

(85) Data do Início da Fase Nacional: 07/11/2011

(57) Resumo: MÚLTIPLA BOMBA PERISTÁLTICA SEGMENTADA E FITA. A presente invenção refere-se à uma fita cirúrgica (100) configurada para aderir os cilindros da bomba peristáltica (201) que pode incluir dois ou mais segmentos de bomba (103a, 103b) entre uma fita (107) e um substrato (105) ligado à fita. Os dois ou mais segmentos de bomba na fita podem produzir mais fluxo adicional (por exemplo, aproximadamente duas vezes o fluxo para dois segmentos ao invés de um) do que se a fita tivesse apenas um segmento de bomba aderido ao cilindro. Além disso, em algumas modalidades, os dois ou mais segmentos de bomba e os cilindros na cabeça de cilindro podem ser configurados para fornecer um perfil de fluxo no qual um pico de um pulso de um primeiro segmento de bomba está pelo menos parcialmente fora da face com um pico de um pulso do segundo segmento de bomba. O fluxo resultante combinado pode ter então um perfil de fluxo com a amplitude de pulsação que são menores do que as amplitudes de pulsação do segmento de bomba individual.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para
**"CASSETE CIRÚRGICO CONFIGURADO PARA SE ADERIR A UMA
PLURALIDADE DE CILINDROS DE UMA BOMBA PERISTÁLTICA,
SISTEMA, E MÉTODO".**

Reivindicação de Prioridade

[0001] Esse pedido de patente reivindica o benefício de prioridade sobre o Pedido de Patente Provisória U.S. Nº de Série 61/175, 975 intitulado "MÚLTIPLA BOMBA PERISTÁLTICA SEGMENTADA E CASSETE", depositado dia 6 de maio de 2009, cujo inventor é Gary P. Sorensen, que está por meio desse incorporado por referência em sua totalidade como se totalmente e completamente estabelecido aqui.

CAMPO DA INVENÇÃO

[0002] A presente invenção, em geral, refere-se às bombas. Mais particularmente, mas não como modo de limitação, a presente invenção refere-se às bombas peristálticas.

DESCRIÇÃO DA TÉCNICA RELACIONADA

[0003] As bombas peristálticas podem ser usadas em várias aplicações diferentes o que inclui distribuição de fluido durante aplicações cirúrgicas (por exemplo, aplicações cirúrgicas oftalmológicas). As bombas peristálticas podem operar através da compressão de uma extensão de tubulação para movimentar um fluido na tubulação ou comprimir um canal de fluxo moldado entre uma tira elastomérica e um substrato rígido para movimentar um fluido entre a tira elastomérica e o substrato rígido. As cabeças giratórias do cilindro aplicadas contra a tubulação ou a tira elastomérica podem ser usadas para comprimir a tubulação ou a tira elastomérica. Embora as bombas peristálticas possam fornecer propriedades previsíveis de fluxo, elas também podem absorver fluxo indesejado e pulsações de pressão.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[0004] Em várias modalidades, um cassete cirúrgico, configurado

para se aderir aos cilindros da bomba peristáltica, pode incluir dois ou mais segmentos de bomba entre uma tira e um substrato unidos à tira. Em algumas modalidades, uma cabeça de cilindro com múltiplos cilindros pode ser configurada para se aderir aos dois ou mais segmentos de bomba para fornecer um fluxo de fluido através dos segmentos de bomba. Em algumas modalidades, as portas de entrada dos segmentos de bomba podem puxar o fluido de uma fonte comum e as portas de saída dos segmentos de bomba podem empurrar o fluido para um exaustor comum. Os segmentos de bomba podem ser dispostos em um círculo para se corresponderem com uma configuração circular dos cilindros na cabeça do cilindro (outros formatos também são contemplados). Os dois ou mais segmentos de bomba no cassete podem produzir mais fluxo adicional (por exemplo, aproximadamente duas vezes o fluxo para os dois segmentos em vez de um) do que se o cassete tivesse apenas um segmento de bomba se aderindo ao cilindro.

[0005] Além disso, em algumas modalidades, os dois ou mais segmentos de bomba e os cilindros da cabeça do cilindro podem ser configurados para fornecer um perfil de fluxo com pulsos que estejam pelo menos parcialmente fora da fase um com o outro (por exemplo, os picos dos pulsos de cada segmento de bomba não estão alinhados) quando os segmentos de bomba são aderidos pela cabeça do cilindro. Por exemplo, os segmentos de bomba podem incluir um primeiro segmento de bomba e um segundo segmento de bomba disposto de modo que um pico de um pulso no perfil de fluxo fornecido a partir do primeiro segmento de bomba é de aproximadamente 180 graus fora da fase com um pico de um pulso no perfil de fluxo fornecido pelo segundo segmento de bomba (por exemplo, o pico do pulso primeiro segmento de bomba pode se alinhar com um vale do pulso do segundo segmento de bomba). Em algumas modalidades, o fluxo

resultante combinado (que pode ser duas vezes o fluxo de cada canal separado de bombeamento) pode ter um perfil de fluxo com amplitudes da pulsação que são menores do que as amplitudes da pulsação dos pulsos nos perfis individuais de fluxo do primeiro segmento de bomba e do segundo segmento de bomba.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0006] Para um entendimento mais completo da presente invenção, referência é feita à seguinte descrição considerada em conjunto com os desenhos em anexo, nos quais:

a figura 1a ilustra uma vista frontal de uma tira elastomérica com dois segmentos de bomba, de acordo com uma modalidade;

a figura 1b ilustra uma vista traseira da tira elastomérica com dois segmentos de bomba, de acordo com uma modalidade;

a figura 1c ilustra uma vista frontal de um substrato para dois segmentos de bomba, de acordo com uma modalidade;

a figura 1d ilustra uma vista traseira do substrato para dois segmentos de bomba, de acordo com uma modalidade;

a figura 2a ilustra uma vista superior de uma cabeça de cilindro, de acordo com uma modalidade.

A figura 2b ilustra uma vista inferior da cabeça do cilindro, de acordo com uma modalidade;

as figuras 3a-b ilustram vistas isométricas de uma vista do conjunto de cassete expandido, de acordo com uma modalidade;

a figura 3c ilustra uma vista lateral da cabeça do cilindro e do motor, de acordo com uma modalidade;

a figura 3d ilustra um esboço da cabeça do cilindro que se adere à tira, de acordo com uma modalidade;

as figuras 4a-b ilustram vistas isométricas de uma vista do conjunto de cassete expandido, de acordo com outra modalidade;

as figuras 5a-c ilustram uma modalidade alternativa de um

cassete com estruturas adicionais de cassete que se aderem a uma cabeça de cilindro com cilindros adicionais;

a figura 6 ilustra um gráfico dos perfis individuais de fluxo da bomba e um perfil de fluxo resultante combinado, de acordo com uma modalidade;

a figura 7 ilustra uma modalidade de um console para usar um cassete com segmentos múltiplos de bomba;

a figura 8 ilustra uma modalidade de um método para aumentar o fluxo da bomba e reduzir as amplitudes da pulsação usando-se segmentos múltiplos de bomba; e

as figuras 9 ilustram uma modalidade de uma tira com um formato elíptico.

[0007] Deve ser entendido que tanto a descrição precedente quanto a seguinte descrição detalhada são apenas exemplares e explicativas, e pretendem fornecer uma explicação adicional da presente invenção de acordo com o que é reivindicado.

DESCRIÇÃO DETALHADA DAS MODALIDADES

Incorporação para Referência:

[0008] Patente US Nº 6,293,926 intitulada "Bomba Peristáltica e Cassete," de Gary P. Sorensen e Tamer Akkas, depositada em 10 de novembro de 1999 é aqui incorporada para referência em sua totalidade como se totalmente e completamente estabelecida aqui.

[0009] Patente US Nº 6,572,349 intitulada " Bomba Peristáltica e Cassete," de Gary P. Sorensen e Tamer Akkas, depositada em primeiro de maio de 2001 é aqui incorporada para referência em sua totalidade como se totalmente e completamente estabelecida aqui.

[00010] As figuras 1a-b ilustram uma tira 107 (tal como uma tira elastomérica) para unir-se a um substrato 105 (por exemplo, qualquer um dos substratos 105a-c - geralmente referidos aqui como substrato 105) para definir dois ou mais segmentos de bomba (por exemplo,

qualquer um dos segmentos de bomba 103a-b - geralmente referidos aqui como segmentos de bomba 103) em um cassete 100 (por exemplo, qualquer um dos cassetes 100a-b - geralmente referidas aqui como cassete 100). O cassete 100 pode usar segmentos de bomba 103 para fornecer aspiração e/ou infusão do fluido 155 (por exemplo, veja a figura 5c) para um console cirúrgico (por exemplo, um console cirúrgico oftalmológico 701 como visto na figura 7). As figuras 1c-d ilustram uma modalidade do substrato 105a (outras modalidades do substrato 105 também são contempladas). Em várias modalidades, os dois ou mais segmentos de bomba 103 podem ser formados entre a tira 107 e o substrato 105 do cassete 100. A tira 107 pode ser feita de um material flexível e moldável tal como a borracha de silicone ou um elastômero termoplástico. Outros materiais também são contemplados. O substrato 105 pode ser feito de um material que seja rígido em relação à tira 107, tal como um material rígido termoplástico, e pode ser feito através de qualquer método adequado, tal como maquinagem ou moldagem por injeção. Em algumas modalidades, a tira 107 pode ser ligada ou fixada mecanicamente ao substrato 105 (por exemplo, através de adesivo, fusão a quente, crimpagem mecânica, rebites, etc.). Em algumas modalidades, protuberâncias 151a-n sobre um perímetro externo e/ou o interior da tira 107 pode prender os recessos correspondentes 153a-n no substrato 105 para conectar a tira 107 no substrato 105 e ajudar a evitar a rotação da tira 107 quando ela estiver atuando através dos cilindros (por exemplo, veja os cilindros 201a-n na figura 2b) (cilindros 201a-n - geralmente referidos aqui como cilindros 201). Como usado aqui, a etiqueta "a-n" é usada para referir-se a vários elementos nas modalidades apresentadas para esse elemento. Por exemplo, "cilindros 201 a-n" é usada para referir-se aos cilindros mostrados, por exemplo, na figura 2b (a figura 2b mostra 5 cilindros) e a figura 5a (a figura 5a mostra 7

cilindros) (dois cilindros na figura 2b são etiquetados 201a e 201n e dois cilindros na figura 5a são etiquetados 201a e 201n embora alguns cilindros em cada uma dessas figuras possam não ter etiquetas específicas). Em algumas modalidades, as protuberâncias 117a,b (as quais podem contornar os respectivos segmentos de bomba 103) podem se encaixar dentro dos recessos correspondentes 119a,b (veja a figura 3a). As protuberâncias 117a, b (e/ou 151a-n) podem ser presas nos respectivos recessos 119a,b (e/ou 153a-n) para reter a tira 107 no substrato 105. Em algumas modalidades, as protuberâncias 117a, b (e/ou 151a-n) podem ser presas nos respectivos recessos 119a, b (e/ou 153a-n) através de encaixe mecânico/por fricção, adesivo, fusão a quente, etc. Em algumas modalidades, as protuberâncias 117a,b podem ser presas nos respectivos recessos 119a,b para formarem uma vedação que impede o escape de um fluido da bomba 155 (tal como BSS[®] (solução balanceada de sal)) a partir dos segmentos de bomba 103.

[00011] Em várias modalidades, o fluido 155 pode ser bombeado através do cassete 100 quando uma série de cilindros 201 unirem dois ou mais segmentos de bomba 103 no cassete 100. As figuras 2a-b ilustram uma cabeça de cilindro 203 com cilindros 201. As figuras 3a-b ilustram vistas isométricas de uma modalidade de uma vista do conjunto expandido de cassete que mostra os cilindros 201, a tira 107, e o substrato 105. A figura 3c ilustra uma modalidade da cabeça do cilindro 203 e o motor correspondente da bomba peristáltica 205. Em algumas modalidades, os cilindros 201 na cabeça do cilindro 203 podem ser montados radialmente a partir de um eixo geométrico de rotação 207 do motor da bomba peristáltica 205 (por exemplo, um passo a passo ou um servo motor com corrente direta (DC), ou outro motor (tal como um motor com uma corrente alternada (AC))) e podem ser configurados para comprimir os segmentos de bomba 103 contra o

substrato subjacente 105. Os cilindros 201 podem ser montados para bombear o motor 205 através da cabeça do cilindro 203 e o eixo 223 de modo que motor da bomba 205 possa girar a cabeça do cilindro 203 em um plano geralmente normal ou perpendicular ao eixo geométrico 207 do eixo 223 (veja também o círculo sólido 207 na figura 3d que mostra onde o eixo geométrico 207 é perpendicular ao plano dos cilindros 201), e os eixos geométricos longitudinais dos cilindros 201 podem ser geralmente radiais ao eixo geométrico do eixo 223. A figura 3d ilustra uma modalidade dos cilindros 201 unindo os dois segmentos de bomba 103a,b na tira 107 (indicado nas linhas tracejadas). Os dois ou mais segmentos de bomba 103 no cassete 100 podem produzir mais fluxo adicional (por exemplo, aproximadamente duas vezes o fluxo para dois segmentos em vez de um) do que se o cassete 100 tivesse apenas um segmento de bomba aderindo a cabeça do cilindro 203.

[00012] Em algumas modalidades, os segmentos de bomba 103 podem ser geralmente planares e arqueados em seu formato (dentro do plano), e ter um raio que se aproxima do raio dos cilindros 201 em volta do eixo 223. Os segmentos de bomba 103 podem conectar de maneira fluida as portas no substrato 105 (por exemplo, as portas 112a-d - geralmente referidas aqui como portas 112). As portas 112 podem fornecer as respectivas saídas e entradas para o fluido 155 sendo bombeado através dos segmentos de bomba 103. Como visto, por exemplo, nas modalidades das figuras 4a-b e das figuras 5a-c, várias portas 112 podem ser ligadas aos segmentos de bomba de maneira fluida 103 e umas nas outras para puxar o fluido 155 a partir de uma fonte comum (por exemplo, entrada 509) e fornecer um fluxo resultante combinado, por exemplo, na saída 511. As figuras 4a-b ilustram fluxo do fluido para os cilindros 201 que giram em sentido anti-horário em relação à tira 107 e as figuras 5a-c ilustram o fluxo do fluido

para os cilindros 201 que giram em sentido horário em relação à tira 107. As figuras 4a-b e as figuras 5a-c também mostram modalidades diferentes da trajetória de fluxo para o fluxo entre as portas 509 e 511 (as quais resultam nas portas 112a-d estando em lados opostos ao substrato 105 nessas respectivas modalidades). Como visto na figura 4a-b, uma parte adicional do substrato 401 pode ser vedada sobre o substrato 105 (por exemplo, usando-se adesivo, fusão a quente, etc.) para incluir uma ou mais trajetórias de fluido formadas no substrato 105.

[00013] Em algumas modalidades, uma única tira 107 pode incluir dois ou mais segmentos de bomba 103. Enquanto múltiplas tiras com segmentos de bomba separados também são contempladas, formar os dois ou mais segmentos de bomba 103 em uma única tira 107 pode reduzir o número de componentes e permitir a montagem dos segmentos de bomba 103 em menos operações de fabricação (o que pode reduzir o custo em relação à implementação de múltiplos segmentos de bomba separados). Em algumas modalidades, as tiras separadas podem ser usadas por um ou mais segmentos de bomba 103 e as tiras podem ser dispostas para corresponder à configuração dos cilindros 201 (por exemplo, em um círculo se os cilindros 201 estiverem dispostos em um círculo). Embora as modalidades sejam mostradas para configurações circulares de cilindro e segmentos de bomba 103, outros formatos/ configurações também são contemplados. Por exemplo, a figura 9 ilustra uma modalidade com segmentos elípticos de bomba. Em várias modalidades, os cilindros na cabeça do cilindro da bomba peristáltica podem ser dispostos para engajar os vários modelos de segmento de bomba em forçar o fluxo através dos vários segmentos de bomba.

[00014] Em algumas modalidades, o cassete 100 pode ser recebido dentro da parte de recebimento do cassete 703 do console cirúrgico

701 (por exemplo, veja a figura 7) e pode ser presa em grande proximidade aos cilindros 20, de modo que os cilindros 201 comprimam as partes dos segmentos de bomba 103 (pressionando-se a tira 107 contra o substrato 105) à medida que a cabeça do cilindro 203 gira. Os eixos geométricos longitudinais dos cilindros 201 podem ser dispostos de maneira que os cilindros 201 possam entrar em contato com os segmentos de bomba 103, geralmente paralelos ao plano dos segmentos de bomba 103. Os cilindros 201 podem ser pontiagudos ao longo de seu comprimento axial para acomodar a diferença na extensão da trajetória percorrida pelas seções interna e externa dos cilindros 201 à medida que a cabeça do cilindro 203 gira. À medida que os cilindros 201 giram, um bolo (por exemplo, bolo 167) do fluido 155 pode ser movimentado entre os cilindros adjacentes. À medida que os cilindros 201 deslizam sobre e para longe de uma porta de entrada (por exemplo, as portas de entrada 112a, c), um bolo de fluido correspondente pode ser puxado para dentro do segmento de bomba 103 através da porta de entrada (devido a um vácuo criado pelo cilindro que empurra o fluido 155 para longe da entrada). À medida que os cilindros 201 se aproximam e deslizam para uma porta de saída, um bolo de fluido correspondente pode viajar através da porta de saída (por exemplo, veja as portas de saída 112b e 112d da figura 5a).

[00015] Em várias modalidades, os dois (ou mais) segmentos ativos de bomba 103 na tira 107 podem ser ativados através de um único conjunto de cilindro central (por exemplo, incluindo os cilindros 201 e a cabeça do cilindro 203). À medida que os cilindros 201 se unem aos segmentos de bomba 103, cada cilindro pode primeiramente, deslizar sobre uma região de transição (por exemplo, regiões de transição 115a-d - geralmente referidas aqui como região de transição 115) com um canal de transição subjacente (por exemplo, canais de transição

157a-d - geralmente referidos aqui como canal de transição 157). Em algumas modalidades, a tira 107 pode não incluir as regiões de transição 115 e o substrato 105 pode não incluir os canais de transição 157. À medida que os cilindros 201 deslizam para fora da região de transição 115 (e de maneira correspondente, para fora do canal de transição 157), os cilindros 201 podem formar uma vedação interna dentro do segmento de bomba 103 (por exemplo, no ponto 161 indicado com linhas tracejadas no segmento de bomba 103a e no ponto 169 no segmento de bomba 103 b) pressionando-se a tira 107 completamente contra o substrato 105 no ponto de vedação (na ausência das regiões de transição e dos canais de transição, o cilindro 201 pode formar uma vedação no início da ligação do cilindro com a tira 107). A vedação interna pode se mover à medida que o cilindro (por exemplo, o cilindro 201c na figura 5a) desliza pela região "ativa" 163 (ou, por exemplo, o cilindro 201m na figura 5a desliza pela região ativa 165 no segmento inferior da bomba 103b). À medida que o cilindro se move, o fluido 155 na frente do movimento do cilindro pode ser empurrado através do segmento de bomba 103 resultando no fluido 155 atrás do movimento do cilindro sendo puxado da entrada (por exemplo, a entrada 112a). Assim como o próximo cilindro (por exemplo, o cilindro 201d na figura 5a) na cabeça do cilindro 203 se aproxima da região de transição 115/canal de transição 157 atrás do cilindro que está atualmente formando uma vedação interna, o próximo cilindro pode começar a reduzir o espaço transversal entre a tira 107 subjacente ao cilindro não vedado e o substrato 105. Em função da geometria da região de transição 115 e do canal de transição subjacente 157, o cilindro não vedado na região de transição 115 pode ter fluido 155 embaixo do cilindro (por exemplo, no canal de transição 157) evitando a vedação. À medida que o espaço transversal é reduzido, (por exemplo, à medida que o cilindro não vedado se

aproxima do ponto de vedação ou do início da região ativa), o fluido 155 sendo puxado pelo cilindro vedado pode ser lentamente contido. O fluxo do fluido da entrada como resultado do cilindro ativo vedado pode ser lentamente reduzido pelo cilindro de transição até que o cilindro de transição forme uma nova vedação no ponto de vedação 161 (ou 169) e se torne o novo cilindro ativo (o que pode isolar de maneira efetiva o cilindro vedado anterior). A sequência pode ser em seguida repetida quando o próximo cilindro na cabeça do cilindro 203 ocupar-se do início da região de transição 115/canal de transição 157.

[00016] A sequência dos cilindros 201 que se ocupa da região de transição 115 e que em seguida forma uma vedação interna em movimento (com um cilindro lentamente subsequente reduzindo o fluxo do fluido até que o cilindro subsequente forme uma vedação) pode resultar em variações cíclicas (ou "pulsos") no fluxo do fluido / perfis de pressão do fluido 155 sendo puxado da entrada (por exemplo, entrada 30 112a) e/ou sendo empurrado para o exaustor (por exemplo, exaustor 112b). O cassete 100 pode incluir dois ou mais segmentos de bomba 103 que também podem estar puxando o fluido 155 da mesma entrada e/ou empurrando o fluido 155 para a mesma saída (por exemplo, a entrada 112a e a entrada 112c podem ser ligadas de maneira fluida na mesma linha de aspiração através da porta 509 e, portanto, estar puxando o fluido 155 da mesma fonte). O posicionamento dos cilindros 201 pode ser usado para criar pulsos de compensação, de modo que um pico de pulso criado no perfil do fluxo de fluido da entrada 112a pode ser compensado por um vale correspondente de pulso no fluido perfil de fluxo da entrada 112c resultando em um fluxo de fluido /perfil de pressão mais constante a partir da fonte até a entrada 112a e 112c. O perfil de fluxo, com o tempo, (por exemplo, como visto na figura 6) pode ser representativo da taxa de fluxo do fluido 155 ou da pressão do fluido 155 (ou a

posição angular da cabeça do cilindro 203 que pode ser dependente do tempo). De maneira similar, o fluxo do fluido nos segmentos de bomba 103 até o exaustor 112b e 112d (que podem os dois levar a uma porta de exaustor comum 511 no cassete) podem ter pulsos de compensação em seus respectivos perfis de fluxo resultando em um fluxo de fluido resultante/pressão mais constante no exaustor comum.

[00017] Os segmentos de bomba 103 podem ser espaçados de maneira angular em relação aos cilindros 201, de modo que as pulsações no perfil de fluxo produzido pela ação dos cilindros 201 em um segmento (por exemplo, o segmento 103a) podem estar fora da fase com pulsações no perfil de fluxo produzido por outro segmento (por exemplo, o segmento 103b). Por exemplo, os pulsos no perfil de fluxo fornecidos através do segmento de bomba 103a podem ser de aproximadamente 180 graus fora da fase com os pulsos no perfil de fluxo fornecido pelo segmento de bomba 103b, de modo que um pico de um pulso a partir do segmento de bomba 103a possa ser de 180 graus fora da fase com um pico de um pulso a partir do segmento de bomba 103b (em outras palavras, o pico do pulso a partir do segmento de bomba 103a pode estar na fase com um vale do pulso a partir do segmento de bomba 103b). Em algumas modalidades, os pulsos nos perfis de fluxo podem estar fora da fase por mais ou menos 180 graus. Por exemplo, se mais de dois segmentos de bomba forem usados, os pulsos podem ser dispostos para ficarem fora da fase por uma quantidade calculada para reduzir o resultado global (por exemplo, quatro segmentos de bomba podem estar cada um fora da fase com um em relação ao outro por aproximadamente 90 graus). Outras configurações do segmento de bomba também são contempladas. Além disso, a fase dos pulsos pode ser ajustada com base na configuração e disposição dos segmentos de bomba 103 (por exemplo, um segmento de bomba pode ser mais longo do que outro

segmento de bomba). Os cancelamentos podem resultar em um sistema de bomba com menores pulsações de amplitude. Os segmentos de bomba adicionais podem resultar em uma taxa líquida de fluxo mais alta em uma dada velocidade operacional do cilindro central.

[00018] A figura 6 ilustra um gráfico dos perfis individuais do fluxo do fluido e um perfil de fluxo resultante combinado, de acordo com uma modalidade. Como visto na figura 6, as pulsações 601a causadas pela bomba 1 (por exemplo, o segmento de bomba 103a) podem estar fora da fase com pulsações 601b causadas pela bomba 2 (por exemplo, o segmento de bomba 103b). Um pulso (por exemplo, o pulso 609) no perfil de fluxo pode incluir uma seção do perfil de fluxo entre um pico respectivo (por exemplo, o pico 605) e um vale respectivo (por exemplo, o vale 607). O resultante 603 pode ser um perfil de fluxo com pulsações reduzidas.

[00019] Em algumas modalidades, a geometria das regiões de transição do canal 115 e/ou canais de transição 157 podem ainda reduzir as pulsações nos perfis de fluxo. As regiões de transição do canal 115 podem ter seções transversais internas que se afilam até a seção transversal completa dos segmentos de bomba 103. Essas regiões podem reduzir a mudança abrupta no volume deslocado como os cilindros 201 transição sobre ou fora dos segmentos de bomba 103. Em algumas modalidades, a disposição angular dos segmentos de bomba 103 pode ser configurada para reduzir ainda mais as pulsações (por exemplo, disposições angulares diferentes podem ser testadas para determinar qual disposição resulta nas menores pulsações resultantes para uma dada configuração de cilindro). Em algumas modalidades, a tira 107 pode ser moldada em outros formatos para configurar os segmentos de bomba 103 e reduzir as pulsações (por exemplo, veja A figura 9). Em algumas modalidades, a disposição dos

cilindros 201 pode ser calculada de acordo com o número e o tamanho dos cilindros 201, a configuração dos segmentos de bomba 103, etc. para reduzir as amplitudes de pulso resultantes. Por exemplo, a modalidade mostrada na figura 5a inclui 7 cilindros 201 que podem ser igualmente espaçados de maneira angular um em relação ao outro assim como os dois segmentos de bomba 103a,b são aproximadamente simétricos. Em algumas modalidades, a disposição dos cilindros 201 pode ser ajustada como necessário para ainda reduzir as amplitudes de pulso resultantes (as quais podem ser detectadas, por exemplo, durante o teste). Por exemplo, se o cilindro 201a e o cilindro 201n estiverem levemente mais separados de maneira angular do que o cilindro 201c e o cilindro 201d ou se o segmento de bomba 103a for levemente mais longo do que o segmento de bomba 103b, o fluxo resultante pode incluir uma amplitude de pulso maior, quando esses cilindros unem e desunem os segmentos de bomba 103, do que se os cilindros 201 e os segmentos de bomba 103 fossem perfeitamente simétricos. Outras irregularidades nos segmentos de bomba e/ou nos cilindros também podem resultar em pulsos no resultante. A disposição dos cilindros 201 pode ser ajustada para compensar os pulsos no resultante (por exemplo, o cilindro 201a e o cilindro 201n podem ser aproximados até que a amplitude de pulso no resultante seja reduzida).

[00020] A figura 7 ilustra uma modalidade de um console 701 para usar o cassete 100 com segmentos múltiplos de bomba 103. Em algumas modalidades, os dois ou mais segmentos de bomba 103 podem ser implementados no cassete 100 recebida dentro da parte de recebimento do cassete 703 do console 701 a ser usado na cirurgia de catarata por facoemulsificação (outros tipos de cirurgias também são contemplados). O motor da cabeça do cilindro 203/bomba peristáltica 205 pode ser fixado no lado de dentro da parte de recebimento da tira

703, de modo a unir os cilindros 201 com os segmentos de bomba 103 do cassete 100 quando o cassete 100 for recebido dentro da parte de recebimento do cassete 703.

[00021] A figura 8 ilustra uma modalidade de um método para aumentar o fluxo da bomba e reduzir as pulsações de pressão usando-se os segmentos múltiplos de bomba 103. Os elementos fornecidos no fluxograma são apenas ilustrativos. Vários elementos fornecidos podem ser omitidos e elementos adicionais podem ser adicionados, e/ou vários elementos podem ser executados em uma ordem diferente da que é fornecida abaixo.

[00022] Em 801, o cassete 100 pode ser recebido na parte de recebimento do cassete 703 de um console 701. Em algumas modalidades, o cassete 100 pode incluir uma tira 107 e um substrato 105 ligados à tira 107, de modo que a tira 107 e o substrato 105 formem pelo menos dois segmentos de bomba 103.

[00023] Em 803, pelo menos dois segmentos de bomba 103 podem estar unidos por uma cabeça de cilindro 203 com múltiplos cilindros 201. Os dois ou mais segmentos de bomba 103 podem produzir mais fluxo adicional (por exemplo, aproximadamente duas vezes o fluxo para os dois segmentos ao em vez de um) do que se o cassete tivesse apenas um segmento de bomba unido à cabeça do cilindro.

[00024] Em 805, o cilindro 201c (Como visto nas figuras 5a-c) pode unir o segmento de bomba 103a pelo primeiro deslizamento sobre a região de transição 115a com um canal de transição subjacente 157. À medida que o cilindro 201c desliza para fora da região de transição 115a (e correspondentemente, para fora do canal de transição 157), o cilindro 201c pode formar uma vedação interna dentro do segmento de bomba 103 a no ponto 161. A vedação interna pode se mover com o cilindro 201c através da região "ativa" 163. Neste ponto, o fluido 155 em frente do movimento do cilindro pode ser empurrado através do

canal de bombeamento 103a enquanto o fluido 155 atrás do movimento do cilindro pode ser empurrado da entrada (por exemplo, entrada 112a).

[00025] Em 807, o próximo cilindro 201d na cabeça do cilindro 203 pode se aproximar da região de transição 115a/canal de transição 157 atrás do cilindro 201c que está atualmente formando uma vedação interna. O cilindro 201d pode começar a reduzir o espaço transversal entre o cilindro subjacente 201d da tira 107 e o substrato 105. À medida que o espaço transversal é reduzido, o fluido 155 sendo puxado pelo cilindro 201c pode lentamente ser contido. O fluxo do fluido a partir da entrada como resultado do cilindro ativo vedado pode lentamente ser reduzido pelo cilindro de transição até que o cilindro de transição (por exemplo, cilindro 201d) forme uma nova vedação no ponto de vedação 161 e torne-se o novo cilindro ativo (que pode isolar de maneira efetiva o cilindro frontal 201c que tinha formado a vedação previamente). A sequência pode em seguida ser repetida quando o próximo cilindro 201e na sequência se ocupar do início da região de transição 115a/canal de transição 157.

[00026] Em 809, quando cilindro 201c estava formando uma vedação no ponto 161, o cilindro 201n podia estar começando a unir a região de transição 115d no segmento de bomba 103b.

[00027] Em 811, o cilindro 201n e cilindro subsequente 201a pode seguir uma sequência similar no segmento de bomba 103b (por exemplo, com o ponto de vedação 169) assim como os cilindros 201c e 201d seguiram em 805 e 807. Os cilindros 201n/201a podem estar 180 graus fora da sequência no segmento de bomba 103b assim como os cilindros 201c/201d no segmento de bomba 103a. Em algumas modalidades, as entradas 112a e 112c podem estar puxando o fluido 155 da mesma fonte (por exemplo, a entrada 112a e a entrada 112c podem estar ligadas de maneira fluida à mesma linha de aspiração

através da porta 509).

[00028] Em 813, um vale no perfil de fluxo causado pelos cilindros 201 que atuam no segmento de bomba 103a pode ser compensado por um pico no perfil de fluxo causado pelos cilindros 201 que atuam no segmento de bomba 103b para criar um perfil de fluxo líquido e resultante a partir das portas 112a e 112c 5 (as quais podem ser conectadas de maneira fluida) da amplitude de pulsação reduzida (ao invés de individualmente um perfil de fluxo de um dos lados dos segmentos de bomba 103a,b). O posicionamento dos cilindros 201 na cabeça do cilindro 203 em relação aos segmentos de bomba 103 pode ser usado para criar pulsos de compensação, de modo que um pico de pulso criado no fluxo do fluido da entrada 112a possa ser compensado por um vale de pulso correspondente no fluxo do fluido da entrada 112c resultando em um de fluido resultante/pressão mais constante a partir da fonte to entrada 112a e 112c (de maneira similar, o fluxo do fluido no exaustor 112b e 112d pode ter pulsos de compensação resultando em um de fluido resultante/pressão mais constante no exaustor). Em algumas modalidades, ajustes podem ser feitos nos segmentos de bomba 103 e/ou cilindros 201 para reduzir ainda mais as amplitudes da pulsação do fluxo resultante. Por exemplo, o posicionamento angular dos vários segmentos de bomba 103 um em relação ao outro pode ser ajustado. Como outro exemplo, os formatos dos segmentos de bomba 103 podem ser ajustados para reduzir ainda mais as pulsações. Em algumas modalidades, a disposição dos cilindros 201 na cabeça do cilindro 203 pode ser ajustada (por exemplo, a disposição dos cilindros 201 na cabeça do cilindro 203 pode ser ajustada para reduzir ainda mais a amplitude de pulsos no fluxo resultante).

[00029] Como visto na figura 5a, o cassete 100b pode incluir elementos adicionais que fornecem controle do fluido de irrigação,

bem como do fluido de aspiração. A montante da porta 509, o cassete 100b pode incluir um sensor de pressão 513, que pode ser qualquer um de uma variedade de sensores de pressão não invasivos, tais como aqueles descritos na Pat. U.S. Números 5,910,110 (Bastable) e 5,470,312 (Zanger, e outros), o conteúdo completo de ambas as patentes sendo incorporados aqui para referência. O cassete 100b também pode incluir um local com uma válvula para ventilação de emergência 515 para permitir a ventilação de qualquer vácuo a partir dos segmentos de bomba 103. O fluido de irrigação pode inserir o cassete 100b através da porta 517 e pode remover o cassete 100b através da porta 519, e pode ser controlado pela válvula ou local com válvula de emergência 521, que pode ser ativado por um desentupidor. A ventilação 515 pode ser operada em um método similar. Além disso, entre a porta 517 e local com válvula com irrigação de emergência 521, o cassete 100b pode incluir uma interface com pressão de irrigação 550. A interface de pressão 550 pode ser feita a partir de uma fina membrana moldada, contida dentro da tira 107 (que pode se estender até a interface de pressão 550) sobre uma câmara de fluido contida dentro do substrato 105. Tal interface pode permitir a detecção da pressão de irrigação de um modo não invasivo usando-se um transdutor de pressão de contato com a superfície ou uma célula de carga calibrada. Em algumas modalidades, um ou mais sensores de pressão (por exemplo, sensor de pressão 513 e/ou interface 550) podem ser localizados em um local central.

[00030] Várias modificações podem ser feitas nas modalidades apresentadas por uma pessoa versada na técnica. Por exemplo, embora algumas modalidades sejam descritas acima em conjunto com a cirurgia de catarata por facoemulsificação, elas também podem ser usadas com outros procedimentos usando-se a bomba peristáltica. Outras modalidades da presente invenção ficarão aparentes àqueles

versados na técnica a partir da consideração do presente relatório descritivo da presente invenção descrito aqui. Pretende-se que o presente relatório descritivo e exemplos sejam considerados apenas como exemplares, com o escopo e o espírito da invenção sendo indicados pelas seguintes reivindicações e os equivalentes das mesmas.

REIVINDICAÇÕES

1. Cassete cirúrgico (100) configurado para se aderir a uma pluralidade de cilindros (201) de uma bomba peristáltica, que compreende:

uma tira (107); e

um substrato (105) ligado à tira;

em que a tira e o substrato formam pelo menos dois segmentos de bomba (103) configurados para se aderirem à pluralidade de cilindros da bomba peristáltica,

em que os pelo menos dois segmentos de bomba (103) configurados para se aderirem a uma única cabeça de cilindro (203) de uma bomba peristáltica que compreende a pluralidade de cilindros (201),

caracterizado pelo fato de que pelo menos um dentre os segmentos de bomba (103) é configurado para fornecer um perfil de fluxo no qual um pico de um pulso do segmento de bomba está pelo menos parcialmente fora da fase com um pico (605) de um pulso (609) de pelo menos um outro segmento de bomba de pelo menos dois segmentos de bomba quando pelo menos dois segmentos de bomba se aderirem a uma única cabeça de cilindro (203).

2. Cassete cirúrgico de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que pelo menos um de pelo menos dois segmentos de bomba (103) compreende um primeiro segmento de bomba (103a) e em que o pelo menos um outro segmento de bomba compreende um segundo segmento de bomba (103b) e em que os respectivos picos dos pulsos (601a, 601b) fornecidos através do primeiro segmento de bomba e do segundo segmento de bomba estão aproximadamente 180 graus fora da fase.

3. Cassete cirúrgico de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o pelo menos um dentre os pelo menos

dois segmentos de bomba (103) compreende um primeiro segmento de bomba (103a) e em que o pelo menos um outro segmento de bomba compreende um segundo segmento de bomba (103b), e em que os pulsos (601a, 601b) fornecidos pelo primeiro segmento de bomba (103a) e pelo segundo segmento de bomba (103b) são configurados para serem combinados para formar pulsos resultantes (603) que possuem amplitudes da pulsação que são menores do que as amplitudes da pulsação dos pulsos fornecidos pelo primeiro segmento de bomba e menores do que as amplitudes da pulsação dos pulsos fornecidos pelo segundo segmento de bomba.

4. Cassete cirúrgico de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que pelo menos dois segmentos de bomba estão configurados para serem posicionados de maneira angular em relação à única cabeça do cilindro (203) quando pelo menos dois segmentos de bomba (103) se aderirem à única cabeça de cilindro.

5. Cassete cirúrgico de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a tira (107) é uma tira elastomérica.

6. Sistema que compreende:

- um cassete cirúrgico (100), que compreende:

uma tira (107); e

um substrato (105) ligado à tira;

em que a tira e o substrato formam pelo menos dois segmentos de bomba (103);

- um console cirúrgico (701), que compreende:

uma parte de recebimento de cassete cirúrgico (703) configurada para receber o cassete (100); e

uma cabeça de cilindro (203) que compreende a pluralidade de cilindros (201) configurados para se aderirem a pelo menos dois segmentos de bomba (103) quando a tira for recebida na parte de recebimento da tira;

caracterizado pelo fato de que pelo menos um de pelo menos dois segmentos de bomba é configurado para fornecer um perfil de fluxo no qual um pico de um pulso do segmento de bomba está pelo menos parcialmente fora da fase com um pico (605) de um pulso (609) de pelo menos um outro segmento de bomba de pelo menos dois segmentos de bomba quando pelo menos dois segmentos de bomba se aderirem à única cabeça de cilindro (203).

7. Sistema de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que pelo menos um de pelo menos dois segmentos de bomba (103) compreende um primeiro segmento de bomba (103a) e em que pelo menos um outro segmento de bomba compreende um segundo segmento de bomba (103b) e em que os respectivos picos dos pulsos (601a, 601b) fornecidos através do primeiro segmento de bomba e do segundo segmento de bomba estão aproximadamente 180 graus fora da fase.

8. Sistema de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que o sistema é configurado para combinar os pulsos (601a, 601b) fornecidos pelo primeiro segmento de bomba (103a) e pelo segundo segmento de bomba (103b) para formar um fluxo resultante que possui amplitudes da pulsação que são menores do que as amplitudes da pulsação dos pulsos fornecidos pelo primeiro segmento de bomba e menores do que as amplitudes da pulsação dos pulsos fornecidos pelo segundo segmento de bomba.

9. Sistema de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que pelo menos dois segmentos de bomba estão configurados para serem posicionados de maneira angular em relação à cabeça do cilindro quando pelo menos dois segmentos de bomba se aderirem à cabeça do cilindro.

10. Sistema de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que a tira (107) é uma tira elastomérica.

11. Método que compreende:

receber (801) um cassete (100) em uma parte de recebimento de cassete (703) de um console (701), em que o cassete compreende uma tira (107) e um substrato (105) ligados à tira, de modo que a tira e o substrato formem pelo menos dois segmentos de bomba (103);

ligar (803) pelo menos dois segmentos de bomba com uma cabeça de cilindro (203) que compreende uma pluralidade de cilindros (201);

caracterizado pelo fato de que pelo menos um de pelo menos dois segmentos de bomba é configurado para fornecer um perfil de fluxo no qual um pico de um pulso do segmento de bomba está pelo menos parcialmente fora da fase com um pico (605) de um pulso (609) de pelo menos um outro segmento de bomba de pelo menos dois segmentos de bomba quando pelo menos dois segmentos de bomba se aderirem à única cabeça de cilindro (203).

12. Método de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que pelo menos um de pelo menos dois segmentos de bomba (103) compreende um primeiro segmento de bomba (103a) e em que pelo menos um outro segmento de bomba compreende um segundo segmento de bomba (103b) e em que os respectivos picos dos pulsos (601a, 601b) fornecidos através do primeiro segmento de bomba e do segundo segmento de bomba estão aproximadamente 180 graus fora da fase.

13. Método de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que ainda compreende combinar os pulsos (601a, 601b) fornecidos pelo primeiro segmento de bomba (103a) e pelo segundo segmento de bomba (103b) para formar um fluxo resultante que possui amplitudes da pulsação que são menores do que as amplitudes da pulsação dos pulsos fornecidos pelo primeiro

segmento de bomba e menores do que as amplitudes da pulsação dos pulsos fornecidos pelo segundo segmento de bomba.

14. Método de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que pelo menos dois segmentos de bomba (103) estão configurados para serem posicionados de maneira angular em relação à cabeça do cilindro (203) quando pelo menos dois segmentos de bomba se aderirem à cabeça do cilindro.

15. Método de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que a tira (107) é uma tira elastomérica.

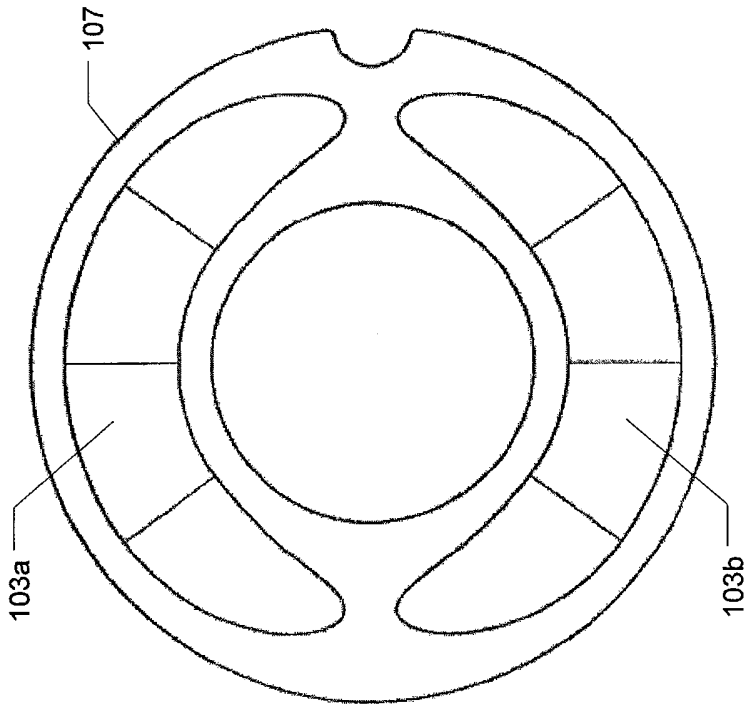


FIG. 1a

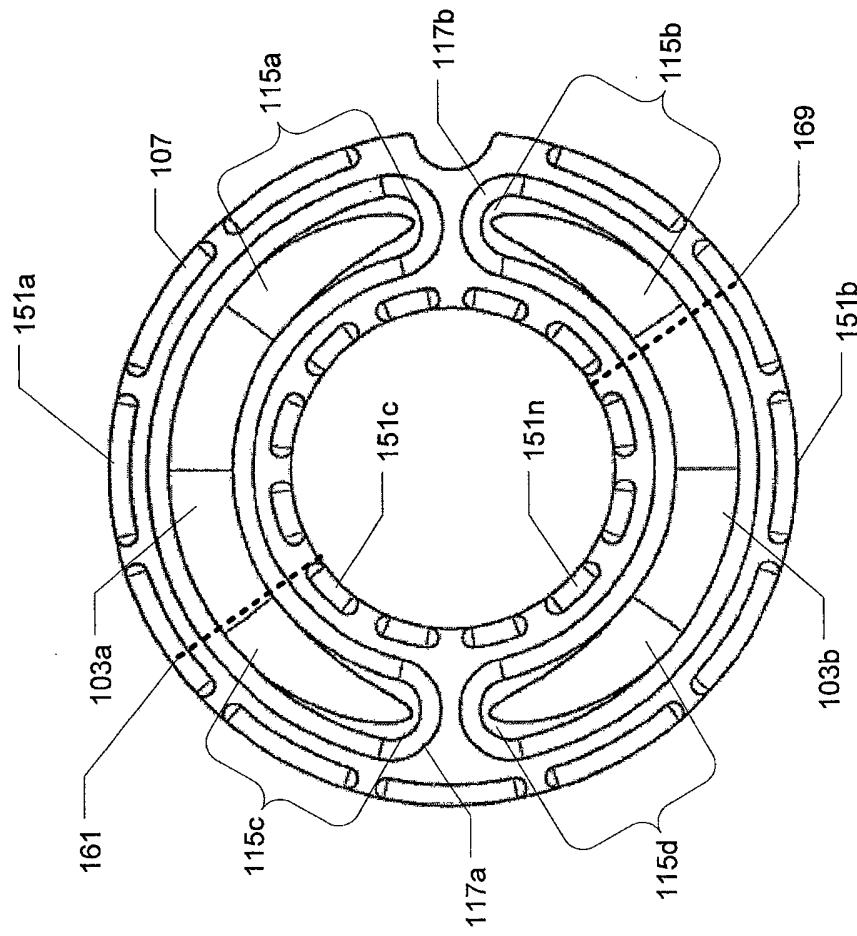


FIG. 1b

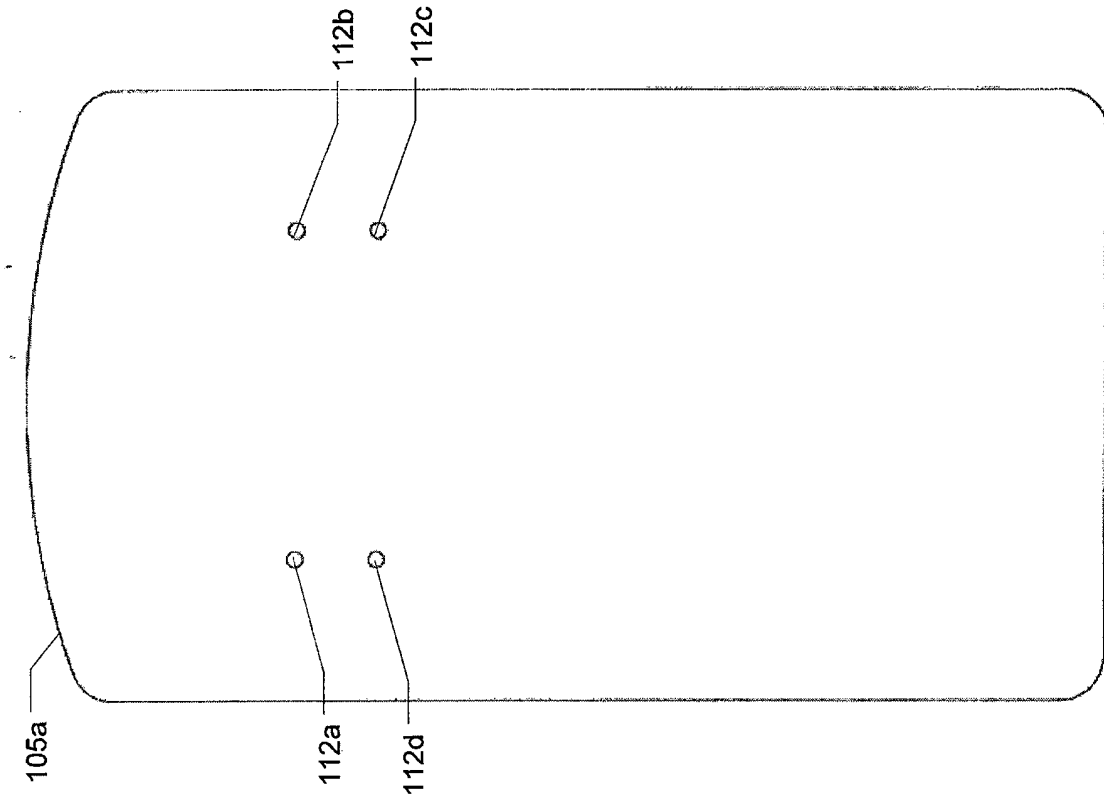


FIG. 1d

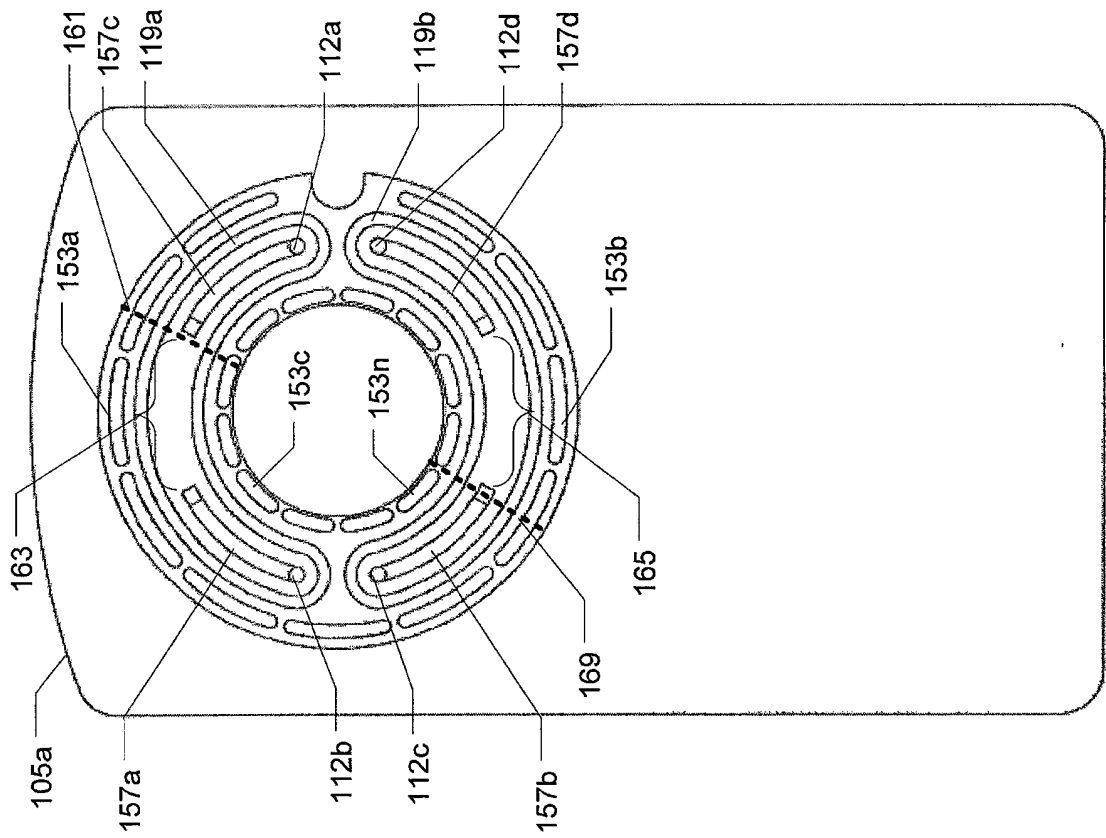


FIG. 1c

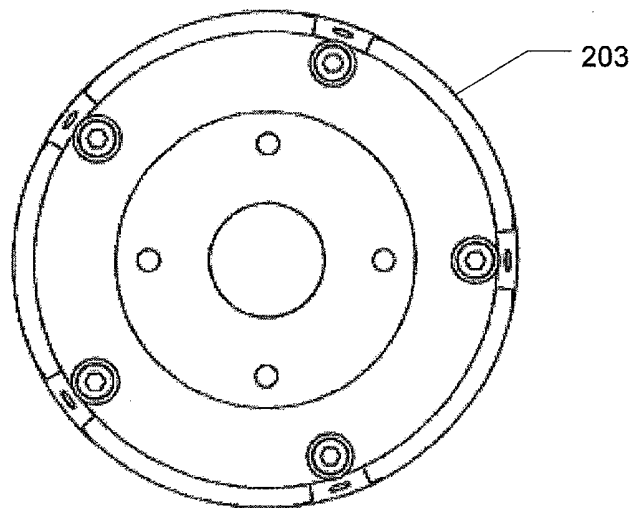


FIG. 2a

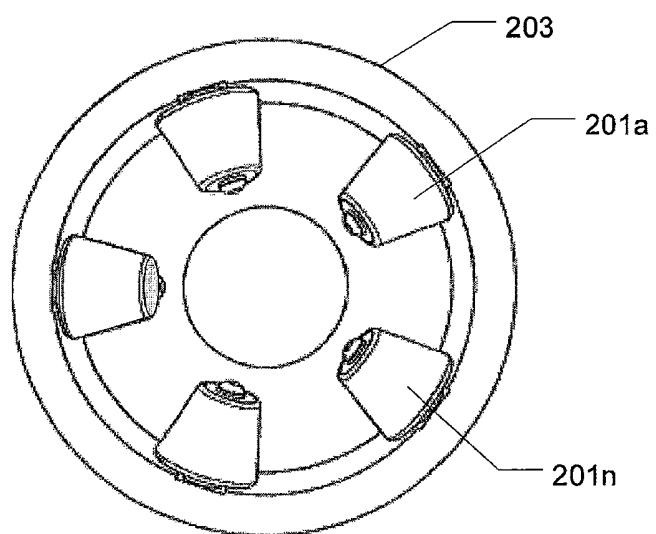


FIG. 2b

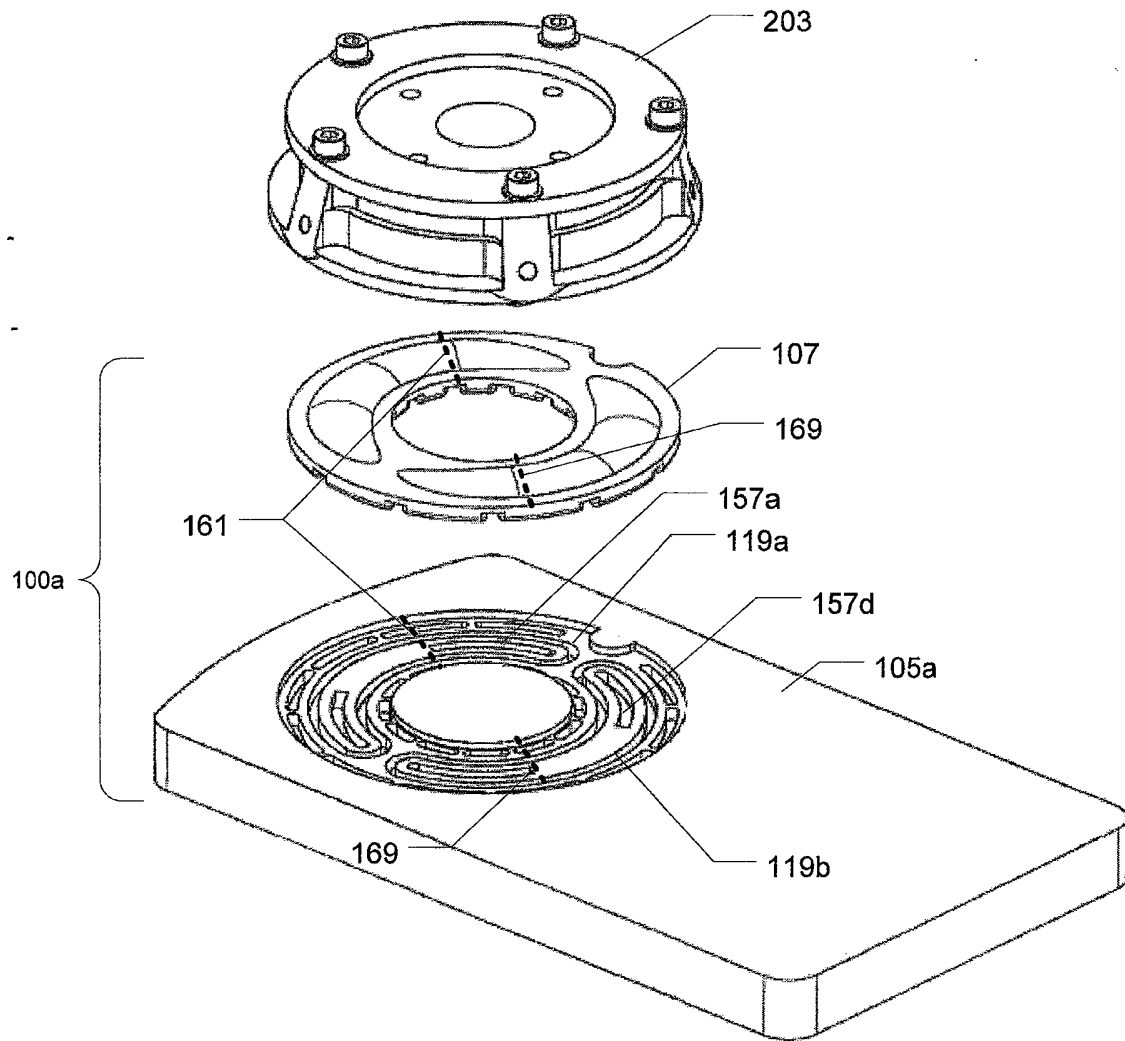


FIG. 3a

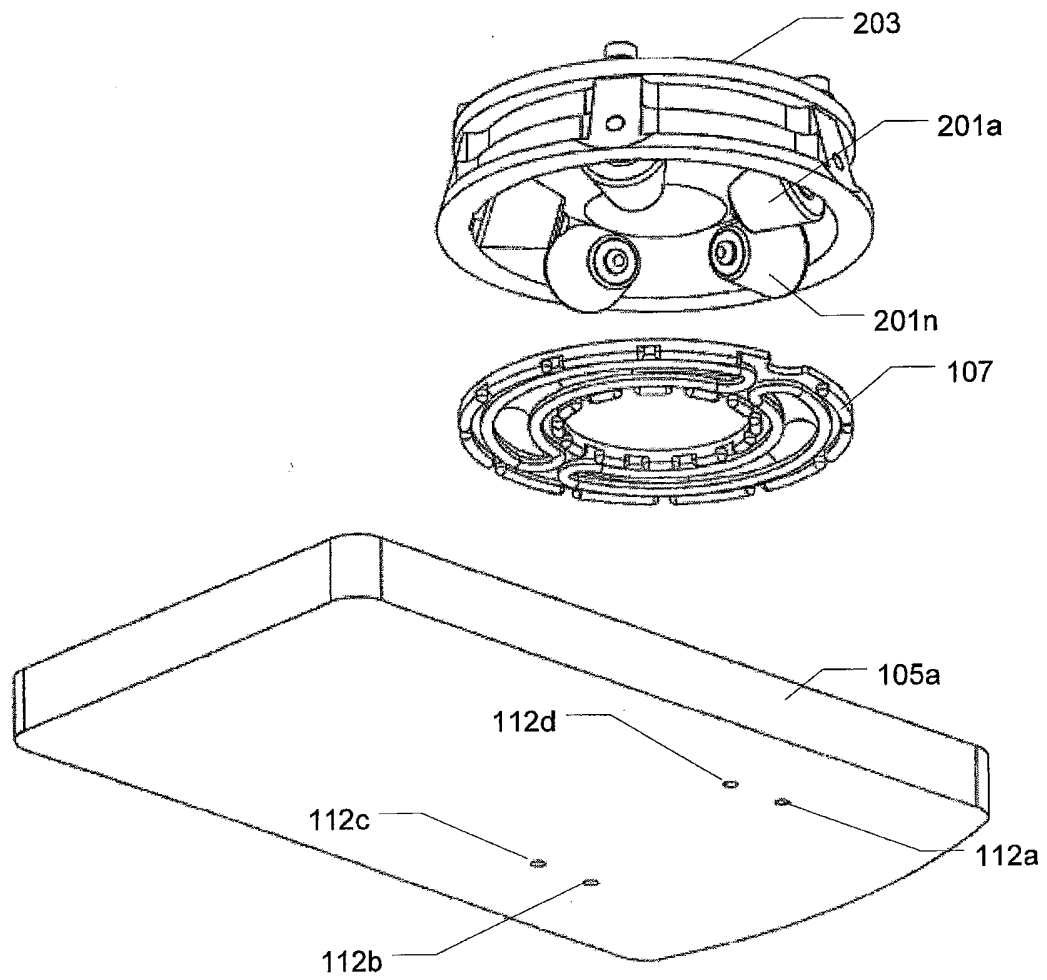


FIG. 3b

6/14

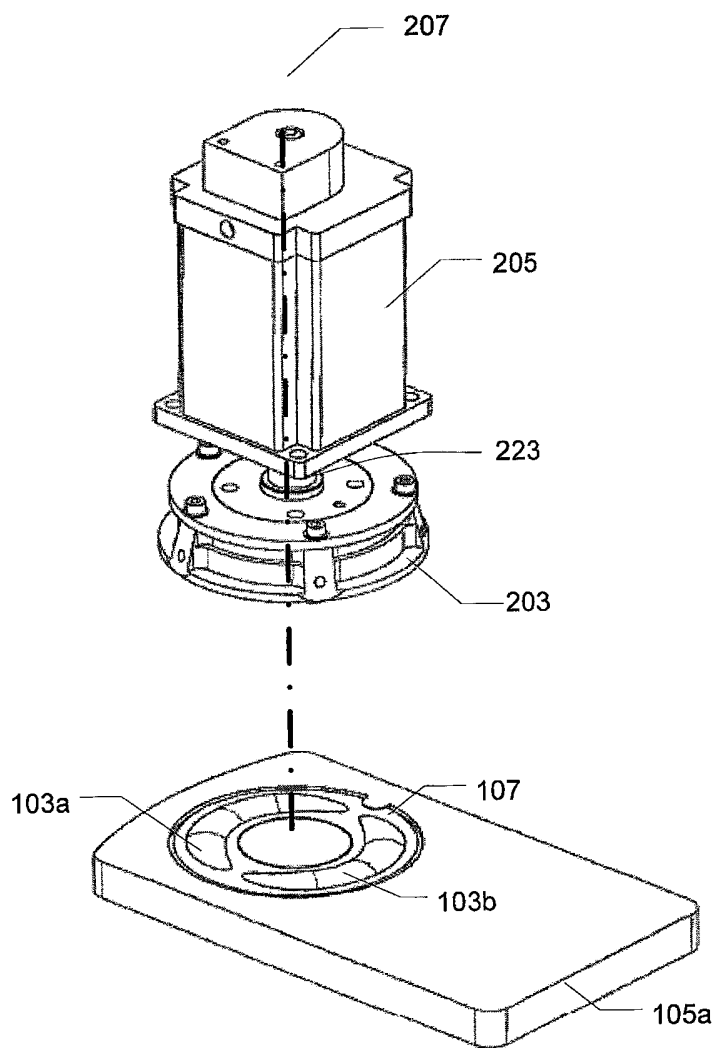


FIG. 3c

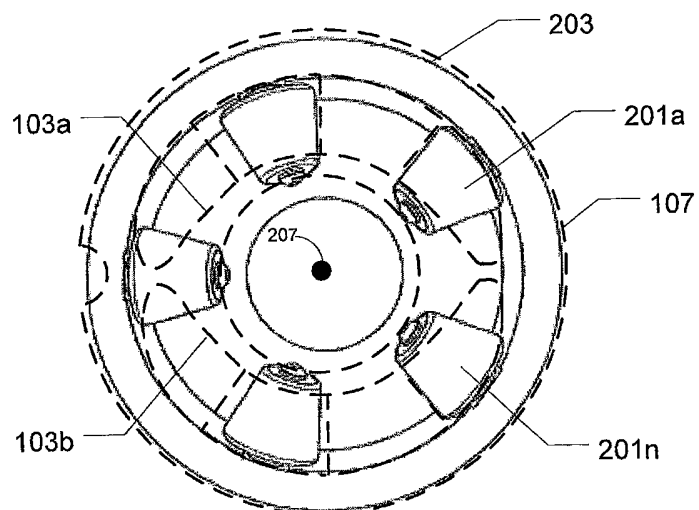


FIG. 3d

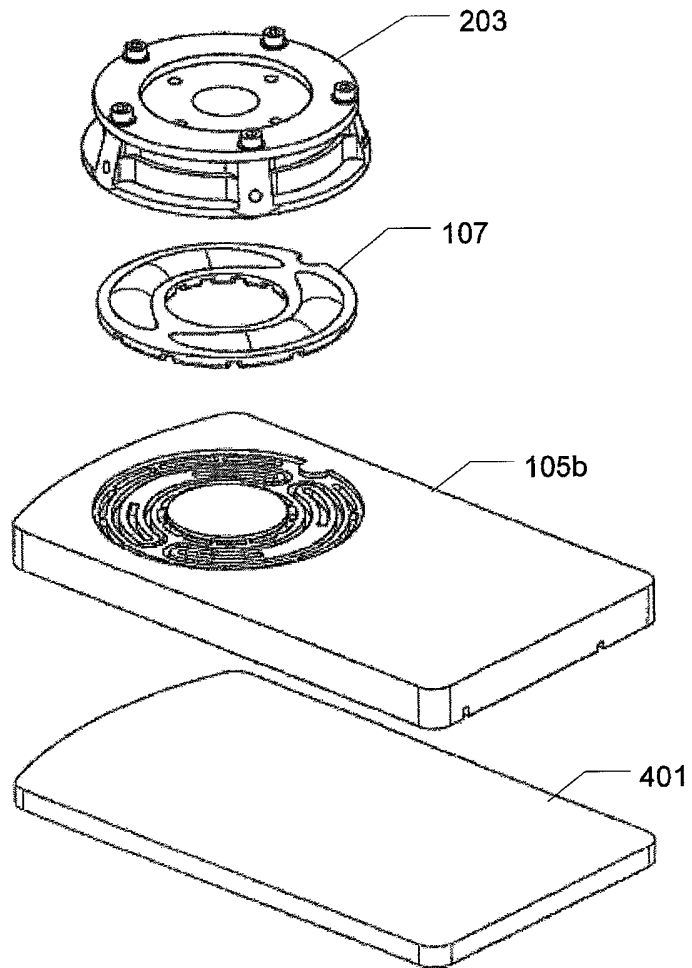


FIG. 4a

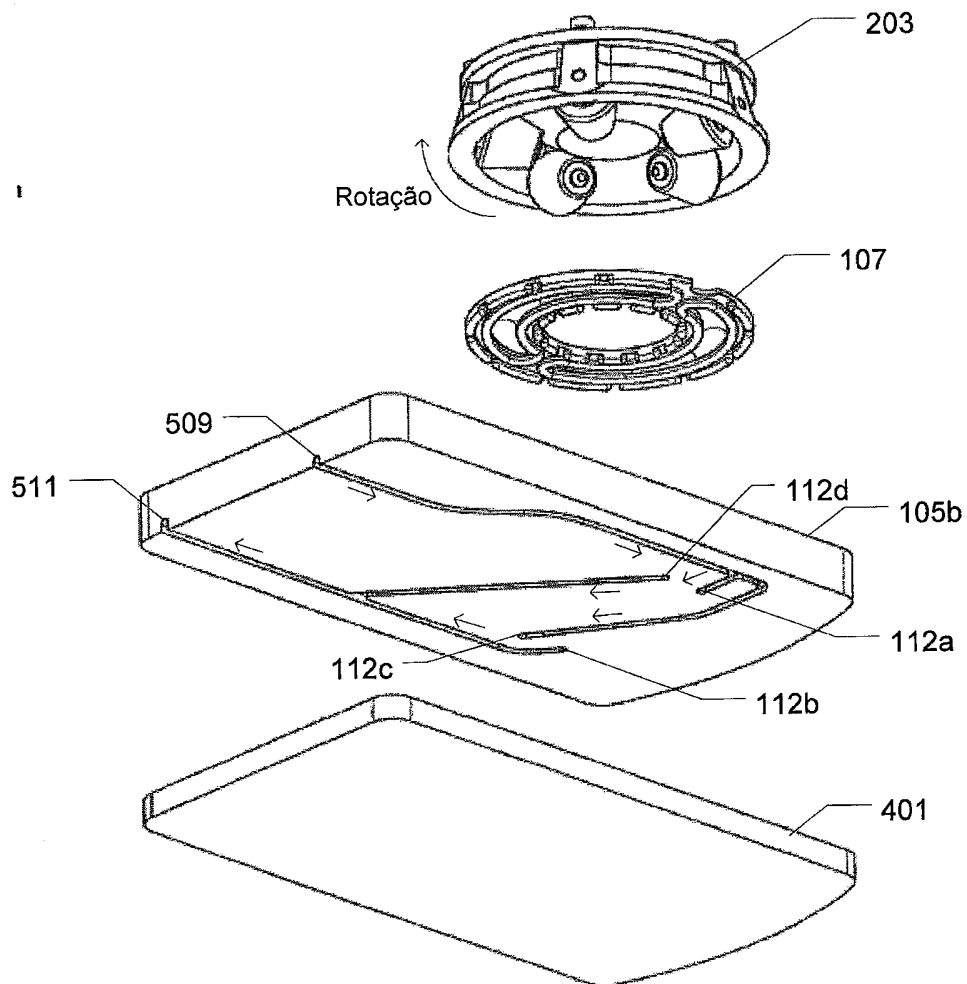


FIG. 4b

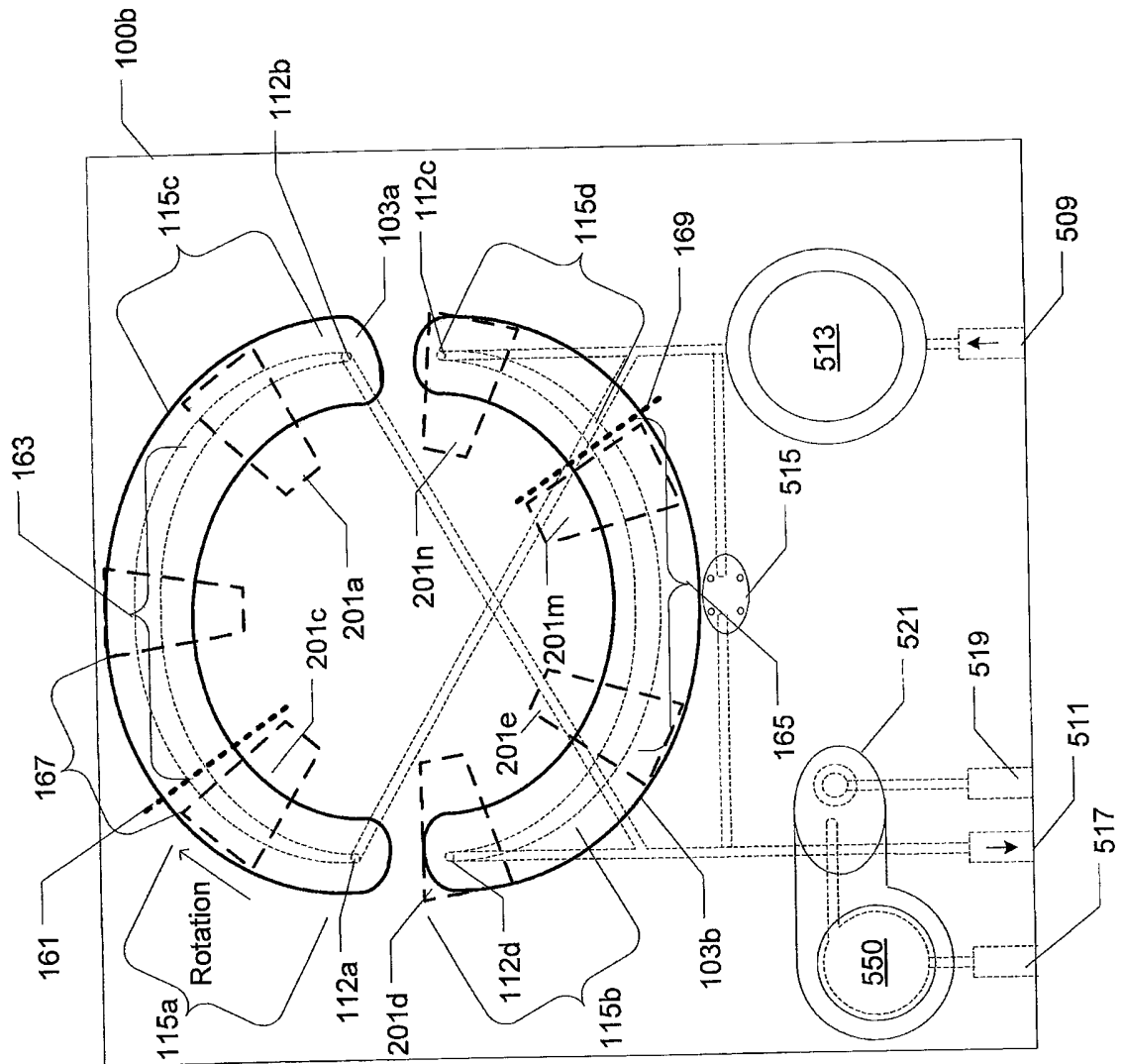


FIG. 5a

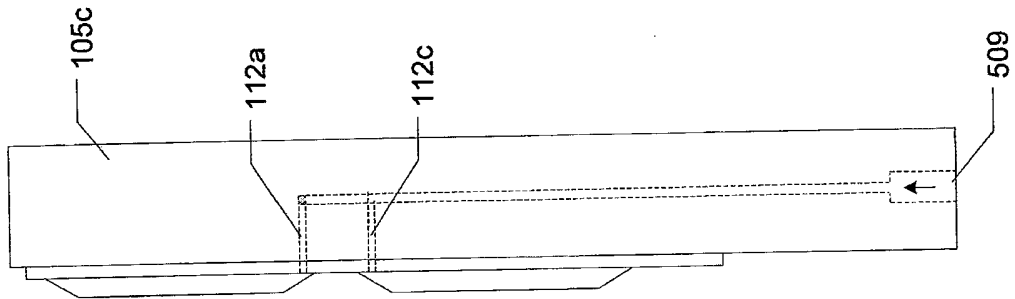


FIG. 5b

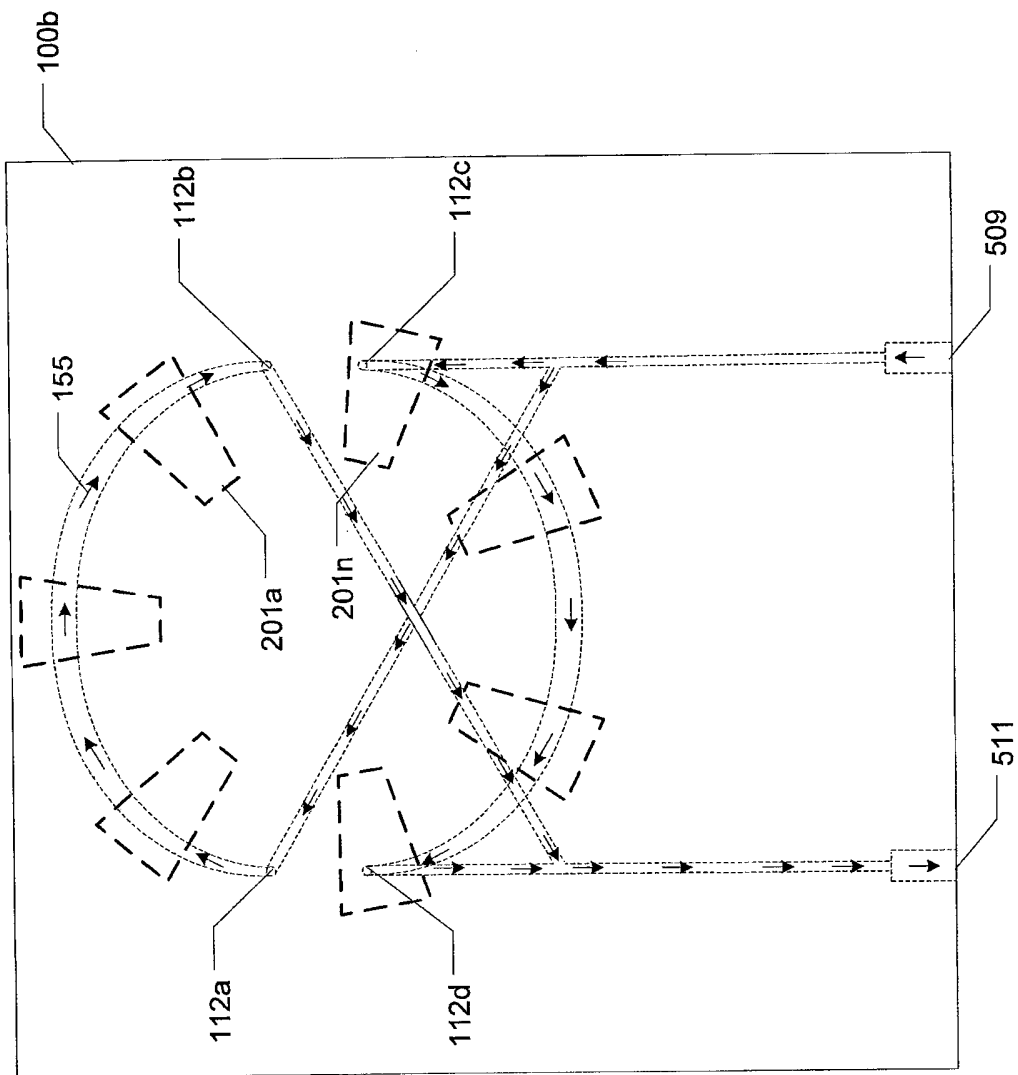


FIG. 5c

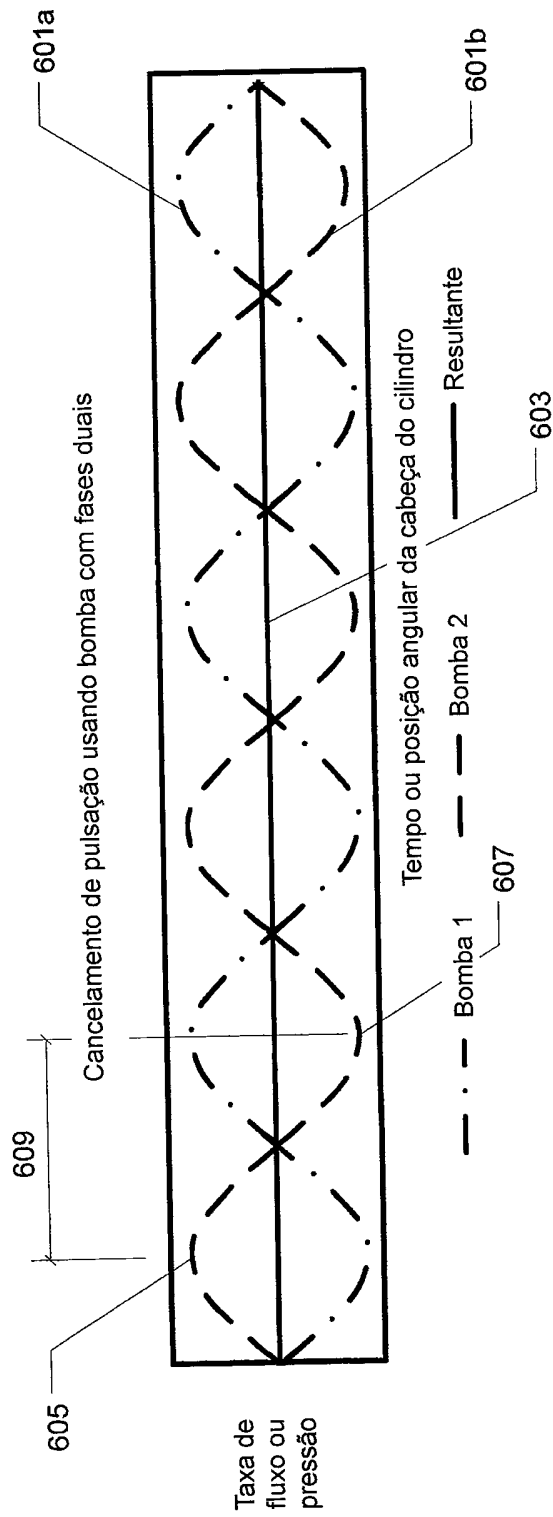


FIG. 6

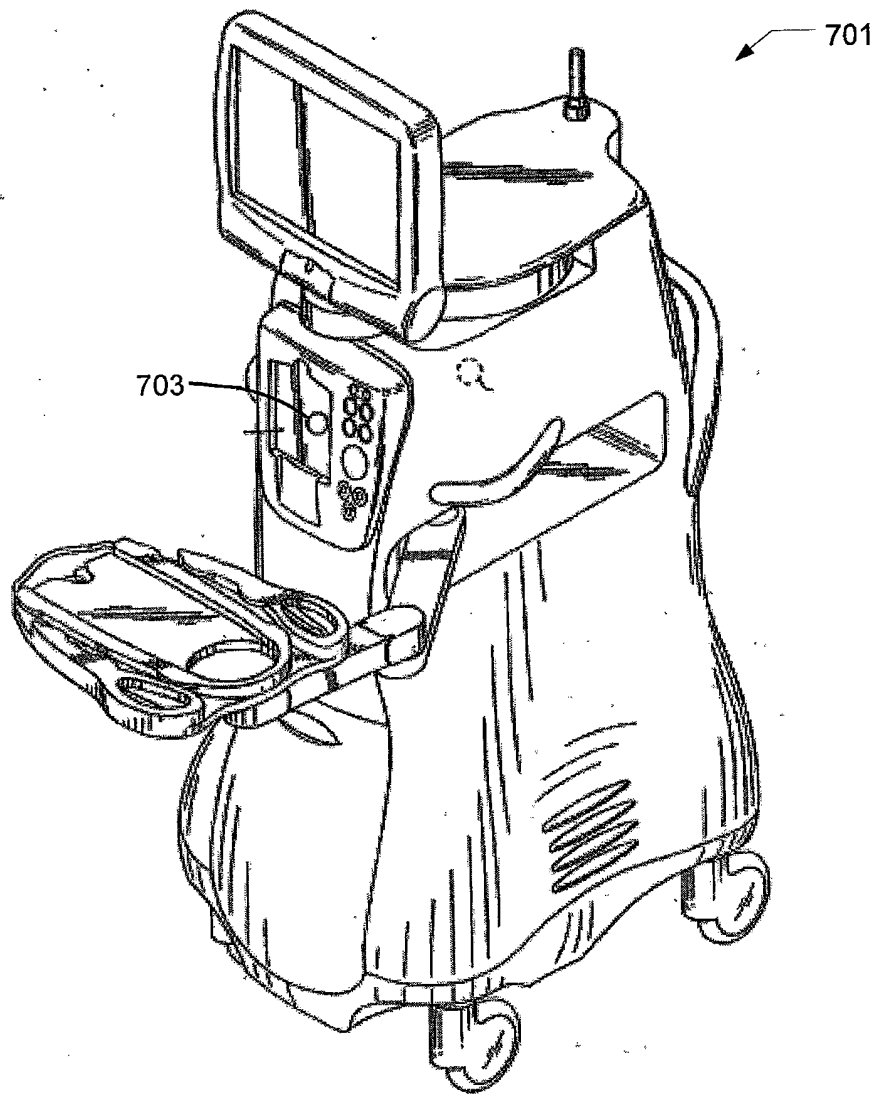
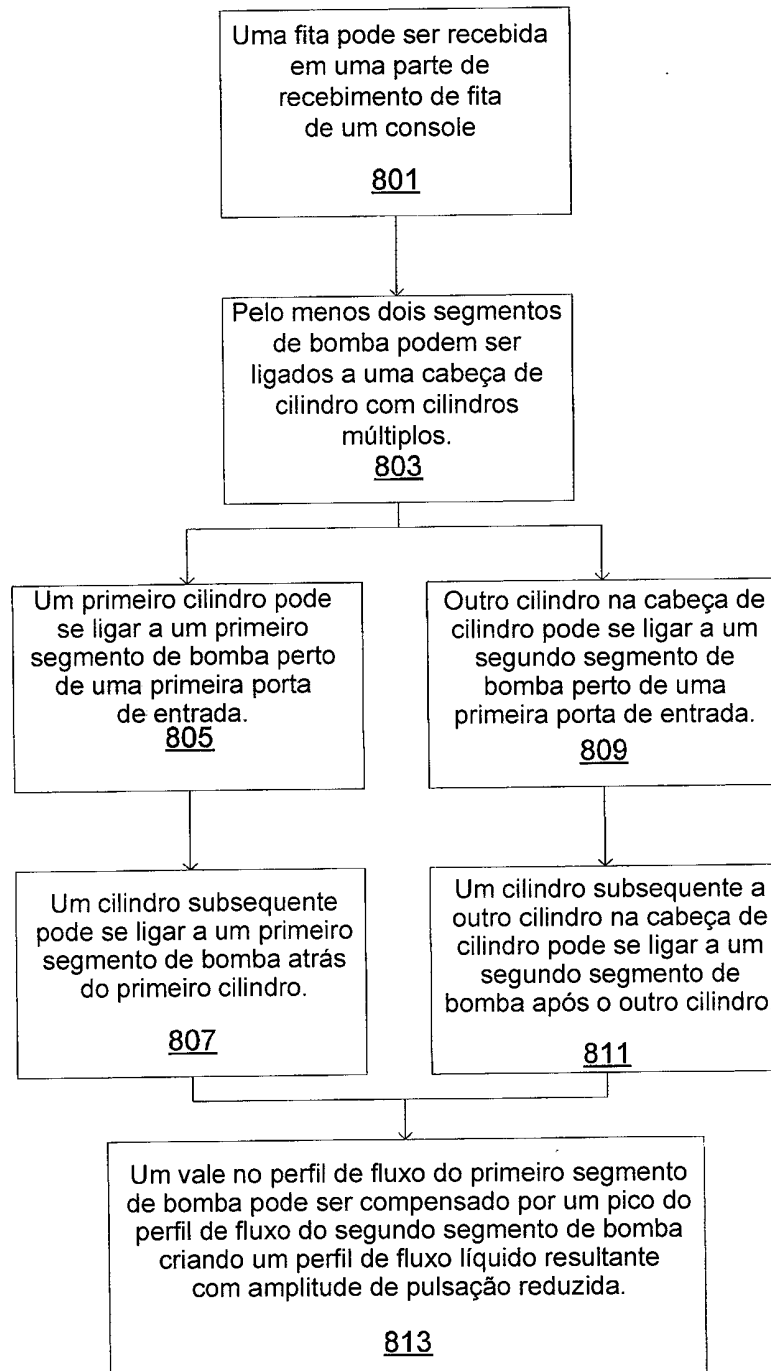


FIG. 7

**FIG. 8**

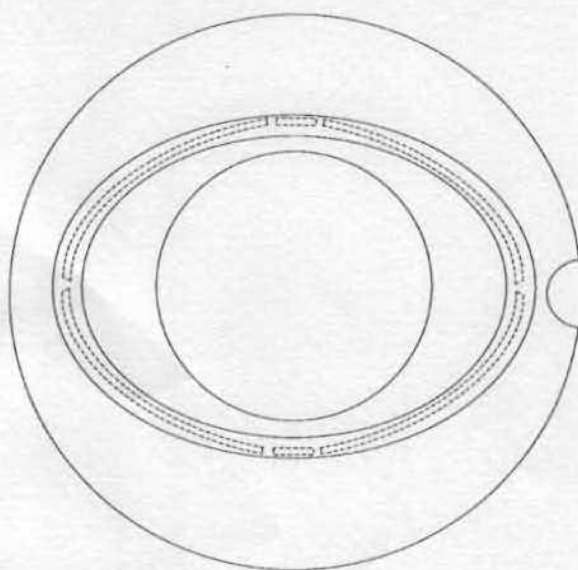


FIG. 9