



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

**(11) PI 1007625-5 B1**



**(22) Data do Depósito: 16/04/2010**

**(45) Data de Concessão: 10/03/2020**

**(54) Título:** SISTEMA MICROFLUÍDICO PARA MISTURAR UM FLUIDO, CARTUCHO, E MÉTODO PARA MISTURAR FLUIDOS

**(51) Int.Cl.:** B01F 13/00; B01F 11/00; B01F 5/06; B01L 3/00.

**(30) Prioridade Unionista:** 23/04/2009 EP 09158646.1.

**(73) Titular(es):** KONINKLIJKE PHILIPS N.V..

**(72) Inventor(es):** REINHOLD WIMBERGER-FRIEDL; RONALD C. DE GIER; PETER H. BOUMA.

**(86) Pedido PCT:** PCT IB2010051671 de 16/04/2010

**(87) Publicação PCT:** WO 2010/122464 de 28/10/2010

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 19/10/2011

**(57) Resumo:** SISTEMA MICROFLUÍDICO PARA MISTURAR UM FLUIDO, CARTUCHO, E MÉTODO PARA MISTURAR FLUIDOS A invenção se refere a um sistema microfluídico (1) compreendendo: - um volume fechado expansível (35) para a mistura de um fluido; - uma membrana flexível (40) que permita a mistura no volume fechado expansível (35), caracterizado em que o sistema microfluídico (1) compreende ainda: - uma superfície (5) compreendendo pelo menos um canal (20, 20a, 20b, 20c, 20d) para o acoplamento fluídico de um primeiro lado (10) da superfície (5) ao volume fechado expansível (35) em um segundo lado (15) da superfície (5), o canal (20, 20a, 20b, 20c, 20d) compreendendo uma primeira abertura de canal (25) acoplando fluidicamente o primeiro lado (10) da superfície (5) ao canal (20, 20a, 20b, 20c, 20d) e uma segunda abertura de canal (30) acoplando fluidicamente o canal (20, 20a, 20b, 20c, 20d) ao volume fechado expansível (35), o volume expansível (35) sendo definido por uma membrana flexível (40) que fecha a segunda abertura de canal (30) quando não houver fluido no volume expansível (35). A invenção ainda se refere a um método para o uso desse sistema microfluídico (1).

SISTEMA MICROFLUÍDICO PARA MISTURAR UM FLUIDO,  
CARTUCHO, E MÉTODO PARA MISTURAR FLUIDOS

CAMPO DA INVENÇÃO

A invenção se refere a um sistema microfluídico  
5 compreendendo:

- um volume fechado expansível para a mistura de um  
fluido;

- uma membrana flexível que permita a mistura no  
volume fechado expansível.

10 A invenção ainda se refere a um dispositivo  
compreendendo esse sistema microfluídico.

A invenção ainda se refere a um método para o uso  
desse sistema microfluídico.

HISTÓRICO DA INVENÇÃO

15 Uma realização de um sistema microfluídico como  
denominado acima é conhecida na patente norte-americana  
2005/0019898 A1. O presente documento descreve um dispositivo  
para a mistura de fluidos compreendendo uma câmara  
compreendendo duas regiões de diafragmas. As regiões de  
20 diafragmas são deslocadas para dentro e para fora da câmara  
pela inflação e deflação de duas bexigas de mistura para  
gerar o movimento do fluido dentro da câmara. A mistura  
resulta do movimento do fluido obtido pela operação das  
bexigas de mistura e das regiões de diafragmas. É uma  
25 desvantagem do dispositivo conhecido que a mistura possa ser  
aperfeiçoada e que as bexigas de mistura e meios associados  
para a inflação e deflação do volume de captação das bexigas  
de mistura volume. O fluido não pode ser retirado da câmara  
de mistura, exceto por sua reposição por outro fluido (ar) o  
30 que exige outra origem do fluido e outras medidas de vedação.

Um cartucho dotado de reservatórios de volume  
variável é revelado na patente norte-  
americana 2007/0053796 A1. O cartucho compreende uma

componente de mistura configurada para a mistura de diferentes soluções de maneira a gerar uma solução do produto, e um ou mais canais fazendo a comunicação líquida entre a componente de mistura e uma ou mais câmaras no cartucho. A componente de mistura pode incluir uma pluralidades de reservatórios de volume variável em conexão líquida entre si. Um ou mais dos reservatórios de volume variável pode pelo menos ser parcialmente definido por um membro flexível posicionado sobre uma abertura no canal de mistura.

É revelado um dispositivo para ensaios onde realizar um ensaio químico de fase fluida na WO 02/41994 A2. O dito dispositivo para ensaios compreende meios para o suporte de um substrato de teste, uma câmara de amostras para receber uma amostra de fluido, e pelo menos um dispositivo para o controle do fluido para o controle do movimento do fluido para dentro e/ou para fora da câmara de amostras, onde o dispositivo para o controle do fluido compreende uma câmara para a saída do fluido em comunicação fluida com a câmara de amostras, e um diafragma flexível deslocável, cujo deslocamento altera o volume da câmara de saída, de maneira a permitir e/ou restringir o fluxo do fluido entre a saída e as câmaras de amostras.

#### SUMÁRIO DA INVENÇÃO

Trata-se de um objetivo da invenção prover um sistema microfluídico que tenha melhores características de mistura. De acordo com a invenção, este objetivo é realizado por um sistema microfluídico de acordo com a reivindicação 1.

A invenção se baseia no reconhecimento que, tendo-se um canal através do qual entram um ou mais fluidos, um volume fechado expansível e fechado por uma membrana flexível, seja criado um padrão caótico de fluxo próximo à membrana no interior do volume expansível quando os fluidos a

serem misturados forem transportados pelo canal para o volume expansível. O padrão caótico de fluxo leva a uma eficiente mistura do fluido que entra no volume expansível. A invenção permite a homogeneização de um fluido simples que entra no

5 volume fechado expansível ou da mistura de dois ou mais fluidos diferentes. Na presente invenção, a homogeneização e a mistura são vistas como um conceito único indicado pelo termo de mistura. Em uma realização preferida, a tensão que ocorre em uma membrana flexível como resultado da expansão da

10 membrana quando o volume expansível é preenchido com fluido tende a empurrar o fluido de volta na direção do canal pelo qual o fluido entrou no volume expansível. Não é necessária nenhuma atuação externa para essa tendência empurrar de volta o fluido. Entretanto, a atuação externa pode ser aplicada com

15 ou sem uma membrana flexível. O enchimento e o esvaziamento do volume expansível podem ser repetidos tantas vezes quantas necessárias para uma determinada qualidade de mistura, podendo variar como desejado o grau de enchimento, para que o mesmo projeto possa ser usado para diferentes volumes,

20 dependendo da aplicação...

Como consequência, o sistema microfluídico de acordo com a invenção provê uma melhor mistura quando comparada com a mistura obtida na técnica anterior acima descrita. Além disso, a presente invenção não precisa de um

25 reservatório, fazendo o respiro do gás que é deslocado pelo fluido em movimento, ou um volume extra. Tornando expansível o volume fechado, não é preciso nenhum volume extra e todo o fluido pode ser recuperado no sistema sem fazer o respiro ou usar um fluido que se desloque.

30 Trata-se de uma vantagem adicional da invenção que o dispositivo de acordo com a invenção seja compacto. Quando não houver fluido no volume fechado expansível, o volume morto é essencialmente zero.

Uma realização do sistema microfluídico de acordo com a invenção é caracterizada em que a membrana flexível cobre a segunda abertura de canal.

5 Esta realização tem a vantagem que o volume expansível é totalmente definido pela membrana flexível, permitindo a montagem simples e fácil de um sistema microfluídico de acordo com a invenção. De forma alternativa, a membrana flexível pode ser localizada no canal na segunda abertura de canal.

10 Outra realização do sistema microfluídico de acordo com a invenção é caracterizada em que a membrana flexível é elástica.

15 Esta realização tem a vantagem de que a membrana após a expansão gera uma força que tende a empurrar o líquido para fora do volume expansível. Isto significa que nenhuma atuação em separado do fluido é absolutamente necessária para remover o fluido do volume expansível após (um único ciclo de) mistura.

20 O sistema microfluídico de acordo com a invenção é caracterizado em que o sistema microfluídico compreende uma pluralidade de canais do volume fechado expansível. Esta realização tem a vantagem de permitir um padrão caótico de fluxos diferente daqueles obtidos com o uso de um único canal.

25 O sistema microfluídico de acordo com a invenção é caracterizado em que pelo menos um dos canais além da pluralidade de canais compreende uma válvula direcional.

30 Esta realização tem a vantagem de prover pelo menos um, mas não todos os canais além da pluralidade de canais acoplando fluidicamente o primeiro lado da superfície ao volume fechado expansível com uma válvula direcional permite a ampliação da mistura, forçando o fluido para fora do volume expansível ao longo de um caminho diferente do caminho ao

longo do qual o fluido entrou no volume expansível.

Outra realização do sistema microfluídico de acordo com a invenção é caracterizada em que a geometria canal é adaptada para melhor capacidade de mistura.

5 Esta realização tem a vantagem de permitir o aperfeiçoamento da mistura. Uma estrutura bem conhecida para melhor capacidade de mistura é a denominada estrutura ziguezague que leva a uma rotação do campo do fluido dependente da direção do fluido.

10 Outra realização do sistema microfluídico de acordo com a invenção é caracterizada em que volume fechado expansível compreende uma estrutura para melhor capacidade de mistura.

15 Esta realização tem a vantagem de permitir o aperfeiçoamento da mistura. Uma possibilidade que pode ser opcionalmente combinada com uma estrutura como uma estrutura ziguezague (ver realização anterior), é formada por uma ou mais ranhuras sobre o fundo da câmara que atuam como aberturas de extensão do canal.

20 Outra realização do sistema microfluídico de acordo com a invenção é caracterizada em que a membrana flexível é pré-conformada para melhor capacidade de mistura.

25 Esta realização tem a vantagem de permitir o aperfeiçoamento da mistura. Uma realização de uma membrana flexível pré-conformada é uma membrana pré-conformada como um saco dobrado, também chamado de *faltenbalg* (tipo fole). Além disso, a membrana pode ser pré-conformada no sentido de ser assimétrica com relação à abertura ou aberturas do canal ou dos canais que comunicam o fluido ao volume fechado  
30 expansível.

O objetivo da invenção é ainda alcançado com um dispositivo compreendendo um sistema microfluídico de acordo com qualquer uma das realizações anteriores.

Um dispositivo compreendendo um sistema microfluídico de acordo com a invenção se beneficiaria de qualquer uma das realizações anteriores.

5 Uma realização de um dispositivo de acordo com a invenção é caracterizada em que o dispositivo é um cartucho, o cartucho podendo ser inserido em um instrumento para atuação em conjunto com o cartucho.

Esta realização tem a vantagem que os cartuchos, por exemplo, que forem usados em diagnósticos moleculares às vezes precisam da mistura de fluidos. Como consequência, um cartucho compreendendo um sistema microfluídico de acordo com a invenção se beneficiaria de qualquer uma das realizações anteriores da invenção.

15 Outra realização de um dispositivo de acordo com a invenção é caracterizada em que o dispositivo é um dispositivo para diagnóstico molecular.

Esta realização tem a vantagem de que um dispositivo para diagnósticos moleculares pode precisar da mistura de fluidos. Como consequência, esse um dispositivo, potencialmente compreendendo um cartucho de acordo com a realização anterior, beneficiar-se-ia de qualquer uma das realizações anteriores da invenção.

25 O objetivo da invenção é ainda alcançado por um método para misturar fluidos compreendendo as seguintes etapas:

prover um sistema microfluídico compreendendo:

30 - uma superfície compreendendo pelo menos um canal para o acoplamento fluídico de um primeiro lado da superfície a um volume fechado expansível em um segundo lado da superfície, o canal compreendendo uma primeira abertura de canal acoplando fluidicamente o primeiro lado da superfície ao canal e uma segunda abertura de canal acoplando fluidicamente o canal ao volume fechado expansível, o volume

expansível sendo definido por uma membrana flexível que fecha uma segunda abertura de canal quando não houver fluido no volume expansível;

5 - transportar o fluido do primeiro lado da superfície para o volume fechado expansível, expandindo assim o volume fechado expansível;

- devolver o fluido transportado do volume fechado expansível para o primeiro lado da superfície, retornando assim o volume expansível fechado a seu volume original.

10 Uma realização de um método de acordo com a invenção é caracterizada em que as etapas de transporte e de retorno são repetidas quantas vezes forem necessárias para a obtenção de um nível desejado de mistura.

15 Esta realização tem a vantagem de a mistura poder ser repetida passando por uma pluralidades de ciclos de misturas, até que tenha sido alcançado o nível de mistura desejado.

#### BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

20 A Fig. 1 mostra esquematicamente um sistema microfluídico;

A Fig. 2 mostra esquematicamente um sistema microfluídico de acordo com a invenção compreendendo uma pluralidade de canais;

25 A Fig. 3 mostra esquematicamente um sistema microfluídico de acordo com a invenção compreendendo uma válvula direcional;

A Fig. 4 mostra esquematicamente uma realização de um método de acordo com a invenção.

#### DESCRIÇÃO DETALHADAS DAS REALIZAÇÕES

30 A Fig. 1 mostra esquematicamente um sistema microfluídico. A Fig. 1a mostra esquematicamente uma vista lateral de um sistema microfluídico 1. O sistema microfluídico 1 compreende uma superfície 5, a superfície 5

compreendendo de um primeiro lado 10 e um segundo lado 15. A superfície 5 compreende ainda um canal 20. O canal 20 compreende uma primeira abertura de canal 25 acoplando fluidicamente o primeiro lado 10 da superfície 5 ao canal 20.

5 O canal 20 compreende ainda a segunda abertura de canal 30 acoplando fluidicamente o canal 20 ao volume fechado expansível 35. A membrana 40 cobre a segunda abertura de canal 30 e define o volume expansível 35. De forma alternativa, a membrana capaz de expandir como um balão e

10 posicionada em ou na segunda abertura de canal 30 (não mostrada) seria adequada para a criação de um fluxo caótico. O sistema microfluídico 1 compreende ainda um canal 45 para o transporte do fluido a ser misturado na direção do canal 20 e do volume fechado expansível 35. A Fig. 1 mostra o sistema

15 microfluídico 1 no momento em que o fluido é transportado pelo canal 45 e pelo canal 20 na direção do volume fechado expansível 35. Após entrar no volume fechado expansível 35, o fluido se move em um padrão caótico de fluxo. Este é o resultado da passagem pelo canal 20 e a influência da

20 membrana 40 que força o fluido para se dispersar no volume ocupado pelo volume expansível 35. O padrão caótico de fluxo é indicado pelas flechas 50. O padrão caótico de fluxo é introduzido pelo campo do fluxo de alongação na transição do canal para a câmara virtualmente infinita. Um volume

25 expansível que se expande na direção perpendicular à direção do fluxo principal no canal enquanto, ao mesmo tempo, direção do fluxo principal é mudada quando o fluido sai do canal e entra no volume expansível é adequado para a criação de um padrão caótico de fluxo. Isto é especialmente verdade se a

30 abertura do canal no volume expansível não for colocada no eixo de simetria do volume expansível. Uma membrana com um diâmetro cerca de 10 vezes o diâmetro do canal seria adequada para a criação de um fluxo caótico, especialmente se a altura

do volume expansível no estado expandido for de cinco a 10 vezes maior que a altura do canal. Como para todas as realizações da presente invenção, os canais que acoplam fluidicamente o primeiro lado 10 ao volume expansível 35 podem ser adaptados para uma melhor mistura. Um canal pode, por exemplo, compreender uma ou mais protruções (não mostradas). O fluido que percorre o canal tem que se mover ao longo das protruções pelo que o resultado da mistura é ampliado quando comparado à realização básica da presente invenção mostrada na fig. 1a. Outras estruturas é ter opções no interior da câmara fechada expansível na superfície que faceia a membrana flexível. Essas estruturas influenciam o fluxo do fluido e, portanto a mistura. Essas estruturas podem ser usadas para criar assimetria em relação à expansão de uma membrana flexível. Além disso, uma estrutura do tipo estrutura zigzague também pode ser usada. As opções supramencionadas também podem ser usadas em qualquer combinação.

A Fig. 1b mostra a mesma montagem da fig. 1a. Entretanto, na presente figura, o sistema microfluídico 1 é mostrado no momento em que o fluido percorre o volume fechado expansível 35 pelo canal 20 e o canal 45. Quando o fluido se move do volume expansível 35, é reduzida a dimensão do volume. Na figura, isto é ilustrado pelo fato que a membrana 40 está agora direta e virtualmente sobre a segunda abertura de canal 30. Isso ilustra que, quando não houver fluido no volume fechado expansível 35, o espaço tomado pelo volume 35 é essencialmente zero. Como consequência, um dispositivo de mistura de acordo com a presente invenção tem um volume morto virtualmente zero. Assim, o dispositivo é compacto. Além disso, o sistema microfluídico 1 de acordo com a invenção não exige materiais ou meio de atuação caros. Como resultado, um sistema microfluídico 1 de acordo com a invenção pode ser

produzido de forma barata..

A Fig. 1c mostra uma vista superior da montagem mostrada na fig. 1a. O fluido a ser misturado é transportado pelo canal 45 e pelo canal 20 na direção do volume fechado expansível 35. Sob a influência do fluido no interior do volume expansível 35 uma membrana 40 se expande como indicado pelas flechas 55. As propriedades mecânicas da membrana 40 podem variar dependendo das exigências dos elastômeros ao visco-elástico. Em um projeto não elastomérico, a expansão da membrana 40 sob a influência do fluido, que entra no volume expansível 35, não tem uma força resultante da membrana 40 no fluido, empurrando o fluido de volta para o canal 20. Nesse caso, é necessária a atuação em separado do fluido para remover o fluido do volume expansível 35. Entretanto, se a membrana 40 for elástica, a expansão da membrana 40 produzirá uma força resultante da membrana 40 no fluido, empurrando o fluido de volta na direção do canal 20. Nesse caso, não é necessária nenhuma atuação em separado para remover o fluido do volume expansível 35.

A Fig. 2 mostra esquematicamente um sistema microfluídico de acordo com a invenção compreendendo uma pluralidade de canais. A maioria dos elementos na presente figura é idêntica à maioria dos elementos mostrados na fig. 1. Elementos idênticos receberam números idênticos de referência. Entretanto, na presente figura o sistema microfluídico 1 de acordo com a invenção compreende uma pluralidade de canais 20a-d acoplando fluidicamente o primeiro lado 10 da superfície 5 ao volume fechado expansível 35. Tendo uma pluralidade de canais, é aumentado o efeito de mistura. Diferentes canais 20a-20d podem ser opcionalmente ligados a diferentes canais de abastecimento (como o canal 45 na presente figura) permitindo que a mistura de fluidos proveniente de diferentes origens (não mostradas na presente

figura). Nesse caso, um ou mais canais como o canal 45 na presente figura existiriam em um dispositivo de acordo com a invenção com um ou mais daqueles canais sendo acoplado a um ou mais canais acoplados ao volume expansível como os canais 5 20a-20d na presente figura. Em outras palavras, um único canal de abastecimento pode ser conectado a uma pluralidade de canais que comunicam o fluido ao volume fechado expansível (não mostrado). Nesse caso, um único canal de abastecimento se ramifica em uma pluralidade de canais acoplados 10 fluidicamente ao volume fechado expansível. Pode existir uma pluralidades desses canais de abastecimento. Em resumo, uma opção é ter a realização 'cabeça em chuveiro' da presente figura, onde um único canal de abastecimento 45 se ramifica em vários canais 20a-20d que são acoplados ao volume 15 expansível 35. Outra opção é ter múltiplos canais de abastecimento 45. Um ou mais desses múltiplos canais de abastecimento 45 podem ser ramificar em uma pluralidade de canais 20a-20d.

A Fig. 3 mostra esquematicamente um sistema 20 microfluídico de acordo com a invenção compreendendo uma válvula direcional. A maioria dos elementos na presente figura é idêntica aos elementos mostrados na fig. 2. Elementos idênticos receberam números de referência idênticos. Entretanto, na presente figura, o canal 20a e o 25 canal 20d compreendem individualmente uma válvula direcional. O canal 20a compreende uma válvula direcional 60a e o canal 20d compreende uma válvula direcional 60d. Na presente realização, as válvulas direcionais foram projetadas como membros flexíveis (flapes) que abrem quando o fluido percorre 30 o volume expansível e que fecham quando o fluido percorre a direção oposta. Outro exemplo de uma válvula direcional é formado por uma esfera em uma cavidade que permite a passagem do fluido em uma direção e fecha quando a pressão do fluido

estiver na direção oposta. Esse e outros exemplos de válvulas direcionais serão conhecidos pelos técnicos no assunto. Como resultado das válvulas direcionais 60a e 60d, o fluido pode entrar no volume expansível 35 pelo canal 20a e canal 20d.

5 Entretanto, o fluido não pode deixar o volume expansível 35 pelos mesmos canais. Usando canais (ver também a fig. 2) e/ou usando as válvulas direcionais em um ou mais, mas não em todos os canais 20 (ver a presente figura), podem ser obtidos vários padrões diferentes de fluxo, cada um dos quais tem  
10 suas próprias características de mistura. Dependendo dos requisitos de mistura de uma determinada aplicação, do desejo e da capacidade de uma pluralidade de canais 20 ou de válvulas direcionais 60, pode ser escolhido um projeto adequado.

15 A Fig. 4 mostra esquematicamente uma realização de um método de acordo com a invenção. Na etapa 65, é provido um sistema microfluídico de acordo com qualquer uma das realizações da presente invenção. Depois, na etapa 70, o fluido a ser misturado é transportado para um volume fechado  
20 expansível. Sob a influência do fluido que entra no volume expansível, o volume expansível dilata. Como o fluido passa para o volume expansível pelo canal e como a presença de uma membrana flexível define o volume expansível, é estabelecido um padrão caótico de fluxo no interior do volume expansível,  
25 resultando na mistura do fluido. Sob a influência de uma força resultante proveniente das características elásticas da membrana flexível ou sob a influência de atuação em separado, o fluido então retorna do volume expansível. Isto é feito na etapa 75. De acordo com uma realização do método de acordo  
30 com esta invenção, a etapa 70 e a etapa 75 podem ser repetidas quantas vezes necessárias para obter o nível necessário de mistura. Na presente figura, isto foi indicado pela flecha tracejada 80.

Deve ser notado que as realizações supramencionadas não ilustram o limite da invenção, e que os técnicos no assunto poderão projetar muitas realizações alternativas sem abandonarem o escopo das reivindicações anexas. Nas 5 reivindicações, todos os sinais de referência colocados entre parênteses não serão entendidos como limitadores da reivindicação. A palavra "compreendendo" não exclui a presença de elementos ou etapas além das listadas na reivindicação. A palavra "um" ou "uma" que precede um 10 elemento não exclui a presença de uma pluralidade desses elementos. Nas reivindicações do sistema que enumeram vários meios, vários desses meios podem ser configurados por um e o mesmo item do software de leitura por computador ou hardware. O simples fato de que determinadas medidas são mencionadas em 15 reivindicações dependentes mutuamente diferentes não indica que uma combinação dessas medidas não possa ser usada com vantagens.

REIVINDICAÇÕES

1. SISTEMA MICROFLUÍDICO PARA MISTURAR UM FLUIDO (1), compreendendo:

5 - um volume fechado expansível (35) para a mistura de um fluido;

- uma membrana flexível (40) que permita a mistura no volume fechado expansível (35),

caracterizado por

10 o sistema microfluídico para misturar um fluido (1) compreende ainda:

- uma superfície (5) compreendendo uma pluralidade de canais (20a, 20b, 20c, 20d) para o acoplamento fluídico de um primeiro lado (10) da superfície (5) ao volume fechado expansível (35) em um segundo lado (15) da superfície (5), os

15 canais (20a, 20b, 20c, 20d) compreendendo uma primeira abertura de canal (25) acoplando fluidicamente o primeiro lado (10) da superfície (5) aos canais (20a, 20b, 20c, 20d) e uma segunda abertura de canal (30) acoplando fluidicamente os

20 canais (20a, 20b, 20c, 20d) ao volume fechado expansível (35), o volume expansível (35) sendo definido por uma membrana flexível (40) que fecha a segunda abertura de canal (30) quando não houver fluido no volume expansível (35), em que pelo menos um dos canais (20a, 20b, 20c, 20d) compreende uma válvula direcional (60a, 60d).

25 2. SISTEMA MICROFLUÍDICO PARA MISTURAR UM FLUIDO (1), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pela membrana flexível (40) cobrir a abertura do segundo canal (30).

30 3. SISTEMA MICROFLUÍDICO PARA MISTURAR UM FLUIDO (1), de acordo a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pela membrana flexível (40) ser elástica.

4. SISTEMA MICROFLUÍDICO PARA MISTURAR UM FLUIDO (1), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3,

caracterizado pela geometria canal (20a, 20b, 20c, 20d) ser adaptada para melhor capacidade de mistura.

5. SISTEMA MICROFLUÍDICO PARA MISTURAR UM FLUIDO (1), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo volume fechado expansível (35) compreender uma estrutura para melhor capacidade de mistura.

6. SISTEMA MICROFLUÍDICO PARA MISTURAR UM FLUIDO (1), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado pela membrana flexível (40) ser pré-conformada para melhor capacidade de mistura.

7. CARTUCHO, caracterizado por compreender um sistema microfluídico para misturar um fluido (1), conforme definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 6.

8. CARTUCHO, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo cartucho ser inserido em um instrumento para atuação em conjunto com o cartucho.

9. CARTUCHO, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo cartucho ser um cartucho para diagnóstico molecular.

10. MÉTODO PARA MISTURAR FLUIDOS, caracterizado por compreender as seguintes etapas:

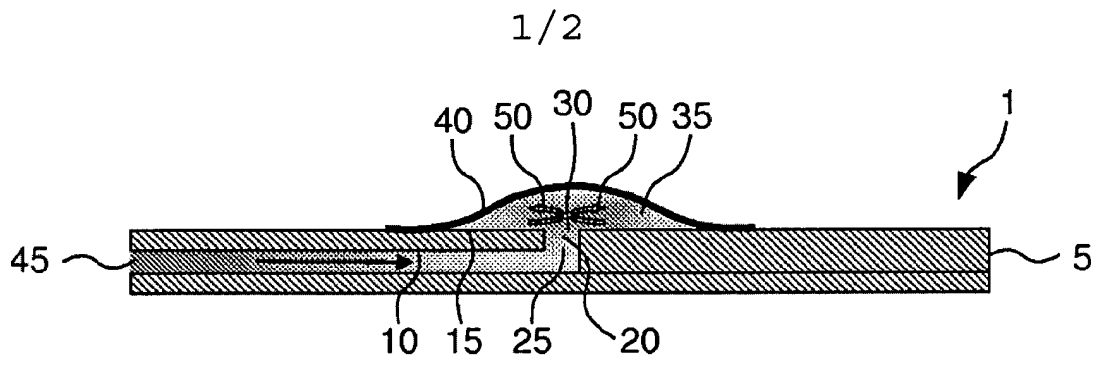
- prover (65) um sistema microfluídico para misturar um fluido (1), conforme definido na reivindicação 1

- transportar (70) um fluido do primeiro lado (10) da superfície (5) do sistema microfluídico para misturar um fluido (1) para o volume fechado expansível (35) do sistema microfluídico para misturar um fluido (1) expandindo assim o volume fechado expansível (35);

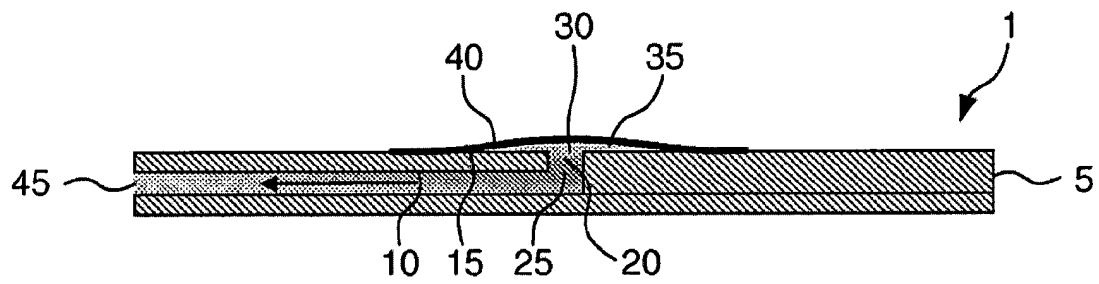
- retornar (75) o fluido transportado do volume fechado expansível (35) para o primeiro lado (10) da superfície (5), retornando assim (75) o volume expansível fechado (35) a seu volume original.

11. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 10,

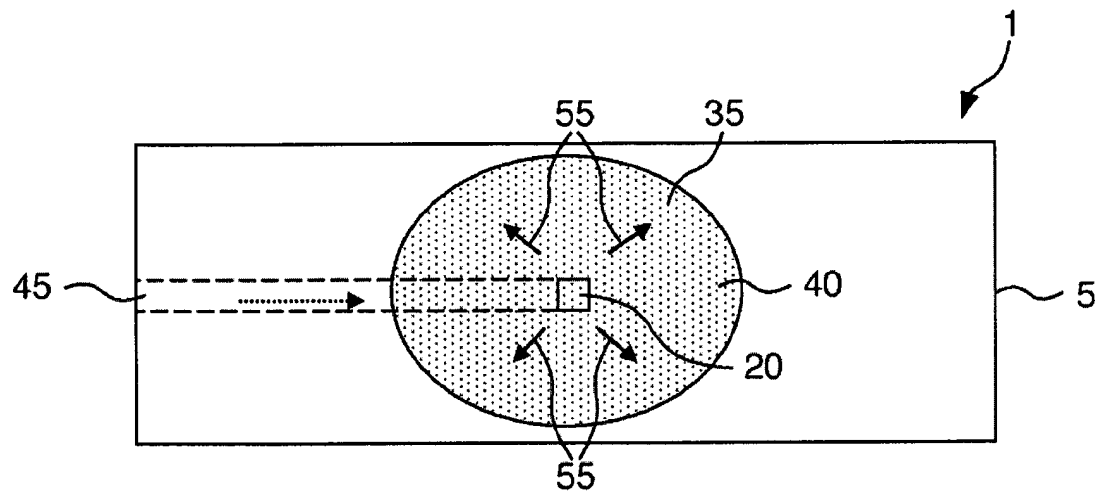
caracterizado pelas etapas para o transporte (70) e retorno (75) serem repetidas quantas vezes forem necessárias para a obtenção de um nível desejado de mistura.



**FIG. 1a**



**FIG. 1b**



**FIG. 1c**

2/2

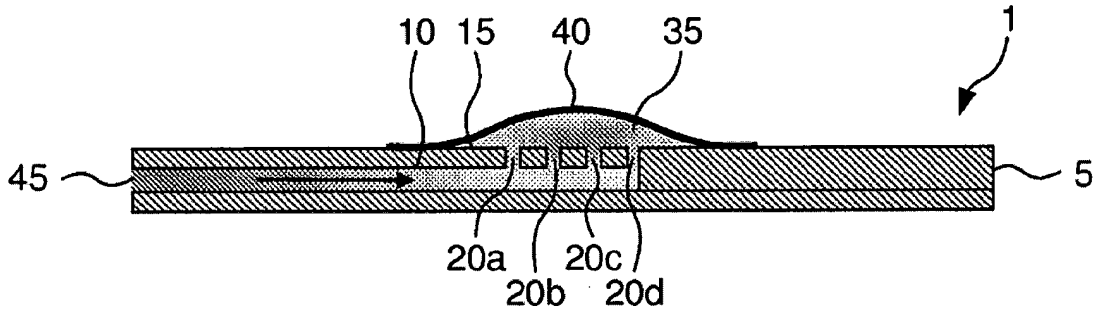


FIG. 2

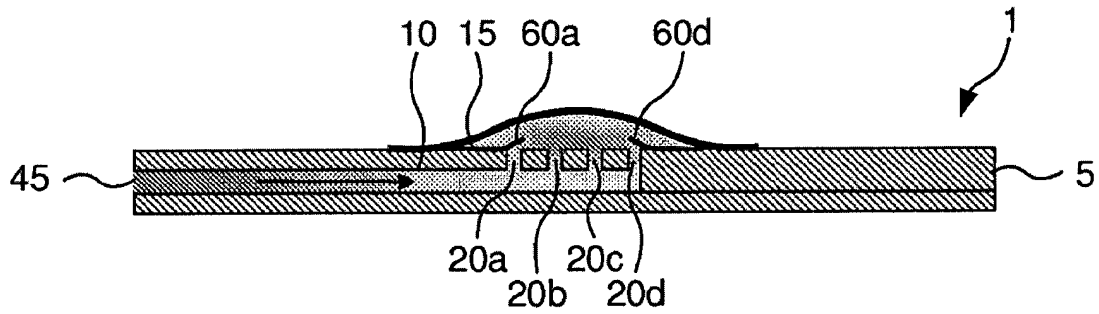


FIG. 3

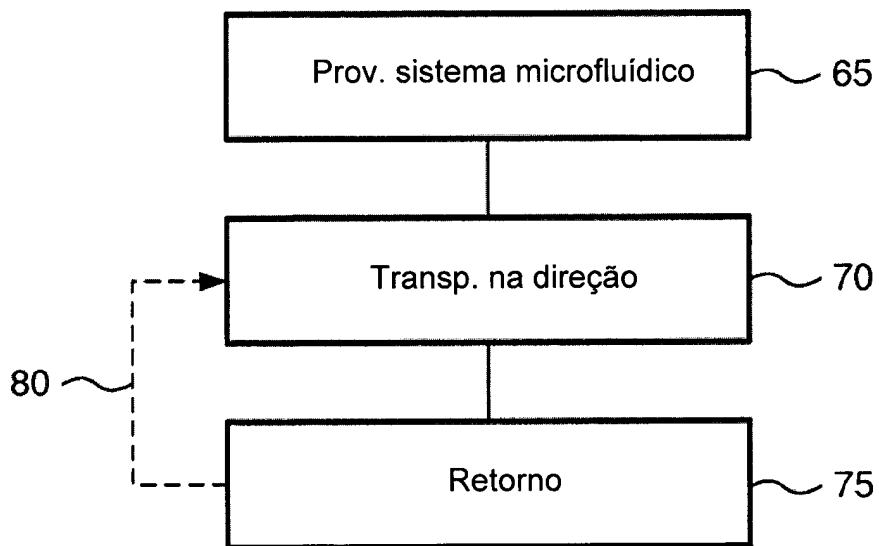


FIG. 4