



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

(21) PI 0808414-9 A2



* B R P I O 8 0 8 4 1 4 A 2 *

(22) Data de Depósito: 27/02/2008
(43) Data da Publicação: 22/07/2014
(RPI 2272)

(51) Int.Cl.:
C03B 23/203
C03B 11/08

(54) Título: MÉTODO PARA PRODUÇÃO DE
DISPOSITIVOS MICROFLUÍDICOS

(57) Resumo:

(30) Prioridade Unionista: 28/02/2007 EP 07300835.1

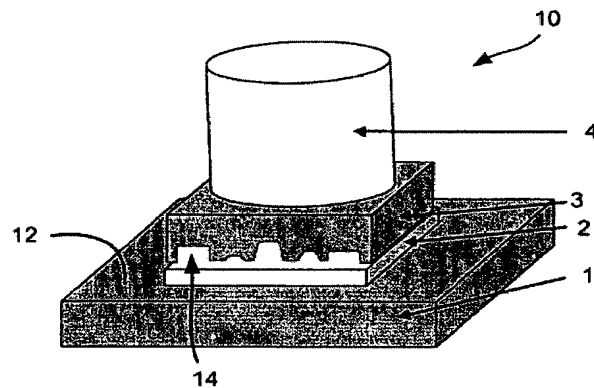
(73) Titular(es): Corning Incorporated

(72) Inventor(es): Cameron W. Tanner, Gaspar P. Marques,
Robert M. Morena, Thierry L. Dannoux

(74) Procurador(es): Tavares Propriedade Intelectual
Ltda.

(86) Pedido Internacional: PCT US2008002584 de
27/02/2008

(87) Publicação Internacional: WO 2008/106160de
04/09/2008



Relatório Descritivo da Patente de Invenção
para “**MÉTODO PARA PRODUÇÃO DE DISPOSITIVOS
MICROFLUÍDICOS**”.

PRIORIDADE

5 O presente pedido reivindica o benefício do
Pedido Europeu Nº 07300835.1 depositado em 28 de fevereiro de
2007.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

10 Os dispositivos microfluídicos, como se estende
aqui, são dispositivos contendo passagens fluídicas ou câmaras
tendo normalmente pelo menos uma, e geralmente mais
dimensões na faixa de sub-milímetros e milímetros. Devido, em
parte, a seus volumes totais de fluido de processo
caracteristicamente baixos e razões de superfície para volume
15 caracteristicamente altas, os dispositivos microfluídicos podem
ser úteis para realizar reações químicas e processo difíceis,
perigosos ou até mesmo impossíveis de forma segura, eficiente e
ecológica, e a taxas de produção que podem ser da ordem de 100
mL/minuto de fluxo contínuo ou significativamente maiores.

20 Os dispositivos microfluídicos são feitos de
diversos materiais, inclusive metais, cerâmicas, silício e
polímeros. As deficiências encontradas nesses materiais são
múltiplas.

25 Por exemplo, os dispositivos feitos de polímeros
normalmente não são capazes de resistir a temperaturas de mais
de 200°C a 300°C por um período prolongado. Além do mais,

costuma ser difícil controlar os estados de superfície de maneira eficaz dentro de tais estruturas.

Os dispositivos de silício são caros e incompatíveis com certos fluidos químicos ou biológicos. Além disso, a natureza semicondutora do silício dá origem a problemas na implementação de certas técnicas de bombeamento, tal como o bombeamento eletrohidrodinâmico e bombeamento eletro-osmótico. Além disso, as técnicas litográficas usadas na formação dos dispositivos microfluídicos de silício naturalmente produzem pequenos canais (geralmente menores do que 100 μm). Tais canais pequenos possuem contrapressões elevadas e apresentam dificuldade em atingir os requisitos de rendimento de produção.

Os dispositivos feitos de metal são propensos à corrosão e normalmente não são compatíveis com certos fluidos químicos ou biológicos.

Portanto, é desejável, em diversos contextos, ter estruturas microfluídicas feitas de vidro, ou pelo menos tendo canais de reação recobertos com vidro.

Os dispositivos microfluídicos feitos de vidro são obtidos por decapagem química ou física. A decapagem pode ser usada para produzir depressões em um substrato de vidro, depressões estas que podem ser vedadas por uma tampa de vidro, por exemplo. Tais técnicas, entretanto, não são totalmente satisfatórias. A gravação química isotrópica não permite obter relações de aspecto significativas, enquanto que a decapagem física é difícil de implementar devido ao seu custo elevado e

capacidade de produção limitada. Para fechar as depressões abertas, a técnica geralmente mais utilizada para fixar ou vedar uma tampa é a ligação iônica. Entretanto, essa técnica é cara e difícil de implementar, uma vez que é altamente sensível à poeira.

5 Além do mais, a superfície de cada camada deve ser extremamente plana de modo a proporcionar alta qualidade de vedação.

Dispositivos microfluídicos formados de frita consolidada estrutura definindo rebaixos ou passagens entre dois
10 ou mais substratos foram desenvolvidos em um trabalho anterior pelos presentes inventores e/ou seus associados, conforme revelado, por exemplo, na Patente U.S. Nº 6,769,444, "Microfluidic Device and Manufacture Thereof" e nas patentes ou publicações de patente relacionadas. Os métodos revelados nela
15 incluem várias etapas, incluindo proporcionar um primeiro substrato, proporcionar um segundo substrato, formar uma primeira estrutura de frita em uma superfície defrontante do referido primeiro substrato, formar uma segunda estrutura de frita em uma superfície defrontante do referido segundo substrato, e
20 consolidar o referido primeiro substrato e o referido segundo substrato e a referida primeira e segunda estruturas de frita juntos, com as superfícies defrontantes em direção uma à outra, de modo a formar um ou mais rebaixos ou passagens definidos por frita consolidada entre o referido primeiro e segundo substratos. Nos
25 dispositivos desse tipo, uma vez que a frita consolidada define as passagens fluídicas, as passagens podem ser recobertas com o

vidro ou material de vidro-cerâmica da frita consolidada, mesmo se um substrato não-vítreo for utilizado.

Outra abordagem à produção de dispositivos microfluídicos de vidro, revelada, por exemplo, na Publicação de Patente Internacional WO 03/086958, envolve a deposição de vapor do vidro em uma superfície de um substrato temporário que é formada para servir de molde negativo para a forma a ser produzida. Após o vidro ser formado na superfície por deposição de vapor, o substrato temporário é removido do vidro por decapagem por via úmida. A deposição de vapor e a decapagem são processos relativamente lentos, caros e mal vistos do ponto de vista ecológico.

Os presentes inventores e/ou seus associados desenvolveram um método de formação de um dispositivo microfluídico em que uma folha fina de vidro é formada a vácuo, resultando em uma estrutura de canais alternados em lados opostos da folha, e então fechada por meio da fusão com uma ou mais outras folhas planas ou formadas a vácuo, como mostra, por exemplo, a Publicação de Patente U.S. 2005/0241815. Embora o método revelado nessa publicação seja útil para os fins descritos nela, seria desejável poder formar estruturas ainda mais finas e complexas do que seria possível com essa técnica de formação a vácuo, incluindo ângulos de ranhura agudos (por exemplo, 90°) e uma maior variedade de formas e tamanhos de canal.

São descritos métodos para produção de dispositivos microfluídicos. As vantagens dos materiais, métodos e dispositivos descritos aqui serão apresentadas em parte na descrição que segue, ou podem ser aprendidas pela prática dos aspectos descritos abaixo. As vantagens descritas a seguir serão realizadas e obtidas por meio dos elementos e combinações particularmente destacados nas reivindicações anexas.

BREVE DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

A Figura 1 mostra um sistema empilhado para formar uma composição compreendendo um vidro em um artigo formado.

A Figura 2 mostra vários sistemas empilhados sendo processados através de um forno via uma correia transportadora.

A Figura 3 mostra uma seção transversal de uma composição compreendendo vidro disposto entre as superfícies da primeira e da segunda estrutura após o início do processamento térmico.

A Figura 4 mostra a seção transversal de uma composição compreendendo vidro disposto entre a primeira e segunda estruturas, em que uma superfície de uma das estruturas penetrou na composição.

A Figura 5 mostra a seção transversal de uma composição contendo vidro removida da superfície de moldagem e um ângulo de liberação de uma impressão do molde.

A Figura 6 mostra a seção transversal de uma quantidade de uma composição contendo vidro disposta entre duas superfícies de moldagem diferentes para produzir um artigo formado com impressões de molde em ambos os lados.

5 A Figura 7 mostra uma folha de vidro com quatro impressões de superfície de moldagem em um lado da folha.

A Figura 8 mostra um sistema empilhado composto de múltiplas quantidades de uma composição compreendendo vidro disposto entre respectivas múltiplas estruturas tendo superfícies padronizadas.

A Figura 9 é uma fotografia de uma estrutura 3 na forma de uma estrutura de grafita porosa que ilustra certas concretizações da presente invenção.

15 A Figura 10 é uma fotografia de uma estrutura de grafita porosa e uma folha de vidro formada produzida a partir dela.

A Figura 11 é uma fotografia de uma folha de vidro formada.

20 A Figura 12 é uma fotografia de um dispositivo microfluídico de amostra montado pressionando duas folhas de vidro formadas juntas, sendo que os canais cinzas são rebaixos abertos no dispositivo.

A Figura 13 mostra uma fotografia de uma folha de vidro formada prensada e fundida em uma pastilha de silício.

25

A Figura 14 mostra uma seção transversal de uma composição compreendendo vidro disposto entre uma superfície de moldagem e uma segunda superfície, a segunda superfície compreendendo uma superfície de um substrato 100 à qual a composição de vidro será aderida.

A Figura 15 mostra uma seção transversal de uma composição compreendendo vidro disposto entre uma superfície de moldagem e uma segunda superfície, a segunda superfície compreendendo uma superfície de um substrato 100 à qual a composição será aderida ou uma superfície de uma estrutura compreendendo um material rígido, não-aderente, em que um ou mais insertos de molde 102, 103 são posicionados sobre ou nas superfícies 12, 14.

A Figura 16 mostra uma seção transversal de um artigo formado 51 tendo um ou mais insertos 102, 103 incorporados nele.

A Figura 17 mostra uma seção transversal de duas quantidades de composições compreendendo vidro, cada uma disposta entre uma respectiva superfície de moldagem e uma segunda superfície, a segunda superfície compreendendo uma superfície de um substrato 100 à qual a composição de vidro será aderida.

DESCRIÇÃO DETALHADA

Neste relatório descritivo e nas reivindicações seguintes, será feita referência a uma série de termos que deverão ser definidos como tendo os seguintes significados:

Em todo este relatório, salvo indicação em contrário, deve-se interpretar a palavra “compreender”, ou variações como “compreende” ou “compreendendo” de forma a implicar a inclusão de um aspecto ou etapa ou grupo de aspectos ou etapas mencionado, mas não a exclusão de qualquer outro aspecto ou etapa ou grupo de aspectos ou etapas.

Deve-se notar que, como usado no relatório e nas reivindicações em anexo, as formas singulares "um", "uma", "o" e "a" incluem os referentes plurais, salvo indicação clara em contrário pelo contexto. Dessa forma, por exemplo, referência a um "material vítreo" incluem misturas de dois ou mais desse material, e similares.

Em um aspecto, o método para produção de um dispositivo microfluídico contendo vidro compreende: proporcionar uma primeira peça de material rígido, não-aderente, tendo uma superfície de moldagem padronizada; proporcionar uma primeira quantidade de composição contendo vidro; colocar a primeira quantidade de composição contendo vidro em contato com a superfície de moldagem padronizada; prensar a primeira quantidade de composição contendo vidro entre a superfície de moldagem padronizada e uma segunda superfície; aquecer a peça de material rígido não-aderente e a primeira quantidade de composição contendo vidro juntas suficientemente para amolecer a quantidade de composição contendo vidro de modo que a superfície de moldagem padronizada seja reproduzida na primeira quantidade de composição contendo vidro, a primeira quantidade

de composição contendo vidro formando um primeiro artigo contendo vidro formado; e vedar pelo menos uma parte do primeiro artigo contendo vidro formado para criar um dispositivo microfluídico tendo pelo menos uma passagem fluídica através do mesmo.

O material contendo vidro útil na presente invenção é qualquer material contendo vidro que, ao ser aquecido, pode ser convertido em um material viscoso. O material contendo vidro pode ser na forma de uma frita, incluindo uma frita preenchida. O material contendo vidro também pode estar na forma de uma folha. As dimensões da folha podem variar de poucas centenas de microns quadrados até vários decímetros quadrados e possuem espessuras de folha desde centenas de micrômetros até vários centímetros. O material contendo vidro pode compreender material vítreo, vidro-cerâmica ou um composto de vidro. Embora os vidros de sílica sejam presentemente preferidos, os métodos da presente invenção também podem incluir o uso de outros formadores de rede vítrea, tal como Ge, Al, B, P e assim por diante.

O composto de vidro pode compreender uma frita de vidro e um enchimento. O composto pode ser preparado, na forma de frita, pela mistura vigorosa de uma frita de vidro e um enchimento. O composto de frita resultante ou frita preenchida pode então ser usado diretamente como o material contendo vidro, nos métodos de formação da presente invenção, ou pode ser primeiro formado em uma folha de vidro ou outra

estrutura. Em qualquer um dos casos, deseja-se que o enchimento seja disperso ou integrado de maneira uniforme por todo o compósito. Isso ajuda a assegurar que toda a folha de vidro tenha propriedades razoavelmente consistentes (por exemplo, 5 condutividade térmica média) ao longo da folha inteira. Certas fritas de vidro e materiais de enchimento úteis na presente invenção serão descritos a seguir.

A frita de vidro é qualquer material vítreo que, ao ser aquecido, pode ser convertido em um material viscoso. 10 Diversos materiais podem ser usados na presente invenção. Em um aspecto, a frita de vidro compreende SiO_2 e pelo menos um outro óxido alcalino, óxido alcalino terroso, um óxido de metal de transição, um óxido não-metálico (por exemplo, óxidos de alumínio ou fósforo), ou uma combinação dos mesmos. Em outro 15 aspecto, a frita de vidro compreende um silicato alcalino, um silicato alcalino terroso ou uma combinação dos mesmos. Exemplos de materiais úteis como fritas de vidro incluem, sem a isto se limitar: um borossilicato, borossilicato contendo zircônio, ou borossilicato de sódio.

20 Voltando-se para o enchimento, o enchimento é, de preferência, quase ou totalmente inerte em relação à frita de vidro de modo a preservar as propriedades térmicas e mecânicas do enchimento. Quando o enchimento é quase ou totalmente inerte em relação à frita de vidro, o enchimento tem nenhuma ou 25 quase nenhuma reação dentro da matriz enchimento/frita, fazendo com que não haja essencialmente nenhuma formação de espuma,

formação de novas fases, fissuramento e outros processos que interferem na consolidação. Sob essas condições, é possível produzir um compósito com porosidade mínima.

De preferência, o enchimento também é
5 geralmente não-poroso ou tem porosidade mínima e possui uma área de superfície pequena. O enchimento não se queima durante a sinterização, como os compostos orgânicos normalmente usados na técnica. O enchimento pode permanecer rígido, amolecer-se, ou até mesmo derreter durante o processamento térmico. Em um
10 aspecto, o enchimento tem um ponto de amolecimento ou fusão maior do que o da frita de vidro. Dependendo da seleção do enchimento, o enchimento pode formar um óxido, que irá facilitar sua integração no compósito final.

O enchimento de preferência aumenta a
15 condutividade térmica média do compósito. Em um aspecto, o enchimento tem uma condutividade térmica média maior do que ou igual a 2 W/m/K, maior do que ou igual a 3 W/m/K, maior do que ou igual a 4 W/m/K, ou maior do que ou igual a 5 W/m/K. Exemplos de enchimentos úteis na presente invenção incluem,
20 sem a isto se limitar, carbeto de silício, nitreto de alumínio, carbeto de boro, nitreto de boro, brometo de titânio, mulita, alumina, prata, ouro, molibdênio, tungstênio, carbono, silício, diamante, níquel, platina ou qualquer combinação dos mesmos.

A quantidade de enchimento pode variar,
25 dependendo, dentre outras coisas, do tipo de frita de vidro selecionada e da condutividade térmica média desejada. Em um

aspecto, a quantidade de enchimento é maior do que ou igual a 5% em volume do compósito. Em outro aspecto, a quantidade de enchimento varia de 15% a 60% em volume do compósito.

Em relação ao material usado para produzir o
5 molde, a porosidade e a estabilidade química do molde devem ser considerados em adição ao módulo de elasticidade/CTE do material do molde em relação ao vidro. Em relação à porosidade, o molde de preferência possui um certo grau de porosidade de modo que os gases produzidos durante o processamento térmico
10 possam escapar do vidro fundido através do molde poroso e não serem aprisionados no vidro. Em um aspecto, o molde tem uma porosidade aberta maior do que 5%, isto é, maior do que 5% do volume do molde é aberto. Em outro aspecto, o molde tem uma porosidade de pelo menos 10%.

15 Outra consideração ao selecionar o material do molde é que o molde deve ser quimicamente estável sob temperaturas elevadas, particularmente às temperaturas necessárias para converter a folha de vidro em vidro fundido. O termo "quimicamente estável", como usado aqui em relação ao
20 material do molde, é definido como a resistência do material do molde a ser convertido a partir de um material inerte em um material capaz de interagir com o vidro fundido. Por exemplo, embora se possa utilizar nitreto de boro, o nitreto de boro pode ser convertido em óxido de boro a temperaturas maiores do que
25 700°C. O óxido de boro pode interagir quimicamente com o vidro, o que resulta na adesão do vidro ao molde. Dessa forma, de

acordo com um aspecto da presente invenção, o nitreto de boro pode ser usado, mas não é preferido.

Mais preferencialmente, o material do molde compreende carbono, mais preferencialmente, carbono poroso com CTE adequadamente correspondido ao material contendo vidro, tal como grafita grau 2450 PT produzida pela Carbone Lorraine para vidros, tal como vidro Corning 1737 ou similar, ou tal como grafita grau AF5, produzida pela Poco Graphite para uso com materiais CTE de alumina de CTE similar. A grafita 2450 PT tem um CTE de $25 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ a 300°C e um nível de porosidade aberta de aproximadamente 10%. A grafia AF5 tem um CTE de $72,3 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ a 300°C e porosidade aberta similar.

Técnicas, tal como a usinagem CNC, usinagem em altíssima velocidade a diamante, usinagem por eletrodescarga, ou uma combinação dos mesmos, podem ser usadas para produzir as superfícies de moldagem específicas. O desenho da superfície de moldagem pode variar, dependendo dos aspectos desejados. Como será discutido em detalhes abaixo, os métodos descritos aqui permitem o uso de superfícies de moldagem com elevadas razões de aspecto (altura/largura maior do que 3) e alturas absolutas de alguns microns até vários milímetros. As alturas absolutas e relações de aspecto não se restringem a valores únicos, e podem variar de uma área da superfície de moldagem para outra. A superfície de moldagem pode possuir uma variedade de estruturas ranhuradas tridimensionais (3D) (por exemplo, canais, cavidades) e estruturas elevadas (por exemplo, paredes,

pilares), que são desejáveis nos dispositivos microfluídicos. Além do mais, um ângulo de liberação de 90° é possível com as estruturas ranhuradas ou elevadas no molde, cuja relevância será descrita em mais detalhes abaixo.

5 Uma concretização para produzir artigos contendo vidro formado será agora descrita com referência à Figura 1. Uma primeira quantidade de uma composição contendo vidro, na forma de uma folha 2, neste caso, é disposta entre uma superfície de moldagem padronizada 14, de uma primeira peça 3
10 de material rígido, não-aderente, e uma segunda superfície 12, neste caso compreendendo a superfície superior plana de uma segunda peça 1 de material rígido, não-aderente. Se a composição contendo vidro estiver na forma de uma folha 2, é geralmente desejável que a folha 2 tenha um alto grau de planeza. A
15 superfície padronizada 14 e a segunda superfície 12 podem ser compostas dos mesmos materiais, ou de materiais diferentes. Em um aspecto, a superfície padronizada 14 compreende carbono, uma cerâmica de nitreto de boro, ou uma combinação desses. Em outro aspecto, quando a superfície padronizada 14 e a segunda
20 superfície 12 são compostas do mesmo material, o material é carbono, de preferência, carbono poroso, tal como grafita grau 2450 PT, produzida pela Carbone Lorraine, ou grau AF5, produzida pela Poco Graphite, por exemplo.

Um agente de liberação pode opcionalmente ser
25 usado. O agente de liberação pode ser aplicado a qualquer uma dentre a segunda superfície 12, a composição contendo vidro 2 e a

superfície padronizada 14, conforme desejado. A quantidade de agente de liberação que pode ser aplicada pode variar. É desejável que o material da superfície padronizada 14 e o agente de liberação tenham propriedades similares ou que eles sejam compostos de materiais similares. Por exemplo, quando a superfície padronizada ou de moldagem 14 for composta de grafita, o agente de liberação é preferencialmente fuligem de carvão.

De preferência, aplica-se pressão à interface entre a composição contendo vidro 2 e a superfície padronizada 14, de modo a pensar a composição contendo vidro 2 entre a superfície padronizada 14 e a segunda superfície 12. Isso pode ser obtido por uma carga 4 colocada sobre a primeira peça 3 para facilitar a penetração da superfície padronizada ou superfície de moldagem 14 na composição contendo vidro 2 durante o aquecimento. A segunda peça 1, a composição contendo vidro 2, a primeira peça 3 e a carga 4 juntos formam um sistema empilhado 10. A carga pode ser preparada a partir de qualquer material que possa resistir a temperaturas elevadas (isto é, temperaturas necessárias para amolecer adequadamente a composição contendo vidro 2). O peso da carga pode variar, dependendo da quantidade ou espessura da composição contendo vidro 2 e da quantidade desejada de penetração da superfície padronizada 14 na composição 2. A pressão necessária também pode ser aplicada de outras formas, tal como aplicada ativamente por meio de um pistão, caso este em que nenhuma carga seria

necessária no sistema empilhado 10, e a pressão pode ser aplicada após o aquecimento ter iniciado, se desejado.

Após o sistema empilhado 10, composto da primeira peça, a composição contendo vidro, a segunda peça, e a carga opcional serem preparados, o sistema empilhado 10 é aquecido a uma temperatura suficiente para resultar no fluxo viscoso da composição contendo vidro. 2. Para realizar esse aquecimento, o sistema empilhado 10 pode ser colocado em um forno. Antes do aquecimento, o ar no forno é preferencialmente removido por vácuo, e um gás inerte, tal como nitrogênio, é introduzido no forno. Contempla-se que um ou mais sistemas empilhados podem ser introduzidos no forno.

Uma série de sistemas empilhados pode ser introduzida no forno por meio de uma correia transportadora, e os sistemas empilhados podem incluir mais de uma quantidade de composição contendo vidro. Esse aspecto é representado na Figura 2, onde uma série de sistemas empilhados 20 são alimentados para o forno 21 sob uma atmosfera de gás de nitrogênio por uma correia transportadora 22, e em que cada sistema empilhado 20 inclui seis quantidades 2 da composição contendo vidro. A taxa à qual ocorre a transição dos sistemas empilhados 20 para dentro do forno pode variar de um minuto a uma hora. O processo ilustrado na Figura 2 é um método eficiente para produzir um grande número de artigos formados a partir das várias quantidades iniciais 2 das composições contendo vidro. Por exemplo, se sistemas empilhados compostos das quantidades 2

forem alimentados ao forno a 5 metros/hora por um ciclo térmico de duas horas, e o forno tiver 12 m de comprimento, o forno pode processar termicamente 60 sistemas empilhados por hora, o que corresponde a 600 artigos formados produzidos em uma hora.

5 A Figura 3 mostra uma vista em seção transversal de um sistema empilhado 10 sem a carga. Em relação à primeira peça 3, a superfície padronizada ou de moldagem 14 pode ter uma ou mais áreas ou aspectos 31 da superfície 14 que entram em contato com a segunda superfície da segunda peça
10 quando a formação do artigo 51 é concluída, como mostra a Figura 4. A área ou aspecto 31, na forma de uma área afastada do perímetro da superfície padronizada 14 neste caso, é afastada suficientemente da maioria da superfície 14 na direção vertical nas Figuras de modo que possa penetrar na composição contendo
15 vidro 2 quando do processamento térmico, e produzir um furo passante 16 no artigo formado 51, como mostra a Figura 5. O formato da área 31 pode ser de qualquer tipo, tal como redondo, retangular ou oblongo. A formação dos furos passantes durante o processamento térmico evita a perfuração de furos no artigo
20 formado 51, que pode ser cara e causar danos ao artigo ou destruí-lo. Como outro aspecto opcional de sua superfície padronizada 14, a primeira peça 3 também uma outra área de contato que entra em contato com a segunda superfície 12 da segunda estrutura quando a formação estiver completa, a área 32 no perímetro da
25 superfície padronizada 14, e opcionalmente circundando a segunda superfície padronizada 14 da primeira peça 3. Tal área

elevada circundante pode agir como um retentor de fluxo para impedir que o vidro fundido escape dentre das peças 1 e 3. Tal retentor de fluxo também pode ajudar a garantir a uniformidade da espessura e a homogeneidade do vidro durante o processamento.

Como mostra a Figura 3, várias áreas elevadas 33 estão na superfície 14 da primeira peça 3, que essencialmente produzem os aspectos formados na composição contendo vidro. Referindo-se à Figura 4, ao ser aquecida, a composição contendo vidro é convertida em um estado amolecido ou viscoso, momento este em que a área 31 e as áreas 33 penetram na composição contendo vidro. A Figura 5 mostra o artigo formado 51 após o processamento e a remoção a partir da superfície 14.

A temperatura e a duração do processamento térmico do sistema empilhado 10 ou 20 pode variar entre vários parâmetros, incluindo, mas sem a isto se limitar, a viscosidade da composição contendo vidro, a relação de aspecto da superfície 14 e a complexidade da superfície 14. As técnicas usuais para produção de superfície de moldagem de vidro são limitadas a curtos tempos de aquecimento a fim de evitar a adesão do vidro fundido à superfície. Isso resulta na formação de superfície de moldagem simples. Os métodos descritos na presente invenção evitam a adesão do vidro fundido à superfície de moldagem durante o processamento. Dessa forma, são possíveis tempos de aquecimento maiores com os métodos descritos aqui, o que permite que a composição contendo vidro amolecida penetre em

cada abertura de uma superfície de moldagem complexa. Isso, por fim, resulta na formação de artigos contendo vidro formados com maior complexidade. Dessa forma, o sistema empilhado pode ser aquecido de um minuto a uma hora ou até por mais tempo, dando origem a uma faixa muito mais ampla do que as técnicas usuais de formação a quente.

Após a etapa de aquecimento, o sistema empilhado é deixado esfriar lentamente a pelo menos 100°C, e de preferência, totalmente até a temperatura ambiente com o passar do tempo. Os métodos descritos na presente invenção não apenas impedem que a composição contendo vidro amolecido se adira à superfície ou superfícies de moldagem; os métodos descritos na presente invenção possibilitam o resfriamento lento da composição contendo vidro e da superfície de moldagem juntas, sem que o vidro se solidifique (ou seja, adira-se) à superfície de moldagem. Pelo resfriamento lento, é possível prevenir a formação de fissuras na primeira peça 3 e na superfície padronizada 14, de modo que a primeira peça 3 e sua superfície padronizada ou de moldagem 14 possa ser reutilizada. Além do mais, uma vez que a superfície padronizada 14 não se adere ao artigo formado 51, a primeira peça 3 e sua superfície padronizada 14 podem ser removidas do artigo formado manualmente, e não pelas técnicas normalmente utilizadas, como decapagem. Isso tem um efeito drasticamente positivo sobre o custo total de produção e sobre a qualidade geral do artigo formado.

Como descrito acima, os métodos descritos aqui permitem a produção de artigos contendo vidro formados com aspectos complexos e detalhados. Por exemplo, a superfície de moldagem pode possuir uma multiplicidade de áreas que podem penetrar na composição contendo vidro a uma profundidade maior do que 100 μm e uma largura maior do que 100 μm . Em outro aspecto, a profundidade pode ser de 100 μm a 10 mm e as larguras podem ser de 100 μm a 10 mm. Em outro aspecto, a superfície de moldagem tem uma relação de aspecto maior do que três, sendo que a relação de aspecto é a altura da área ou aspecto da superfície 14 (na direção vertical das Figuras) ao longo da largura da área ou aspecto. Referindo-se à Figura 5, um ângulo de liberação 52, em um experimento, foi de 105°. Ângulos de liberação exatamente iguais a 90° geralmente não são possíveis usando as técnicas previamente conhecidas, pois a composição contendo vidro se adere à superfície de moldagem. No entanto, uma vez que os métodos descritos aqui evitam a adesão entre a composição contendo vidro e a superfície de moldagem, são possíveis ângulos de liberação próximos a 90°. Além do mais, também são possíveis relações de aspecto elevadas, junto com ângulos de liberação próximos de 90°. Novamente, visto que a composição contendo vidro amolecida não se adere à superfície de moldagem, tempos de aquecimento maiores se tornam possíveis, o que resulta em maiores relações de aspecto e em ângulos de liberação próximos de 90°. Isso pode ser desejável em certas aplicações, tal como em dispositivos microfluídicos.

Embora a segunda superfície 12 da segunda peça 1 na Figura 1 seja plana, a segunda superfície 12 também pode alternativamente ser uma superfície padronizada. Referindo-se à Figura 6, a composição contendo vidro 60 é inserida entre
5 uma primeira peça 62 e uma segunda peça 61. Nesse aspecto, a tanto a primeira quanto a segunda superfícies 14 e 12 da primeira e segunda peças 62 e 61 são padronizadas, e são diferentes mas complementares uma à outra em relação ao número e dimensões das áreas elevadas. Após o processamento térmico, um artigo
10 contendo vidro formado 63 é produzido, em que cada lado do artigo tem impressões na superfície de moldagem. Dessa forma, é possível ter as mesmas impressões, ou impressões diferentes, em cada lado do artigo contendo vidro formado.

Em outro aspecto, duas ou mais primeira ou
15 segunda peças podem ser dispostas na mesma superfície da composição contendo vidro, sendo que as peças compreendem superfícies padronizadas idênticas ou diferentes. Na Figura 7, um artigo contendo vidro formado 70 foi formado por quatro primeiras peças, com os padrões formados resultantes 71 e 73
20 sendo iguais e os padrões formados resultantes 72 e 74 sendo iguais. Dependendo da extensão lateral da quantidade específica de composição contendo vidro e da uma ou mais peças utilizada(s) para padronizá-la, é possível colocar várias peça, cada uma com uma superfície de moldagem ou padronizada, lado a
25 lado na superfície da composição contendo vidro e submeter a pilha resultante ao processamento térmico.

As técnicas descritas acima também são úteis para produzir vários (ou seja, dois ou mais) artigos contendo vidro formado simultaneamente. Referindo-se à Figura 8, quantidades da composição contendo vidro 81, 83, 85, 87 e 89 são dispostas ou impressadas entre a peça 80 e as peças 82, 84, 86, 88 e 90. No caso das peças 82, 84, 86 e 88, há duas superfícies padronizadas em cada uma delas. Dessa forma, é possível produzir uma multiplicidade de artigos contendo vidro formados a partir de um sistema empilhado. Como mostra a Figura 8, cinco artigos formados 91, 93, 95, 97, 99 são produzidos após o processamento térmico e a remoção dos artigos formados. É possível produzir um número maior de artigos formados em um curto período de tempo. Embora cada uma das estruturas 82, 84, 86 e 88 tenha as mesmas duas superfícies padronizadas, contempla-se que estruturas tendo mais de duas superfícies diferentes podem ser empilhadas de maneira similar para produzir uma multiplicidade de artigos formados diferentes ao mesmo tempo.

Os artigos contendo vidro formados produzidos pelos métodos descritos na presente invenção são úteis na produção de dispositivos microfluídicos, tais como microrreatores. Os microrreatores podem ser formados a partir dos artigos formados pela vedação de pelo menos uma parte de um artigo formado para criar pelo menos uma passagem fluídica. Uma forma em que tal vedação pode ser obtida seria pelo empilhamento de múltiplos artigos formados contendo estruturas defrontantes cooperadoras, com ou sem um agente promotor de

vedação, tal como uma frita, em seguida vedando a estrutura empilhada a uma temperatura elevada no ar. A atmosfera empregada e a temperatura e duração do aquecimento irão variar dependendo do material usado para produzir os artigos formados.

5 A duração do aquecimento é suficientemente longa para assegurar a formação de uma vedação completa entre cada um dos artigos formados em contato. No caso dos microrreatores, isso é importante para que nenhum reagente escape do sistema, e também para manter a pressão interna dentro do microrreator.

10 Outros métodos de vedação incluem vedação com materiais poliméricos, tais como adesivos poliméricos, mesmo com um substrato polimérico, se desejado, vedação com aglutinantes inorgânicos, vedação por fusão química ou fusão com auxílio químico, e assim por diante.

15 Quando o vidro é o principal material do dispositivo final, uma vez que ambos os lados dos artigos formados podem ser estruturados, e estruturados até certo nível de maneira independente um do outro, esse método minimiza o número de componentes de vidro necessários para produzir um
20 dispositivo microfluídico de vidro ou microrreator, particularmente um microrreator de vidro com múltiplas camadas.

Em outros aspectos, pode ser desejável fixar um artigo contendo vidro formado em um substrato que não é de vidro. Por exemplo, uma folha contendo vidro formada vedada
25 junto com um substrato de alta condutividade térmica é capaz de aprimorar a transferência térmica do microrreator resultante. Em

um aspecto, o material usado para o substrato tem um CTE similar ao da composição contendo vidro a ser formada e é capaz de resistir à temperatura de processamento. Exemplos de substratos úteis na presente invenção incluem, sem a isto se
5 limitar, silício, carbeto de silício, alumina e materiais similares. O uso de substratos com alta condutividade térmica pode aumentar o desempenho térmico dos dispositivos microfluídicos formados de acordo com os métodos da presente invenção. Neste aspecto da presente invenção, a segunda superfície 12 compreende uma
10 superfície de um substrato 100 na qual a composição contendo vidro será formada, como mostra a seção transversal da Figura 14. A etapa de aquecimento então fixa ou une de maneira eficaz a composição contendo vidro à superfície do substrato. A Figura 13 é uma fotografia de uma vista em perspectiva de uma composição
15 contendo vidro 2 formada sobre uma pastilha de silício 100 dessa maneira, resultando em um artigo formado compreendendo tanto vidro quanto o material do substrato 100, neste caso, silício.

Referindo-se à Figura 15, a segunda superfície 12 contra a qual a composição contendo vidro é pressionada pode
20 adicionalmente compreender uma ou mais superfícies de um ou mais insertos de molde 102, 103 colocados ou na referida segunda peça 1 de material rígido, não-aderente, ou no referido substrato 100. Os insertos também podem ser colocados sobre ou na superfície padronizada da primeira peça 3, para incorporação ao
25 artigo contendo vidro formado resultante 51, como mostra a Figura 16.

Referindo-se à Figura 17, o processo revelado também pode ser empregado para formar duas quantidades separadas de composições contendo vidro 2 em ambos os lados de um substrato 100, de preferência ao mesmo tempo. Como pode ser visto na parte inferior das duas peças 3 com superfícies padronizadas 14, os padrões podem ter também geometrias não-planas, e o substrato 100 também pode não ser plano.

EXPERIMENTO

Fabricação de Superfície(s) Padronizada(s)

10 **(de Moldagem)**

A fabricação de uma superfície padronizada, tal como a ilustrada na Figura 9, por exemplo, foi obtida pela usinagem CNC a partir de uma peça de bloco de grafita (os graus utilizados incluíram C25 e 2450 PT da Carbone Lorraine, de Gennevilliers, França, e AF5 da Poco Graphite of Decatur, Texas, EUA). O C25 tem uma dilatação térmica de $33 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ a 300°C e uma nível de porosidade aberta de cerca de 10%, o que permite que o gás escape do vidro durante o processamento, prevenindo a formação de bolhas. O desenho da superfície padronizada 14 na Figura 9 representa as estruturas usadas nos microrreatores. Aqui, as alturas dos aspectos do molde variam de $100 \mu\text{m}$ a $1,5 \text{ mm}$ e as larguras variam de $100 \mu\text{m}$ a 7 mm . Referindo-se à Figura 9, o molde inclui uma estrutura de serpentina (altura = 1 mm , largura = 4 mm), uma estruturas com múltiplas partes que corresponde à zona do misturador, e alguns pilares de variadas relações de aspecto, e alguns círculos concêntricos.

Preparação da Folha de Vidro Moldada

Referindo-se à Figura 1, uma primeira peça 3 de material rígido, não-aderente, tendo uma primeira superfície padronizada 14, como mostra a Figura 9, foi colocada em uma composição contendo vidro 2 na forma de uma folha de vidro BorofloatTM. A folha de vidro era suportada embaixo por uma segunda superfície 12 de uma segunda peça 1. Tanto a primeira quanto a segunda peça eram feitas de carbono. Uma carga 4 na forma de um peso de metal usinado a partir de um metal refratário AISI 310 foi colocada sobre a primeira peça 3 para aumentar a taxa de penetração dos aspectos ou áreas da superfície padronizada 14 na composição contendo vidro durante o aquecimento. A massa e o diâmetro do peso foram de 1,5 Kg e 100 mm. Um mérito específico do presente processo é que não são necessárias grandes pressões, possibilitando que apenas a gravidade e um simples peso sejam capazes de oferecer bons resultados. Em particular, é desejável que a pressão entre a superfície de moldagem e a composição contendo vidro seja menor do que 100 kPa, de preferência, menor do que 10 ou até mesmo 1 kPa. O conjunto empilhado 10 foi carregado em um forno e aquecido sob fluxo de nitrogênio. Antes de se introduzir nitrogênio, o ar no forno foi removido por vácuo. A temperatura do forno foi aumentada até 900 °C durante duas horas para induzir a deformação viscosa da folha de vidro nos rebaixos da superfície 14. Houve uma interrupção de uma hora, seguida pelo resfriamento à temperatura ambiente durante cinco horas. A

primeira e segunda peças e a folha de vidro formada foram desmontadas manualmente. As Figuras 10 e 11 mostram a folha de vidro "Borofloat" formada (3,5 mm de espessura no início), formada pelo procedimento descrito acima. Todos os aspectos da superfície de moldagem, mesmo os aspectos mais complexos, foram reproduzidos na superfície do vidro. Além do mais, como pode ser visto na Figura 11, até mesmo os defeitos de usinagem 53 do molde, provocados pela ação da ferramenta do equipamento CNC, foram reproduzidos na superfície da folha de vidro.

10 **Montagem de um Dispositivo Microfluídico**

De modo a produzir um componente microfluídico, duas folhas de vidro formadas, produzidas pelo procedimento anterior, foram vedadas juntas a 800 °C no ar. Referindo-se à Figura 12, a passagem fluídica 55 na forma de um aspecto de canal de serpentina (tonalidade escura, produzida pelo fluido colorido no canal) formado no dispositivo resultante 57 tem 15 uma altura de 2 mm e uma largura de 4 mm. Essa montagem manteve um valor de pressurização de cerca de 60 bar. Não observou-se enfraquecimento da interface de vedação.

20 Uma vantagem específica dos dispositivos microfluídicos pode ser encontrada na montagem de três ou mais dos artigos formados, produzidos de acordo com as etapas reveladas aqui, particularmente se todos os furos passantes forem formados como uma parte do processo de formação inicial. Por 25 exemplo, as estruturas formadas 91, 93, 95, 97 e 99 podem ser

empilhadas e vedadas uma à outra para formar um dispositivo microfluídico com múltiplas camadas.

Outros Substrato Não-Vítreos -

Microrreatores de Vidro/Alumina

5 Uma primeira peça tendo uma superfície estrutura ou de moldagem foi usinada em Grafita AF5 (POCO Inc), (CTE a 300°C de $72,3 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$). Um substrato 100 de Alumina AD-96 (COORSTEK Inc) (CTE a 300°C de $68,0 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$) foi empregado junto com um material de vidro tendo um
10 CTE, a 300°C, de $63,4 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ e um ponto de atuação (104 Po) = 1156°C. A composição de vidro utilizada é apresentada a seguir na Tabela 1.

DESCRIÇÃO DO PROCESSO:

15 Realizou-se um teste preliminar para avaliar a compatibilidade de expansão da Grafita AF5 e da composição do vidro da Tabela 1 por um ensaio de prensagem. Para esse ensaio, uma folha de vidro (165 x 135 x 2,25 mm) foi pensada em ambos os lados entre duas superfícies padronizadas. A temperatura de prensagem foi de 1025°C (viscosidade do vidro ~105 Po) e o
20 tempo de prensagem foi de 1 hora. A carga aplicada foi de 5 Kg sobre uma superfície de 131 x 161 mm. A remoção do artigo formado 51 das superfícies padronizadas dos moldes foi muito fácil. Isso indica uma correlação de expansão aceitável entre o vidro da Tabela I e AF5.

A rigidez conferida pela camada de alumina parecia facilitar especialmente a remoção do molde sem rompimento do vidro.

Um segundo ensaio foi realizado para formar
5 uma folha de vidro diretamente sobre um substrato de alumina. Um substrato de alumina (161 x 131 x 1 mm) e uma folha de vidro (165 x 135 x 2,25 mm) e uma superfície de moldagem padronizada foram todos proporcionados, da composição de material conforme descrita acima. A alumina e a folha de vidro
10 foram lavadas e limpadas cuidadosamente.

A superfície padronizada ou de moldagem foi colocada com o padrão voltado para cima, próximo à composição contendo vidro, na forma de uma folha de vidro, e então o substrato alumina foi empilhado, seguido de um bloco de grafita e
15 5 Kg de peso. Para impedir que o ar ficasse aprisionado entre o vidro e o substrato de alumina, o aquecimento foi realizado sob vácuo de 20 mbar até atingir uma estabilização a 1025°C. Em seguida, o forno foi repressurizado com nitrogênio até o fim do ciclo térmico.

20 Após o resfriamento, a pilha foi desmontada. Nenhuma dificuldade particular foi encontrada durante a desmontagem. Todos os aspectos do padrão foram reproduzidos perfeitamente (profundidade de canal de cerca de 450-470 μm). O lado posterior do substrato de alumina era plano, indicando que a
25 divergência entre o CTE e o tamanho final é relativamente pequena, uma vez que a tensão residual não induz nenhuma

distorção ou desalinhamento. No entanto, a espessura da camada de vidro residual abaixo do canal (acima da alumina) foi de cerca de 1,8 mm, maior do que a preferida para a capacidade de transferência térmica ideal.

5 Como um terceiro teste, começando com uma folha de vidro de 1mm de espessura sob condições similares, a camada de vidro residual abaixo do canal foi medida a 700 μm .

 Como um quarto teste, em vez de uma folha de vidro, a composição contendo vidro 2 assumiu a forma de uma
10 camada de frita de vidro e pasta de cera no substrato de alumina 100, depositado por técnicas de moldagem plana, e então pré-sinterizado a 1000°C em ar por 1 hora, deixando uma camada vitrificada de 460-620 μm de espessura. Uma superfície padronizada foi então empilhada nesta camada, com uma carga
15 sobre ela de 10 Kd, e a montagem empilhada foi aquecida por 1h a uma temperatura de 1025°C sob atmosfera de nitrogênio. Nenhum vácuo foi empregado durante o aumento. A maioria dos aspectos de padrão foi reproduzida completamente, com a exceção de alguns defeitos nas bordas e certa porosidade,
20 indicando que a espessura da camada inicial deveria ser provavelmente mais uniforme e/ou um pouco maior, e que o uso do vácuo durante o aquecimento pode ser benéfico. Os dispositivos microfluídicos formados de fritas preenchidas, tais como fritas preenchidas com alumina, e formados sobre
25 substratos de alumina, são dispositivos microfluídicos com alta resistência química e térmica e alta capacidade de transferência

térmica que podem ser formados pelos métodos da presente invenção.

Tabela 1	
Óxido	% molar
SiO ₂	76,5
B ₂ O ₃	3,2
Al ₂ O ₃	3,0
Na ₂ O	14,4
ZrO ₂	2,9

REIVINDICAÇÕES

1. – Método para formar um dispositivo microfluídico contendo vidro tendo pelo menos uma passagem de fluido através do mesmo, o método sendo caracterizado por
5 compreender:

proporcionar uma primeira peça de material rígido, não-aderente, tendo uma superfície de moldagem padronizada; proporcionar uma primeira quantidade de composição contendo vidro;

10 colocar a primeira quantidade de composição contendo vidro em contato com a superfície de moldagem padronizada;

15 prensar a primeira quantidade de composição contendo vidro entre a superfície de moldagem padronizada e uma segunda superfície;

aquecer a peça de material rígido não-aderente e a primeira quantidade de composição contendo vidro juntas suficientemente para amolecer a quantidade de composição contendo vidro de modo que a superfície de moldagem padronizada seja reproduzida na primeira quantidade de
20 composição contendo vidro, a primeira quantidade de composição contendo vidro formando um primeiro artigo contendo vidro formado;

25 vedar pelo menos uma parte do primeiro artigo contendo vidro formado para criar um dispositivo microfluídico tendo pelo menos uma passagem fluídica através do mesmo.

2. – Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a segunda superfície compreende uma superfície de uma segunda peça de material rígido, não-aderente.

5 3. – Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a segunda superfície compreende uma superfície de um substrato sobre a qual a composição contendo vidro será formada, a referida etapa de aquecimento efetivamente ligando ou unindo a composição contendo vidro à
10 superfície do substrato.

4. – Método, de acordo com a reivindicação 2 ou 3, caracterizado pelo fato de que a segunda superfície adicionalmente compreende uma ou mais superfícies de um ou mais insertos de molde colocados ou na referida segunda peça de
15 material rígido, não-aderente, ou no referido substrato, para incorporação ao artigo contendo vidro formado resultante.

5. – Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de que a segunda superfície é plana.

20 6. – Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de que a segunda superfície é padronizada.

7. – Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 3 a 6, caracterizado pelo fato de que o substrato ou
25 pelo menos um do um ou mais insertos de molde compreende um

material que possui condutividade térmica maior do que a do vidro da composição contendo vidro.

8. – Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 3 a 7, caracterizado pelo fato de que o substrato ou pelo menos um do um ou mais insertos de molde compreende um ou mais dentre cerâmica, silício, compostos de silício e metal.

9. – Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 3 a 7, caracterizado pelo fato de que o substrato ou pelo menos um do um ou mais insertos de molde compreende alumina.

10. – Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, caracterizado pelo fato de que a primeira peça de material rígido, não-aderente, compreende carbono.

11. – Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, caracterizado pelo fato de que a primeira peça de material rígido, não-aderente, compreende um material poroso com uma porosidade aberta de pelo menos 5%.

12. – Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, caracterizado pelo fato de que a primeira peça de material rígido, não-aderente, compreende um material poroso com uma porosidade aberta de pelo menos 10%.

13. – Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 12, caracterizado pelo fato de que a composição contendo vidro consiste de um ou mais materiais vítreos.

14. – Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 12, caracterizado pelo fato de que a composição contendo vidro compreende uma vidro-cerâmica.

5 15. – Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 12, caracterizado pelo fato de que a composição contendo vidro compreende um vidro preenchido compreendendo um vidro e pelo menos um enchimento, e pelo fato de que o pelo menos um enchimento tem uma condutividade térmica maior do que a do vidro.

10 16. – Método, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que o enchimento é alumina.

17. – Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 16, caracterizado pelo fato de que a etapa de proporcionar uma primeira quantidade de composição contendo
15 vidro compreende proporcionar a composição contendo vidro na forma de uma folha.

18. – Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 16, caracterizado pelo fato de que a etapa de proporcionar uma primeira quantidade de composição contendo
20 vidro compreende proporcionar a composição contendo vidro na forma de uma frita ou camada de frita consolidada.

19. – Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 18, caracterizado pelo fato de que a etapa de vedação compreende o primeiro artigo contendo vidro formado
25 com um ou mais artigos contendo vidro adicionais ou artigos contendo vidro formados e vedar os artigos empilhados juntos.

20. – Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 19, caracterizado por adicionalmente compreender a etapa de posicionar um agente de liberação entre a primeira quantidade de composição contendo vidro e a superfície padronizada.

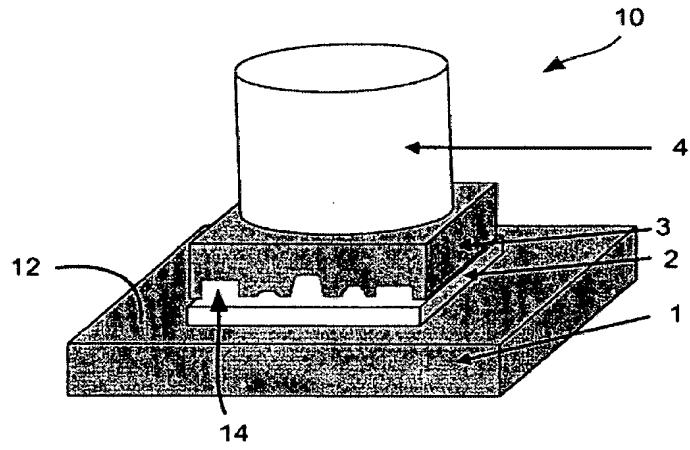


FIGURE 1

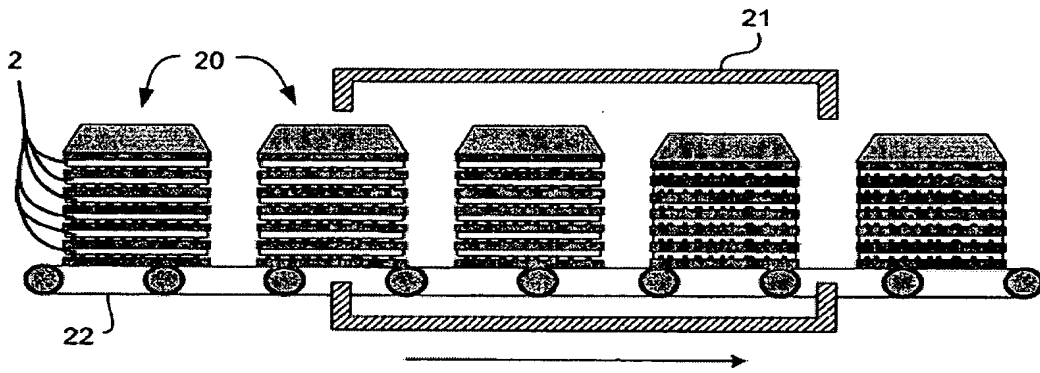


FIGURE 2

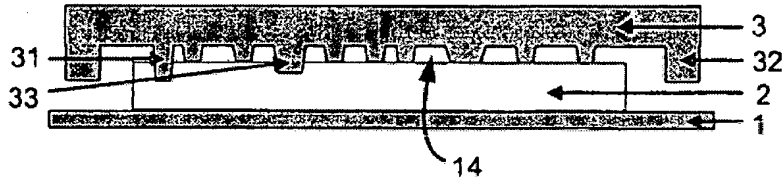


FIGURE 3

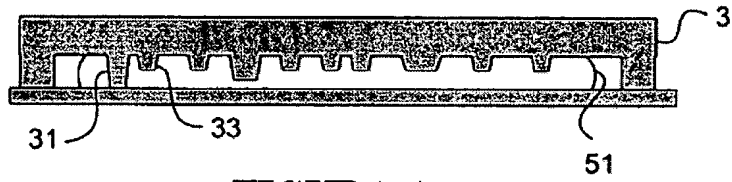


FIGURE 4

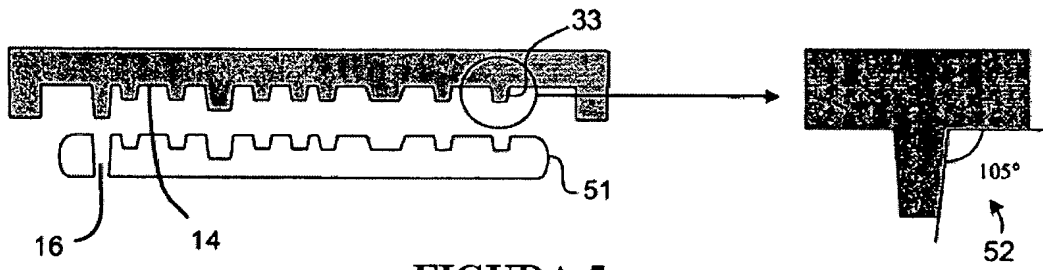


FIGURE 5

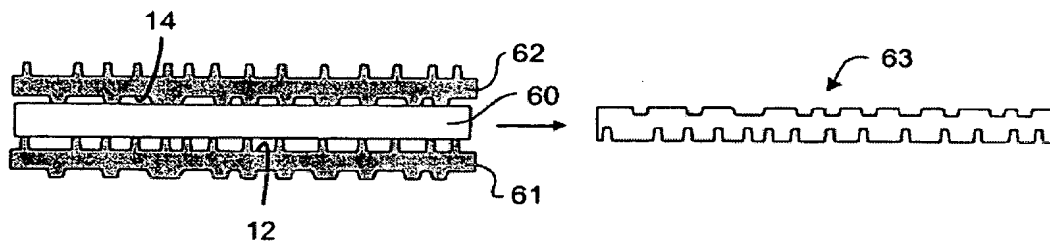


FIGURA 6

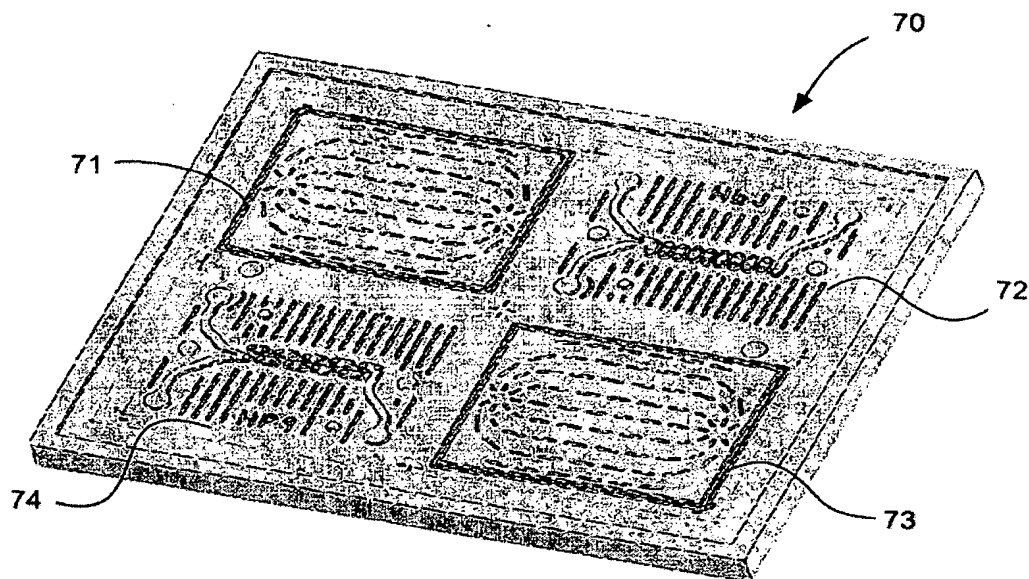


FIGURA 7

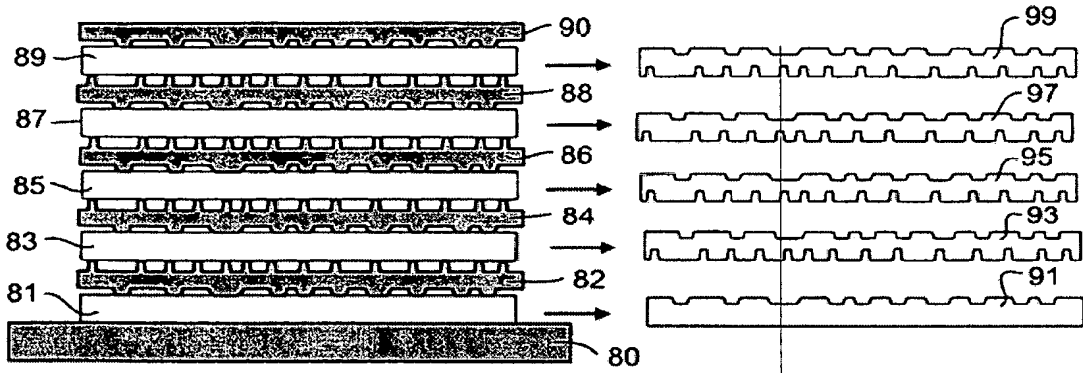


FIGURA 8

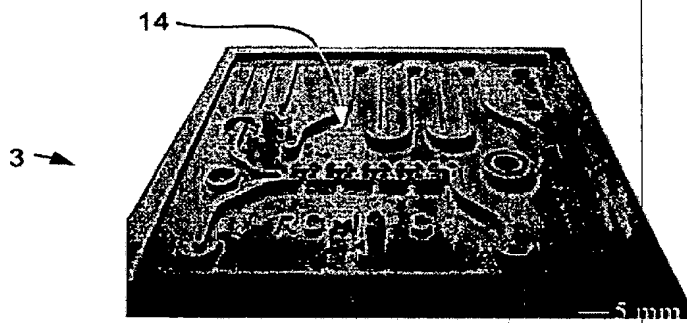


FIGURA 9

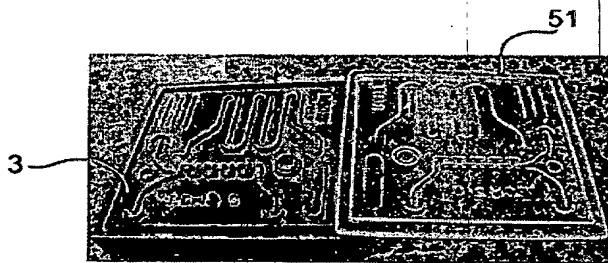


FIGURA 10

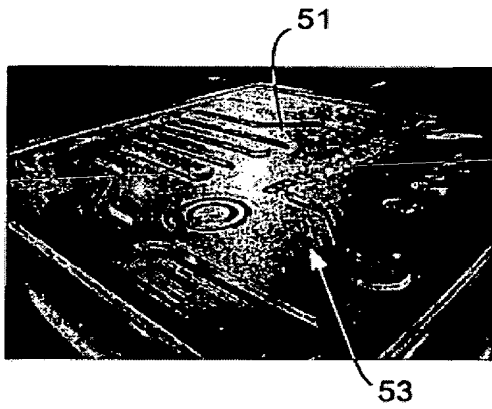


FIGURE 11

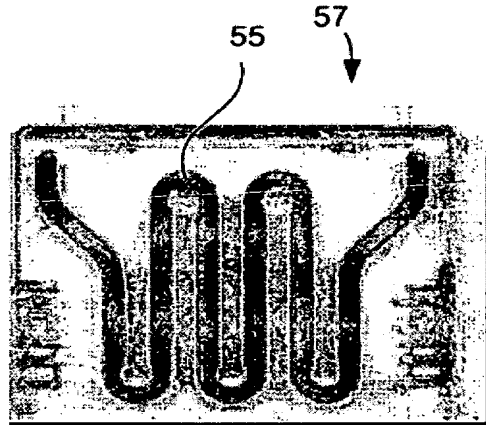


FIGURE 12

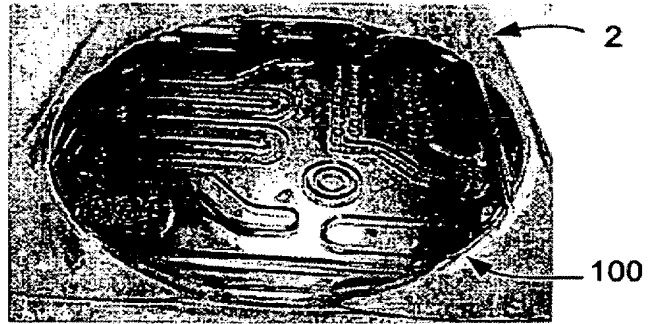


FIGURE 13

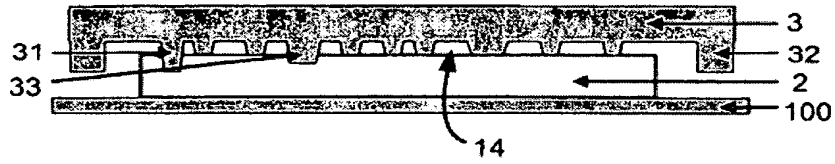


FIGURE 14

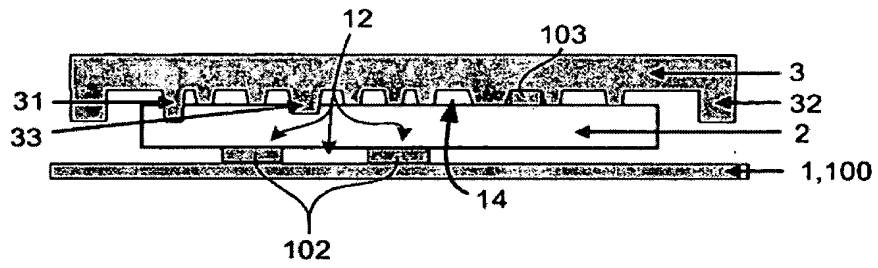


FIGURE 15

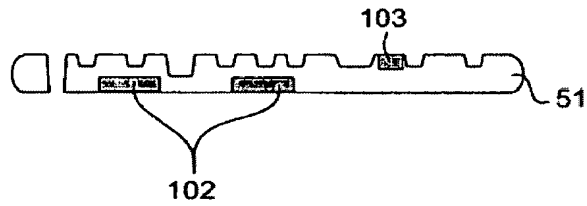


FIGURE 16

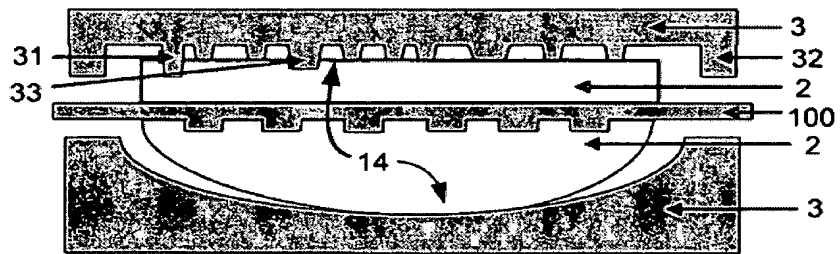


FIGURE 17

RESUMO

Patente de Invenção para “MÉTODO PARA PRODUÇÃO DE DISPOSITIVOS MICROFLUÍDICOS”.

A presente invenção descreve métodos para
5 produção de dispositivos microfluídicos compreendendo vidro ou
materiais contendo vidro, sendo que os métodos possuem menor
custo e/ou propriedades dimensionais melhores do que os artigos
formados de maneira similar produzidos pelas técnicas atuais. Em
particular, é proporcionada uma primeira peça de material rígido,
10 não-aderente, tendo uma superfície de moldagem padronizada;
uma primeira quantidade de uma composição contendo vidro é
proporcionada; a primeira quantidade de composição contendo
vidro é colocada em contato com a superfície de moldagem
padronizada e prensada entre a superfície de moldagem
15 padronizada e uma segunda superfície; a peça de material rígido
não-aderente e a primeira quantidade de composição contendo
vidro são aquecidas juntas suficientemente para amolecer a
quantidade de composição contendo vidro de modo que a
superfície de moldagem padronizada seja reproduzida na primeira
20 quantidade de composição contendo vidro, formando um artigo
contendo vidro formado; pelo menos uma parte do artigo
contendo vidro formado é vedada para criar um dispositivo
microfluídico tendo pelo menos uma passagem fluídica através do
mesmo.