

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

(21) **PI0707399-2 A2**

(22) Data de Depósito: 01/02/2007  
(43) Data da Publicação: 03/05/2011  
(RPI 2104)



(51) *Int.Cl.:*  
F16J 15/10

(54) Título: **GAXETA, MÉTODO PARA VEDAR UMA CÉLULA DE COMBUSTÍVEL, E, CÉLULA DE COMBUSTÍVEL**

(30) Prioridade Unionista: 01/02/2006 GB 06019863

(73) Titular(es): Intelligent Energy Limited

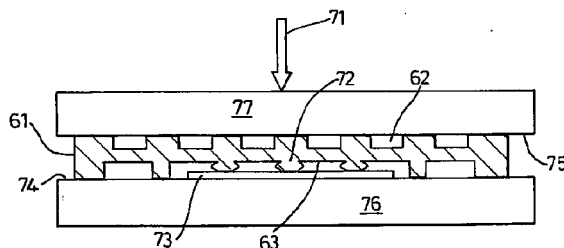
(72) Inventor(es): Peter David Hood, Simon Edward Foster

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

(86) Pedido Internacional: PCT GB2007000324 de 01/02/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2007/088354 de 09/08/2007

(57) Resumo: GAXETA, MÉTODO PARA VEDAR UMA CÉLULA DE COMBUSTÍVEL, E, CÉLULA DE COMBUSTÍVEL. Uma gaxeta formada de material compressível tendo uma primeira superfície de vedação e uma segunda superfície de vedação para prover uma vedação de fluido entre um primeiro componente e um segundo componente, uma pluralidade de cavidades provida dentro da gaxeta próximo das primeira e/ou segunda superfícies de vedação e se estendendo sobre, pelo menos, uma primeira porção da gaxeta para prover compressibilidade aumentada da gaxeta na primeira porção.





“GAXETA, MÉTODO PARA VEDAR UMA CÉLULA DE COMBUSTÍVEL, E, CÉLULA DE COMBUSTÍVEL”

A presente invenção refere-se a gaxetas e, em particular, a gaxetas para uso em conjuntos de células de combustível.

5 Células de combustível eletroquímicas convencionais convertem o combustível e o oxidante em energia elétrica e em um produto de reação. Um arranjo típico de uma célula de combustível convencional 10 está mostrado na figura 1 que, para maior clareza, ilustra as várias camadas de forma explodida. Uma membrana de polímero sólido de transferência iônica  
10 11 é imprensada entre um anodo 12 e um catodo 13. Tipicamente, o anodo 12 e o catodo 13 são, ambos, formados de um material eletricamente condutor, poroso como carbono poroso, ao qual partículas pequenas de um catalisador de platina e/ou outro metal precioso estão ligadas. O anodo 12 e o catodo 13 são ligados, freqüentemente, diretamente às respectivas superfícies adjacentes  
15 da membrana 11. Esta combinação é geralmente referida como o conjunto de membrana-eletrodo, ou MEA.

A membrana de polímero e as camadas de eletrodo poroso ficam imprensadas entre uma placa anódica de campo de fluxo de fluido 14 e uma placa catódica de campo de fluxo de fluido 15. Camadas intermediárias  
20 de reforço 12a e 13a podem, igualmente, ser empregadas entre a placa anódica de campo de fluxo de fluido 14 e o anodo 12 e, similarmente, entre a placa catódica de campo de fluxo de fluido 15 e o catodo 13. As camadas de reforço são de natureza porosa e fabricadas para assegurar a difusão eficaz do gás das, e, para as superfícies do anodo e do catodo, bem como, para ajudar  
25 no controle do vapor de água e da água líquida.

As placas de campo de fluxo de fluido 14, 15 são formadas de um material eletricamente condutor não poroso, pelo qual pode ser feito contato elétrico com o respectivo eletrodo do anodo 12 ou eletrodo do catodo 13. Ao mesmo tempo, as placas de campo de fluxo de fluido facilitam a

descarga e/ou exaustão do combustível fluido, oxidante e/ou do produto de reação para, ou, dos eletrodos porosos 12, 13. Isto é efetuado convencionalmente formando-se passagens de fluxo de fluido em uma superfície das placas de campo de fluxo de fluido, como sulcos ou canais 16 na superfície apresentada aos eletrodos porosos 12, 13.

Com referência, também, à figura 2(a), uma configuração convencional de canal de fluxo de fluido provê uma estrutura de serpentina 20 em uma face do anodo 14 (ou do catodo 15) tendo um distribuidor de entrada 21 e um distribuidor de saída 22 como mostrado na figura 2(a). De acordo com o projeto convencional, deverá ser entendido que a estrutura de serpentina 20 compreende um canal 16 na superfície da placa 14 (ou 15), enquanto os distribuidores 21 e 22 compreendem, cada um, uma abertura através da placa, de modo que fluido a ser descarregado na, ou, expelido pelo canal 20 possa ser comunicado por toda a espessura de uma pilha de placas, em uma direção ortogonal à placa, como particularmente indicado pela seta na secção transversal em A-A mostrada na figura 2(b).

Com referência a figura 3, nos conjuntos de células de combustível convencionais 30, são montadas pilhas de placas. Neste arranjo, placas catódicas e anódicas de campo de fluxo de fluido adjacentes são combinadas de maneira convencional para formar uma única placa bipolar 31 tendo os canais de anodo 32 em uma face e os canais de catodo 33 na face oposta, cada uma junto a um conjunto respectivo de membrana-eletrodo (MEA) 34. As aberturas do distribuidor de entrada 21 e as aberturas do distribuidor de saída 22 são todas cobertas para prover distribuidores de entrada e saída a toda a pilha. Os vários elementos da pilha estão mostrados ligeiramente separados para maior clareza, embora se compreenda que, para as finalidades da presente invenção, estarão mutuamente comprimidos, usando-se gaxetas de vedação.

Referindo-nos à figura 4, uma face de anodo de um conjunto

de membrana-eletrodo 40 está coberta com uma gaxeta de vedação 41 ao redor de seu perímetro. A gaxeta de vedação 41 inclui duas aberturas 42, 43 ao redor de uma porta de entrada de fluido 44 e de uma porta de saída de fluido 45 na periferia da face de anodo da MEA 40. Uma placa anódica eletricamente condutora 46 (mostrada em esboço tracejado na figura 4b e ligeiramente separada para maior clareza, mas omitida na figura 4a para revelar as estruturas subjacentes) recobre a gaxeta de vedação 41.

A face de anodo da MEA 40, a gaxeta de vedação 41 e a placa anódica 46 definem, em conjunto, um volume de retenção de fluido 47 entre a porta de entrada de fluido 44 e a porta de saída de fluido 45. O volume de retenção de fluido é efetuado pela impermeabilidade da placa anódica 46 e da gaxeta de vedação 41 junto com a permeabilidade limitada da MEA (isto é, permitindo apenas, substancialmente, o fluxo de íon). Dentro deste volume de retenção 47 é colocada uma lâmina de material difusor 48. A lâmina de material difusor é cortada em uma forma que resulte na formação de um ou mais plenums 49, 50 definidos entre uma borda lateral 51, 52 da lâmina 48 e a gaxeta de vedação 41. Mais particularmente, como mostrado na figura 4, o primeiro plenum 49 constitui um plenum de entrada que se estende ao redor de uma porção principal da borda lateral periférica 51 da lâmina 48 do material difusor (isto é, a maior parte dos três lados). O segundo plenum 50 constitui um plenum de saída que se estende ao redor de uma porção menor da borda lateral periférica 52 da lâmina 48 do material difusor.

Gaxetas convencionais, sendo uniformes na espessura e composição, normalmente são suficientes quando as superfícies de vedação são uniformemente planas e paralelas. Compressão uniforme aplicada sobre as superfícies de vedação pode, deste modo, prover uma vedação adequada. Entretanto, em certas circunstâncias o uso de uma gaxeta convencional pode não ser ótimo. Por exemplo, quando características de superfície como componentes adicionais tenham que ser incluídos em uma superfície de

vedação, a compressibilidade uniforme de uma gaxeta resultará em uma pressão não uniforme ao longo da área da gaxeta. Regiões de distância reduzida entre superfícies de vedação, por exemplo, devido às saliências da superfície, estarão sujeitas a pressões mais altas, e regiões de distância aumentada entre superfícies de vedação, por exemplo, circundando estas saliências, estarão sujeitas a pressões correspondentemente mais baixas. Isto pode reduzir a confiabilidade e/ou eficácia de uma vedação. Do mesmo modo, uma gaxeta convencional pode ter uma tendência de inchar nas bordas da área de vedação sob pressão, deslocando o material da gaxeta para fora da área de vedação.

Para um material de gaxeta convencional, pode conseqüentemente, ser necessárias altas pressões para assegurar que uma vedação adequada seja obtida. Para gaxetas finas em particular, a pressão exigida pode mesmo ser maior, uma vez que a compressibilidade da gaxeta é reduzida. Alternativamente, podem ser aumentadas as exigências para que as superfícies de vedação tenham limites de tolerância de planeza e paralelismo mais elevado.

Sob altas pressões, uma gaxeta pode igualmente ser sujeita ao arraste de material que, com o tempo, pode reduzir a eficácia da vedação. Esta redução da eficácia também pode ser agravada pela reciclagem térmica.

Uma solução para os problemas acima mencionados é criar gaxetas tridimensionais projetadas, moldadas especificamente para conformar-se às superfícies contornadas. Entretanto, estas gaxetas, podem ter custo proibitivo e, sendo de espessura variável, podem, ainda assim, não prover uma vedação suficientemente uniforme em determinadas circunstâncias como no exemplo das células de combustível aqui apresentado.

Outra solução é aumentar a compressibilidade do material da gaxeta, de modo a acomodar superfícies não uniformes e permitir uma pressão de vedação reduzida. Estas gaxetas podem, entretanto, ter aumentada

uma tendência indesejável de se deslocar para fora da área de vedação.

Há, por conseguinte, necessidade de uma gaxeta que possa vedar eficazmente contra superfícies não uniformes, que tenha uma tendência reduzida de se deslocar para fora da área de vedação, e que possa vedar sob  
5 pressões de vedação mais baixas e que tenha custo de manufatura reduzido comparado ao das gaxetas tridimensionais projetadas.

É um objetivo da presente invenção prover uma gaxeta que supere um ou mais dos problemas das gaxetas da técnica anterior.

De acordo com um primeiro aspecto, a presente invenção  
10 provê uma gaxeta formada de material compressível e tendo uma primeira superfície de vedação e uma segunda superfície de vedação para prover uma vedação de fluido entre um primeiro componente e um segundo componente, uma pluralidade de cavidades providas próximo a primeira e/ou segunda superfícies de vedação e se estendendo sobre, pelo menos, uma primeira  
15 porção da gaxeta para prover compressibilidade aumentada da gaxeta na primeira porção.

De acordo com um segundo aspecto, a presente invenção provê um método para vedar uma célula de combustível, compreendendo: prover uma gaxeta formada de material compressível tendo uma primeira  
20 superfície de vedação e uma segunda superfície de vedação e uma pluralidade de cavidades próximo a primeira e/ou segunda superfícies de vedação e se estendendo sobre, pelo menos, uma primeira porção da gaxeta para prover compressibilidade aumentada da gaxeta na primeira porção; posicionar a gaxeta entre uma placa de campo de fluxo de fluido e um conjunto de  
25 membrana-eletrodo; e aplicar pressão compressiva entre a placa de campo de fluxo de fluido e o conjunto de membrana-eletrodo ao longo da gaxeta para prover uma vedação de fluido entre eles.

De acordo com um terceiro aspecto, a presente invenção provê uma célula de combustível que compreende: um conjunto de membrana-

eletrodo; uma placa de campo de fluxo de fluido; e uma gaxeta de acordo com o primeiro aspecto.

5 Vantagens da invenção, em comparação com gaxetas convencionais, podem incluir uma redução na carga total aplicada necessária para formar uma vedação, uma capacidade melhorada da gaxeta de manter uma vedação após reciclagem termal, e uma capacidade de vedar ao redor das saliências de superfície em uma ou ambas, as superfícies de vedação.

10 Modos de realização da presente invenção serão descritos agora, como exemplo, e em referência aos desenhos de acompanhamento nos quais:

Figura 1 mostra uma vista esquemática em seção transversal através de uma parte de uma célula de combustível convencional;

15 Figuras 2(a) e 2(b) mostram, respectivamente, uma vista simplificada no plano e seccional de uma placa de campo de fluxo de fluido da célula de combustível da figura 1;

Figura 3 mostra uma vista em seção transversal através de uma pilha de células de combustível convencional com placas bipolares;

20 Figura 4a mostra uma vista no plano de uma configuração de anodo tendo uma lâmina de material difusor posicionada em relação a uma gaxeta de vedação e portas de entrada e saída de fluido e a figura 4b mostra uma vista lateral seccional correspondente na linha A-A;

Figura 5 mostra uma vista em perspectiva da construção de parte de uma gaxeta da presente invenção;

25 Figura 6 mostra uma vista em seção transversal de uma porção de uma gaxeta de um modo de realização da presente invenção;

Figura 7 mostra uma vista esquemática em seção transversal de uma porção de uma gaxeta de acordo com um modo de realização da presente invenção quando sob uma pressão aplicada;

Figura 8 mostra uma vista no plano de uma estrutura de rede

de células fechadas de cavidades de uma gaxeta de acordo com um modo de realização preferido da invenção;

Figura 9 mostra uma vista no plano de uma estrutura de rede de células fechadas de cavidades de uma gaxeta de acordo com um modo de  
5 realização preferido da invenção, com cavidades de canais de distribuição de fluido adicionais;

Figura 10 mostra uma vista no plano de uma estrutura alternativa de rede de células fechadas de cavidades de uma gaxeta de acordo com um modo de realização preferido da invenção;

10 Figura 11 mostra uma vista no plano de uma configuração de anodo tendo duas porções de material de gaxeta diferentemente projetadas;

Figura 12 mostra uma vista em perspectiva de uma configuração alternativa de gaxeta compreendendo regiões de células abertas e fechadas;

15 Figura 13 mostra uma vista no plano de uma configuração alternativa adicional de gaxeta compreendendo regiões de células abertas e fechadas;

Figura 14 mostra uma vista no plano de uma configuração alternativa adicional de gaxeta compreendendo uma porta de fluido junto com  
20 regiões de células abertas e fechadas

Figura 15 mostra uma vista no plano de uma configuração alternativa de uma gaxeta compreendendo uma porta de fluido, canais de descarga de fluido e em conexão fluídica com um distribuidor de fluido externo.

25 Projetos convencionais de placas anódicas e catódicas de fluxo de fluido incorporando canais de fluxo de fluido nas faces já foram discutidos em conexão com as figuras 1 a 3, e o arranjo de uma gaxeta típica para uso com estas placas em relação à figura 4.

A figura 5 ilustra uma porção representativa de uma gaxeta 53



da presente invenção. A gaxeta 53 tem uma primeira superfície de vedação 54 e uma segunda superfície de vedação 55. Uma primeira pluralidade de cavidades 56 é provida dentro da gaxeta 53 na primeira superfície de vedação e se estendendo sobre a porção da gaxeta. Neste modo de realização particular, as cavidades 56 se estendem em um arranjo regular sobre a porção da gaxeta 53 mostrada. É igualmente mostrada uma segunda pluralidade de cavidades 57 providas dentro da gaxeta na segunda superfície de vedação 55, sendo, neste modo de realização, substancialmente similar no tamanho e arranjo à primeira pluralidade de cavidades.

Embora as cavidades 56 sejam mostradas na figura 5 como sendo providas na superfície 54, em outros modos de realização elas podem ser providas sob a superfície 54, mas suficientemente perto da superfície de modo a influenciar a compressibilidade local da superfície através da espessura da gaxeta 53.

A superfície de vedação 54, 55 da gaxeta é definida como sendo a superfície que entra em contato com a superfície do componente no qual a gaxeta deve ser vedada. Conseqüentemente, a superfície de vedação geralmente não inclui a superfície interior das cavidades 56, 57. Entretanto, quando a pressão aplicada à gaxeta 53 é aumentada, uma porção da superfície interior das cavidades 56, 57 pode tornar-se parte da superfície da gaxeta de vedação 53, cuja proporção aumenta com o aumento da pressão aplicada.

O termo "densidade de cavidade" é usado aqui como uma medida do número de cavidades presentes sobre qualquer área definida da gaxeta 53. A densidade de cavidade sobre uma primeira superfície de vedação 54 de uma porção de gaxeta 53 pode ser diferente da densidade de cavidade sobre uma segunda superfície de vedação 55 da mesma porção de gaxeta 53. Por exemplo, se a área da superfície de vedação 54 da gaxeta 53 da figura 5 é  $1\text{cm}^2$  e o número de cavidades é 36, a densidade de cavidade na primeira

superfície de vedação é  $36\text{cm}^{-2}$ .

O termo "volume de cavidade" como usado aqui é o volume total de vazio de qualquer cavidade dada, que possa ser proveitosamente dado em termos de um número médio para cavidades na gaxeta 53 ou para uma determinada região dela.

Será reconhecido que a densidade de cavidade e o volume de cavidade em uma região da gaxeta determinarão, cada um deles, pelo menos em parte, a compressibilidade dessa região da gaxeta.

Pretende-se que o termo "material compressível" abranja os materiais sólidos que possam ser significativamente deformados sob pressão compressiva aplicada, e cujas propriedades mecânicas físicas possam ser caracterizadas por uma combinação de deformação elástica, isto é recuperável, e plástica, isto é permanente e não recuperável, sob uma pressão aplicada. Efeitos dependentes do tempo tais como o arraste e a viscoelasticidade podem igualmente definir, em parte, as propriedades do material compressível.

Um aumento na compressibilidade de uma região da gaxeta corresponderá a uma redução na pressão necessária para comprimir a espessura total dessa região pelo mesmo grau. De modo alternativo, a mesma pressão aplicada fará com que a espessura total dessa região seja reduzida por um grau maior.

Na figura 6 é mostrada uma vista em seção transversal de um arranjo assimétrico alternativo das cavidades 62, 63 em uma gaxeta 61 da presente invenção, na qual os volumes de cavidade são diferentes na primeira superfície de vedação 65 e segunda superfície de vedação 64. As cavidades 62 próximo da primeira superfície de vedação 64 são de dimensões diferentes das cavidades 63 próximo da segunda superfície de vedação 65. O resultado deste tipo de variação no volume de cavidade será que o material da gaxeta 66 entre as cavidades maiores 63 será capaz de comprimir mais do que o material

da gaxeta 67 entre as cavidades menores 62 sob a mesma pressão aplicada.

Efeito similar àquele mostrado na figura 6 pode ser obtido se, em vez de alterarmos o volume médio da cavidade abaixo de cada uma das primeira 64 e segunda 65 superfícies de vedação, alterar o espaçamento entre as cavidades e, deste modo, afetando a densidade de cavidade.

A densidade de cavidade e/ou volumes de cavidade podem ser diferentes em, pelo menos, porções de superfície opostas selecionadas da gaxeta próximo das primeira 64 e segunda 65 superfícies de vedação, as porções de superfície opostas sendo regiões selecionadas das primeira 64 e segunda 65 superfícies de vedação que são substancialmente co-extensivas em superfícies de vedação opostas da gaxeta 61.

Neste arranjo assimétrico na gaxeta 61 da figura 6, as propriedades de adesão da superfície podem ser conseqüentemente induzidas para uma superfície. A área de contato de uma superfície de vedação 64 da gaxeta 61 comparada à outra superfície de vedação 65 tenderá a preferir a aderência a uma superfície em vez da outra, sem necessidade de adesivos ou preparação de superfície.

Mostrado na figura 7 está uma vista esquemática em secção transversal do comportamento desta gaxeta 61 sob compressão entre um componente superior 77 e um componente inferior 76. A gaxeta 61 é situada entre duas superfícies de componentes 74, 75. Na superfície componente mais baixa 74 está situada uma característica de superfície 73, que se projeta para fora do plano da superfície de componente 74. Aplicando-se pressão no sentido indicado pela seta 71 faz com que o material da gaxeta na região de compensação 72 comprima mais do que o material fora da região de compensação. Compressão adicional da gaxeta começa dentro do próprio volume da gaxeta, e não causa protuberância adicional ao redor do perímetro externo da gaxeta 61. As cavidades 63 permitem que o material circunvizinho da gaxeta dentro da região de compensação 72 se projete nas cavidades 63 ao

longo de direções ortogonais à direção de aplicação da força. A característica de superfície 73 poderia, por exemplo, ser uma lâmina ou cunha de material relativamente incompressível, como uma lâmina de distribuição de água, posicionada para cobrir regiões selecionadas da placa de fluxo de fluido. Uma vez que a gaxeta 61 é capaz de se deformar compressivelmente ao redor da característica de superfície 73, a vedação ao redor da característica de superfície não é comprometida por sua presença.

A gaxeta 53, 61 da presente invenção pode compreender preferivelmente as cavidades retangulares 56, 57, 62, 63 arranjados em um arranjo regular, por exemplo, espaçadas em padrão quadrado substancialmente uniforme, como mostrado na figura 5. Outros tipos de padrões de repetição regulares, como padrões hexagonais ou triangulares são igualmente previstos. Padrões não repetitivos ou distribuições aleatórias de cavidades, que podem igualmente ser caracterizados por uma densidade de cavidade e por um volume médio de cavidade, são igualmente previstos para estar dentro do escopo da invenção.

Deve ser compreendido que o termo "cavidades" pretende abranger definições que se aplicam aos arranjos de cavidades isoladas individualmente ao longo de uma gaxeta, bem como, arranjos de cavidades interconectadas formadas dentro de arranjos de colunas individualmente isoladas ou de outras características levantadas. Uma gaxeta da presente invenção pode compreender um ou ambos os tipos de cavidades ao longo de, pelo menos, uma porção de uma ou ambas as superfícies de vedação.

Prevê-se que uma variedade de materiais de gaxeta convencionais pode ser usada na presente invenção, tal como silicone, nitrilo ou borrachas butílicas. Entretanto, outros materiais, tais como PTFE expandido, podem igualmente ser usados.

A espessura da gaxeta é preferivelmente menos de 10mm. Mais preferencialmente, a espessura da gaxeta não comprimida encontra-se

entre 0,1 e 3mm, e ainda mais preferencialmente, entre 0,1 e 1mm.

Preferivelmente, o volume médio das cavidades 56, 57, 62, 63 é menos do que  $5\text{mm}^3$ , e mais preferencialmente dentro da faixa de 0,001 a  $1\text{mm}^3$ . De preferência as cavidades têm forma substancialmente cúbica, embora possam ter qualquer forma apropriada, e têm, igualmente, de preferência uma dimensão linear média dentro da faixa de 0,1 a 1mm.

As cavidades de uma gaxeta 53, 61 da presente invenção são formadas preferivelmente aplicando-se uma textura à superfície(s) de uma gaxeta de espessura uniforme. Esta texturização pode ser executada por moldagem por compressão da gaxeta, por exemplo, entre prensas modeladas sob condições de calor e pressão de modo a deformar plasticamente o material da gaxeta na, forma exigida. Alternativamente, várias técnicas conhecidas na arte podem ser usadas para formar material da gaxeta da presente invenção, tais como fundição, moldagem por injeção ou laminação/calandragem usando-se cilindros texturizados.

Uma possível função adicional que as cavidades da presente invenção podem executar é a distribuição do fluido. Na figura 8 está mostrada uma estrutura fechada de rede de células de cavidades em uma gaxeta de acordo com a presente invenção, com uma superfície de vedação 54 e cavidades isoladas 56. Alterando-se este projeto de modo que cavidades selecionadas se estendam e se interconectem em vez de ficarem isoladas uma da outra, podemos chegar a um arranjo como o mostrado na figura 9. A gaxeta 90 tem formada dentro dela como parte do padrão de cavidade uma série de canais de alimentação de fluido interconectadas 91, 92, 94. Cada um destes canais de alimentação de fluido, bem como, as cavidades circunvizinhas 56, tem uma profundidade que se estende, pelo menos, parcialmente através da espessura da gaxeta 90. No caso em que a gaxeta é formada diretamente na placa de campo de fluxo de fluido, por exemplo, por moldagem, os canais de alimentação de fluido podem se estender ao longo de

toda a espessura da gaxeta.

Um canal de entrada de fluido 91 é conectado a uma pluralidade de canais de saída de fluido 92 via canais de distribuição de fluido 94. A direção preferida do fluxo de fluido quando em uso é indicado pelas setas 93. Conjuntamente com as aberturas 42, 43 providas na gaxeta 41, como mostrado na figura 4, o arranjo ilustrado na figura 9 pode ser projetado para distribuir fluido da porta de entrada de fluido 44 pelas várias partes do plenum 49 adjacente ao conjunto de membrana-eletrodo 40. O mesmo tipo de arranjo pode ser igualmente aplicado a uma porta de saída de fluido 45.

A compressibilidade da gaxeta 90, que pode ser projetada via densidade, profundidade e tamanho das cavidades 56, pode ser usada para controlar, até certo ponto, o grau com que os canais de alimentação de fluido 91, 92, 94 são capazes de passar o fluido. Com uma pressão aplicada aumentada ao longo da gaxeta 90, os canais de alimentação de fluido 91, 92, 94 se tornarão mais restritas, tendendo a fechar os caminhos de fluido 93. A retropressão na porta de entrada de fluido 44, desse modo, aumentará. Isto pode ajudar a melhorar a precisão da distribuição do fluido através de numerosos conjuntos de membrana-eletrodo. A precisão e velocidade de medição do fluido podem, então, pelo menos parcialmente, ser controladas pela pressão aplicada através do conjunto de células de combustível 30 compreendendo uma gaxeta 91 do tipo da figura 9. Componentes separados que seriam, de outra maneira, necessários para executar estas funções podem então ser vantajosamente removidos.

Um arranjo alternativo de gaxeta está ilustrado na figura 10, no qual uma gaxeta 101 é provida com cavidades 103 arranjadas em um padrão de rede regular sob a superfície de vedação 102. Neste arranjo, a densidade e/ou volume de cavidade podem ser aumentados além daqueles possíveis no arranjo mostrado na figura 8 enquanto mantêm isolamento do fluido de cada cavidade quando em uso. Outros tipos de arranjos de cavidade podem

igualmente ser previstos, não restritos às cavidades quadradas ou a arranjos de rede regulares, por exemplo, do tipo ilustrado. Por exemplo, cavidades circulares podem ser vantajosas em termos da facilidade da fabricação. Outras formas são igualmente possíveis.

5                   As cavidades 56, 57, 62, 63 dentro de uma gaxeta 53, 61 podem ser providas dentro de certas porções predeterminadas da gaxeta 53, 61, de acordo com suas posições sobre a gaxeta 25 e a função que terão de executar. Na figura 11 está mostrado um arranjo exemplificativo de uma configuração de anodo com uma gaxeta 41 envolvendo um primeiro plenum 10 49 e um segundo plenum 50 em um arranjo similar àquele mostrado na figura 4. Uma primeira porção da gaxeta de vedação 41a é projetada, de acordo com os princípios ilustrados na figura 9 e detalhados acima, para ter canais de distribuição de fluido 94 dentro da primeira porção 41a e com canais de saída de fluido 92 providas na porção do perímetro interno 110 da gaxeta 41 em 15 comunicação fluídica com o primeiro plenum 49. O canal de entrada de fluido 91 da primeira porção 41a é coincidente com a porta de entrada de fluido 44 na abertura 42 na gaxeta 41. O fluido que entra pelo canal de entrada de fluido 91 é distribuído ao longo do perímetro interno 110 da gaxeta próximo ao primeiro plenum 49, via canais de distribuição de fluido 94 providos dentro 20 da primeira porção 41a da gaxeta 41. A segunda porção 41b da gaxeta 41 é projetada, neste exemplo, da maneira ilustrada nas figuras 5 e 8, e detalhada acima, de modo que o fluido saia do segundo plenum 50 via porta de saída de fluido 45 situada em uma abertura 43 na gaxeta 41.

25                   A distribuição de fluido através da gaxeta pode ser conseguida projetando-se regiões de células abertas da gaxeta. Na figura 12 está mostrado um exemplo desta gaxeta 120, compreendendo regiões de células fechadas 122 e regiões de células abertas 121. O líquido pode fluir dentro das regiões de células abertas ao redor das colunas 123, que são formadas, neste exemplo, como cilindros circulares ou ovais. As colunas 123 podem ser,

alternativamente, cilindros de seção retangular ou poligonal, ou mesmo de seção variada como formas cônicas ou piramidais. O arranjo das colunas pode ser de qualquer padrão de repetição ou não repetição apropriado ou pode ser distribuído aleatoriamente. Exemplos de padrões possíveis incluem

5 empacotamento quadrado ou hexagonal regular ou padrões em ziguezague.

As colunas 123 podem ser formadas vantajosamente para ser de uma altura selecionada de modo a ser diferentes daquela da região circunvizinha de células fechadas. Escolhendo-se as colunas para, terem altura reduzida permite que a distorção seja reduzida quando a gaxeta 120

10 estiver sob pressão compressiva. A altura reduzida destas colunas pode igualmente servir para suportar os componentes que poderiam sobrepor-se à região de células aberta. Escolhendo-se as colunas 123 para serem mais altas do que a gaxeta circunvizinha resultará nas colunas sendo mais comprimidas do que o material circunvizinho, o que pode ser usado na medição do fluxo de

15 fluido através da região de células abertas 121.

Como mostrado na figura 13, a região de células abertas 121 pode compreender, ela própria, uma porta de entrada e/ou saída de fluido neste exemplo consistindo em uma série de canais de fluido 131 se estendendo ao longo da gaxeta e limitados pelas regiões de células fechadas

20 122.

Como mostrado na figura 14, a gaxeta pode compreender uma porta de fluido 141, que pode ser para entrada ou saída de fluido. A porta de fluido 141 é cercada por uma região de células fechadas 143, à exceção de onde a passagem de fluido através da gaxeta é exigida, onde há uma região de

25 descarga de fluido 142 compreendendo uma região de células abertas como na figura 12. Esta região de células abertas 142 pode compreender uma série de canais de fluido ou pode compreender, alternativamente, uma pluralidade de cavidades interconectadas formadas entre colunas levantadas do material da gaxeta.



Deve ser compreendido que a gaxeta da presente invenção não precisa ser de construção unitária, isto é, formada inteiramente de um tipo de material compressível, mas pode, em vez disto, ser formada de mais de um tipo de material. Por exemplo, a gaxeta pode consistir em uma primeira  
5 camada de material compressível no qual as cavidades são providas e uma segunda camada subjacente de um material relativamente incompressível. A primeira camada pode ser aplicada por qualquer meio apropriado, por exemplo, por impressão de tela, laminação, moldagem ou outros processos. Um padrão na camada de material compressível pode, desse modo, definir o  
10 arranjo das cavidades ao longo de, pelo menos, uma porção de uma ou ambas as superfícies de vedação da gaxeta. Por exemplo, um padrão de borracha de silicone pode ser aplicado por impressão de tela a uma ou ambas as superfícies de uma lâmina de poliéster, formando, desse modo, após a cura, uma camada de superfície elasticamente compressível. A camada de  
15 superfície assim formada transmite propriedades de vedação melhorada à lâmina, que poderia se, de outra maneira, geralmente inadequada para aplicações de vedação. Padrões como os ilustrados nas figuras 8-10 podem ser preferivelmente aplicados, embora qualquer padrão apropriado compreendendo cavidades seja previsto.

20 Na figura 15 está mostrado outro arranjo alternativo de uma gaxeta 150, no qual uma combinação de regiões de células fechadas e abertas é provida para formar regiões de descarga de fluido definidas dentro da gaxeta 150. Uma porta de fluido 153 é envolta por uma região de células fechadas 154, à exceção de uma região que compreende os canais de descarga de fluido  
25 152a. Os canais de descarga de fluido 152 conectam de modo fluido a porta de fluido 153 a um volume interior 155 definido pela gaxeta 150. Uma região adicional de canais de descarga de fluido 152b serve para conectar o volume interior 155 definido pela gaxeta 150 a um distribuidor externo 151. O distribuidor externo 151 pode, por exemplo, ser usado para despachar

refrigerante à célula de combustível, enquanto a porta de fluido 153 despacha oxidante.

As gaxetas como descritas aqui cumprem as exigências particularmente severas para as gaxetas usadas em células de combustível.

- 5 Exige-se, tipicamente, que estas gaxetas de célula de combustível tenham uma exatidão dimensional elevada sobre uma área extensa e podem precisar conseguir vedação sobre uma grande área de superfície com uma compressão de, por exemplo, apenas 0,2mm para cada célula.

- 10 Para reduzir a distorção de uma pilha de células de combustível tendo muitas células individuais, e permitir volume adequado para uma camada de difusor dentro de cada célula, as dimensões da espessura de uma gaxeta de vedação podem precisar variar apenas cerca de 10% quando uma pressão de vedação é aplicada. Superfícies altamente tolerantes são conseqüentemente exigidas sobre as superfícies de casamento das gaxetas
- 15 para evitar vazamentos. Entretanto, gaxetas de células de combustível igualmente, exigem suficientes elasticidade e flexibilidade para permitir expansão térmica e contração de outros componentes tais como tirantes que passam através das células de uma pilha. Um alto nível da precisão no carregamento e vedação de pilhas de células de combustível é exigido e as
- 20 gaxetas aqui descritas oferecem surpreendentemente vantagens significativas a este respeito. As cavidades das gaxetas descritas permitem uma redução na carga e capacidade melhorada de vedar ao redor das saliências da superfície e permitir que certas tolerâncias dimensionais e de carregamento sejam relaxadas embora não comprometendo a capacidade de vedação da gaxeta ou
- 25 a precisão dimensional ao longo de toda a espessura de uma pilha de células de combustível.

Outros modos de realização estão previstos para estar dentro do escopo das reivindicações anexadas.

## REIVINDICAÇÕES

1. Gaxeta, caracterizada pelo fato de ser formada de material compressível e tendo uma primeira superfície de vedação e uma segunda superfície de vedação para prover uma vedação de fluido entre um primeiro  
5 componente e um segundo componente, uma pluralidade de cavidades providas próximo da primeira e/ou segunda superfícies de vedação e se estendendo sobre, pelo menos, uma primeira porção da gaxeta para prover compressibilidade aumentada da gaxeta na primeira porção.
2. Gaxeta de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo  
10 fato da densidade de cavidade e/ou volumes de cavidade variar ao longo da, pelo menos, uma das primeira e segunda superfícies de vedação.
3. Gaxeta de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato da densidade de cavidade e/ou volumes de cavidade serem diferentes nas primeira e segunda superfícies de vedação.
- 15 4. Gaxeta de acordo com a reivindicação 3, caracterizada pelo fato da densidade de cavidade e/ou volumes de cavidade ser diferentes em porções de superfície selecionadas, opostas, da gaxeta.
5. Gaxeta de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato das cavidades serem arranjadas em um ou mais arranjos regulares.
- 20 6. Gaxeta de acordo com qualquer reivindicação precedente, caracterizada pelo fato das cavidades terem uma dimensão linear média dentro da faixa de 0,1 a 1mm.
7. Gaxeta de acordo com qualquer reivindicação precedente, caracterizada pelo fato das cavidades terem volumes médios dentro da faixa  
25 de 0,001 a 1 mm<sup>3</sup>.
8. Gaxeta de acordo com qualquer reivindicação precedente, caracterizada pelo fato das cavidades terem substancialmente forma cúbica.
9. Gaxeta de acordo com qualquer reivindicação precedente, caracterizada pelo fato das cavidades incluírem uma pluralidade de canais de

alimentação de fluido providas dentro da gaxeta próximo da primeira superfície de vedação, cada canal de alimentação de fluido tendo uma profundidade se estendendo, pelo menos parcialmente, ao longo da gaxeta.

5 10. Gaxeta de acordo com a reivindicação 9, caracterizada pelo fato da pluralidade de canais de alimentação de fluido estar conectada de modo fluido a uma abertura compreendendo uma porta de entrada e/ou de saída de fluido.

10 11. Gaxeta de acordo com a reivindicação 10, caracterizada pelo fato da pluralidade de canais de alimentação de fluido ser adaptada para ser conectada de modo fluido a um conjunto de membrana-eletrodo de uma célula de combustível.

15 12. Gaxeta de acordo com qualquer reivindicação precedente, caracterizada pelo fato da gaxeta compreender uma primeira camada de material compressível na qual a pluralidade de cavidades é provida e uma segunda camada de material relativamente incompressível próximo da primeira camada.

13. Método para vedar uma célula de combustível, caracterizado pelo fato de compreender:

20 prover uma gaxeta formada de material compressível tendo uma primeira superfície de vedação e uma segunda superfície de vedação e uma pluralidade de cavidades próximo das primeira e/ou segunda superfícies de vedação e se estendendo sobre, pelo menos, uma primeira porção da gaxeta para prover compressibilidade aumentada da gaxeta na primeira porção;

25 posicionar a gaxeta entre uma placa de campo de fluxo de fluido e um conjunto de membrana-eletrodo; e

aplicar pressão compressiva entre a placa de campo de fluxo de fluido e o conjunto de membrana-eletrodo ao longo da gaxeta para prover uma vedação de fluido entre eles.

14. Célula de combustível, caracterizada pelo fato de

compreender:

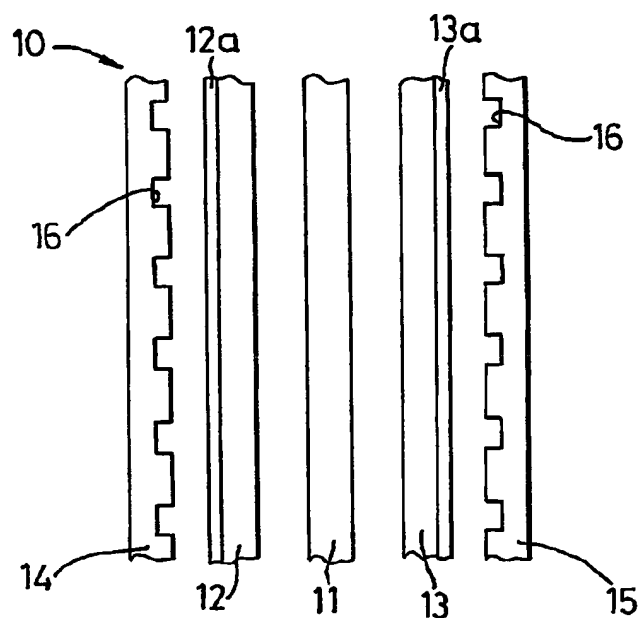
um conjunto de membrana-eletrodo;

uma placa de campo de fluxo de fluido; e

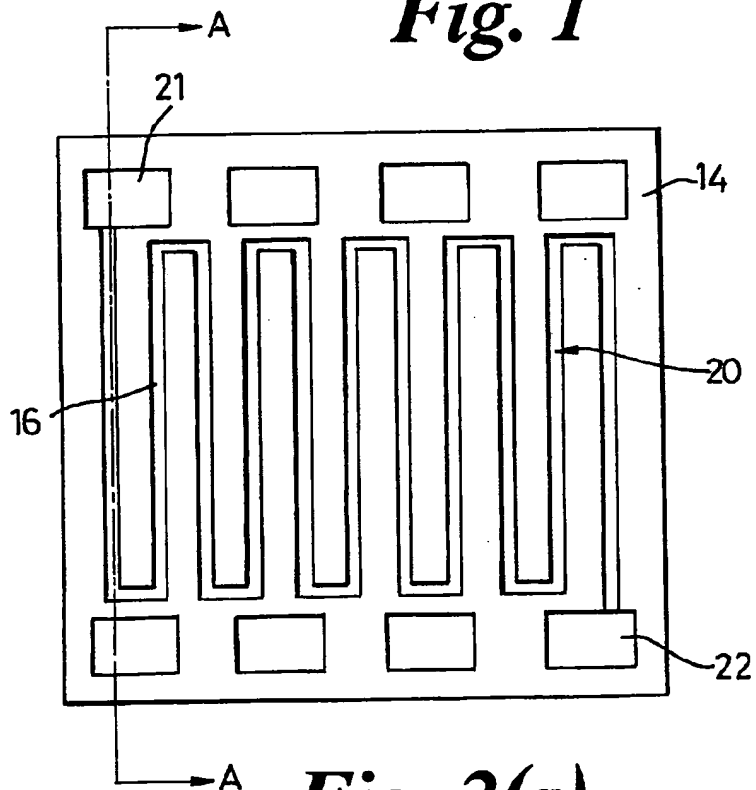
uma gaxeta como definida em qualquer uma das

5 reivindicações 1 a 12.

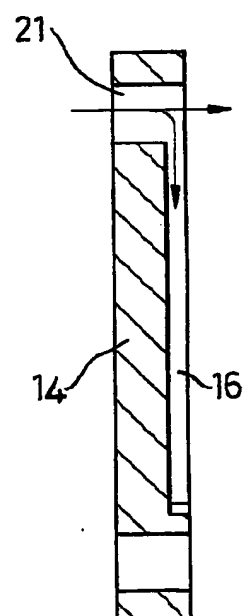
15. Gaxeta, caracterizada pelo fato de ser substancialmente como descrita acima com referência aos desenhos de acompanhamento.



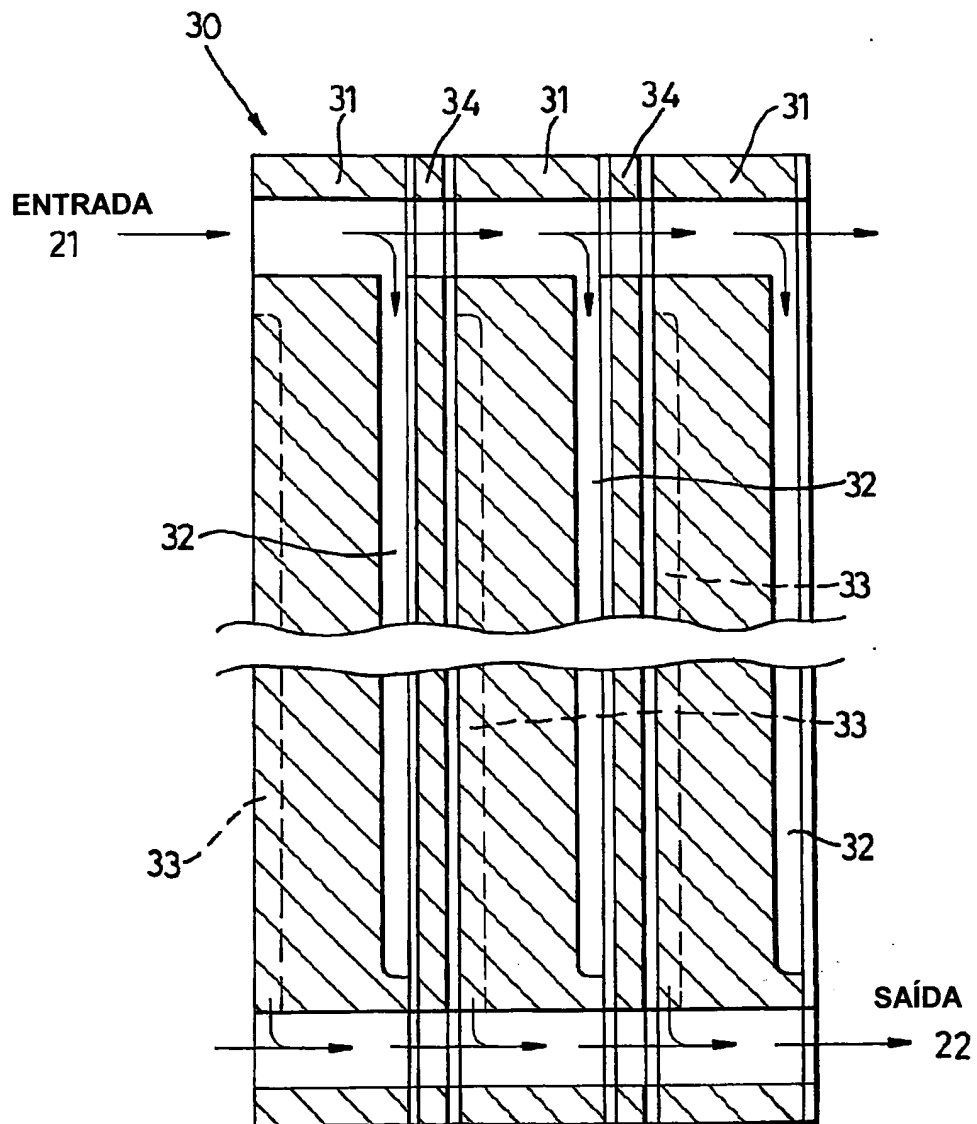
**Fig. 1**



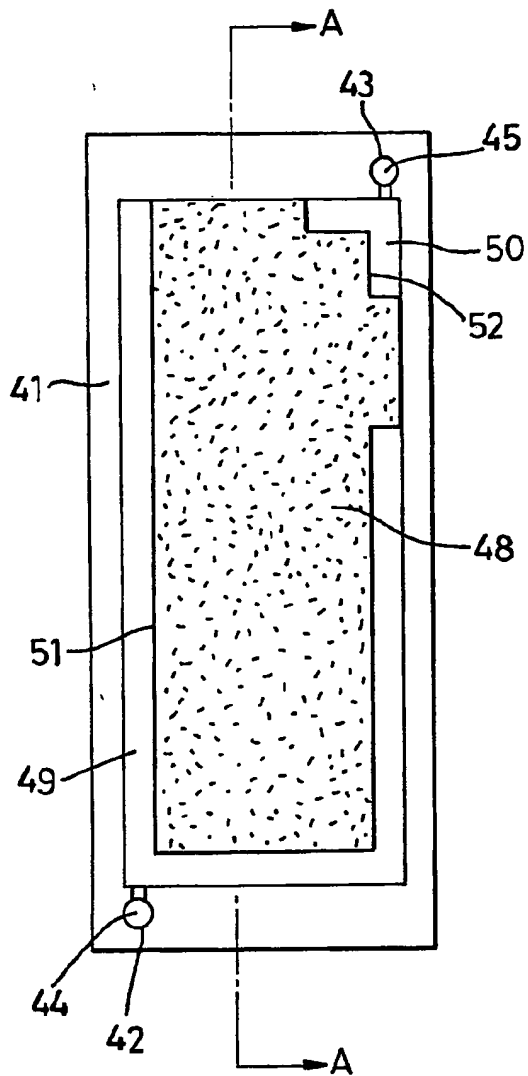
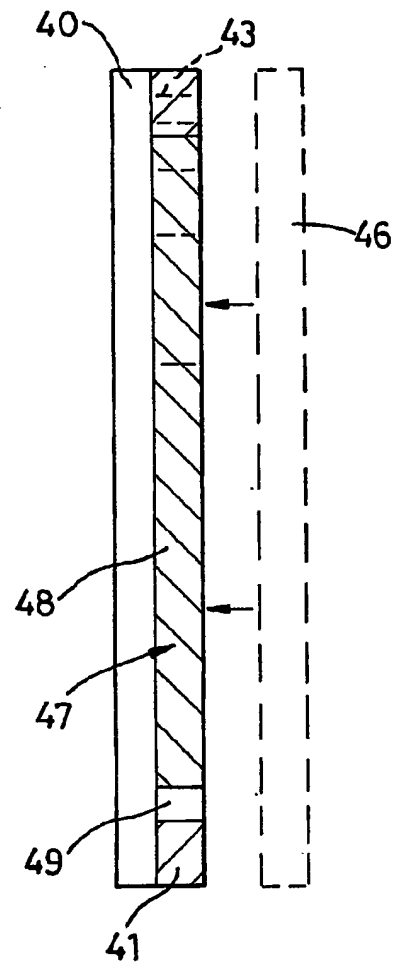
**Fig. 2(a)**



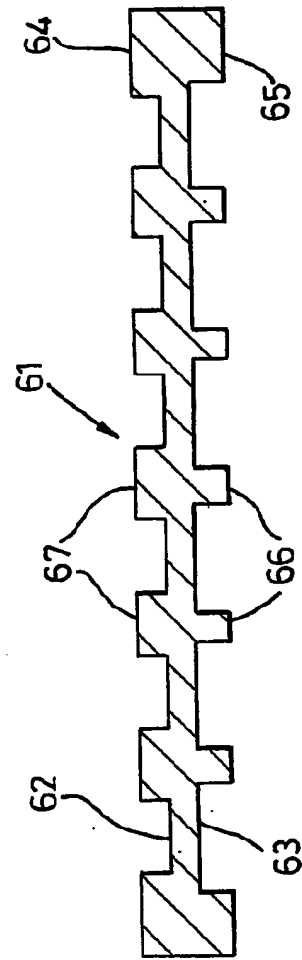
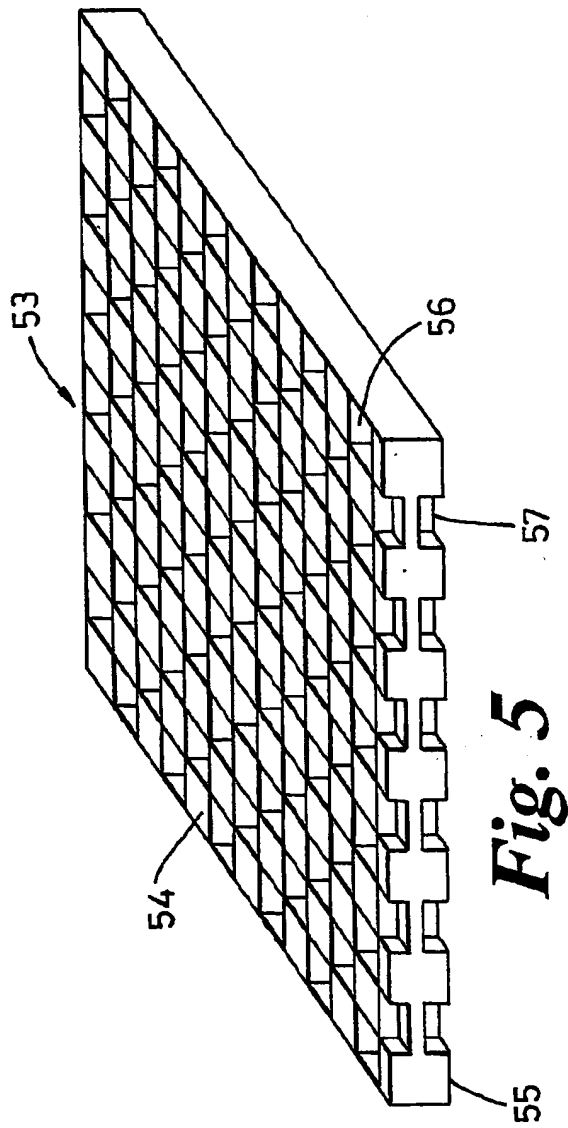
**Fig. 2(b)**

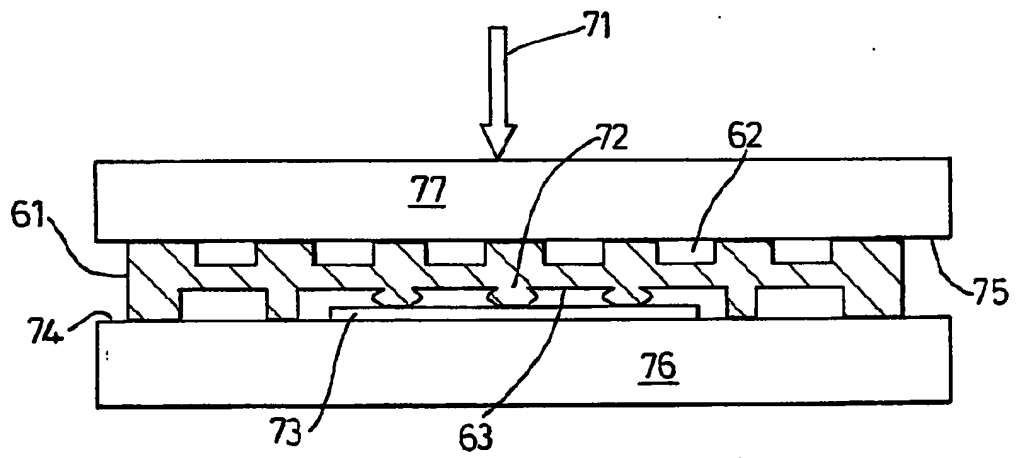


*Fig. 3*

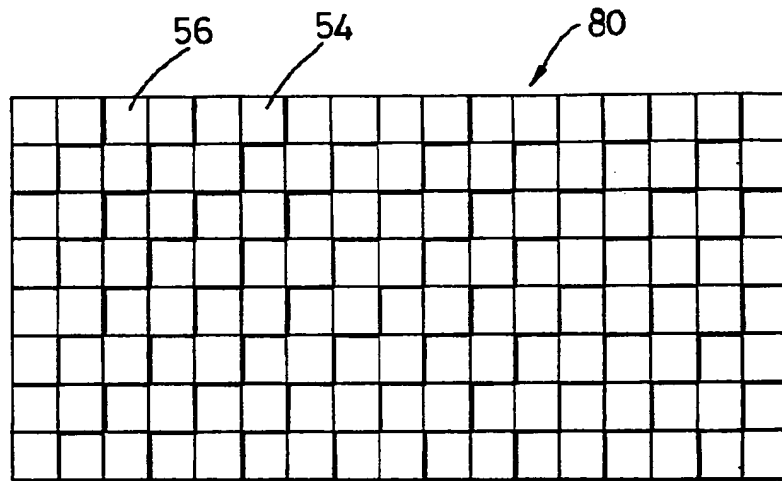
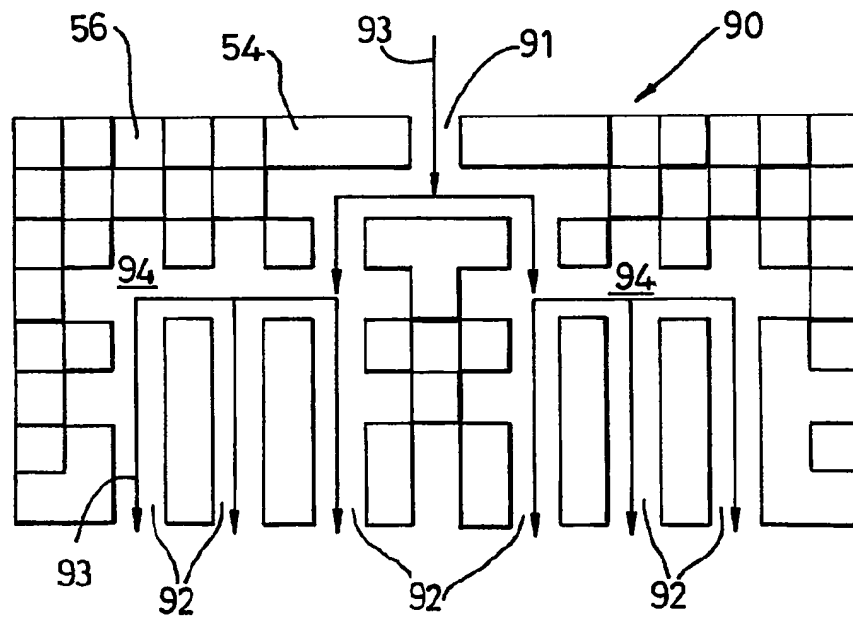
**Fig. 4(a)****Fig. 4(b)**

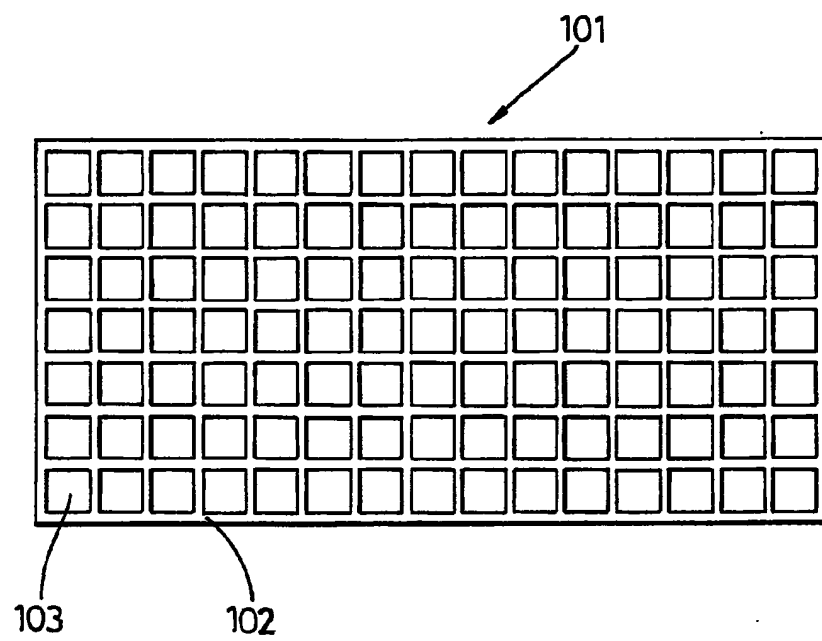


*Fig. 6*

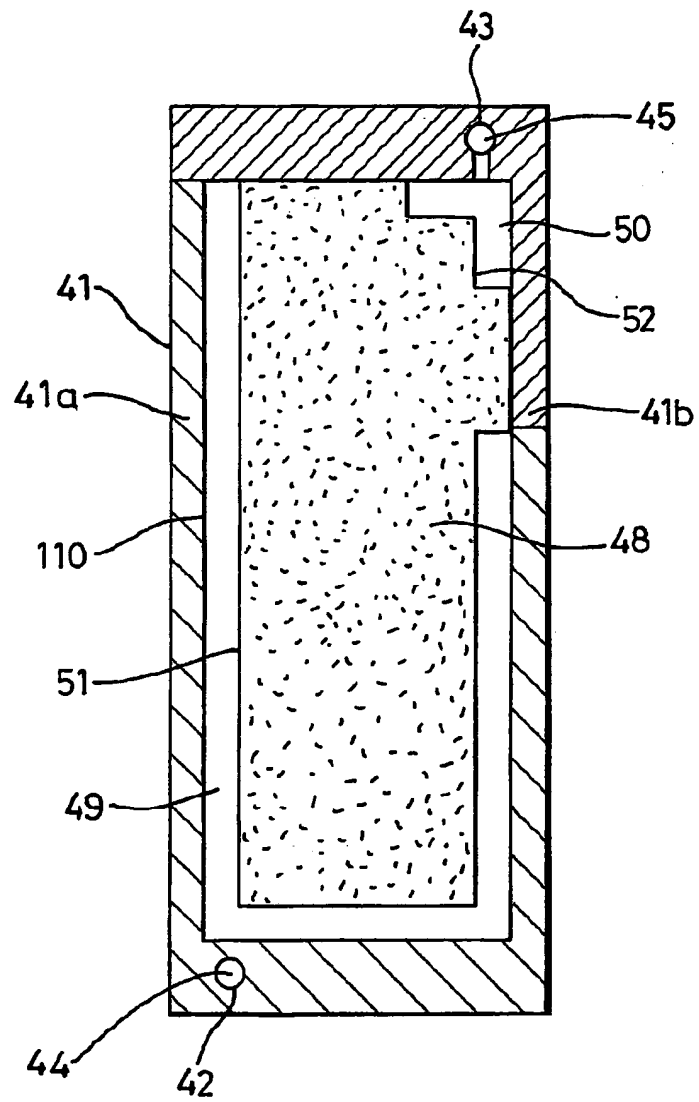


***Fig. 7***

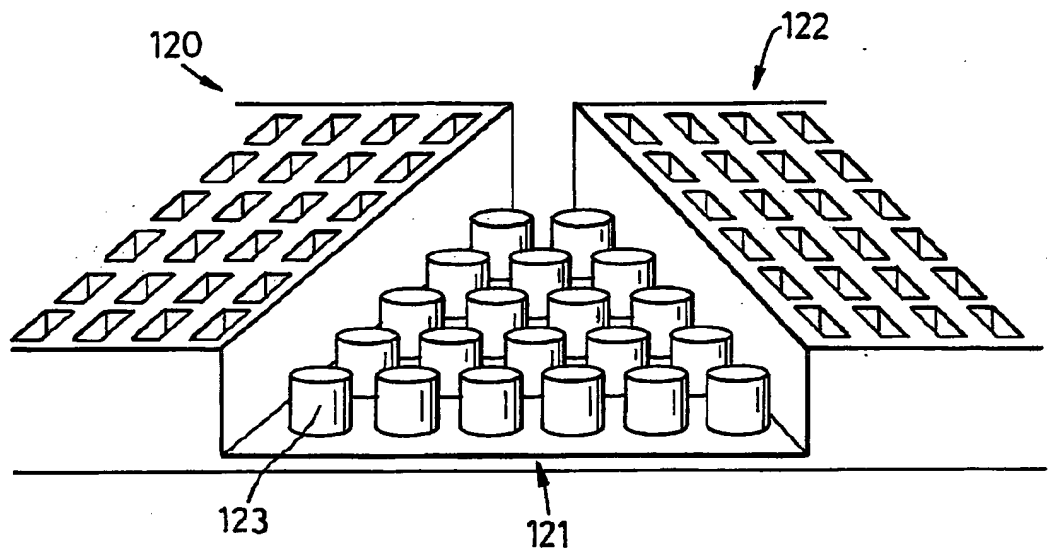
*Fig. 8**Fig. 9*



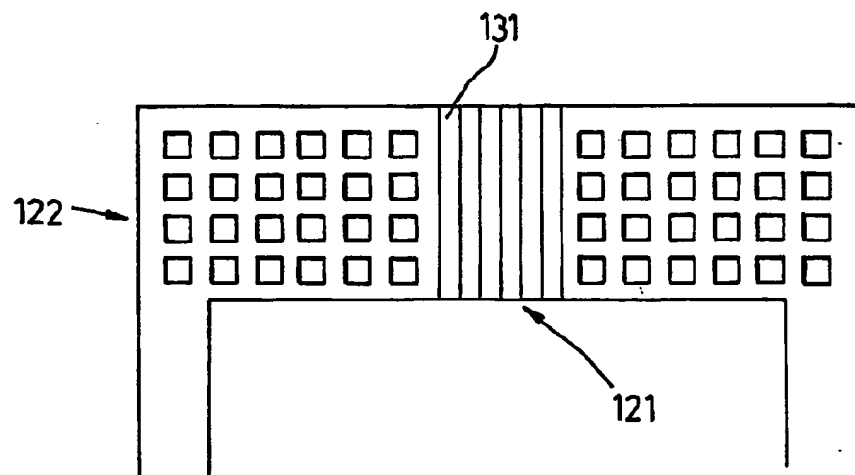
***Fig. 10***



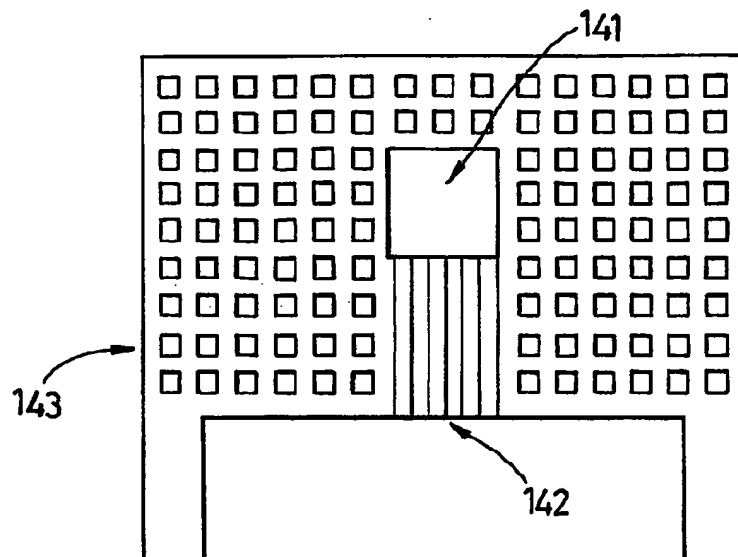
***Fig. 11***



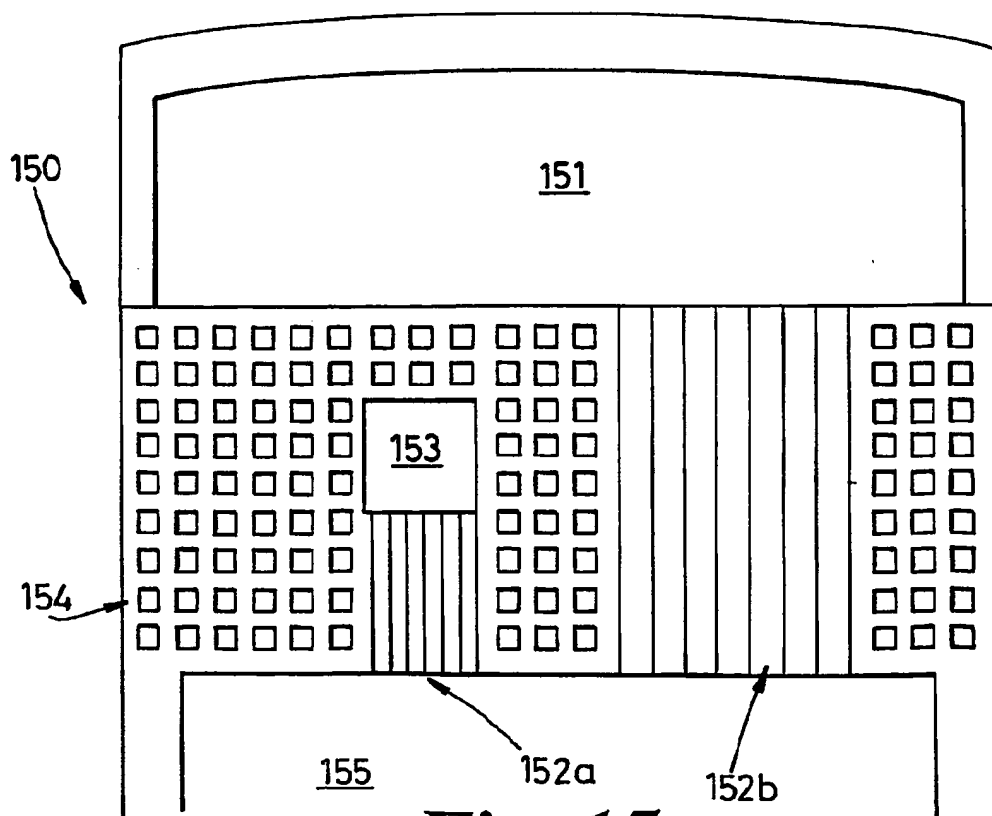
***Fig. 12***



***Fig. 13***



**Fig. 14**



**Fig. 15**

RESUMO

“GAXETA, MÉTODO PARA VEDAR UMA CÉLULA DE COMBUSTÍVEL, E, CÉLULA DE COMBUSTÍVEL”

5 Uma gaxeta formada de material compressível tendo uma primeira superfície de vedação e uma segunda superfície de vedação para prover uma vedação de fluido entre um primeiro componente e um segundo componente, uma pluralidade de cavidades provida dentro da gaxeta próximo das primeira e/ou segunda superfícies de vedação e se estendendo sobre, pelo menos, uma primeira porção da gaxeta para prover compressibilidade  
10 aumentada da gaxeta na primeira porção.