



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

(21) **PI0710660-2 A2**

(22) Data de Depósito: 27/03/2007
(43) Data da Publicação: 16/08/2011
(RPI 2119)



(51) *Int.Cl.:*
F16K 47/08 2006.01

(54) Título: **DISPOSITIVO E APARLHO DE REDUÇÃO DE PRESSÃO DE FLUÍDO**

(30) Prioridade Unionista: 18/04/2006 US 11/405777

(73) Titular(es): Fisher Controls International LLC

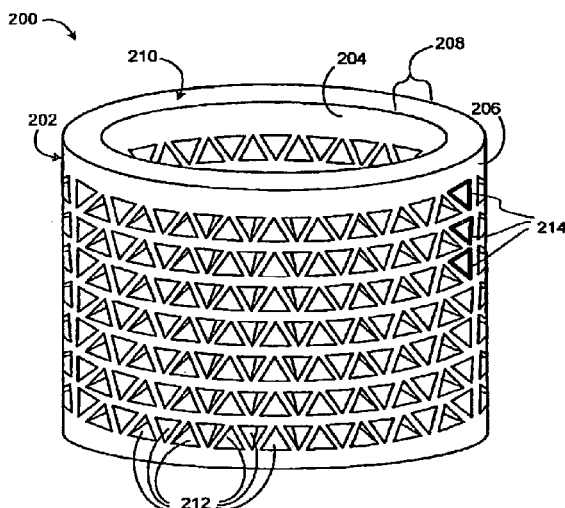
(72) Inventor(es): Michael Wildie McCarty

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

(86) Pedido Internacional: PCT US2007007646 de 27/03/2007

(87) Publicação Internacional: WO WO2007/126863de
08/11/2007

(57) **Resumo:** DISPOSITIVO E APARELHO DE REDUÇÃO DE PRESSÃO DE FLUÍDO. É descrito um exemplo de dispositivo de redução de pressão de fluido que inclui um cilindro oco (202) que tem uma superfície interna (204) e uma superfície externa (206) e uma pluralidade de passagens (212) que estende-se entre as superfícies interna e externa. Cada passagem delimita um orifício (214) que tem uma área de seção transversal e um perímetro úmido que é maior que um segundo perímetro úmido de um de um orifício em forma de círculo ou um orifício em forma de retângulo que tem a mesma área de seção transversal de uma das passagens.





“DISPOSITIVO E APARELHO DE REDUÇÃO DE PRESSÃO DE FLUIDO”

CAMPO DA REVELAÇÃO

5 A presente invenção diz respeito no geral a dispositivos de redução de pressão de fluido e, mais particularmente, a dispositivos de redução de pressão de fluido para uso em sistemas de processamento de fluido de processo.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

10 Na indústria de controle de processo, muitas aplicações de válvula de controle, tais como aplicações de geração de energia ou refino de petróleo, resultam em condições de processo que produzem níveis inaceitáveis de ruído aerodinâmico. Por exemplo, um nível em geral aceitável de ruído aerodinâmico é aproximadamente 85 dBA, medido a 1 metro à jusante e 1 metro fora da tubulação contendo a válvula de controle. Deve-se
15 entender que Dispositivos de Redução de Pressão de Fluido implementados como guarnição de válvula ou como difusores de ventilação podem reduzir substancialmente o ruído gerado em várias aplicações de processo. A física e dinâmica de fluido desses dispositivos de redução de pressão de fluido e a previsão de ruído aerodinâmico em aplicações de dispositivos de redução de
20 pressão de fluido têm sido bem entendidos nos últimos anos.

Soluções convencionais para problemas de ruído de válvulas de controle de controle incluem dispositivos de redução de pressão de fluido de uma forma cilíndrica que implementam estruturas de fluido internas especiais para estagiar a queda de pressão (isto é, controlar a queda de pressão
25 em transições discretas dentro do dispositivo de redução de pressão de fluido) e/ou segregar fluxo de saída do dispositivo de redução de pressão de fluido em múltiplas correntes menores para reduzir ruído aerodinâmico. Adicionalmente, deve-se entender que dispositivos de redução de pressão de fluido convencionais usam duas seções transversais de passagem geral:

circular e retangular. Essas seções transversais de passagem eram tipicamente limitadas pelas capacidades de fabricação anteriores. Por causa dessa tecnologia e fabricação e previsão históricas, essas seções transversais de passagem continuam em implementações presentes. Especificamente, dispositivos de redução de pressão de fluido construídos de discos ou chapas de fundição de cera perdida empilhadas em geral produzem uma forma de passagem de fluxo de seção transversal retangular, ao passo que componentes formados cilíndricamente com subseqüentes operações de usinagem tradicionais produzem formas de passagem de fluxo de seção transversal circular.

O propósito dessas passagens de fluxo é criar estruturas de redução de ruído nos dispositivos de redução de pressão de fluido para reduzir a quantidade de energia na corrente de fluxo que é convertida em ruído e/ou deslocar a freqüência do ruído gerado para níveis além da faixa audível. Uma estratégia comum como essa para reduzir ruído aerodinâmico é minimizar o tamanho dos orifícios ou reduzir a área de seção transversal das passagens nos dispositivos de redução de pressão de fluido para induzir um deslocamento da freqüência de pico do ruído gerado além da faixa audível. Assim, para melhorar o desempenho de um dispositivo de redução de pressão de fluido, fabricantes fazem as passagens de fluxo menores possíveis. Entretanto, esta técnica de redução de ruído é desvantajosa em virtude de poder reduzir a capacidade geral da válvula de controle de tornar o dispositivo de redução de pressão de fluido suscetível a entupimento ou impedimento de fluxo.

SUMÁRIO

Dispositivos de redução de pressão de fluido exemplares aqui revelados podem ser usados para reduzir energia, pressão e/ou ruído associado com fluidos de processo. De acordo com um exemplo, um dispositivo de redução de pressão de fluido pode incluir um cilindro oco que tem uma superfície interna e uma superfície externa e uma pluralidade de

passagens que estende-se entre as superfícies interna e externa. Cada uma das passagens delimita um orifício que tem uma área de seção transversal definindo um perímetro úmido que é maior que o perímetro úmido de um de um círculo ou um retângulo com a mesma área de seção transversal do orifício.

De acordo com um outro exemplo, um dispositivo de redução de pressão de fluido pode incluir um cilindro oco que tem uma superfície interna e uma superfície externa e uma pluralidade de passagens que estende-se entre as superfícies interna e externa definindo um diâmetro hidráulico da passagem que reduz substancialmente ruído aerodinâmico desenvolvido pelo fluxo de fluido na passagem.

De acordo também com um outro exemplo, um dispositivo de redução de pressão de fluido pode incluir um cilindro que tem uma superfície do diâmetro interno e uma superfície do diâmetro externo e uma pluralidade de orifícios que estende-se entre as superfícies dos diâmetros interno e externo. Cada um dos orifícios tem uma abertura que tem pelo menos um lado ou borda curvilínea.

De acordo também com um outro exemplo, um dispositivo de redução de pressão de fluido pode incluir um cilindro que tem uma superfície do diâmetro interno e uma superfície do diâmetro externo e uma pluralidade de orifícios que estende-se entre as superfícies dos diâmetros interno e externo. Cada um dos orifícios tem uma abertura na superfície do diâmetro externo que inclui pelo menos primeira e segunda porções de áreas definidas por um plano que intercepta um centróide do orifício e que tem diferentes áreas.

DESCRIÇÃO RESUMIDA DOS DESENHOS

A figura 1 é uma vista isométrica de um dispositivo de redução de pressão de fluido de exemplo.

A figura 2 representa um padrão invertido de exemplo que

pode ser usado para arranjar orifícios no dispositivo de redução de pressão de fluido de exemplo da figura 1.

As figuras 3 a 5 representam comparações entre orifícios usados em dispositivos de redução de pressão de fluido conhecidos e orifícios triangulares de exemplo usados no dispositivo de redução de pressão de fluido de exemplo da figura 1.

A figura 6 representa uma propriedade não simétrica do orifício triangular de exemplo das figuras 3 a 5.

A figura 7 representa uma pluralidade de orifícios hexagonais de exemplo que pode ser usada para implementar uma redução de pressão de fluido.

A figura 8 representa uma vista isométrica de uma parte de um dispositivo de redução de pressão de fluido de exemplo incluindo uma pluralidade de orifícios, cada um dos quais tem uma pluralidade de lados ou bordas de forma côncava ou curvilínea.

As figuras 9 e 10 representam uma comparação entre perímetros úmidos de um dos orifícios da figura 8 e um orifício retangular de tamanho similar.

As figuras 11 e 12 representam outros orifícios de exemplo com bordas curvilíneas que podem ser usadas no dispositivo de redução de pressão de fluido de exemplo aqui descrito.

A figura 13 representa uma vista isométrica de uma parte de um dispositivo de redução de pressão de fluido de exemplo incluindo uma pluralidade de orifícios em forma de estrela, cada um dos quais tem uma pluralidade de lados ou bordas retilíneas.

A figura 14 representa uma vista isométrica explodida de um dispositivo de redução de pressão de fluido de exemplo incluindo uma pluralidade de cilindros aninhados que forma uma pluralidade de passagens, cada uma das quais inclui pelo menos dois orifícios de formas diferentes.

A figura 15A representa uma vista isométrica e a figura 15B representa uma vista seccional transversal de topo de um dispositivo de redução de pressão de fluido de exemplo formado usando uma pluralidade de discos empilhados e tendo uma pluralidade de orifícios dodecagonais.

5 A figura 16 representa um conjunto de válvula de exemplo que pode ser usado com relação a dispositivos de redução de pressão de fluido de exemplo aqui descritos.

DESCRIÇÃO DETALHADA

10 Dispositivos de redução de pressão de fluido de exemplo aqui revelados podem ser usados para reduzir o ruído/pressão gerado em um fluido de processo, tal como, por exemplo, um gás ou líquido em um sistema de processamento de fluido de processo. Diferente de dispositivos de redução de pressão de fluido conhecidos que têm orifícios circulares ou retangulares, os dispositivos de redução de pressão de fluido de exemplo aqui descritos são
15 implementados usando orifícios que têm perímetros úmidos relativamente maiores do que os orifícios geralmente conhecidos. Adicionalmente, os orifícios de exemplo usados para implementar os dispositivos de redução de pressão de fluido de exemplo aqui descritos provêm um perímetro úmido relativamente maior, ao mesmo tempo provendo passagens de fluido com
20 orifícios que têm áreas seccionais transversais substancialmente iguais ou as mesmas daquelas usadas para formar orifícios em dispositivos de redução de pressão de fluido conhecidos. Em outras palavras, os dispositivos de redução de pressão de fluido conhecidos aqui descritos utilizam orifícios com razões de perímetro úmido para área relativamente maiores do que os providos por
25 dispositivos de redução de pressão de fluido conhecidos que utilizam orifícios substancialmente circulares ou retangulares.

Conforme descrito com mais detalhes a seguir, o aumento na razão perímetro úmido para área de um orifício melhora substancialmente as propriedades de redução de ruído do orifício. Em dispositivos de redução de

pressão de fluido conhecidos, os perímetros úmidos de orifícios de forma circular ou retangular aí formados são inerentemente limitados por uma exigência de reduzir o ruído de fluido e ainda manter capacidade de fluxo adequada. Assim, para aumentar os perímetros úmidos de orifícios de forma circular ou retangular, o tamanho ou dimensões gerais do orifício têm que ser aumentados. Entretanto, o aumento do tamanho geral do orifício diminui a razão de perímetro úmido para área e afeta, entre outras propriedades, as propriedades de atenuação de ruído do orifício.

Em algumas implementações de exemplo, os dispositivos de redução de pressão de fluido descritos a seguir podem ser implementados usando orifícios que formam abertura assimétricas e/ou que têm lados ou bordas perimétricas côncavas ou curvilíneas. Em particular, os orifícios de exemplo descritos a seguir têm razões de perímetro úmido para área relativamente maiores que os orifícios usados com dispositivo de redução de ruído de fluido conhecidos. Alguns dos orifícios de exemplo descritos a seguir podem ser arrançados em configurações de padrão invertido ou rotacionado alternado para aumentar a densidade dos orifícios (por exemplo, o número de orifícios formados em uma dada área de um dispositivo de redução de pressão de fluido), aumentando assim a razão de perímetro úmido para área geral do dispositivo de redução de pressão de fluido. O aumento da razão perímetro úmido para área de cada orifício (e o dispositivo de redução de pressão de fluido geral) e/ou a formação de mais orifícios em um dado dispositivo de redução de pressão de fluido permite que o dispositivo de redução de pressão de fluido mantenha ou aumente a capacidade de fluxo, ainda atenuando mais efetivamente ruído para uma redução de pressão correspondente.

De volta com detalhes ao exemplo ilustrado da figura 1, o dispositivo de redução de pressão de fluido de exemplo 200 é implementado usando um cilindro oco 202 que tem uma parede do cilindro 208 que tem uma superfície interna 204 (por exemplo, uma superfície de diâmetro interno) e

uma superfície externa 206 (por exemplo, uma superfície do diâmetro externo). O cilindro 202 também inclui uma primeira superfície de extremidade ou superfície superior 210 e uma segunda superfície de extremidade ou superfície inferior (não mostrada) oposta à superfície superior 210. Adicionalmente, o cilindro 202 inclui uma pluralidade de passagens em forma de triângulo 212 que estende-se através da parede do cilindro 202. Especificamente, as passagens triangulares 212 têm orifícios triangulares 214 ou, mais geralmente, aberturas que têm bordas ou lados periféricos retilíneos que definem uma abertura no geral triangular. Em uma implementação de exemplo envolvendo uma direção de fluxo de fluido da superfície interna 204 em direção à superfície externa 206, os orifícios triangulares 214 formados na superfície interna 204 são orifícios de entrada e os orifícios triangulares 214 formados na superfície externa 206 são orifícios de saída.

Embora no exemplo ilustrado o dispositivo de redução de pressão de fluido 200 seja implementado usando um cilindro (isto é, o cilindro 202), em implementações de exemplo alternativas descritas com mais detalhes a seguir, o dispositivo de redução de pressão de fluido 200 pode ser implementado usando dois ou mais cilindros concêntricos coaxiais ou aninhados (por exemplo, o dispositivo de redução de pressão de fluido de exemplo 1400 da figura 14), pelo menos um dos quais inclui as passagens triangulares 212 e/ou outras passagens de exemplo aqui descritas. Em outras implementações de exemplo alternativas, o dispositivo de redução de pressão de fluido 200 pode ser implementado usando uma pluralidade de anéis empilhados (por exemplo, o dispositivo de redução de pressão de fluido de exemplo 1500 das figuras 15A e 15B), pelo menos alguns dos quais são usados para formar as passagens triangulares 212 e/ou outras passagens de exemplo aqui descritas.

Em implementações de exemplo alternativas, dispositivos de redução de pressão de fluido implementados da maneira aqui descrita podem

ser formados usando estruturas substancialmente ocas ou estruturas tubulares de formas seccionais transversais não circulares. Ou seja, dispositivos de redução de pressão de fluido de exemplo aqui descritos podem usar estruturas ocas de formas seccionais transversais elípticas ou qualquer outra forma de seção transversal. Entretanto, com propósitos de clareza, os dispositivos de redução de pressão de fluido de exemplo são aqui descritos usando cilindros ocos de formas seccionais transversais substancialmente circulares.

Embora os orifícios triangulares 214 formados pelas passagens triangulares 212 estejam mostrados estendendo-se até a superfície interna 204 e a superfície externa 206, em outras implementações, as formas das superfícies podem ser formadas em superfícies na parede do cilindro 208 e, assim, podem não estar visíveis pelo lado de fora (por exemplo, nas superfícies 204 e 206) do cilindro 202. Por exemplo, os orifícios de entrada e saída formados nas superfícies interna e externa 204, 206 podem ser conformados diferentemente de uma passagem correspondente (por exemplo, a passagem triangular 212) estendendo-se entre elas através da parede do cilindro 208. Em uma configuração de cilindro aninhada (por exemplo, o dispositivo de redução de pressão de fluido de exemplo 1400 da figura 14), o cilindro 202 pode ser aninhado entre os cilindros interno e externo (por exemplo, cilindro 1402 e 1406 da figura 14) tendo orifícios de entrada/saída conformados diferentes dos orifícios triangulares 214 do cilindro 202. Adicionalmente, ou alternativamente, o dispositivo de redução de pressão de fluido 200 pode ser implementado usando orifícios que formam aberturas que têm formas sem ser triângulos, incluindo, por exemplo, as formas descritas a seguir ou qualquer outra forma, algumas das quais podem ter um ou mais vértices (por exemplo, três vértices para um triângulo, um vértice para uma forma de lágrima, etc.).

No padrão invertido usado para arranjar os orifícios triangulares 214 mostrados na figura 1, uma base de cada orifício invertido é

alinhada com um vértice de um orifício não invertido adjacente na mesma fileira. Entretanto, em uma implementação alternativa, o dispositivo de redução de pressão de fluido de exemplo 200 é implementado arranjando-se os orifícios triangulares 214 usando um outro padrão invertido 250 ilustrado na figura 2. Conforme mostrado na figura 2, alguns dos orifícios triangulares 214 são invertidos e deslocados em relação a outros dos orifícios triangulares 214. Desta maneira, bases de orifícios invertidos são alinhadas não horizontalmente com vértices de orifícios não invertidos adjacentes na mesma fileira. A inversão e deslocamento dos orifícios (por exemplo, conforme mostrado no padrão invertido 250) permite formar relativamente a maior parte dos orifícios triangulares 214 em uma dada área e melhora o fluxo de fluido através dos dispositivos de redução de pressão de fluido.

A inversão ou deslocamento dos orifícios reduz substancialmente ou elimina partes contínuas de material entre fileiras de orifícios e permite um aumento contínuo no fluxo através de um dispositivo de redução de pressão de fluido já que um tampão de um conjunto de válvula (por exemplo, um tampão 1602 de um conjunto de válvula 1600 mostrado na figura 16) abre verticalmente, expondo os orifícios 214 para permitir o fluxo de fluido através dela. Por exemplo, conforme mostrado na figura 2, o deslocamento dos orifícios triangulares 214 uns em relação aos outros tanto na direção horizontal quanto vertical elimina uma parte circunferencialmente contínua de material 252 indicada por uma linha tracejada. Padrões com orifícios deslocados tanto na direção vertical quanto horizontal podem ser usados para qualquer tipo de orifício para reduzir substancialmente ou eliminar partes circunferencialmente contínuas de material entre fileiras de orifícios. Por exemplo, conforme mostrado na figura 7, o deslocamento dos orifícios hexagonais 702 uns em relação aos outros tanto na direção horizontal quanto vertical elimina uma parte circunferencialmente contínua de material 704 indicada por uma linha tracejada.

No exemplo ilustrado da figura 2, o padrão invertido 250 não é um padrão inverso direto. Ou seja, algumas fileiras adjacentes não são configuradas identicamente ou não são inversos diretos umas das outras. Além do mais, uma fileira particular pode incluir orifícios adjacentes que não são substancialmente invertidos uns em relação aos outros. Por exemplo, conforme mostrado na figura 2, orifícios adjacentes 254 e 256 não são invertidos um em relação ao outro. Entretanto, o orifício 256 é invertido em relação a um orifício 258, que está na mesma fileira dos orifícios 254 e 256.

O dispositivo de redução de pressão de fluido 200 pode ser implementado usando orifícios que formam aberturas conformadas diferentemente que são entrelaçadas, algumas das quais podem ser selecionadas de acordo com os exemplos aqui descritos. Por exemplo, em implementações de exemplo alternativas, o dispositivo de redução de pressão de fluido 200 pode ser implementado usando uma combinação de orifícios que forma os orifícios triangulares 214 e orifícios que têm orifícios hexagonais (por exemplo, orifícios hexagonais 702 da figura 7).

Nas implementações de exemplo ilustradas, as passagens triangulares 212 formam trajetos de fluxo entre a superfície interna 204 e a superfície externa 206 para permitir que fluido de processo escoem de uma maneira controlada por meio dos trajetos de fluxo entre a superfície interna 204 e a superfície externa 206 da parede do cilindro 208. Em algumas implementações de exemplo, cada uma das passagens triangulares 212 pode formar um único trajeto de fluxo. Nessas implementações de exemplo, todo o fluido de processo que entrada em uma extremidade (extremidade pela extremidade da superfície interna 204) de uma passagem triangular 212 sairá na outra extremidade (por exemplo, na extremidade da superfície externa 206) da mesma passagem triangular 212.

As passagens triangulares 212 são formadas no cilindro 202 em um padrão ou configuração que aumenta substancialmente o perímetro

úmido associado com o dispositivo de redução de pressão de fluido 200, comparado com dispositivos de redução de pressão de fluido conhecidos. Em particular, conforme mostrado na figura 1, as passagens triangulares 212 são formadas em uma configuração com padrão invertido alternado de maneira tal que uma primeira das passagens triangulares 212 formadas em uma configuração de baixo para cima (por exemplo, de forma que o ápice do orifício triangular fique direcionado para a superfície superior 210) fique adjacente a uma segunda das passagens triangulares 212 formadas em uma configuração de cima para baixo (por exemplo, de forma que o ápice do orifício triangular fique direcionado para a superfície inferior do cilindro 202).

Alternativamente, a inversão de cada uma das passagens triangulares 212, conforme mostrado na figura 1, permite reduzir o espaço, distância ou material entre cada uma das passagens de triângulo 212 de forma que as passagens 212 fiquem mais próximas umas das outras. Desta maneira, relativamente a maior parte das passagens de triângulo 212 pode ser formada no cilindro 202 para aumentar o perímetro úmido total e a razão de perímetro úmido para área (por exemplo, em relação à área superficial do cilindro 202) associada com o dispositivo de redução de pressão de fluido 200, e assim não somente melhorando as características de atenuação do dispositivo de redução de pressão de fluido 200, mas também melhorando a capacidade de fluxo, pelo aumento do número total de passagens de fluxo por área superficial unitária do dispositivo de redução de pressão de fluido 200.

O dispositivo de redução de pressão de fluido de exemplo 200 pode ser feito de qualquer tipo de material ou combinação de materiais, incluindo materiais metálicos e/ou não metálicos. Adicionalmente, um ou mais processos de fabricação podem ser usados para fabricar o dispositivo de redução de pressão de fluido de exemplo 200 para ter qualquer diâmetro e comprimento desejado. Os processos de fabricação podem incluir, por

exemplo, fundição de cera perdida, fundição de precisão, corte laser, corte por jato de água, usinagem por descarga elétrica (EDM), metalurgia do pó (PM), moldagem por injeção de metal (MIM), ataque ácido, processo de produção de tubos por extrusão e/ou qualquer outro processo de manufatura ou fabricação adequado. Os processos de fabricação supramencionados são bem conhecidos dos versados na técnica.

Os processos de fabricação supramencionados fornecem diversos métodos para fabricar cilindros. Um método de exemplo envolve corte laser das passagens dentro de uma peça retangular de estoque plana, dobrar o estoque plano e soldar as extremidades do estoque plano retangular para formar um cilindro. Conforme previamente mencionado, múltiplos cilindros poderiam ser montados de forma concêntrica ou coaxial para aumentar o comprimento da passagem e melhorar as características de atenuação pela incorporação de mais estágios de queda de pressão. Um outro método de exemplo envolve fundição de cera perdida, que envolve vaziar um metal fundido em um molde cerâmico. Fundição de cera perdida permite a produção simultânea de múltiplos cilindros em um processo de produção em massa de alto volume sem exigir quantidades substanciais de equipamento de produção, dessa forma mantendo os custos de despesas gerais de fabricação relativamente baixos. Alguns dos processos de fabricação supramencionados, tais como, por exemplo, PM e MIM, permitem o uso de materiais que não são facilmente disponíveis em estoque plano para fazer o dispositivo de redução de pressão de fluido de exemplo 200. Em particular, materiais não metálicos, tais como, por exemplo, cerâmicas, podem ser usados com alguns ou todos os processos de fabricação supramencionados ou processos similares para formar o dispositivo de redução de pressão de fluido de exemplo 200.

As figuras 3 a 5 representam comparações entre aberturas usadas em dispositivos de redução de pressão de fluido conhecidos e os orifícios triangulares de exemplo 214 da figura 1 usadas no dispositivo de

redução de pressão de fluido de exemplo 200 da figura 1. Em particular, a figura 3 representa um orifício circular 302 em um arranjo ou configuração de colocação típico usado com relação a dispositivos de redução de pressão de fluido conhecidos e, na alternativa, os orifícios triangulares 214 na configuração de padrão invertido alternado usada para diminuir o espaçamento entre cada uma das passagens triangulares 22 no dispositivo de redução de pressão de fluido de exemplo 200.

Conforme mostrado na figura 4, uma dos orifícios triangulares 214 (associadas com uma das passagens triangulares 212) ocupa uma área superficial total de uma dos orifícios circulares 302, que compreende uma abertura 308 e uma área superficial em volta 310. Entretanto, pela implementação de uma configuração de padrão invertido alternado mostrado nas figuras 1-3, a espessura ou tamanho (e área superficial) de uma parede de interorifícios 312 (figura 3) entre dois orifícios triangulares adjacentes 214 podem ser substancialmente reduzidos. Também, embora a área de aberturas 304 associada com um dos orifícios triangulares 214 seja igual à área de aberturas 308 de uma dos orifícios circulares 302 (por exemplo, área = $0,01233 \text{ polegada}^2$ ($7,94 \text{ mm}^2$)), indicada na figura 3, múltiplos orifícios triangulares invertidas alternadas 214 (por exemplo, três estão mostradas no exemplo da figura 3) exigem menos áreas superficial total do cilindro 202 do que múltiplos orifícios circulares 302, mantendo ainda uma espessura de parede interorifícios mínima 316 substancialmente a mesma ou igual à espessura de parede interorifícios mínima 318 associada com os orifícios circulares 302. Em algumas implementações de exemplo, as espessuras de parede interorifícios mínimas 316 e 318 podem estar associadas com uma espessura mínima necessária para manter integridade estrutural de um dispositivo de redução de pressão de fluido durante operação. A configuração de padrão invertido alternado mostrada nas figuras 1-3 pode ser vantajosamente implementada usando as passagens triangulares 212 para usar

mais da área superficial em volta 306 para aumentar o perímetro úmido total do dispositivo de redução de pressão de fluido 200 (figura 1) pela formação de substancialmente mais das passagens triangulares 212 em uma dada parte da parede do cilindro 208 (por exemplo, para ter uma maior densidade de orifícios), aumentando assim a capacidade de fluxo do dispositivo de redução de pressão de fluido 200 em relação a um dispositivo de redução de pressão de fluido convencional.

Além de facilitar uma configuração de padrão invertido alternado para formar relativamente mais aberturas em um dispositivo de redução de pressão de fluido 200, o orifício triangular 214 tem uma razão de perímetro úmido para área relativamente maior que o orifício circular 302. Conforme mostrado na figura 3, o orifício triangular 214 tem um perímetro úmido igual a 0,505 polegada (12,83 milímetros) e uma área igual a 0,01234 polegada² (7,94 mm²) e, assim, tem uma razão de perímetro úmido para área de 41. Ao contrário, o orifício circular 302 tem uma razão de perímetro úmido para área de 31,8, que é substancialmente menor que a razão de perímetro úmido para área do orifício triangular 214.

A maior razão de perímetro úmido para área do orifício triangular 214 também tem um diâmetro hidráulico relativamente menor (d_H) e um fator modificador do tipo de válvula de controle (F_D) relativamente menor que o diâmetro hidráulico (d_H) e o fator modificador do estilo de válvula de controle (F_D) do orifício circular 302. O diâmetro hidráulico (d_H) é uma dimensão usada para representar o tamanho de uma abertura (por exemplo, uma abertura de saída de fluido ou uma abertura de entrada de fluido) em uma superfície do cilindro (por exemplo, a superfície interna 204 ou a superfície externa 206 do cilindro 202) formada por uma passagem (por exemplo, a passagem triangular 212). O diâmetro hidráulico (d_H) é particularmente usado para representar o tamanho de aberturas não circulares e pode ser determinado usando a equação 1, a seguir:

i. Equação 1

$$d_H = \frac{4 \times A}{I_w}$$

Conforme mostrado anteriormente na equação 1, o diâmetro hidráulico (d_H) é definido pela razão do produto de quatro (4) vezes a Área do orifício da passagem e o perímetro úmido. Por exemplo, a área 304 do orifício da figura 4 é multiplicada por 4 e dividida pelo perímetro úmido (I_w) isto é, $\frac{4 \times A}{I_w}$ da abertura.

Adicionalmente, o fator modificador do tipo de válvula de controle (FD) é uma métrica que é indiretamente proporcional às propriedades de atenuação de ruído de uma abertura e, assim, é indicativo da quantidade relativa de ruído que uma abertura pode atenuar. Especificamente, quanto menor o fator modificador do tipo de válvula de controle (FD) de um orifício, tanto maior a quantidade de ruído que é atenuado pela abertura. O fator modificador do tipo de válvula de controle (FD) de um orifício particular pode ser determinado usando as equações 2 e 3 a seguir.

ii. Equação 2

$$F_D = \frac{d_H}{d_0}$$

iii. Equação 3

$$d_0 = \sqrt{\frac{4 \times N_o \times A}{\pi}}$$

Conforme mostrado na equação 2, o fator modificador do tipo de válvula de controle (F_D) de uma abertura pode ser determinado dividindo o diâmetro hidráulico (d_H) de uma abertura (por exemplo, uma dos orifícios triangulares 214 da figura 1) por um diâmetro circular equivalente (d_0) da abertura. Conforme é bem conhecido na tecnologia, o diâmetro circular equivalente (d_0) de uma aba. representa o diâmetro de um orifício circular

equivalente (isto é, um orifício circular que tem a mesma área). Conforme mostrado na equação 2, o diâmetro circular equivalente (d_0) pode ser determinado pelo produto de quatro vezes o número de orifícios (N_0) para produzir um primeiro produto ($4 \times N_0$), multiplicando o primeiro produto ($4 \times N_0$) pela área da forma superficial (A) da abertura para produzir um segundo produto ($4 \times N_0 \times A$), dividindo o segundo produto ($4 \times N_0 \times A$) por π

para produzir um quociente $\left(\frac{4 \times N_0 \times A}{\pi}\right)$ e realizando uma operação de raiz quadrada no quociente por exemplo, $\sqrt{\frac{4 \times N_0 \times A}{\pi}}$.

O fator modificador do tipo de válvula de controle (F_D) pode ser usado para projetar aberturas que resultem em uma redução de ruído de fluido relativamente maior do que a que pode ser obtida usando aberturas conhecidas. Especificamente, a magnitude do fator modificador do tipo de válvula de controle (F_D) é diretamente proporcional ao diâmetro hidráulico (d_H). A mais alta frequência que pode ser efetivamente atenuada por um orifício é inversamente proporcional ao diâmetro hidráulico (d_H) do orifício e, assim, o fator modificador do tipo de válvula de controle (F_D) desse orifício. Orifícios com uma frequência de corte relativamente mais baixa atenuam relativamente mais ruído.

Um orifício efetivamente atenua ruído associado com frequências acima de uma frequência de corte inferior de um orifício. Orifícios com diâmetros hidráulicos relativamente pequenos (d_H) têm frequências de corte relativamente menores do que orifícios de diâmetros hidráulicos relativamente maiores (d_H) e, assim fornece maior atenuação de ruído aerodinâmico gerado pelo fluxo de fluido. Adicionalmente, o projeto de orifícios com diâmetros hidráulicos relativamente menores (d_H) também permite formar mais dessas aberturas em um dispositivo de redução de pressão de fluido, que aumenta a capacidade de fluxo de fluido do dispositivo de redução de pressão de fluido.

Embora as áreas de abertura do orifício triangular 214 e do

orifício circular 302 sejam iguais (por exemplo, área = 0,0123 polegada²) (7,94 mm²) (por exemplo, o orifício triangular 214 tem um diâmetro circular equivalente (d_0) ($d_0 = 0,125$ polegada 3,18 mm)) que é igual ao diâmetro circular ($d = 0,125$ polegada (3,18 mm)) do orifício circular 302), o orifício triangular 214 é associado com um fator modificador do tipo de válvula de controle relativamente menor (F_D) e um perímetro úmido relativamente maior (W_P).

A figura 5 representa orifícios em forma de retângulo (isto é, retangulares) 502 em um arranjo ou configuração de colocação típica usada com relação a dispositivos de redução de pressão de fluido conhecidos e algumas dos orifícios triangulares 214 em uma configuração de padrão invertido alternado. Em particular, a figura 5 ilustra uma comparação entre o perímetro úmido total e a área total dos orifícios retangulares 502 e o perímetro úmido total e a área total das passagens triangulares 212 quando uma pluralidade de cada um dos tipos de orifícios é formada nas respectivas áreas similarmente dimensionadas. No exemplo ilustrado, os orifícios retangulares 502 têm as mesmas dimensões de base e altura dos orifícios triangulares 214.

Embora o perímetro úmido (0,621 polegada (15,27 milímetros)) da abertura retangular 502 seja maior que o perímetro úmido (0,505 polegada 12,83 milímetros)) do orifício triangular 214, o arranjo dos orifícios triangulares 214 em uma configuração de padrão invertido alternado mostrada nas figuras 3 a 5 produz um perímetro úmido total maior (2,371 polegadas 60,22 milímetros)) que o perímetro úmido total (1,863 polegada 47,32 milímetros)) dos três orifícios retangulares 502, que são espaçados na mesma distância e formada em uma área similarmente dimensionada dos orifícios triangulares 214. Adicionalmente, em virtude de os orifícios triangulares 214 terem um menor diâmetro hidráulico (d_H) e uma maior razão perímetro úmido para área que a abertura retangular 502, os orifícios

triangulares 214 atenuam mais ruído de fluido que os orifícios retangulares 502.

A figura 6 representa uma propriedade não simétrica de uma abertura (por exemplo, um dos orifícios triangulares 214 da figura 1) formada por uma das passagens triangulares 212 da figura 1. Especificamente, o orifício triangular 214 está mostrado com uma primeira parte da área P1 602 e uma segunda parte da área P2 604, onde cada uma das partes de área P1 602 e P2 604 tem diferentes áreas. Conforme mostrado, as partes de área P1 602 e P2 604 são definidas por um plano 606 que intercepta um centróide 608 do orifício triangular 214. Algumas das formas de aberturas aqui descritas e outras formas de aberturas não descritas, mas que se enquadram bastante no espírito e escopo dos exemplos aqui descritos, podem incluir pelo menos duas partes de área (por exemplo, as partes de área P1 602 e P2 604) com áreas diferentes e definidas por um plano (por exemplo, o plano 606) que intercepta um centróide (por exemplo, o centróide 608) da abertura.

A figura 7 representa uma pluralidade de orifícios hexagonais de exemplo 702 que pode ser usada para formar um dispositivo de redução de pressão de fluido (por exemplo, o dispositivo de redução de pressão de fluido 200 da figura 1). Em particular, conforme mostrado na figura 7, os orifícios hexagonais de exemplo 702 podem ficar arranjados em um padrão tipo colméia que reduz a espessura ou largura de paredes interorifícios 706, aumentando assim o número de orifícios que podem ser formados em uma dada parte de um dispositivo de redução de pressão de fluido. Adicionalmente, uma abertura hexagonal tem uma razão de perímetro úmido para área relativamente maior e um fator modificador do tipo de válvula de controle relativamente menor (F_D) do que orifícios retangulares ou circulares que têm áreas substancialmente similares ou idênticas à área de uma abertura hexagonal. A razão do perímetro úmido para área relativamente maior e o fator modificador do tipo de válvula de controle (F_D) relativamente menor

permitted que os orifícios hexagonais 702 atenuem ruídos produzidos em espectros de frequência relativamente mais amplos do que orifícios circulares ou retangulares (por exemplo, orifícios circulares 302 da figura 3 e os orifícios retangulares 502 da figura 5).

5 A figura 8 representa uma vista isométrica de uma parte de um dispositivo de redução de pressão de fluido de exemplo 800 que tem uma pluralidade de aberturas 802, cada uma das quais tem uma forma no geral côncava 902 mostrada nas figuras 9 e 10. A forma côncava 902 é uma abertura retangular que tem partes perimétricas ou bordas laterais côncava e
10 curvilínea. Entretanto, aberturas conformadas diferentemente com partes ou bordas perimétricas côncavas ou curvilíneas podem ser usadas em substituição ou em adição às aberturas 902 incluindo, por exemplo, aberturas no geral triangulares, aberturas no geral hexagonais, aberturas no geral em forma de estrela, aberturas no geral em forma de meia lua, outras aberturas no
15 geral poligonais, etc. Por exemplo, um orifício triangular no geral côncava 1000 mostrada na figura 11 e/ou uma abertura no geral hexagonal 1100 mostrada na figura 12 poderia ser usada.

 Em geral, na forma aqui usada, uma abertura côncava tem pelo menos um lado ou borda curvilínea. O curvamento de um lado ou borda de
20 uma abertura aumenta o comprimento desse lado ou borda e, assim, contribui para aumentar o perímetro úmido geral da abertura. As figuras 9 e 10 representam comparações entre a abertura de forma côncava 902 e uma abertura de forma convexa 904, que tem lados ou bordas retilíneas. Conforme mostrado na figura 9, a forma côncava 902 define uma região para a qual pelo
25 menos um segmento de linha reta 903 entre dois pontos da região não está completamente contido na região. Ao contrário, a forma convexa 904 define uma região para a qual um segmento de linha reta 905 entre quaisquer dois pontos da região é completamente contido na região.

 Conforme mostrado na figura 10, a abertura 902 tem quatro

lados ou bordas curvilíneas 906a, 906b, 906c e 906d, cada uma das quais tem um maior comprimento que um respectivo de uma pluralidade de lados retilíneos 908a, 908b, 908c e 908d da abertura 904. Os lados curvilíneos ou curvos 906a-d resultam em um maior perímetro úmido, uma maior razão
5 perímetro úmido para área e um menor fator modificador do tipo de válvula de controle (F_D) em comparação com a abertura 904.

Embora a abertura 902 ocupe uma área superficial total, que inclui uma área de abertura 910 e uma área superficial em volta 912 que é substancialmente similar ou iguala uma área 914 ocupada pela abertura
10 substancialmente retangular 904, os lados curvilíneos 906-a-d provêm a abertura 902 com um perímetro úmido relativamente maior sem aumentar a área superficial total exigida (por exemplo, a soma da área 910 e da área 912).

A figura 13 representa uma vista isométrica de uma porção de um dispositivo de redução de pressão de fluido de exemplo 1300 que tem uma
15 pluralidade de aberturas 1302, cada uma das quais forma uma abertura com forma geral de estrela 1304. No exemplo ilustrado, a abertura em forma de estrela 1304 tem uma pluralidade de lados ou bordas que provêm uma razão de perímetro úmido para área relativamente maior e um fator modificador do tipo de válvula de controle (F_D) relativamente menor do que de aberturas
20 conhecidas (por exemplo, orifícios quadrados e circulares), ocupando ainda substancialmente o mesmo valor de área superficial total (por exemplo, a soma da área superficial de forma 910 e a área superficial em volta 912 da figura 10) como as áreas superficiais totais ocupadas por esses orifícios conhecidos. Para orifícios em forma de estrela com um número ímpar de
25 vértices, alguns dos orifícios podem ser configurados ou arrançados em uma configuração substancialmente não invertida e outros dos orifícios podem ser formados em uma configuração substancialmente invertida em relação aos orifícios não invertidos.

Os orifícios 1302 podem ficar arrançados em uma

configuração de padrão embaralhado encaixado (por exemplo, travado) para formar uma quantidade relativamente grande da pluralidade de orifícios 1302 no dispositivo de redução de pressão de fluido de exemplo 1300. Embora os orifícios 1302 estejam mostrados com aberturas com forma geral de estrela 1304 tendo dimensões e proporções particulares, outras dimensões e/ou proporções podem também ser implementadas.

A figura 14 representa uma vista isométrica explodida de um dispositivo de redução de pressão de fluido de exemplo 1400 formado usando uma pluralidade de cilindros aninhados. Conforme mostrado, o dispositivo de redução de pressão de fluido de exemplo 1400 inclui um primeiro cilindro 1402 disposto dentro de um segundo cilindro 1404, que fica disposto dentro de um terceiro cilindro 1406. No exemplo ilustrado, uma primeira pluralidade de orifícios hexagonais 1412 é formada no primeiro cilindro 1402, uma segunda pluralidade de orifícios retangulares 1414 é formada no segundo cilindro 1404, e uma terceira pluralidade de orifícios hexagonais 1416 é formada no terceiro cilindro 1406. Em uma implementação particular, os orifícios 1412 do primeiro cilindro 1402 operam como estágios de entrada, os orifícios 1414 do segundo cilindro 1404 operaram como câmaras de pressão e os orifícios 1416 do terceiro cilindro 1406 operam como estágios de saída. Adicionalmente, dispositivos de redução de pressão de fluido podem ser construídos usando uma quantidade maior ou menor de cilindros e/ou orifícios com diferentes formas. Por exemplo, os orifícios de um primeiro cilindro podem ser em forma de meia lua, os orifícios de um segundo cilindro podem ser em forma de estrela, os orifícios de um terceiro cilindro podem ser dodecagonais e os orifícios de um quarto cilindro podem ser hexagonais.

De volta à figura 14, o primeiro cilindro 1402 inclui uma primeira superfície interna do cilindro 1418, uma superfície externa do primeiro cilindro 1420 e uma pluralidade de passagens radiais que estende-se da primeira superfície do cilindro interno 1418 até a superfície externa do

primeiro cilindro 1420 formando os orifícios hexagonais 1412. O segundo cilindro 1404 inclui uma superfície interna do segundo cilindro 1422, uma superfície externa do segundo cilindro 1424 e uma pluralidade de passagens radiais que estende-se da superfície interna do segundo cilindro 1422 até a
5 superfície externa do segundo cilindro 1424 dos orifícios retangulares 1414. O terceiro cilindro 1406 inclui uma superfície interna do terceiro cilindro 1426 e uma superfície externa do terceiro cilindro 1428 que tem uma pluralidade de passagens que estende-se da superfície interna do terceiro cilindro 1426 até a superfície externa do terceiro cilindro 1428 formando os
10 orifícios hexagonais 1416.

Os cilindros de exemplos 1402, 1404 e 1406 são arranjados de forma que a pluralidade de orifícios 1412, 1414 e 1416 forme trajetos de fluxo pré-determinados através do dispositivo de redução de pressão de fluido de exemplo 1400. No exemplo ilustrado, o dispositivo de redução de pressão de
15 fluido de exemplo 1400 é formado aninhando, encaixando ou pressionando o segundo cilindro 1404 dentro do terceiro cilindro 1406, e aninhando, encaixando ou pressionando o primeiro cilindro 1402 dentro do segundo cilindro 1404. Desta maneira, uma porção substancial da superfície externa do primeiro cilindro 1420 apóia-se, faz contato, é mecanicamente acoplada e/ou
20 se encaixa em uma porção substancial da superfície interna do segundo cilindro 1422. Adicionalmente, a superfície externa do segundo cilindro 1424 fica adjacente à superfície interna do terceiro cilindro 1426 de forma que uma porção substancial da superfície externa do segundo cilindro 1424 apóie-se, faça contato, seja acoplada mecanicamente e/ou se encaixe em uma porção
25 substancial da superfície interna do terceiro cilindro 1426.

Os orifícios 1412, 1414 e 1416 são alinhados pelo menos parcialmente um com o outra para formar trajetos de fluxo entre o primeiro cilindro 1402 e o terceiro cilindro 1406 para permitir que fluido escoe da superfície interna 1418 do primeiro cilindro 1402, através do dispositivo de

redução de pressão de fluido 1400 e em direção à superfície externa 1428 do terceiro cilindro 1406. Versados na técnica percebem facilmente que um fluido de processo pode também escoar da superfície externa 1428 do terceiro cilindro 1406 para a superfície interna 1418 do primeiro cilindro 1402.

5 Embora o dispositivo de redução de pressão de fluido de exemplo 1400 esteja representado com três cilindros (por exemplo, os cilindros de exemplo 1402, 1404 e 1406 da figura 14) e geometrias de orifício hexagonal e retangular, implementações alternativas podem usar uma quantidade maior ou menor de cilindros e ter qualquer número de orifícios
10 com qualquer geometria e posição desejada para formar qualquer configuração de trajeto de fluxo desejado.

A figura 15A ilustra uma vista isométrica e a figura 15B ilustra uma vista de topo de um dispositivo de redução de pressão de fluido de exemplo 1500 que é formado usando uma pluralidade de discos empilhados
15 1501. Cada disco 1501 inclui um perímetro 1504 e um centro oco 1502 mostrado na figura 15B. Conforme mostrado na figura 15A, os discos 1501 são empilhados e alinhados ao longo de um eixo longitudinal C para formar uma superfície interna 1503, uma superfície externa 1505, uma superfície superior 1530 e um flange 1540 do dispositivo de redução de pressão de
20 fluido 1500. Os discos empilhados 1501 formam uma pluralidade de passagens que estende-se entre a superfície interna 1503 e a superfície externa 1504. Conforme mostrado na figura 15B, cada passagem pode incluir uma seção de entrada 1506, uma seção de saída 1507 e uma seção intermediária 1508 que estende-se entre as seções de entrada e saída 1506 e 1507. As seções
25 de entrada e saída 1506 e 1507 formam aberturas dodecagonais em forma de cruz 1520 mostradas na figura 15A.

No exemplo ilustrado, as aberturas dodecagonais 1520 são formadas usando uma pluralidade de pilhas de três discos. Uma das pilhas de três discos inclui um disco superior 1510, um disco intermediário ou

interposto 1512 e um disco inferior 1514. Os discos superior e inferior 1510 e 1514 podem formar respectivas áreas seccionais transversais quadradas com dimensões iguais e formando as porções superior e inferior da abertura 1520. O disco intermediário 1512 forma uma área que tem uma seção transversal retangular que pode ter, por exemplo, o dobro da área de seção transversal de qualquer das áreas seccionais transversais retangulares correspondentes aos discos superior e inferior 1510 e 1514. O posicionamento simétrico dos discos superior e inferior 1510 e 1514 acima e abaixo do disco intermediário 1512 forma orifícios dodecagonais em forma de cruz 1520. No entanto, a pluralidade de orifícios 1520 está mostrada formando aberturas com forma geral de cruz que têm dimensões e proporções particulares, os orifícios tendo aberturas de formas diferentes com outras dimensões e/ou proporções podem também ser implementadas usando configurações de múltiplos discos empilhados, provendo ainda razões de perímetro úmido para área relativamente altas e fatores modificadores do tipo de válvula de controle (F_D) relativamente baixos para reduzir ruído de fluido.

Métodos alternativos para fabricar a modalidade de exemplo ilustrada nas figuras 15A e 15B podem ser considerados de acordo com o escopo da presente revelação. Por exemplo, a patente U.S. 6.701.957, cuja especificação está incorporada pela referência, publicada em 9 de março de 2004, e concedida a Fisher Controls LLC, revela um método de exemplo para fabricar um dispositivo de redução de pressão de fluido de exemplo usando uma pluralidade de discos. Cada um dos discos é formado usando uma pluralidade de peças em bruto (por exemplo, peças em forma espiral) agrupadas usando uma ponta tal como, por exemplo, um anel interno no centro oco de cada disco para facilitar a montagem dos discos. Desta maneira, o anel interno pode manter as peças em bruto na posição, enquanto os discos são empilhados e presos uns nos outros com relativa facilidade. O centro oco do dispositivo de redução de pressão de fluido é formado no seu diâmetro

final removendo o anel interno usando qualquer meio conhecido, tal como, por exemplo, afiando, polindo ou usinando. Alternativamente, ou adicionalmente, os discos podem ser providos com anéis externos ou uma ou mais alças que estendem-se entre peças em bruto adjacentes para posicionar ou prender os discos durante a fabricação.

Em implementações de exemplo alternativas do dispositivo de disco de pilha 1500 na figura 15B, as passagens dodecagonais 1520 podem ser usadas para formar trajetos de fluxo sinuosos. Trajetos de fluxo sinuosos podem ser implementados mudando abruptamente a direção do trajeto de fluxo, ilustrado na figura 15B, ou misturando trajetos de fluxo e/ou subdividindo trajetos de fluxo em trajetos de fluxo menores (não mostrados). Os trajetos sinuosos criam um arraste viscoso no fluido que, por sua vez, reduz a energia de fluido no fluido em movimento através dos trajetos sinuosos. Assim, a velocidade do fluido em movimento através dos trajetos sinuosos diminui à medida que o fluido progride em direção às saídas de fluido, dessa forma reduzindo substancialmente a pressão de fluido à medida que o fluido sai da saída de fluido no perímetro dos discos. Em uma outra implementação alternativa, passagens de fluxo podem ser formadas entre dois discos do dispositivo de disco empilhado, formando uma porção da passagem em cada superfície de disco individual, de maneira tal que a superfície inferior sólida de um disco consecutivo superior forme a porção superior de uma passagem em relação ao disco inferior que inclui a porção inferior da passagem.

Embora certos aparelhos, métodos e artigos de fabricação tenham sido aqui descritos, o escopo de cobertura desta patente não está limitado a estes. Pelo contrário, esta patente cobre todos aparelhos, métodos e artigos de fabricação que justamente se enquadrem nos escopo das reivindicações anexas, tanto literalmente quanto sob a doutrina de equivalentes.

REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo de redução de pressão de fluido, caracterizado pelo fato de que compreende:

5 uma estrutura oca que tem uma superfície interna e uma superfície externa; e

uma pluralidade de passagens que estende-se entre as superfícies interna e externa, em que cada passagem delimita um orifício que tem uma área de seção transversal e um primeiro perímetro úmido que é maior que um segundo perímetro úmido de um de um orifício em forma de círculo ou um orifício em forma de retângulo que tem a mesma área de seção transversal de uma das passagens.

10

2. Dispositivo de redução de pressão de fluido de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que cada uma dos orifícios delimitados pela pluralidade de passagens é formado adjacente um com o outro, e em que um primeiro dos orifícios é pelo menos um de substancialmente invertido ou substancialmente deslocado em relação a um segundo dos orifícios.

15

3. Dispositivo de redução de pressão de fluido de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que pelo menos um dos orifícios delimitados pela pluralidade de passagens é no geral triangular, hexagonal ou dodecagonal.

20

4. Dispositivo de redução de pressão de fluido de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que pelo menos um dos orifícios delimitados pela pluralidade de passagens tem pelo menos uma borda ou lado curvilíneo.

25

5. Dispositivo de redução de pressão de fluido de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que pelo menos um dos orifícios delimitados pela pluralidade de passagens é uma de uma forma geral de meia lua ou forma geral de estrela.

6. Dispositivo de redução de pressão de fluido, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que pelo menos dois dos orifícios delimitados pela pluralidade de passagens são conformados diferentemente.

5 7. Dispositivo de redução de pressão de fluido de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que pelo menos um dos orifícios delimitados pela pluralidade de passagens é associado com um valor do fator modificador do tipo de válvula que é menor que o de um círculo com a mesma área da pelo menos um dos orifícios.

10 8. Dispositivo de redução de pressão de fluido de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a estrutura oca compreende uma pluralidade de cilindros coaxiais.

15 9. Dispositivo de redução de pressão de fluido de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que a pluralidade de passagens é formada por passagens que se alinham pelo menos parcialmente dos cilindros coaxiais.

10. Dispositivo de redução de pressão de fluido de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a estrutura oca compreende uma pluralidade de discos empilhados.

20 11. Dispositivo de redução de pressão de fluido de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a estrutura oca forma uma forma de seção transversal substancialmente circular.

12. Dispositivo de redução de pressão de fluido, caracterizado pelo fato de que compreende:

25 uma estrutura oca que define uma superfície interna e uma superfície externa; e

uma pluralidade de passagens que estende-se entre as superfícies interna e externa, de maneira tal que cada passagem defina um diâmetro hidráulico da passagem que reduz substancialmente ruído aerodinâmico desenvolvido pelo fluxo de fluido através dela.

13. Dispositivo de redução de pressão de fluido, de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que as passagens definem orifícios em pelo menos uma da superfície interna ou da superfície externa que são uma de forma geral de lua cheia ou estrela.

5 14. Dispositivo de redução de pressão de fluido de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que as passagens definem orifícios em pelo menos uma da superfície interna ou da superfície externa, e em que alguns dos orifícios são pelo menos um de substancialmente invertido ou substancialmente deslocado em relação aos outros orifícios.

10 15. Dispositivo de redução de pressão de fluido de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que as passagens definem orifícios em pelo menos uma da superfície interna ou da superfície externa, e em que cada um dos orifícios tem um perímetro úmido que é maior que o de um círculo que tem a mesma área que um dos orifícios.

15 16. Dispositivo de redução de pressão de fluido de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que as passagens definem orifícios em pelo menos uma da superfície interna ou da superfície externa, em que cada um dos orifícios é associado com um valor do fator modificador do tipo de válvula que é menor que o de um círculo que tem a mesma área de
20 um dos orifícios.

17. Dispositivo de redução de pressão de fluido de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que a estrutura oca forma uma forma de seção transversal substancialmente circular.

18. Aparelho de redução de pressão de fluido, caracterizado
25 pelo fato de que compreende:

um cilindro que tem uma superfície do diâmetro interno e uma superfície do diâmetro externo; e

uma pluralidade de orifícios que estende-se entre as superfícies do diâmetro interno e externo, em que cada um dos orifícios tem uma abertura

na superfície do diâmetro externo que compreende pelo menos primeira e segunda porções de área definidas por um plano que intercepta um centróide da abertura e que têm diferentes áreas.

5 19. Aparelho de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de que pelo menos uma das aberturas tem pelo menos um lado ou borda curvilínea.

20. Aparelho de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de que pelo menos uma das aberturas inclui pelo menos um vértice.

10 21. Aparelho de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de que uma primeira das aberturas é pelo menos uma de substancialmente invertida ou substancialmente deslocada em relação a uma segunda das aberturas.

15 22. Aparelho de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de que pelo menos uma das aberturas é uma dentre no geral em forma de meia lua ou estrela.

23. Aparelho de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de que pelo menos duas das aberturas são conformadas diferentemente.

20 24. Aparelho de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de que o cilindro é formado usando uma pluralidade de cilindros.

25 25. Aparelho de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de que o cilindro é formado usando uma pluralidade de discos empilhados.

26. Aparelho de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de que uma das aberturas tem um perímetro úmido que é maior que o de um círculo que tem a mesma área de uma das aberturas.

27. Aparelho de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de que pelo menos uma das aberturas é associada com um valor do fator modificado do tipo de válvula que é menor que o de um círculo que tem

a mesma área da pelo menos uma das aberturas.

28. Aparelho de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de que pelo menos uma das aberturas tem um perímetro úmido que é maior que o de um círculo que tem a mesma área da pelo menos uma das aberturas.

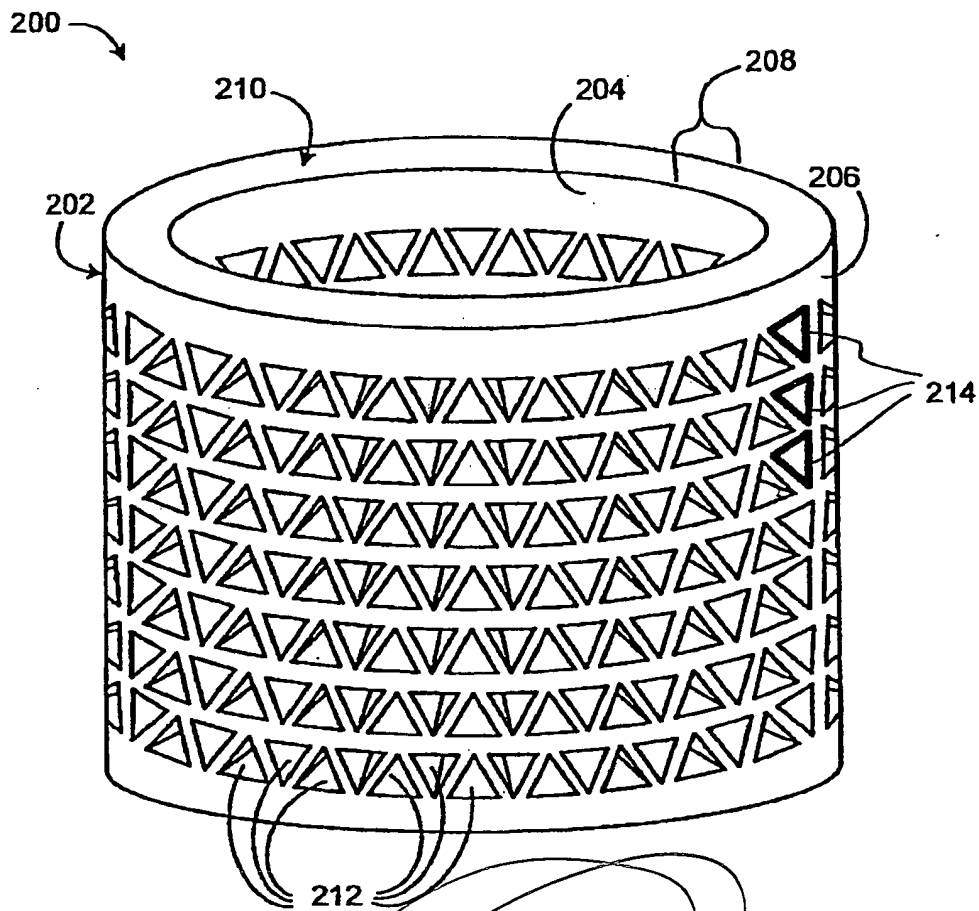


FIG. 1

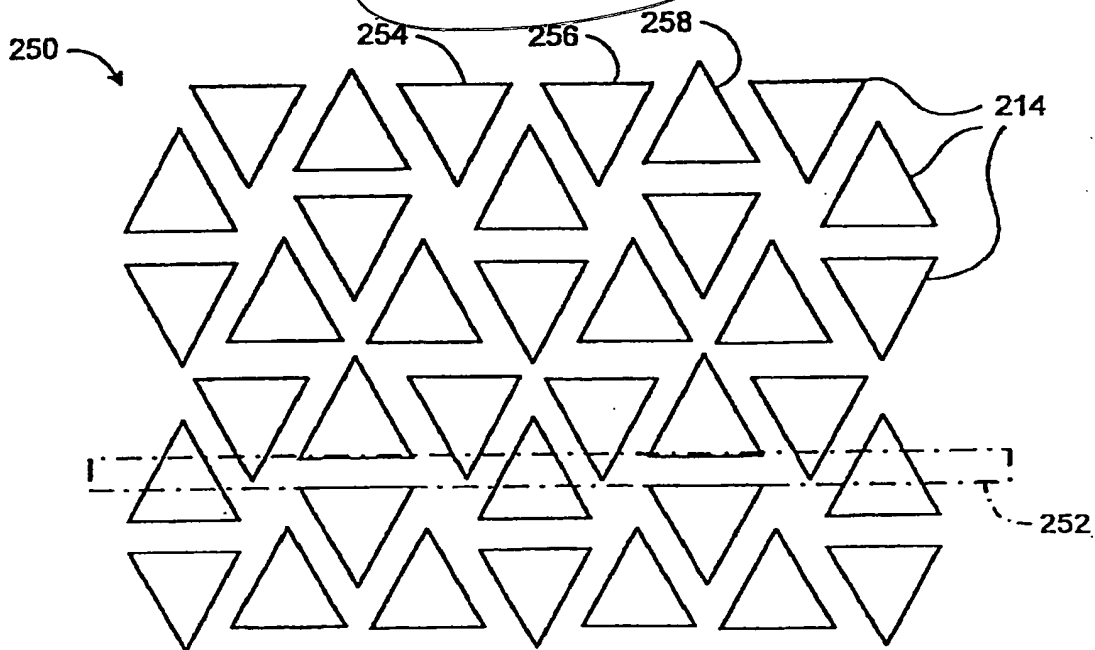


FIG. 2

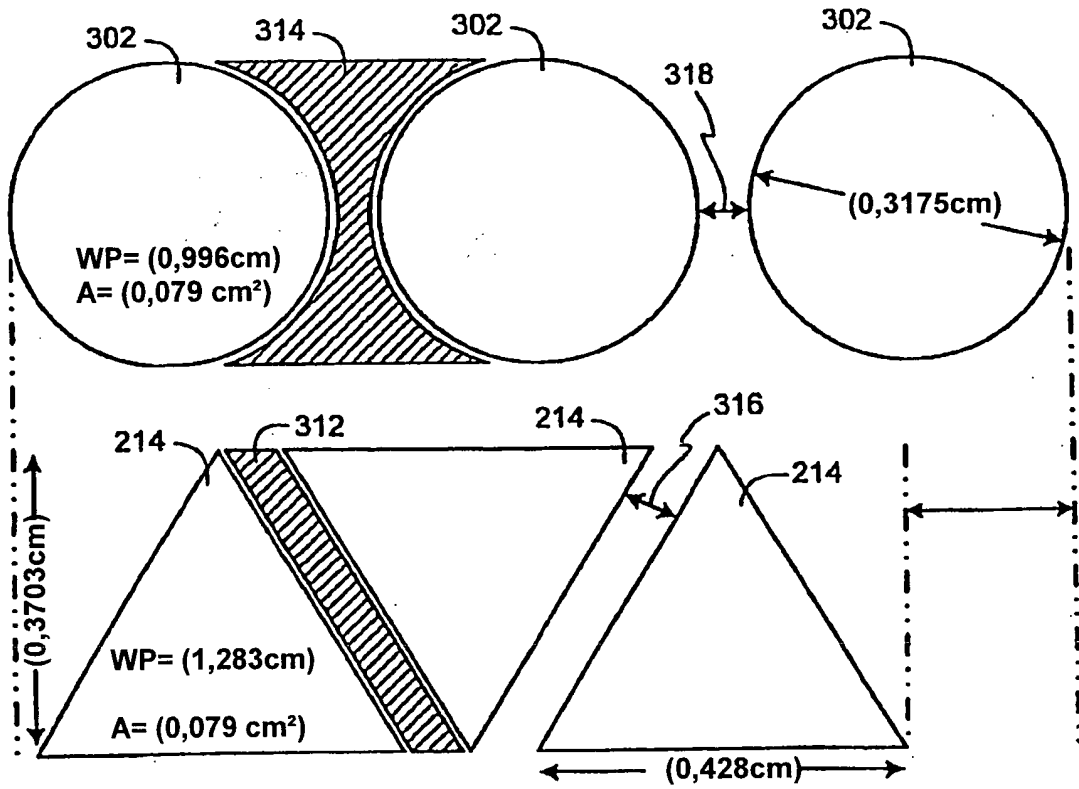


FIG. 3

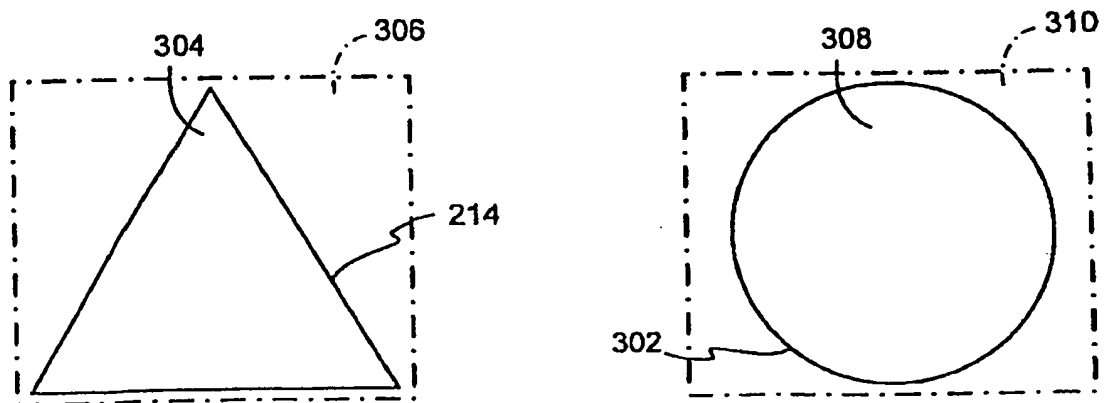


FIG. 4

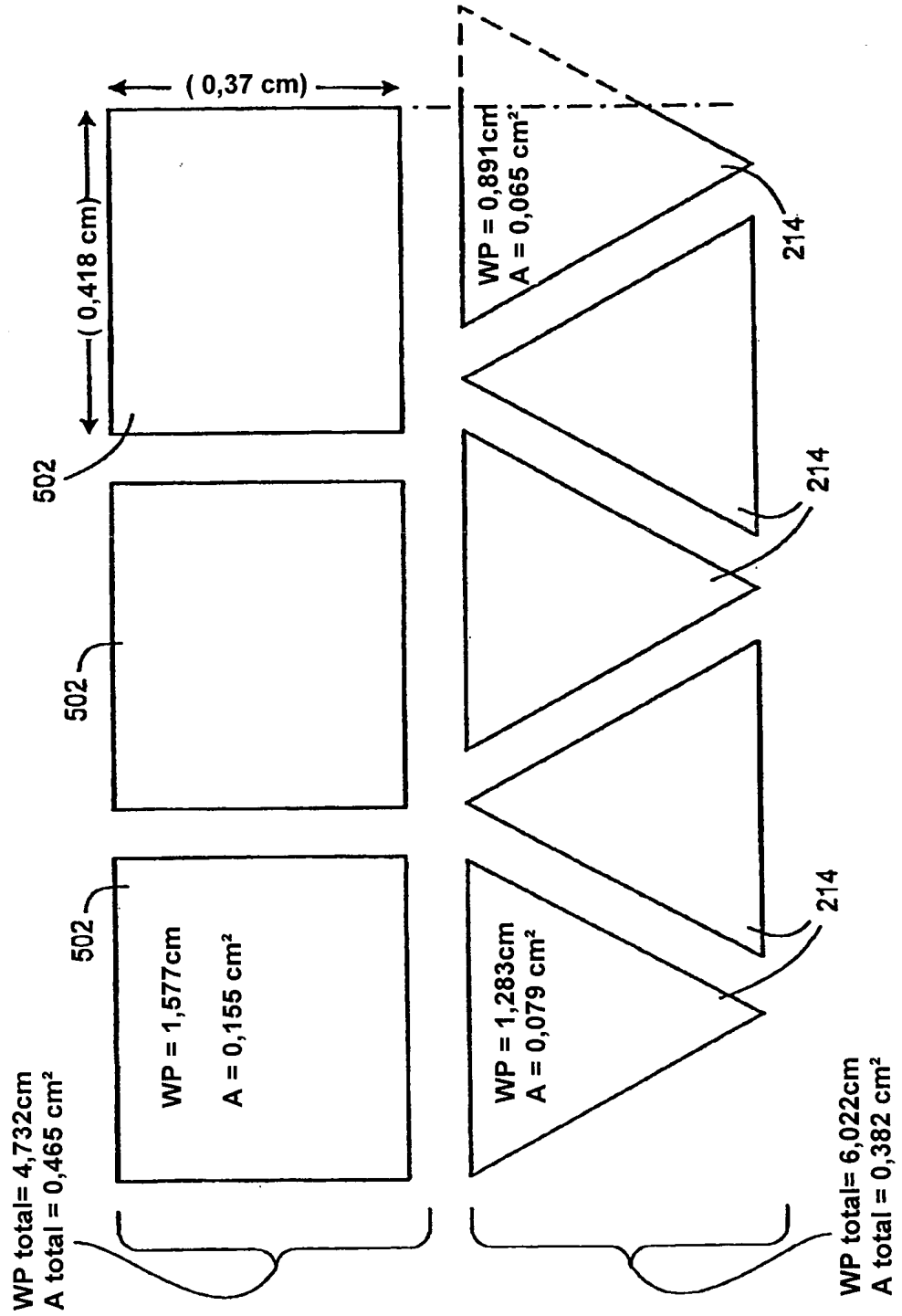


FIG. 5

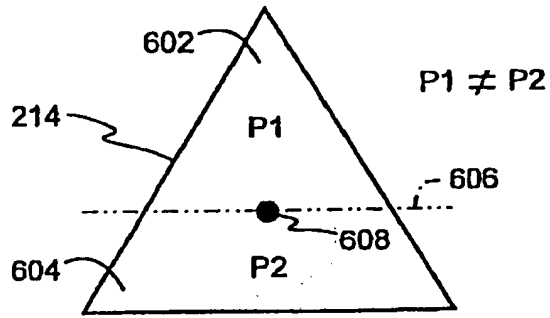


FIG. 6

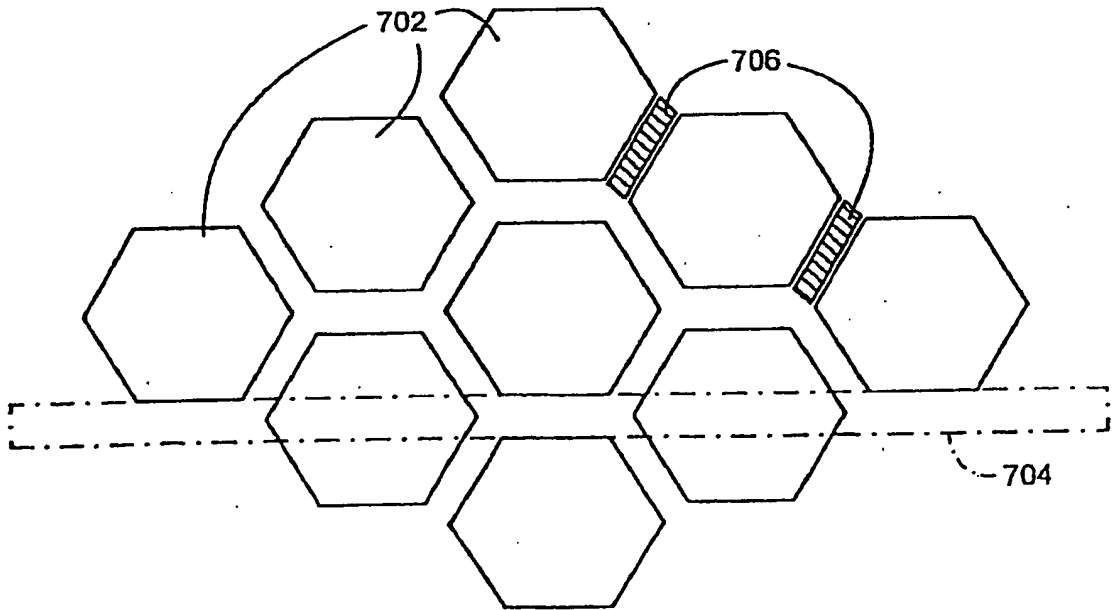


FIG. 7

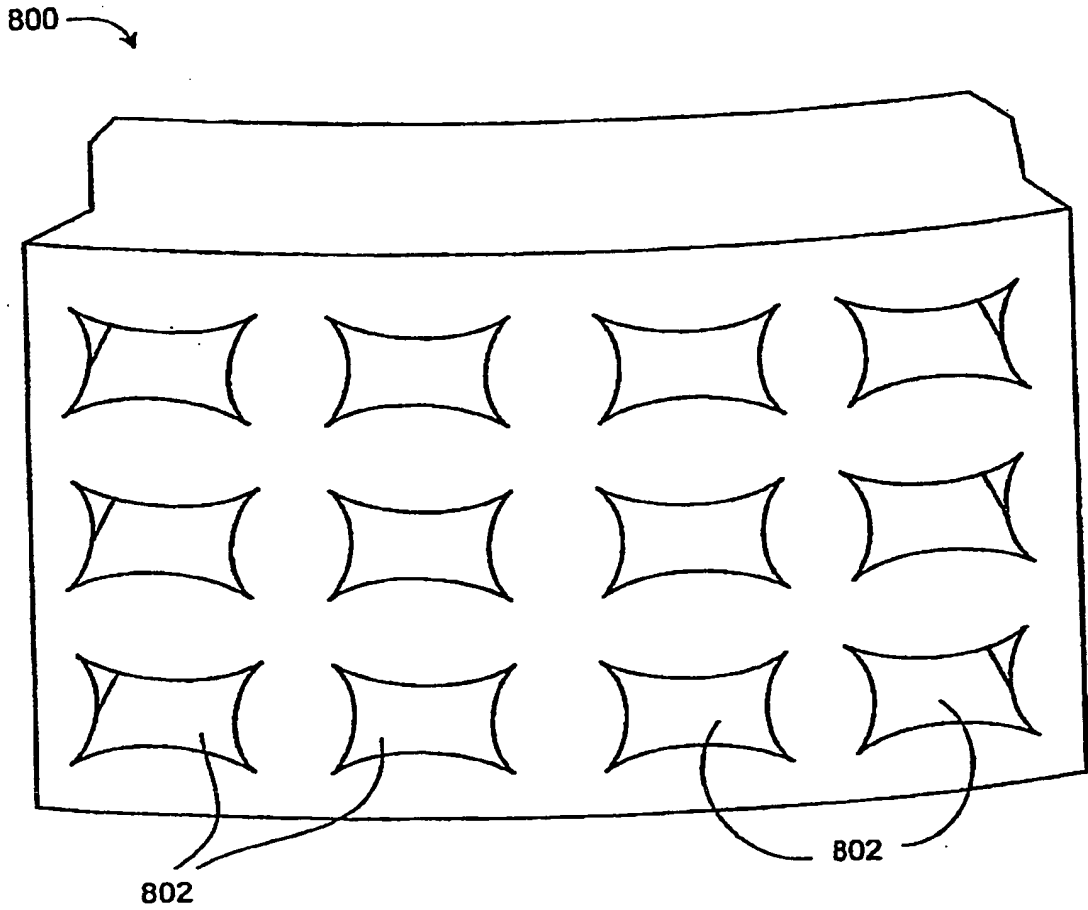


FIG. 8

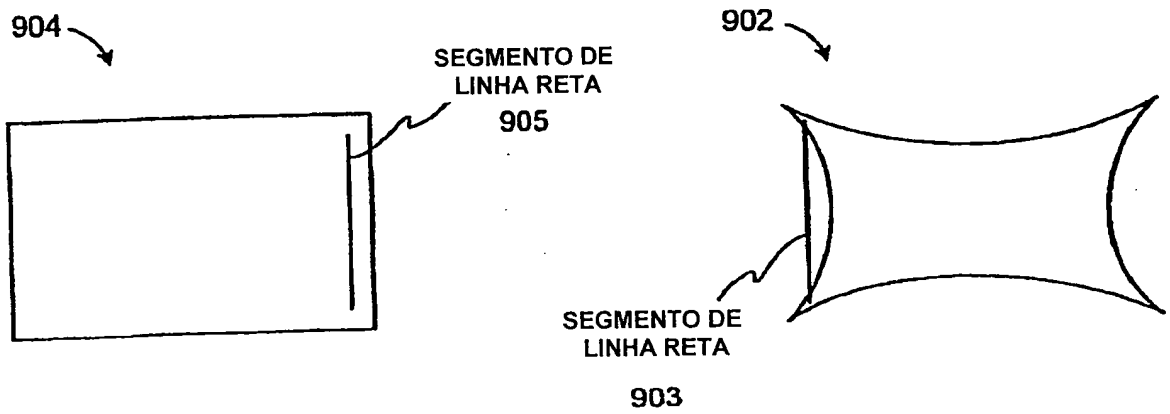


FIG. 9

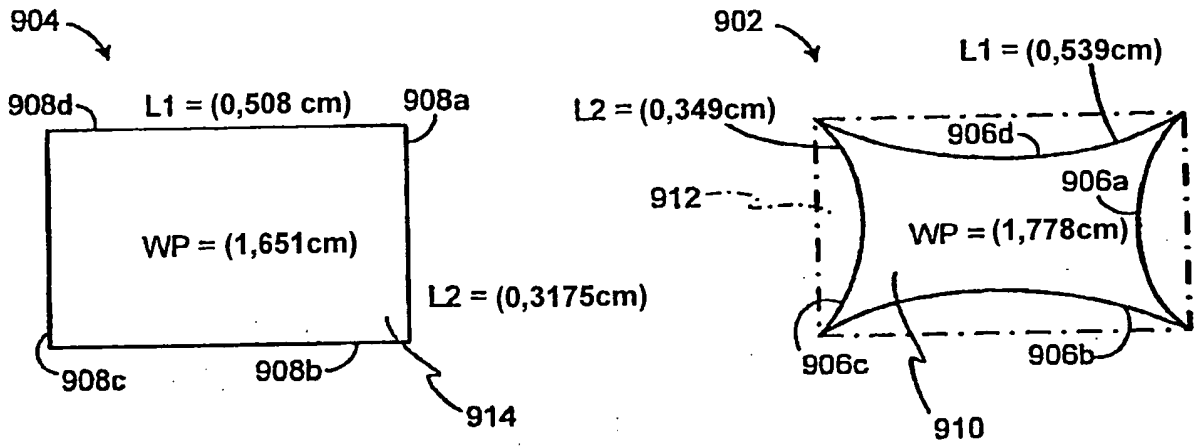


FIG. 10

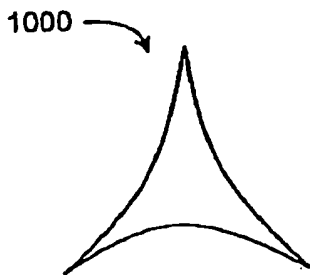


FIG. 11

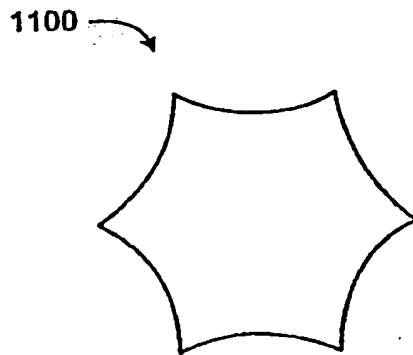


FIG. 12

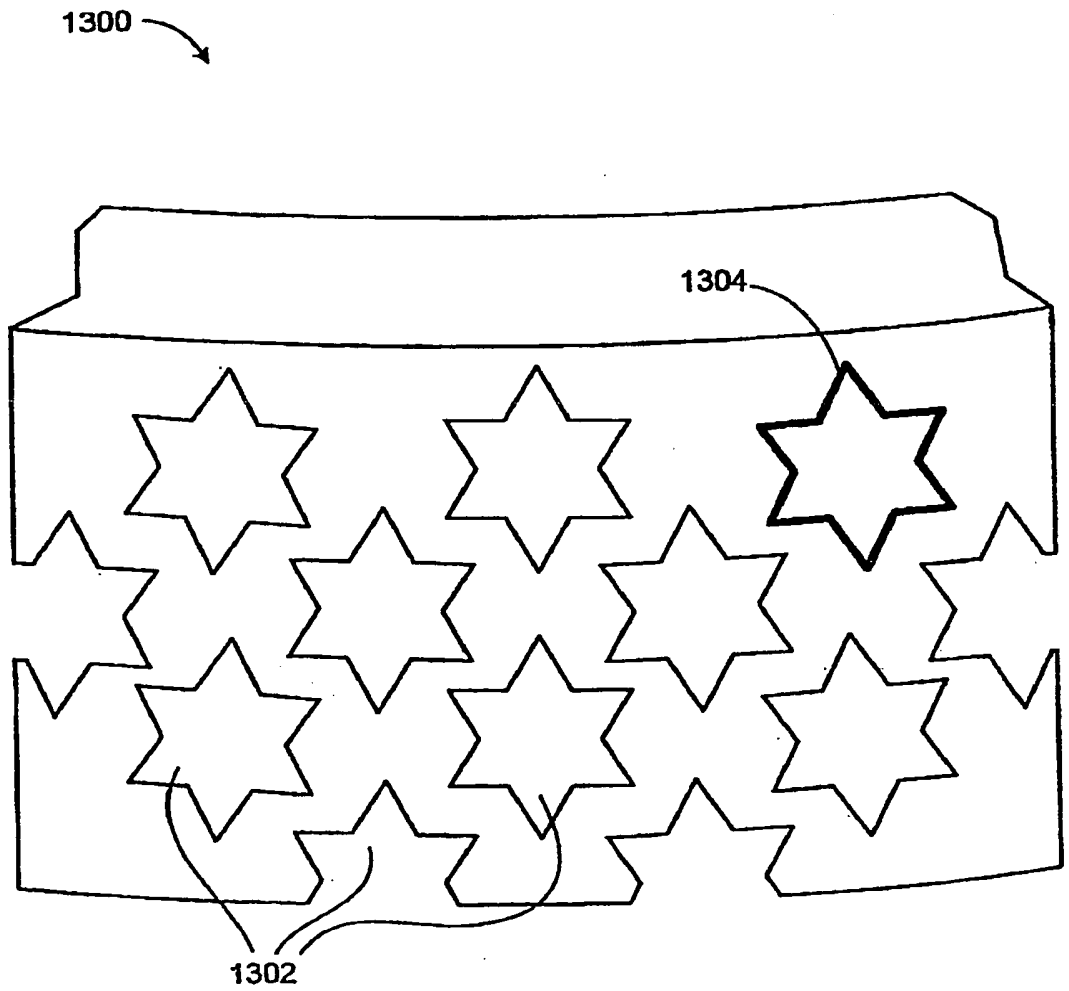


FIG. 13

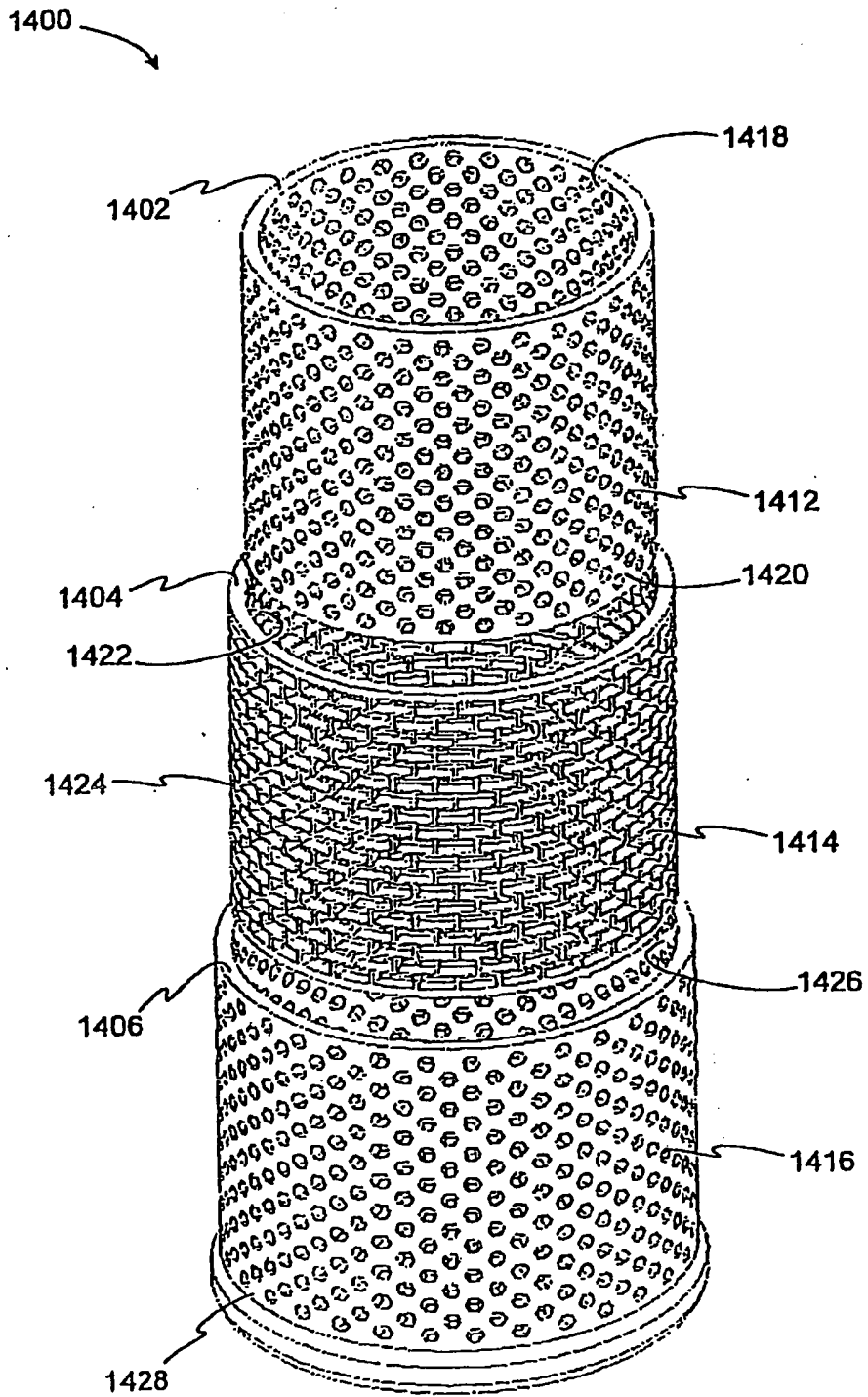


FIG. 14

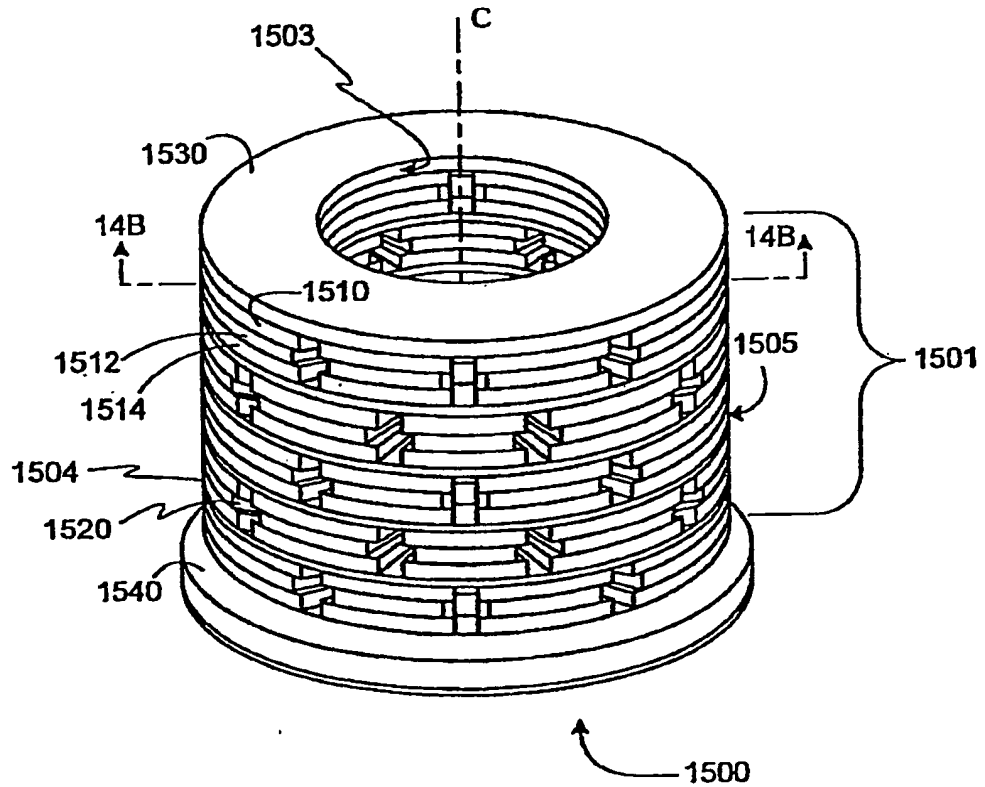


FIG. 15A

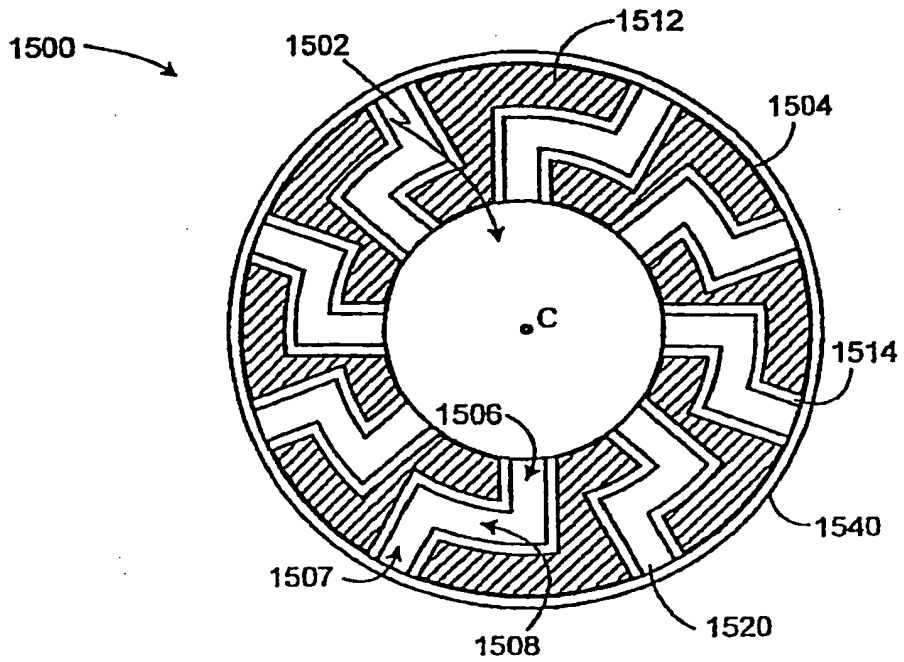


FIG. 15B

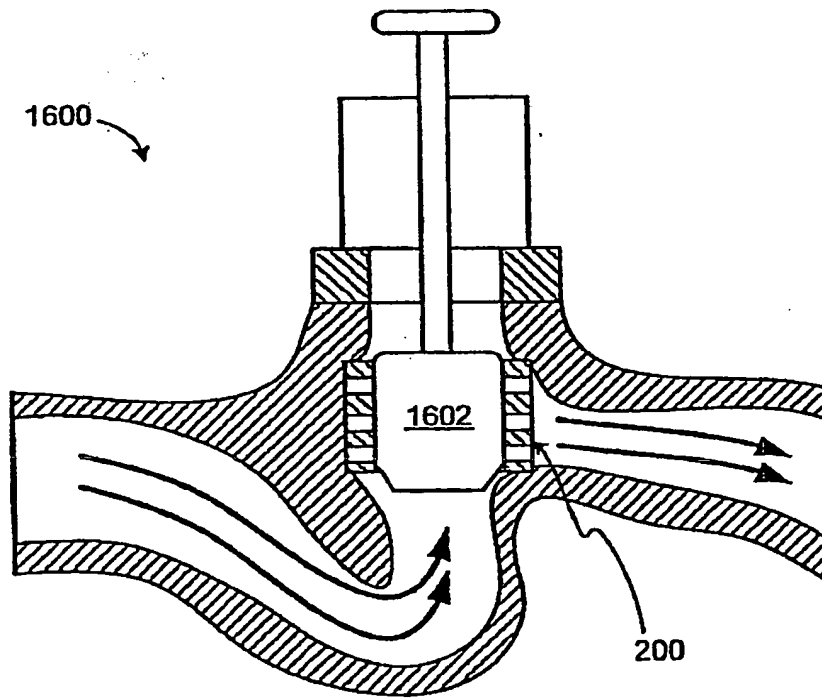


FIG. 16

RESUMO

“DISPOSITIVO E APARELHO DE REDUÇÃO DE PRESSÃO DE FLUIDO”

É descrito um exemplo de dispositivo de redução de pressão de fluido que inclui um cilindro oco (202) que tem uma superfície interna (204) e uma superfície externa (206) e uma pluralidade de passagens (212) que estende-se entre as superfícies interna e externa. Cada passagem delimita um orifício (214) que tem uma área de seção transversal e um perímetro úmido que é maior que um segundo perímetro úmido de um de um orifício em forma de círculo ou um orifício em forma de retângulo que tem a mesma área de seção transversal de uma das passagens.