



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

(21) PI 1103086-0 A2



(22) Data de Depósito: 01/06/2011  
(43) Data da Publicação: 04/02/2014  
(RPI 2248)

(51) Int.Cl.:  
E21B 34/06

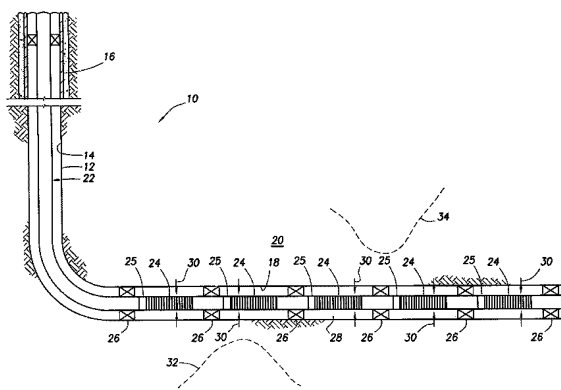
(54) Título: SISTEMA DE RESISTÊNCIA DE FLUXO VARIÁVEL PARA USO EM UM POÇO SUBTERRÂNEO

(30) Prioridade Unionista: 02/06/2010 US 12/792,146

(73) Titular(es): HALLIBURTON ENERGY SERVICES INC

(72) Inventor(es): JASON D. DYKSTRA, MICHAEL FRIPP

(57) Resumo: SISTEMA DE RESISTÊNCIA DE FLUXO VARIÁVEL PARA USO EM UM POÇO SUBTERRÂNEO Um sistema de resistência de fluxo variável para uso em um poço subterrâneo pode incluir uma câmara de fluxo com uma saída e pelo menos uma estrutura que resiste a uma mudança na direção do fluxo de uma composição de fluido em direção à saída. A composição do fluido pode entrar na câmara na direção do fluxo, que muda de acordo com uma proporção de fluido desejável/indesejável na composição do fluido. Outro sistema de resistência de fluxo variável pode incluir uma câmara de fluxo através da qual uma composição do fluido escoa, a câmara tendo uma entrada, uma saída e uma estrutura que impede a mudança do fluxo circular na saída para o fluxo radial em direção à saída.



“SISTEMA DE RESISTÊNCIA DE FLUXO VARIÁVEL PARA USO EM UM POÇO SUBTERRÂNEO”

Fundamentos da invenção

Esta divulgação relaciona-se geralmente aos equipamentos utilizados e as operações realizadas em conjunto com um poço subterrâneo e, em um exemplo descrito abaixo, mais particularmente, fornece resistência variável ao fluxo em um poço subterrâneo.

Em um poço de produção de hidrocarbonetos muitas vezes é benéfico ser capaz de regular o fluxo de fluidos de uma formação de terra em um poço. Uma variedade de finalidades pode ser atendida por esse regulamento, incluindo a prevenção de obstrução de água ou gás, minimizar a produção de areia, minimizar a produção de água e/ou gás, maximizar a produção de petróleo e/ou gás, equilibrar a produção entre as zonas, etc.

Em um poço de injeção, é normalmente desejável injetar uniformemente água, vapor, gás, etc., em zonas múltiplas, de modo que os hidrocarbonetos são deslocados uniformemente através de uma formação de terra, sem o fluido injetado prematuramente romper um poço de produção. Assim, a capacidade de regular o fluxo de fluidos de um poço em uma formação de terra também pode ser benéfica para poços de injeção.

Portanto, Será observado que os avanços na técnica de restringir variavelmente o fluxo de fluidos em um poço seriam desejáveis nas circunstâncias mencionadas acima, e tais avanços também seriam benéficos em uma ampla variedade de outras circunstâncias.

Sumário da invenção

Na divulgação abaixo é fornecido um sistema de resistência de fluxo variável que traz melhorias para a técnica de regular o fluxo de fluido em um poço. É descrito abaixo um exemplo no qual o fluxo de uma composição do fluido resiste mais se a composição do fluido tiver um limiar de uma característica indesejável. Outro exemplo é descrito no qual uma resistência ao fluxo

através do sistema aumenta à medida que a proporção de fluido desejável/indesejável na composição do fluido diminui.

5 Em um aspecto, esta divulgação fornece à técnica um sistema de resistência de fluxo variável para uso em um poço subterrâneo. O sistema pode incluir uma câmara de fluxo através da qual uma composição do fluido esco. A câmara tem pelo menos uma entrada, uma saída e pelo menos uma estrutura que impede a mudança de fluxo circular da  
10 composição do fluido na saída para fluxo radial em direção à saída.

Em outro aspecto, um sistema de resistência de fluxo variável para uso em um poço subterrâneo pode incluir uma câmara de fluxo através da qual um fluxo de composição  
15 esco. A câmara tem pelo menos uma entrada, uma saída e pelo menos uma estrutura que bloqueia o fluxo circular da composição do fluido na saída.

Em outro aspecto, um sistema de resistência de fluxo variável para uso em um poço subterrâneo é fornecido. O  
20 sistema pode incluir uma câmara de fluxo através da qual uma composição do fluido esco no poço, a câmara tendo pelo menos uma entrada, uma saída e pelo menos uma estrutura que bloqueia a mudança de fluxo circular da composição do fluido na saída para fluxo radial em  
25 direção à saída.

Em outro aspecto, um sistema de resistência de fluxo variável descrito abaixo pode incluir uma câmara de fluxo com uma saída e pelo menos uma estrutura que resiste a uma mudança na direção do fluxo de uma composição do  
30 fluido em direção à saída. A composição do fluido entra na câmara em uma direção de fluxo que muda de acordo com uma proporção de fluido desejável/indesejável na composição do fluido.

Em outro aspecto esta divulgação fornece um sistema de  
35 resistência de fluxo variável que pode incluir um dispositivo de seleção de caminho de fluxo que seleciona em qual dos vários caminhos de fluxo a maioria dos fluxos

escoa através do dispositivo, com base em uma proporção de fluido desejável/indesejável em uma composição de fluido. O sistema também inclui uma câmara de fluxo tendo uma saída, uma primeira entrada conectada ao primeiro dos  
5 caminhos de fluxo, uma segunda entrada conectada ao segundo dos caminhos de fluxo e pelo menos uma estrutura que bloqueia o fluxo radial da composição do fluido da segunda entrada até a saída de mais do que bloqueia o fluxo radial da composição do fluido da primeira entrada  
10 até a saída.

Estas e outras características, vantagens e benefícios ficarão visíveis para aqueles versados na técnica sob consideração cuidadosa da descrição detalhada dos exemplos representativos abaixo e das figuras anexadas,  
15 em que elementos similares estão indicados nas várias figuras usando o mesmo número de referência.

#### Breve descrição das figuras

A figura 1 é uma vista esquemática em seção parcialmente transversal de um sistema de poço que pode incorporar os  
20 princípios da presente divulgação;

A figura 2 é uma vista esquemática em seção transversal e escala ampliada de uma tela do poço e um sistema de resistência de fluxo variável que podem ser utilizados no sistema de poço figura 1;

25 A figura 3 é uma vista plana esquemática "desenrolada" de uma configuração do sistema de fluxo de resistência variável, tomada ao longo da linha 3-3 da figura 2;

As figuras 4A e 4B são vistas planas esquemáticas de outra configuração de uma câmara de fluxo do sistema de  
30 resistência de fluxo variável;

A figura 5 é uma vista plana esquemática de outra configuração da câmara de fluxo;

As figuras 6A e 6B são vistas planas esquemáticas de outra configuração do sistema de resistência de fluxo  
35 variável;

As figuras 7A-H são vistas esquemáticas em seção transversal de várias configurações da câmara de fluxo,

com as figuras 7A-G sendo tomadas ao longo da linha 7-7 da figura 4B e a figura 7H sendo tomada ao longo da linha 7H-7H da figura 7G;

5 As figuras 7I e 7J são vistas esquemáticas em perspectiva das configurações de estruturas que podem ser utilizadas na câmara de escoamento do sistema de resistência de fluxo variável; e

As figuras 8A a figura 11 são vistas planas esquemáticas das configurações adicionais da câmara de fluxo.

#### 10 Descrição detalhada da invenção

É ilustrado representativamente na figura 1 um sistema de poço 10 que pode incorporar os princípios da presente divulgação. Como mostrado na figura 1, um poço 12 tem uma seção descoberta geralmente vertical 14 que se estende  
15 para baixo da carcaça 16, bem como uma seção descoberta geralmente horizontal 18 que se estende através de uma formação de terra 20.

Uma cadeia tubular 22 (como uma sequência de tubos de produção) é instalada no poço 12. São interligadas na  
20 cadeia tubular 22 múltiplas telas de poço 24, sistemas de resistência de fluxo variáveis 25 e obturadores 26.

Os obturadores 26 vedam um anel 28 formado radialmente entre a cadeia tubular 22 e a seção do poço 18. Desta forma, fluidos 30 podem ser produzidos a partir de vários  
25 intervalos ou zonas de formação 20 através de porções isoladas dos anéis 28 entre pares adjacentes dos obturadores 26.

Posicionados entre cada par adjacente dos obturadores 26, uma tela do poço 24 e um sistema de resistência de fluxo  
30 variável 25 são interligados na cadeia tubular 22. A tela do poço 24 filtra os fluidos 30 que escoam pela cadeia tubular 22 do anel 28. O sistema de resistência de fluxo variável 25 restringe variavelmente o fluxo dos fluidos 30 na cadeia tubular 22 com base em certas  
35 características dos fluidos.

Neste ponto, convém observar que o sistema de poço 10 é ilustrado nas figuras e é descrito aqui como um mero

exemplo de uma grande variedade de sistemas de poço em que os princípios da presente divulgação podem ser utilizados. Deve ficar claro que os princípios da presente divulgação não se limitam a nenhum dos detalhes do sistema de poço 10, ou seus componentes, representados nas figuras ou descritos aqui.

Por exemplo, não é necessário, em consonância com os princípios desta divulgação, que o poço 12 inclua uma seção de poço geralmente vertical 14 ou uma seção de poço geralmente horizontal 18. Não é necessário que os fluidos 30 sejam produzidos apenas a partir da formação 20, uma vez que em outros exemplos os fluidos podem ser injetados em uma formação, os fluidos podem ser injetados e produzidos a partir de uma formação, etc.

Não é necessário que cada um dentre a tela do poço 24 e o sistema de resistência de fluxo variável 25 seja posicionado entre cada par adjacente dos obturadores 26. Não é necessário que um único sistema de resistência de fluxo variável 25 seja usado em conjunto com uma única tela do poço 24. Qualquer número, disposição e/ou combinação destes componentes podem ser utilizados.

Não é necessário que nenhum sistema de resistência de fluxo variável 25 seja usado com uma tela do poço 24. Por exemplo, em operações de injeção, o fluido injetado pode ser escoado através de um sistema de resistência de fluxo variável 25, sem também escoar através de uma tela do poço 24.

Não é necessário que as telas de poço 24, os sistemas de resistência de fluxo variáveis 25, os obturadores 26 ou quaisquer outros componentes da cadeia tubular 22 sejam posicionados nas seções descobertas 14, 18 do poço 12. Qualquer seção do poço 12 pode ser coberta ou descoberta e qualquer parte da cadeia tubular 22 pode ser posicionada em uma seção coberta ou descoberta do poço, em consonância com os princípios desta divulgação.

Deve ser claramente entendido, portanto, que esta divulgação descreve como fazer e usar alguns exemplos,

mas os princípios da divulgação não se limitam a todos os detalhes desses exemplos. Em vez disso, esses princípios podem ser aplicados a uma variedade de outros exemplos, utilizando os conhecimentos obtidos a partir desta  
5 divulgação.

Será observado por aqueles versados na técnica que seria benéfico ser capaz de regular o fluxo dos fluidos 30 na cadeia tubular 22 de cada zona da formação 20, por exemplo, para evitar a obstrução de água 32 ou gás 34 na  
10 formação. Outros usos para a regulação de fluxo em um poço incluem, mas não estão limitados a, equilibrar a produção de (ou injeção em) de múltiplas zonas, minimizar a produção ou a injeção de fluidos indesejáveis, maximizar a produção ou injeção de fluidos desejáveis,  
15 etc.

Exemplos dos sistemas de resistência de fluxo variáveis 25 descritos mais detalhadamente a seguir podem fornecer estes benefícios, aumentando a resistência ao fluxo se uma velocidade de fluidos aumentar além de um nível selecionado (por exemplo, para equilibrar assim o fluxo entre as zonas, evitar a obstrução de água ou gás, etc.), aumentando a resistência ao fluxo se uma viscosidade ou densidade do fluido diminuir abaixo de um nível selecionado (por exemplo, para restringir assim o fluxo  
20 de um fluido indesejável, como água ou gás, em um poço produtor de petróleo) e/ou aumentando a resistência ao fluxo se uma viscosidade ou densidade do fluido aumentar acima de um nível selecionado (por exemplo, para minimizar assim a injeção de água em um poço de injeção  
25 de vapor).

Conforme usado aqui, o termo "viscosidade" é usado para indicar qualquer uma das propriedades reológicas, incluindo viscosidade cinemática, força de rendimento, viscoplasticidade, tensão superficial, molhabilidade,  
30 etc.

Se um fluido é desejável ou indesejável depende da finalidade da produção ou da operação de injeção a ser

realizada. Por exemplo, se for desejável produzir petróleo a partir de um poço, mas não produzir água ou gás, então o petróleo é um fluido desejável e água e gás são fluidos indesejáveis. Se for desejável produzir gás a partir de um poço, mas não produzir água ou petróleo, o gás é um fluido desejável e água e petróleo são fluidos indesejáveis. Se for desejável injetar vapor em uma formação, mas não injetar água, então o vapor é um fluido desejável e a água é um fluido indesejável.

10 Note-se que, a temperaturas e pressões no poço, o gás de hidrocarbonetos pode estar de fato total ou parcialmente na fase líquida. Assim, deve-se entender que quando o termo "gás" é utilizado aqui, fases líquida e/ou gasosa supercríticas estão incluídas no escopo do termo.

15 Referindo-se adicionalmente agora à figura 2, uma vista ampliada em seção transversal de um dos sistemas de resistência de fluxo variáveis 25 e uma porção de uma das telas de poço 24 é representativamente ilustrada. Neste exemplo, uma composição do fluido 36 (que pode incluir um ou mais fluidos, como petróleo e água, água líquida e vapor, petróleo e gás, gás e água, petróleo, água e gás, etc.) que escoar em direção à tela do poço 24, é assim filtrada, e então escoar para uma entrada 38 do sistema de resistência de fluxo variável 25.

20 Uma composição do fluido pode incluir um ou mais fluidos indesejáveis ou desejáveis. Vapor e água podem ser combinados em uma composição do fluido. Como outro exemplo, petróleo, água e/ou gás podem ser combinados em uma composição do fluido.

25 O fluxo da composição do fluido 36 através do sistema de resistência de fluxo variável 25 é resistido com base em uma ou mais características (tais como densidade, viscosidade, velocidade, etc.) da composição do fluido. A composição do fluido 36 é então descarregada do sistema de resistência de fluxo variável 25 no interior da cadeia tubular 22 através de uma entrada 40.

30 Em outros exemplos a tela do poço 24 não pode ser usada

em conjunto com o sistema de resistência de fluxo variável 25 (por exemplo, em operações de injeção), a composição do fluido 36 poderia escoar em uma direção oposta através dos vários elementos do sistema de poço 10 (por exemplo, em operações de injeção), um único sistema de resistência de fluxo variável pode ser usado em conjunto com telas de poço múltiplas, sistemas múltiplos de resistência de fluxo variáveis podem ser usados com uma ou mais telas de poço, a composição do fluido pode ser recebida ou descarregada em regiões de um poço diferente de um anel ou uma cadeia tubular, a composição do fluido pode escoar pelo sistema de resistência de fluxo variável antes de fluir através da tela do poço, quaisquer outros componentes podem ser interligados a montante ou a jusante da tela do poço e/ou do sistema de resistência de fluxo variável, etc. Assim, Será observado que os princípios desta divulgação não se limitam aos detalhes do exemplo apresentado na figura 2 e descritos aqui.

Apesar da tela de poço—24 descrita na figura 2 ser do tipo conhecido por aqueles versados na técnica como uma tela de poço de arame enrolado, quaisquer outros tipos ou combinações de telas de poço (como uma malha de arame sintetizada, expandida, pré-embalada, etc.) podem ser usados em outros exemplos. Componentes adicionais (como mortalhas, tubos de derivação, linhas, instrumentos, sensores, dispositivos de controle de fluxo, etc.) também podem ser usados, se desejado.

O sistema de resistência de fluxo variável 25 é retratado de forma simplificada na figura 2, mas em um exemplo preferido, o sistema pode incluir várias passagens e dispositivos para executar várias funções, como será descrito mais pormenorizadamente abaixo. Além disso, o sistema 25 se estende preferencialmente pelo menos circunferencialmente sobre a cadeia tubular 22, ou o sistema pode ser formado em uma parede de uma estrutura tubular interligada como parte da cadeia tubular.

Em outros exemplos, o sistema 25 não pode se estender circunferencialmente sobre uma cadeia tubular ou ser formado em uma parede de uma estrutura tubular. Por exemplo, o sistema 25 pode ser formado em uma estrutura  
5 plana, etc. O sistema 25 poderia estar em um alojamento independente que é ligado à cadeia tubular 22, ou poderia ser orientado de modo que o eixo da saída 40 seja paralelo ao eixo da cadeia tubular. O sistema 25 poderia estar em uma cadeia de transporte ou ligado a um  
10 dispositivo que não é tubular na forma. Qualquer orientação ou configuração do sistema 25 pode ser utilizada em consonância com os princípios desta divulgação.

Referindo-se adicionalmente agora à figura 3, uma vista em seção transversal mais detalhada de um exemplo do sistema 25 é representativamente ilustrada. O sistema 25 é retratado na figura 3 como se estivesse "desenrolado" de sua configuração de se estender circunferencialmente em uma configuração geralmente planar.

~~20 Como descrito acima, a composição do fluido 36 entra no sistema 25 através da entrada 38 e sai do sistema através da saída 40. A resistência ao fluxo da composição do fluido 36 através do sistema 25 varia com base em uma ou mais características da composição do fluido. O sistema~~  
25 representado na figura 3 é similar em muitos aspectos ao ilustrado na figura 23 do pedido anterior de n° de série 12/700685, incorporado aqui por referência acima.

No exemplo da figura 3 a composição do fluido 36 escoava inicialmente em múltiplas passagens de fluxo 42, 44, 46,  
30 48. As passagens de fluxo 42, 44, 46, 48 direcionam a composição do fluido 36 para dois dispositivos de seleção de caminho de fluxo 50, 52. O dispositivo 50 seleciona em qual dos dois caminhos de fluxo 54, 56 a maioria do fluxo das passagens 44, 46, 48 entrará e o outro dispositivo 52  
35 seleciona em qual dos dois caminhos de fluxo 58, 60 a maioria do fluxo das passagens 42, 44, 46, 48 entrará.

A passagem de fluxo 44 é configurada para ser mais

restritiva ao fluxo de fluidos com alta viscosidade. O fluxo de fluidos de maior viscosidade será cada vez mais restrito através da passagem do fluxo 44.

5 Como usado aqui, o termo "viscosidade" é usado para indicar qualquer uma das propriedades reológicas relacionadas, incluindo viscosidade cinemática, força de rendimento, viscoplasticidade, tensão superficial, molhabilidade, etc.

10 Por exemplo, a passagem de fluxo 44 pode ter uma área de fluxo relativamente pequena, a passagem de fluxo pode exigir que o fluido que escoar por ela siga um caminho tortuoso. Rugosidade de superfície ou estruturas que impedem o fluxo podem ser utilizadas para proporcionar um aumento da resistência ao fluxo de um fluido de alta

15 viscosidade, etc. Um fluido de viscosidade relativamente baixa, no entanto, pode escoar pela passagem de fluxo 44 com resistência relativamente baixa a este fluxo.

Uma passagem de controle 64 do dispositivo de seleção do caminho de fluxo 50 recebe o fluido que escoar através da

20 ~~passagem de fluxo 44. Uma porta de controle 66 no fim da~~ passagem de controle 64 tem uma área de fluxo reduzida, aumentando assim a velocidade do fluido que sai da passagem de controle.

A passagem de fluxo 48 é configurada para ter uma

25 resistência ao fluxo que é relativamente insensível à viscosidade dos fluidos que escoam nela, mas que pode ser cada vez mais resistente ao fluxo de maior velocidade e/ou fluidos de densidade. O fluxo dos fluidos de maior viscosidade pode ser cada vez mais contido através da

30 passagem de fluxo 48, mas não tanto quanto um fluxo destes fluidos seria contido através da passagem de fluxo 44.

No exemplo mostrado na figura 3 o fluido que escoar através da passagem de fluxo 48 deve fluir através de uma

35 câmara de "vórtice" 62 antes de ser descarregado em uma passagem de controle 68 do dispositivo de seleção do caminho de fluxo 50. Uma vez que a câmara 62 neste

exemplo tem uma forma cilíndrica com uma saída central, e a composição do fluido 36 se move em espiral pela câmara, aumentando a velocidade conforme se aproxima da saída, conduzida por um diferencial de pressão da entrada até a  
5 saída, a câmara é referida como uma câmara de "vórtice". Em outros exemplos, um ou mais orifícios, tubos de Venturi, bocais, etc. podem ser utilizados.

A passagem de controle 68 termina em uma porta de controle 70. A porta de controle 70 tem uma área de fluxo  
10 reduzida, a fim de aumentar a velocidade do fluido que sai da passagem de controle 68.

Será observado que, à medida que uma viscosidade da composição do fluido 36 aumenta, uma maior proporção da composição do fluido escoará através da passagem de fluxo  
15 48, da passagem de controle 68 e da porta de controle 70 (devido à passagem de fluxo 44 resistir ao fluxo de um fluido de viscosidade maior mais do que a passagem de fluxo 48 e a câmara de vórtice 62) e à medida que uma viscosidade da composição do fluido diminui, uma maior  
20 ~~proporção da composição do fluido escoará através da~~ passagem de fluxo 44, da passagem de controle 64 e da porta de controle 66.

O fluido que escoar através da passagem de fluxo 46 também escoar através de uma câmara de vórtice 72, que pode ser  
25 semelhante à câmara de vórtice 62 (embora a câmara de vórtice 72 em um exemplo preferido forneça menos resistência ao fluxo que a câmara de vórtice 62) e é descarregado em uma passagem central 74. A câmara de vórtice 72 é usada para "combinação de impedância" para  
30 alcançar um equilíbrio desejado de fluxos através das passagens de fluxo 44, 46, 48.

Note que as dimensões e outras características dos vários componentes do sistema 25 deverão ser escolhidas adequadamente, de modo que os resultados desejados são  
35 alcançados. No exemplo da figura 3, um resultado desejado do dispositivo de seleção de caminho de fluxo 50 é que o fluxo da maioria da composição do fluido 36 que escoar

através das passagens de fluxo 44, 46, 48 é direcionado para o caminho de fluxo 54 quando a composição do fluido tem um nível suficientemente elevado proporção de fluido desejável/indesejável.

5 Neste caso, o fluido desejável é petróleo, que tem uma viscosidade mais elevada do que a água ou gás, e assim, quando uma proporção suficientemente elevada da composição do fluido 36 é petróleo, a maioria da composição do fluido 36 que entra no dispositivo de  
10 seleção de caminho de fluido 50 será direcionada a escoar para o caminho do fluxo 54, em vez de escoar para dentro do caminho do fluxo 56. Este resultado é alcançado devido ao fato do fluido sair da porta de controle 70 em uma taxa maior ou a uma velocidade maior do que o fluido que  
15 sai da porta de controle 66, influenciando assim o fluido que escoar das passagens 64, 68, 74 a fluir mais em direção ao caminho de fluxo 54.

Se a viscosidade da composição do fluido 36 não for suficientemente alta (e, portanto, uma proporção de  
20 fluido desejável/indesejável estiver abaixo de um nível selecionado), a maioria da composição de fluido que entra no dispositivo de seleção de caminho de fluxo 50 será direcionada a escoar para o caminho do fluxo 56, em vez de escoar para o caminho do fluxo 54. Isso se dará devido  
25 à saída de fluido da porta de controle 66 em uma taxa maior ou a uma velocidade maior do que o fluido que sai da outra porta de controle 70, influenciando assim o fluido que escoar das passagens 64, 68, 74 a escoar mais em direção ao caminho do fluxo 56.

30 Será observado que, ao configurar adequadamente as passagens de fluxo 44, 46, 48, passagens de controle 64, 68, portas de controle 66, 70, câmaras de vórtice 62, 72, etc., a proporção de fluido desejável/indesejável na composição do fluido 36 em que o dispositivo 50 seleciona  
35 a passagem de fluxo 54 ou 56 para o fluxo da maioria do fluido a partir do dispositivo pode ser configurada para vários níveis diferentes.

Os caminhos de fluxo 54, 56 direcionam o fluido para as respectivas passagens de controle 76, 78 do outro dispositivo de seleção de caminho de fluxo 52. As passagens de controle 76, 78 terminam nas respectivas portas de controle 80, 82. Uma passagem central 75 recebe o fluido da passagem de fluxo 42.

O dispositivo de seleção de caminho de fluxo 52 funciona de modo semelhante ao dispositivo de seleção de caminho de fluxo 50, em que o fluido que escoar para o dispositivo 52 através das passagens 75, 76, 78 é direcionado para um dos caminhos de fluxo 58, 60 e a seleção do caminho de fluxo depende de uma proporção de fluido descarregada a partir das portas de controle 80, 82. Se o fluido escoar através da porta de controle 80 em uma taxa ou velocidade maior em relação ao fluido que escoar através da porta de controle 82, então a maioria da composição do fluido 36 será direcionada para fluir através do caminho de fluxo 60. Se o fluido escoar através da porta de controle 82 em uma taxa ou velocidade maior em comparação ao fluido que escoar através da porta de controle 80, então a maioria da composição do fluido 36 será direcionada para fluir através do caminho de fluxo 58.

Embora dois dos dispositivos de seleção de caminho de fluxo 50, 52 sejam representados no exemplo do sistema na figura 3, será observado que qualquer número (incluindo um) dos dispositivos de seleção de caminho de fluxo pode ser utilizado em consonância com os princípios desta divulgação. Os dispositivos 50, 52 ilustrados na figura 3 são do tipo conhecido por aqueles versados na técnica como amplificadores de proporção de fluido do tipo jato, mas outros tipos de dispositivos de seleção de caminho de fluxo (por exemplo, amplificadores de proporção de fluido do tipo jato, amplificadores de proporção de fluido do tipo pressão, comutadores de fluido bi-estável, amplificadores de proporção de fluido proporcional, etc.) podem ser utilizados em consonância com os princípios desta divulgação.

- O fluido que escoar através do caminho de fluxo 58 entra em uma câmara de fluxo 84 através de uma entrada 86 que direciona o fluido para entrar na câmara, geralmente tangencialmente (por exemplo, a câmara 84 tem forma semelhante a um cilindro e a entrada 86 é alinhada com uma tangente a uma circunferência do cilindro). Como resultado, o fluido se moverá em espiral pela câmara 84, até que finalmente sai através da saída 40, como indicado esquematicamente pela seta 90 na figura 3.
- 10 O fluido que escoar através do caminho de fluxo 60 entra na câmara de fluxo 84 através de uma entrada 88 que direciona o fluido para escoar mais diretamente para a saída 40 (por exemplo, em uma direção radial, conforme indicado esquematicamente pela seta 92 na FIG. 3). Como
- 15 será prontamente observado, muito menos energia é consumida mesma vazão quando o fluido escoar mais diretamente em direção à saída 40 em comparação a quando o fluido escoar menos diretamente em direção à saída. Assim, menos resistência ao fluxo é experimentada quando
- 20 a composição do fluido 36 escoar mais diretamente em direção à saída 40 e, inversamente, maior resistência ao fluxo é experimentada quando a composição do fluido escoar menos diretamente em direção à saída. Assim, trabalhando a montante da saída 40, menos resistência ao fluxo é
- 25 experimentada quando a maioria da composição do fluido 36 escoar para a câmara 84 da entrada 88 e através do caminho de fluxo 60.
- A maioria da composição do fluido 36 escoar através do caminho de fluxo 60 quando o fluido sai da porta de controle 80 a uma taxa ou velocidade maior em comparação
- 30 ao fluido que sai da porta de controle 82. Mais fluido sai da porta de controle 80 quando a maioria do fluido que escoar a partir das passagens, 64, 68, 74 flui através do caminho de fluxo 54.
- 35 A maioria do fluido que escoar das passagens 64, 68, 74 flui através do caminho de fluxo 54 quando o fluido sai da porta de controle 70 a uma taxa ou velocidade maior em

comparação ao fluido que sai da porta de controle 66. Mais fluido sai da porta de controle 70 quando uma viscosidade da composição do fluido 36 está acima de um nível selecionado.

5 Assim, o fluxo através do sistema 25 é menos contido quando a composição do fluido 36 apresenta uma maior viscosidade (e uma maior proporção de fluido desejável/indesejável nele). O fluxo através do sistema 25 é mais contido quando a composição do fluido 36  
10 apresenta uma menor viscosidade.

Mais resistência ao fluxo é experimentada quando a composição do fluido 36 escoa menos diretamente em direção à saída 40 (por exemplo, conforme indicado pela seta 90). Assim, mais resistência ao fluxo é  
15 experimentada quando a maioria da composição do fluido 36 flui para a câmara 84 a partir da entrada 86 e através do caminho de fluxo 58.

A maioria da composição do fluido 36 escoa através do caminho de fluxo 58 quando o fluido sai da porta de controle 82 a uma taxa ou velocidade maior em comparação  
20 ao fluido que sai da porta de controle 80. Mais fluido sai da porta de controle 82 quando a maioria do fluido que escoa das passagens 64, 68, 74 flui através do caminho de fluxo 56, em vez de através do caminho  
25 de fluxo 54.

A maioria do fluido que escoa das passagens 64, 68, 74 flui através do caminho de fluxo 56 quando fluido sai da porta de controle 66 a uma taxa ou velocidade maior em relação ao fluido que sai da porta de controle 70. Mais  
30 fluido sai da porta de controle 66 quando uma viscosidade da composição do fluido 36 está abaixo de um nível selecionado.

Como descrito acima, o sistema 25 é configurado para fornecer menor resistência ao fluxo quando a composição  
35 do fluido 36 apresenta uma viscosidade maior, e mais resistência ao fluxo quando a composição do fluido tem uma viscosidade menor. Isso é útil quando se deseja maior

fluxo de um fluido de alta viscosidade e menor fluxo de um fluido de baixa viscosidade (por exemplo, a fim de produzir mais óleo e menos água ou gás).

Se for desejado maior fluxo de um fluido de baixa viscosidade e menos fluxo de um fluido de alta viscosidade (por exemplo, a fim de produzir mais gás e menos água, ou para injetar mais vapor e menos água), então o sistema 25 pode ser facilmente reconfigurado para este fim. Por exemplo, as entradas 86, 88 poderiam convenientemente ser invertidas, de modo que o fluido que escoava através do caminho de fluxo 58 é direcionado para a entrada 88 e o fluido que escoava através do caminho de fluxo 60 é direcionado para a entrada 86.

Referindo-se adicionalmente agora às figuras 4A e 4B, outra configuração da câmara de fluxo 84 é representativamente ilustrada, além do restante do sistema de resistência de fluxo variável 25. A câmara de fluxo 84 das figuras 4A e 4B é semelhante em muitos aspectos com a câmara de fluxo da figura 3, mas é diferente pelo menos na medida em que uma ou mais estruturas 94 estão incluídas na câmara. Conforme retratado nas figuras 4A e 4B, a estrutura 94 pode ser considerada uma estrutura única com uma ou mais interrupções ou aberturas 96 nela, ou como estruturas múltiplas separadas por interrupções ou aberturas.

A estrutura 94 induz qualquer porção da composição do fluido 36 que escoava de modo circular pela câmara 84 e tem uma velocidade relativamente alta, alta densidade ou baixa viscosidade, a continuar a fluir de modo circular pela câmara, mas pelo menos uma das aberturas 96 permite o fluxo mais direto da composição do fluido da entrada 88 até a saída 40. Assim, quando a composição do fluido 36 entra na outra entrada 86, ela inicialmente escoava de modo circular para dentro da câmara 84 pela saída 40 e a estrutura 94 cada vez mais resiste ou dificulta uma mudança na direção do fluxo da composição do fluido em direção à saída à medida que a velocidade e/ou a

densidade da composição do fluido aumenta e/ou à medida que uma viscosidade da composição do fluido diminui. As aberturas 96, no entanto, permitem que a composição do fluido 36 escoe gradualmente em forma de espiral para dentro da saída 40.

Na figura 4A, uma velocidade relativamente alta, baixa viscosidade e/ou composição de fluido de alta densidade 36 entra na câmara 84 através da entrada 86. Parte da composição do fluido 36 também pode entrar na câmara 84 através da entrada 88, mas neste exemplo a maioria substancial da composição do fluido entra através da entrada 86, escoando assim tangencialmente à câmara de fluxo 84 inicialmente (Isto é, em um ângulo de 0 grau em relação a uma tangente da circunferência exterior da câmara de fluxo).

Ao entrar na câmara 84, a composição do fluido 36 escoava inicialmente de modo circular pela saída 40. Pela maior parte de seu caminho na saída 40, a composição do fluido 36 é impedida, ou pelo menos bloqueada, de mudar de direção e fluir radialmente em direção à saída pela estrutura 94. As aberturas 96, no entanto, permitem gradualmente que porções da composição do fluido 36 se movem em espiral radialmente interna em direção à saída 40.

Na figura 4B, uma composição de fluido de velocidade relativamente baixa, alta viscosidade e/ou baixa densidade 36 entra na câmara 84 através da entrada 88. Parte da composição do fluido 36 também pode entrar na câmara 84 através da entrada 86, mas neste exemplo, a maioria substancial da composição do fluido entra através da entrada 88, assim escoando radialmente através da câmara de fluxo 84 (isto é, em um ângulo de 90 graus em relação a uma tangente da circunferência exterior da câmara de fluxo).

Uma das aberturas 96 permite que a composição do fluido 36 escoe de forma mais direta da entrada 88 até a saída 40. Assim, o fluxo radial da composição do fluido 36 em

direção à saída 40 neste exemplo não é contido ou bloqueado significativamente pela estrutura 94.

Se uma porção da composição de fluido 36 de velocidade relativamente baixa, alta viscosidade e/ou de baixa densidade escoar de modo circular pela saída 40 na figura 4B, as aberturas 96 permitirão que a composição do fluido mude de direção rapidamente e escoe mais diretamente em direção à saída. De fato, à medida que uma viscosidade da composição do fluido 36 aumenta, ou à medida que uma densidade ou velocidade da composição do fluido diminui, as estruturas 94 nesta situação dificultarão cada vez mais o fluxo circular da composição do fluido 36 pela câmara 84, permitindo que a composição do fluido mude mais facilmente de direção e escoe através das aberturas 96.

Note que não é necessário que múltiplas aberturas 96 sejam fornecidas na estrutura 94, uma vez que a composição do fluido 36 pode fluir de forma mais direta da entrada 88 até a saída 40 através de uma única abertura, e uma única abertura pode também permitir que o fluxo da entrada 86 se mova em espiral interna gradualmente em direção à saída. Qualquer número de aberturas 96 (ou outras áreas de baixa resistência ao fluxo radial) pode ser fornecido de acordo com os princípios desta divulgação.

Além disso, não é necessário que uma das aberturas 96 seja posicionada diretamente entre a entrada 88 e a saída 40. As aberturas 96 na estrutura 94 podem proporcionar um fluxo mais direto da composição do fluido 36 a partir da entrada 88 até a saída 40, mesmo se parte do fluxo circular da composição do fluido na estrutura for necessária para que a composição do fluido escoe para dentro através de uma das aberturas.

Será observado que o fluxo mais tortuoso da composição do fluido 36 no exemplo da figura 4A resulta em mais energia sendo consumida na mesma vazão e, portanto, mais resistência ao fluxo da composição do fluido em

comparação com o exemplo da figura 4B. Se petróleo for um fluido desejável e água e/ou gás forem fluidos indesejáveis, então será observado que o sistema de resistência de fluxo variável 25 das figuras 4A e 4B  
5 fornecerá menos resistência ao fluxo da composição do fluido 36 quando se tem um aumento da proporção de fluido desejável/indesejável nele, e proporcionará uma maior resistência ao fluxo quando a composição do fluido tem uma proporção de fluido desejável/indesejável nela.

10 Referindo-se adicionalmente agora à figura 5, outra configuração da câmara 84 é representativamente ilustrada. Nesta configuração a câmara 84 inclui quatro das estruturas 94, que são igualmente espaçadas entre si por quatro aberturas 96. As estruturas 94 podem ser igual  
15 ou desigualmente espaçadas, dependendo dos parâmetros operacionais desejados do sistema 25.

Referindo-se adicionalmente agora às figuras 6A e 6B, outra configuração do sistema de resistência de fluxo variável 25 é representativamente ilustrada. O sistema de  
20 resistência de fluxo variável 25 das figuras 6A e 6B difere substancialmente daquele da figura 3, pelo menos na medida em que é muito menos complexo e tem menos componentes. De fato, na configuração das figuras 6A e 6B, apenas a câmara 84 se interpõe entre a entrada 38 e  
25 saída 40 do sistema 25.

A câmara 84 na configuração das figuras 6A e 6B tem apenas uma única entrada 86. A câmara 84 também inclui as estruturas 94 nela.

Na figura 6A, uma composição de fluido 36 de velocidade  
30 relativamente alta, baixa viscosidade e/ou alta densidade entra na câmara 84 através da entrada 86 e é influenciada pela estrutura 94 a continuar a escoar pela câmara. A composição do fluido 36, portanto, escoar de forma tortuosa através da câmara 84, eventualmente movendo-se  
35 em espiral interna até a saída 40 à medida que ultrapassa gradualmente a estrutura 94 através das aberturas 96.

Na figura 6B, no entanto, a composição do fluido 36

apresenta uma velocidade menor, viscosidade maior e/ou densidade menor. A composição do fluido 36 neste exemplo é capaz de mudar de direção mais rapidamente à medida que escoar para a câmara 84 através da entrada 86, permitindo  
5 que ela flua de forma mais direta da entrada até a saída 40 através das aberturas 96.

Será observado que o caminho de fluxo mais tortuoso tomado pela composição do fluido 36 no exemplo da figura 6A consome mais energia da composição do fluido na mesma  
10 vazão e, portanto, resulta em maior resistência ao fluxo em comparação com o caminho de fluxo mais direto tomado pela composição do fluido no exemplo da figura 6B. Se petróleo for um fluido desejável, água e/ou gás forem fluidos indesejáveis, então Será observado que o sistema  
15 de resistência de fluxo variável 25 das figuras 6A e 6B proporcionará menor resistência ao fluxo da composição do fluido 36 quando se tem um aumento da proporção de fluido desejável/indesejável e proporcionará uma maior resistência ao fluxo quando a composição do fluido tiver  
20 uma proporção diminuída de fluido desejável/indesejável.

Embora na configuração das figuras 6A e 6B apenas uma única entrada 86 seja usada para a admissão da composição do fluido 36 na câmara 84, em outros exemplos múltiplas entradas podem ser fornecidas, se desejado. A composição  
25 do fluido 36 pode fluir para a câmara 84 através de entradas múltiplas, simultaneamente ou separadamente. Por exemplo, entradas diferentes podem ser usadas para quando a composição do fluido 36 apresentar características correspondentes diferentes (como velocidades,  
30 viscosidades, densidades diferentes, etc.).

A estrutura 94 pode ser na forma de uma ou mais palhetas que se estendem circunferencialmente, com uma ou mais das aberturas 96 entre a(s) palheta(s). Alternativamente, ou  
adicionalmente, a estrutura 94 pode ser na forma de um ou  
35 mais recessos que se estendem circunferencialmente em uma ou mais paredes da câmara 84. A estrutura 94 pode se projetar internamente e/ou externamente em relação a uma

ou mais paredes da câmara 84. Portanto, será observado que qualquer tipo de estrutura que funciona influenciando cada vez mais a composição do fluido 36 a continuar a escoar de forma tortuosa pela câmara 84 à medida que a  
5 velocidade ou a densidade da composição do fluido aumenta, ou à medida que uma viscosidade do fluido diminui, e/ou que funciona dificultando cada vez mais o fluxo circular da composição do fluido pela câmara à medida que a velocidade ou a densidade da composição do  
10 fluido diminui, ou à medida que uma viscosidade do fluido aumenta, pode ser utilizada em consonância com os princípios desta divulgação.

Vários exemplos esquemáticos ilustrativos da estrutura 94 são representados nas figuras 7A a 7J com as vistas em  
15 seção transversal das FIGS. G-7A sendo tomadas ao longo da linha 7-7 da figura 4B. Estes vários exemplos demonstram que existe uma grande variedade de possibilidades para a construção da estrutura 94 e, portanto, deve ser observado que os princípios da  
20 presente divulgação não se limitam ao uso de nenhuma configuração específica de estrutura na câmara 84.

Na figura 7A a estrutura 94 compreende uma parede ou uma palheta que se estende entre as paredes superior e inferior 98, 100 (como se vê nos desenhos) da câmara 84.  
25 A estrutura 94 neste exemplo obstrui radialmente o fluxo interno da composição do fluido 36 a partir de uma porção externa da câmara 84, exceto na abertura 96.

N figura 7B a estrutura 94 compreende uma parede ou uma palheta que se estende parcialmente entre as paredes 98, 100 da câmara 84. A estrutura 94 neste exemplo não impede  
30 radialmente o fluxo interno da composição do fluido 36, mas resiste a uma mudança na direção de fluxo circular para radial na parte externa da câmara 84.

Uma entrada (tal como a entrada 88) pode ser posicionada  
35 a uma altura em relação às paredes da câmara 98, 100 para que a composição do fluido 36 que entra na câmara 84 através dessa entrada não colida substancialmente com a

estrutura 94 (por exemplo, escoando sobre ou sob a estrutura). Outra entrada (tal como a entrada 86) pode ser posicionada a uma altura diferente, de modo que a composição do fluido 36 que entra na câmara 84 através  
5 dessa entrada não colida substancialmente com a estrutura 94. Mais resistência ao fluxo seria experimentada pela composição do fluido 36 colidindo com a estrutura.

N figura 7C a estrutura 94 compreende pêlos, cerdas, ou fios duros que resistem ao fluxo radialmente interno da  
10 composição do fluido 36 a partir da porção externa da câmara 84. A estrutura 94 neste exemplo pode se estender completamente ou parcialmente entre as paredes 98, 100 da câmara 84 e pode se estender para dentro de ambas as paredes.

15 N figura 7D a estrutura 94 compreende múltiplos recessos e saliências que se estendem circunferencialmente que resistem ao fluxo radialmente interno da composição do fluido 36. Um ou ambos dos recessos e saliências podem ser fornecidos na câmara 84. Se apenas os recessos forem  
20 fornecidos, então a estrutura 94 pode não se projetar para dentro da câmara 84.

N figura 7E a estrutura 94 compreende várias ondulações que se estendem circunferencialmente formadas nas paredes 98, 100 da câmara 84. Semelhantes à configuração d figura  
25 7D, as ondulações incluem recessos e saliências, mas em outros exemplos, um ou ambos os recessos e as saliências podem ser fornecidos. Se apenas os recessos forem fornecidos, então a estrutura 94 não pode sobressair na câmara 84.

30 N figura 7F a estrutura 94 compreende paredes ou palhetas que se estendem circunferencialmente, mas recuadas radialmente das paredes 98, 100 da câmara 84. Qualquer número, disposição e/ou configuração das paredes ou palhetas podem ser utilizados, em consonância com os  
35 princípios desta divulgação.

Nas figuras 7G e 7H a estrutura 94 compreende uma parede ou palheta que se estende para dentro a partir da parede

da câmara 100, com outra palheta 102 que influencia a composição do fluido 36 a mudar a direção axialmente em relação à saída 40. Por exemplo, a palheta 102 pode ser configurada de modo que ela direcione a composição do fluido 36 para escoar axialmente para longe de, ou na direção da saída 40.

A palheta 102 pode ser configurada de modo que ela faça a mistura da composição do fluido 36 recebida das entradas múltiplas, aumente a resistência ao fluxo do fluido circularmente na câmara 84 e/ou ofereça resistência ao fluxo do fluido em diferentes níveis axiais da câmara, etc. Qualquer número, arranjo, configuração, etc. da palheta 102 pode ser usado, em consonância com os princípios desta divulgação.

A palheta 102 pode proporcionar uma maior resistência ao fluxo circular de fluidos de viscosidade maior, de modo que tais fluidos são mais facilmente desviados em direção à saída 40. Assim, enquanto a estrutura 94 cada vez mais dificulta que uma composição do fluido 36 com velocidade maior, densidade maior, ou viscosidade reduzida esco radialmente para dentro em direção à saída 40, a palheta 102 pode resistir cada vez mais ao fluxo circular de uma composição do fluido com maior viscosidade.

Uma entrada (tal como a entrada 88) pode ser posicionada a uma altura em relação às paredes da câmara 98, 100 de modo que a composição do fluido 36 que entra na câmara 84 através dessa entrada não interfira substancialmente na estrutura 94 (por exemplo, fluindo sobre ou sob a estrutura). Outra entrada (tal como a entrada 86) pode ser posicionada a uma altura diferente, de modo que a composição do fluido 36 que entra na câmara 84 através dessa entrada não interfira substancialmente na estrutura 94.

Na figura 7I a estrutura 94 compreende uma parede inteiriça de forma cilíndrica com as aberturas 96 sendo distribuídas pela parede, com alternância das extremidades superior e inferior da parede. A estrutura

94 pode ser posicionada entre as extremidades das paredes 98, 100 da câmara 84.

Na figura 7J a estrutura 94 compreende uma parede inteiriça de forma cilíndrica semelhante à descrita na FIG. 7J, exceto que as aberturas 96 são distribuídas pelo meio da parede, entre as suas extremidades inferior e superior.

Outras configurações da câmara de fluxo 84 e das estruturas 94 são representativamente ilustradas nas figuras 8A a figura 11. Essas configurações adicionais demonstram que uma grande variedade de configurações diferentes são possíveis sem se afastar dos princípios desta divulgação, e esses princípios não estão limitados aos exemplos específicos aqui descritos e representados nos desenhos.

Na a figura 8A a câmara 84 é similar em muitos aspectos à das figuras 4A-5, com duas entradas 86, 88. A maioria da composição do fluido 36, tendo uma velocidade relativamente alta, baixa viscosidade e/ou alta densidade, escoam para a câmara 84 através da entrada 86 e escoam circularmente pela saída 40. As estruturas 94 bloqueiam o fluxo radialmente interno da composição do fluido 36 em direção à saída 40.

Na figura 8B a maioria da composição do fluido 36 com uma velocidade relativamente baixa, alta viscosidade e/ou baixa densidade escoam para dentro da câmara 84 através da entrada 88. Uma das estruturas 94 bloqueia o fluxo direto da composição do fluido 36 da entrada 88 até a saída 40, mas a composição do fluido pode facilmente mudar de direção para escoar ao redor de cada uma das estruturas. Assim, uma resistência ao fluxo do sistema 25 da FIG. 8B é menor do que a da figura 8A.

Na figura 9A a câmara 84 é similar em muitos aspectos à das figuras 6A e 6B, com uma entrada única 86. A composição do fluido 36 com uma velocidade relativamente alta, baixa viscosidade e/ou alta densidade escoam para dentro da câmara 84 através da entrada 86 e escoam de modo

circular pela saída 40. A estrutura 94 bloqueia o fluxo radialmente interno da composição do fluido 36 em direção à saída 40.

Na figura 9B a composição do fluido 36 com uma velocidade  
5 relativamente baixa, alta viscosidade e/ou baixa densidade escoam para dentro da câmara 84 através da entrada 86. A estrutura 94 bloqueia o fluxo direto da composição do fluido 36 a partir da entrada 88 até a saída 40, mas a composição do fluido pode facilmente  
10 mudar de direção para escoar em torno da estrutura e através da abertura 96 em direção à saída. Assim, uma resistência ao fluxo do sistema 25 da figura 9B é menor do que a da figura 9A.

Postula-se que, ao impedir o fluxo da composição do  
15 fluido 36 com velocidade relativamente baixa, alta viscosidade e/ou baixa densidade diretamente para a saída 40 da entrada 88 na figura 8B, ou da entrada 86 na figura 9B, a velocidade radial da composição do fluido em direção à saída pode ser diminuída desejavelmente sem  
20 aumentar significativamente a resistência ao fluxo do sistema 25.

Nas figuras 10 e 11 a câmara 84 é similar em muitos aspectos à da configuração das figuras 4A-5, com duas entradas 86, 88. A composição do fluido 36 que flui para  
25 dentro da câmara 84 através da entrada 86 irá, pelo menos inicialmente, escoar de modo circular pela saída 40, enquanto que a composição do fluido que escoam para dentro da câmara através da entrada 88 fluirá mais diretamente em direção à saída.

Múltiplas estruturas em forma de taça 94 são distribuídas sobre a câmara 84 na configuração da figura 10 e múltiplas estruturas são localizadas na câmara na configuração da figura 11. Estas estruturas 94 podem dificultar cada vez mais o fluxo circular da composição  
30 do fluido 36 na saída 40 quando a composição do fluido tem uma velocidade reduzida, maior viscosidade e/ou densidade reduzida. Desta forma, as estruturas 94 podem

funcionar para estabilizar o fluxo de velocidade relativamente baixa, alta viscosidade e/ou baixa densidade na câmara 84, embora as estruturas não bloqueiem significativamente o fluxo circular de  
5 velocidade relativamente alta, baixa viscosidade e/ou alta densidade pela saída 40.

Existem muitas outras possibilidades para a colocação, configuração, número, etc. das estruturas 94 na câmara 84. Por exemplo, as estruturas 94 podem ser em forma de  
10 aerofólio ou em forma de cilindro, as estruturas podem compreender ranhuras orientadas radialmente em relação à saída 40, etc. Qualquer arranjo, posição e/ou combinação de estruturas 94 pode ser utilizado em consonância com os princípios desta divulgação.

15 Agora pode ser plenamente observado que esta divulgação fornece diversos avanços para a técnica de regular o fluxo de fluidos em um poço subterrâneo. As várias configurações do sistema de resistência de fluxo variável  
25 descrito acima permitem o controle de fluidos desejáveis e indesejáveis em um poço, sem o uso de mecanismos complexos, caros, ou sujeitos a falhas. Em vez disso, o sistema 25 é relativamente simples e barato de se produzir, operar e manter, e é confiável na operação.

A divulgação acima fornece para a técnica um sistema de  
25 resistência de fluxo variável 25 para uso em um poço subterrâneo. O sistema 25 inclui uma câmara de fluxo 84 através da qual uma composição do fluido 36 escoar. A câmara 84 tem pelo menos uma entrada 86, 88, uma saída 40 e pelo menos uma estrutura 94 que impede a passagem de  
30 fluxo circular da composição do fluido 36 pela saída 40 para fluxo radial em direção à saída 40.

A composição do fluido 36 pode fluir através da câmara de fluxo 84 no poço.

A estrutura 94 pode dificultar cada vez mais a mudança de  
35 fluxo circular da composição do fluido 36 na saída 40 para fluxo radial em direção à saída 40, em resposta a pelo menos um dentre, a) velocidade maior da composição

do fluido 36, b) viscosidade menor da composição do fluido 36, c) densidade maior da composição do fluido 36, d) proporção menor de fluido desejável/indesejável na composição do fluido 36, e) menor ângulo de entrada da  
5 composição do fluido na câmara de fluxo 84 e f) maior impacto substancial da composição do fluido 36 na estrutura 94.

A estrutura 94 pode ter pelo menos uma abertura 96 que permite que a composição do fluido 36 mude de direção e  
10 escoe mais diretamente da entrada 86, 88 para a saída 40. Pelo menos uma entrada pode compreender pelo menos a primeira e a segunda entradas, em que a primeira entrada 88 direciona a composição do fluido 36 a escoar mais diretamente em direção à saída 40 da câmara 84 em  
15 comparação à segunda entrada 86.

Pelo menos uma entrada pode compreender apenas uma única entrada 86.

A estrutura 94 pode compreender pelo menos um dentre uma palheta e um recesso.

~~20 A estrutura 94 pode se projetar interior ou exteriormente em relação a uma parede 98, 100 da câmara 84.~~

A composição do fluido 36 pode sair da câmara 84 através da saída 40 em uma direção que muda com base em uma proporção de fluido desejável/indesejável na composição  
25 do fluido 36.

A composição do fluido 36 pode escoar de forma mais direta a partir da entrada 86, 88 até a saída 40 à medida que a viscosidade da composição do fluido 36 aumenta, à medida que a velocidade da composição do fluido 36  
30 diminui, à medida que a densidade da composição do fluido 36 diminui, à medida que a proporção de fluido desejável/indesejável na composição do fluido 36 aumenta e/ou à medida que um ângulo de entrada da composição do fluido 36 aumenta.

35 A estrutura 94 pode reduzir ou aumentar a velocidade da composição do fluido 36 que escoar da entrada 86 até a saída 40.

A divulgação acima também fornece para a técnica um sistema de resistência de fluxo variável 25 que inclui uma câmara de fluxo 84 através da qual uma composição do fluido 36 escoa. A câmara 84 tem pelo menos uma entrada 5 86, 88, uma saída 40 e pelo menos uma estrutura 94 que bloqueia o fluxo circular da composição do fluido 36 na saída 40.

Também é descrito acima um sistema de resistência de fluxo variável 25 para uso em um poço subterrâneo, com o sistema sendo constituído por uma câmara de fluxo 84 que 10 inclui uma saída 40 e pelo menos uma estrutura 94 que resiste a uma mudança na direção do fluxo de uma composição do fluido 36 em direção à saída 40. A composição do fluido 36 entra na câmara 84 em uma direção 15 de fluxo que muda de acordo com uma proporção de fluido desejável/indesejável na composição do fluido 36.

A composição do fluido 36 pode sair da câmara através da saída 40 em uma direção que muda com base em uma proporção de fluido desejável/indesejável na composição 20 do fluido 36.

A estrutura 94 pode impedir uma mudança de fluxo circular da composição do fluido 36 na saída 40 para fluxo radial em direção à saída 40.

A estrutura 94 pode ter pelo menos uma abertura 96 que 25 permite que a composição do fluido 36 escoe diretamente a partir de uma primeira entrada 88 da câmara 84 até a saída 40. A primeira entrada 88 pode direcionar a composição do fluido 36 a escoar mais diretamente para a saída da câmara 40 da câmara 84 em comparação com uma 30 segunda entrada 86.

A abertura 96 na estrutura 94 pode permitir o fluxo direto da composição do fluido 36 a partir da primeira entrada 88 até a saída 40. Em um exemplo descrito acima, a câmara 84 inclui apenas uma entrada 86.

35 A estrutura 94 pode compreender uma palheta ou um recesso. A estrutura 94 pode se projetar interna ou externamente em relação a uma ou mais paredes 98, 100 da

câmara 84.

A composição do fluido 36 pode escoar de forma mais direta a partir de uma entrada 86 da câmara 84 até a saída 40 à medida que uma viscosidade da composição do fluido 36 aumenta, à medida que a velocidade da composição do fluido 36 diminui, à medida que a densidade da composição do fluido 36 aumenta, à medida que uma proporção de fluido desejável/indesejável na composição do fluido 36 aumenta, à medida que um ângulo de entrada da composição do fluido 36 aumenta e/ou à medida que o impacto da composição do fluido 36 na estrutura 94 diminui.

A estrutura 94 pode induzir porções da composição do fluido 36 que escoam de modo circular pela saída 40 a continuar a escoar de modo circular pela saída 40. A estrutura 94 preferencialmente impede a mudança de fluxo circular da composição do fluido 36 na saída 40 para fluxo radial em direção à saída 40.

Também é descrito pela divulgação acima um sistema de resistência de fluxo variável 25 que inclui uma câmara de fluxo 84 através da qual uma composição do fluido 36 escoam. A câmara 84 tem pelo menos uma entrada 86, 88, uma saída 40 e pelo menos uma estrutura 94 que impede a passagem do fluxo circular da composição do fluido 36 na saída 40 de fluxo radial em direção à saída 40.

A divulgação acima também descreve um sistema de resistência de fluxo variável 25 que inclui um dispositivo de seleção de caminho de fluxo 52 que seleciona em quais dos vários caminhos de fluxo 58, 60 a maioria do fluxo escoam a partir do dispositivo 52, com base em uma proporção de fluido desejável/indesejável em uma composição de fluido 36. Uma câmara de fluxo 84 do sistema 25 inclui uma saída 40, uma primeira entrada 88 conectada ao primeiro dos caminhos de fluxo 60, uma segunda entrada 86 conectada ao segundo dos caminhos de fluxo 58 e pelo menos uma estrutura 94 que dificulta o fluxo radial da composição do fluido 36 da segunda

entrada 86 até a saída 40 mais do que dificulta o fluxo radial da composição do fluido 36 da primeira entrada 88 até a saída 40.

É preciso entender que os vários exemplos descritos acima  
5 podem ser utilizados em várias orientações, como inclinada, invertida, horizontal, vertical, etc. e em várias configurações, sem se afastar dos princípios da presente divulgação. As modalidades ilustradas nas  
10 figuras são representadas e descritas apenas como exemplos de aplicações práticas dos princípios da divulgação, que não são limitados a nenhum detalhe específico dessas modalidades.

Evidentemente, uma pessoa versada na técnica, após uma análise cuidadosa da descrição acima das modalidades  
15 representativas, facilmente percebe que muitas modificações, acréscimos, substituições, supressões e outras alterações podem ser feitas a estas modalidades específicas, e essas mudanças estão dentro do escopo dos princípios da presente divulgação. Assim, a descrição  
20 detalhada precedente deve ser claramente entendida como sendo fornecida por meio de ilustrações e exemplos somente, o espírito e escopo da presente invenção sendo limitado apenas pelas reivindicações anexadas e seus equivalentes.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema de resistência de fluxo variável para uso em um poço subterrâneo, caracterizado pelo fato compreender: uma câmara de fluxo através da qual uma composição do fluido escoar, a câmara tendo pelo menos uma entrada, uma saída e pelo menos uma estrutura que impede a mudança de fluxo circular da composição do fluido na saída para fluxo radial em direção à saída.
2. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a composição do fluido escoar através da câmara de fluxo no poço.
3. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a estrutura dificultar cada vez mais a mudança de fluxo circular da composição do fluido na saída para fluxo radial em direção à saída, em resposta a pelo menos um dentre, a) aumento da velocidade da composição do fluido, b) diminuição da viscosidade da composição do fluido, c) redução da proporção de fluido desejável/indesejável na composição do fluido, d) diminuição do ângulo de entrada da composição do fluido na câmara de fluxo e e) aumento do impacto da composição do fluido na estrutura.
4. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de pelo menos uma entrada ser constituída por apenas uma entrada única.
5. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a estrutura compreender pelo menos uma palheta e um recesso.
6. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a estrutura se projetar interiormente ou exteriormente em relação a uma parede da câmara.
7. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a composição do fluido sair da câmara através da saída em um ângulo que muda com base em uma proporção de fluido desejável/indesejável na composição do fluido.

8. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a composição do fluido escoar mais diretamente da entrada até a saída à medida que a viscosidade da composição do fluido aumenta.
- 5 9. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a composição do fluido escoar mais diretamente da entrada até a saída à medida que a viscosidade da composição do fluido diminui.
- 10 10. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a composição do fluido escoar mais diretamente da entrada até a saída à medida que um ângulo de entrada da composição do fluido aumenta.
- 15 11. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a composição do fluido escoar mais diretamente da entrada até a saída à medida que uma proporção de fluido desejável/indesejável na composição do fluido aumenta.
- 20 12. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a estrutura aumentar a uma velocidade da composição do fluido à medida que escoar da entrada até a saída.
- 25 13. Sistema de resistência de fluxo variável para uso em um poço subterrâneo, caracterizado pelo fato de compreender:
- 30 14. Sistema, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de a composição do fluido escoar através da câmara de fluxo no poço.
- 35 15. Sistema, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de a estrutura dificultar cada vez mais a mudança do fluxo circular da composição do fluido na saída, em resposta a pelo menos um dentre, a) diminuição da velocidade da composição do fluido, b)

- aumento da viscosidade da composição do fluido, c) aumento da proporção de fluido desejável/indesejável na composição do fluido, d) diminuição do ângulo de entrada da composição do fluido na câmara de fluxo e e) aumento do impacto da composição do fluido na estrutura.
- 5
16. Sistema, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de a estrutura ter pelo menos uma abertura que permite que a composição do fluido mude de direção e escoe de forma mais direta da entrada até a
- 10 saída.
17. Sistema, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de pelo menos uma entrada ser composta por primeira e segunda entradas, onde a primeira entrada direciona a composição do fluido para escoar mais
- 15 diretamente em direção à saída da câmara em comparação à segunda entrada.
18. Sistema, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de pelo menos uma entrada ser composta por uma entrada única.
- 20 19. Sistema, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de a estrutura compreender pelo menos uma palheta e um recesso.
20. Sistema, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de a estrutura se projetar
- 25 interiormente ou exteriormente em relação a uma parede da câmara.
21. Sistema, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de a composição do fluido sair da câmara através da saída em um ângulo que muda com base em
- 30 uma proporção de fluido desejável/indesejável na composição do fluido.
22. Sistema, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de a composição do fluido escoar mais diretamente da entrada até a saída à medida que a
- 35 viscosidade da composição do fluido aumenta.
23. Sistema, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de a composição do fluido escoar

mais diretamente da entrada até a saída à medida que a viscosidade da composição do fluido diminui.

24. Sistema, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de a composição do fluido escoar mais diretamente da entrada até a saída à medida que um ângulo de entrada da composição do fluido aumenta.

25. Sistema, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de a composição do fluido escoar mais diretamente da entrada até a saída à medida que uma proporção de fluido desejável/indesejável na composição do fluido aumenta.

26. Sistema, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de a estrutura reduzir uma velocidade da composição do fluido que escoar da entrada até a saída.

27. Sistema de resistência de fluxo variável para uso em um poço subterrâneo, caracterizado pelo fato compreender: uma câmara de fluxo, incluindo uma saída e pelo menos uma estrutura que resiste a uma mudança na direção do fluxo de uma composição do fluido em direção à saída; e em que a composição do fluido entra na câmara na direção de fluxo, que muda de acordo com uma proporção de fluido desejável/indesejável na composição do fluido.

28. Sistema, de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de a estrutura bloquear uma mudança de fluxo circular da composição do fluido na saída para fluxo radial em direção à saída.

29. Sistema, de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de a estrutura ter pelo menos uma abertura que permite uma mudança de fluxo circular da composição do fluido na saída para fluxo radial em direção à saída.

30. Sistema, de acordo com a reivindicação 29, caracterizado pelo fato de a abertura na estrutura permitir um fluxo mais direto da composição do fluido de uma entrada até a saída.

31. Sistema, de acordo com a reivindicação 30,

caracterizado pelo fato de a composição do fluido fluir para a câmara somente através da entrada.

5 32. Sistema, de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de a estrutura compreender pelo menos uma palheta e um recesso.

33. Sistema, de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de a estrutura se projetar interiormente ou exteriormente em relação a uma parede da câmara.

10 34. Sistema, de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de a composição do fluido escoar mais diretamente de uma entrada da câmara até a saída à medida que uma viscosidade da composição do fluido aumenta.

15 35. Sistema, de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de a composição do fluido escoar mais diretamente de uma entrada da câmara até a saída à medida que uma velocidade da composição do líquido diminui.

20 36. Sistema, de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de a composição do fluido escoar mais diretamente de uma entrada da câmara até a saída à medida que um ângulo de entrada da composição do fluido aumenta.

25 37. Sistema, de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de a composição do fluido escoar mais diretamente de uma entrada da câmara até a saída à medida que uma proporção de fluido desejável/indesejável na composição do fluido aumenta.

30 38. Sistema, de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de a estrutura dificultar cada vez mais uma mudança na direção da composição do fluido de fluxo circular da composição do fluido na saída para fluxo radial em direção à saída à medida que uma  
35 velocidade da composição do fluido aumenta, uma viscosidade da composição do fluido diminui, um ângulo de entrada da composição do fluido diminui, uma proporção de

fluido desejável/indesejável diminui e o impacto da composição do fluido na estrutura aumenta.

39. Sistema, de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de a estrutura provocar cada vez  
5 mais uma mudança na direção da composição do fluido de fluxo circular da composição do fluido na saída para fluxo radial em direção à saída à medida que uma velocidade da composição do fluido diminui, uma viscosidade da composição do fluido aumenta, um ângulo de  
10 entrada da composição do fluido aumenta e uma proporção de fluido desejável/indesejável aumenta.

40. Sistema, de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de a estrutura aumentar uma velocidade da composição do fluido que escoar de uma  
15 entrada até a saída.

41. Sistema, de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de a estrutura reduzir uma velocidade da composição do fluido que escoar de uma entrada até a saída.

~~20 42. Sistema de resistência de fluxo variável para uso em um poço subterrâneo, caracterizado pelo fato de compreender:~~

um dispositivo de seleção de caminho de fluxo que seleciona em qual dos vários caminhos de fluxo a maioria  
25 dos fluxos escoar através do dispositivo, com base em uma proporção de fluido desejável/indesejável em uma composição de fluido; e

uma câmara de fluxo com uma saída, uma primeira entrada conectada ao primeiro dos caminhos de fluxo, uma segunda  
30 entrada conectada ao segundo dos caminhos de fluxo e pelo menos uma estrutura que bloqueia o fluxo radial da composição do fluido da segunda entrada até a saída mais do que bloqueia o fluxo radial da composição do fluido da primeira entrada até a saída.

35 43. Sistema, de acordo com a reivindicação 42, caracterizado pelo fato de a estrutura ter pelo menos uma abertura que permite que a composição do fluido mude de

direção e escoar de forma mais direta da primeira entrada até a saída.

5 44. Sistema, de acordo com a reivindicação 42, caracterizado pelo fato de a primeira entrada direcionar a composição do fluido para escoar mais diretamente em direção à saída da câmara em comparação com a segunda entrada.

10 45. Sistema, de acordo com a reivindicação 42, caracterizado pelo fato de a estrutura compreender pelo menos uma palheta e um recesso.

46. Sistema, de acordo com a reivindicação 42, caracterizado pelo fato de a estrutura se projetar interiormente ou exteriormente em relação a uma parede da câmara.

15 47. Sistema, de acordo com a reivindicação 42, caracterizado pelo fato de a estrutura induzir porções da composição do fluido que escoam de modo circular pela saída a continuarem a escoar de modo circular pela saída.

20 48. Sistema, de acordo com a reivindicação 42, caracterizado pelo fato de a estrutura dificultar cada vez mais a mudança de fluxo circular da composição do fluido na saída para fluxo radial em direção à saída, em resposta a pelo menos um dentre, a) aumento da velocidade da composição do fluido, b) diminuição da viscosidade da  
25 composição do fluido, c) redução da proporção de fluido desejável/indesejável na composição do fluido, d) diminuição do ângulo de entrada da composição do fluido na câmara de fluxo e e) aumento do impacto da composição do fluido na estrutura.

30 49. Sistema, de acordo com a reivindicação 42, caracterizado pelo fato de uma estrutura na câmara aumentar uma velocidade da composição do fluido à medida que escoar para a saída.



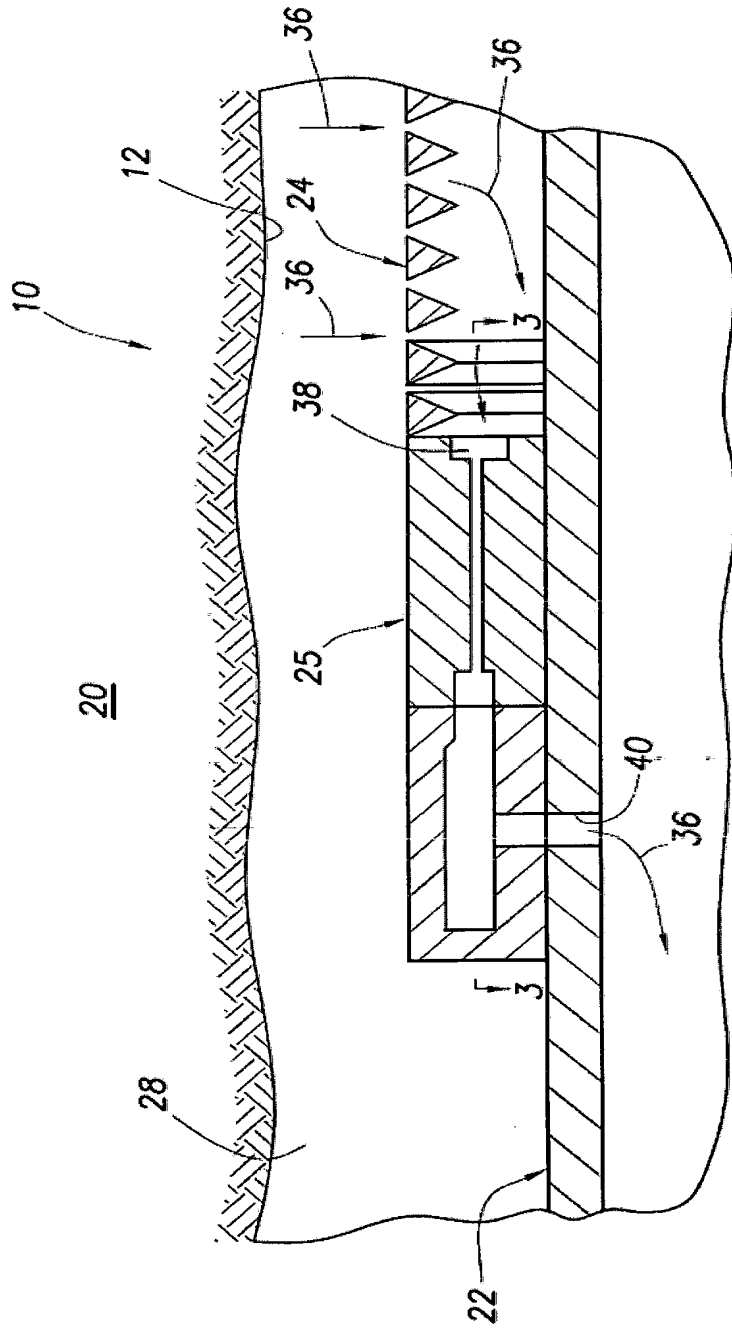


FIG.2

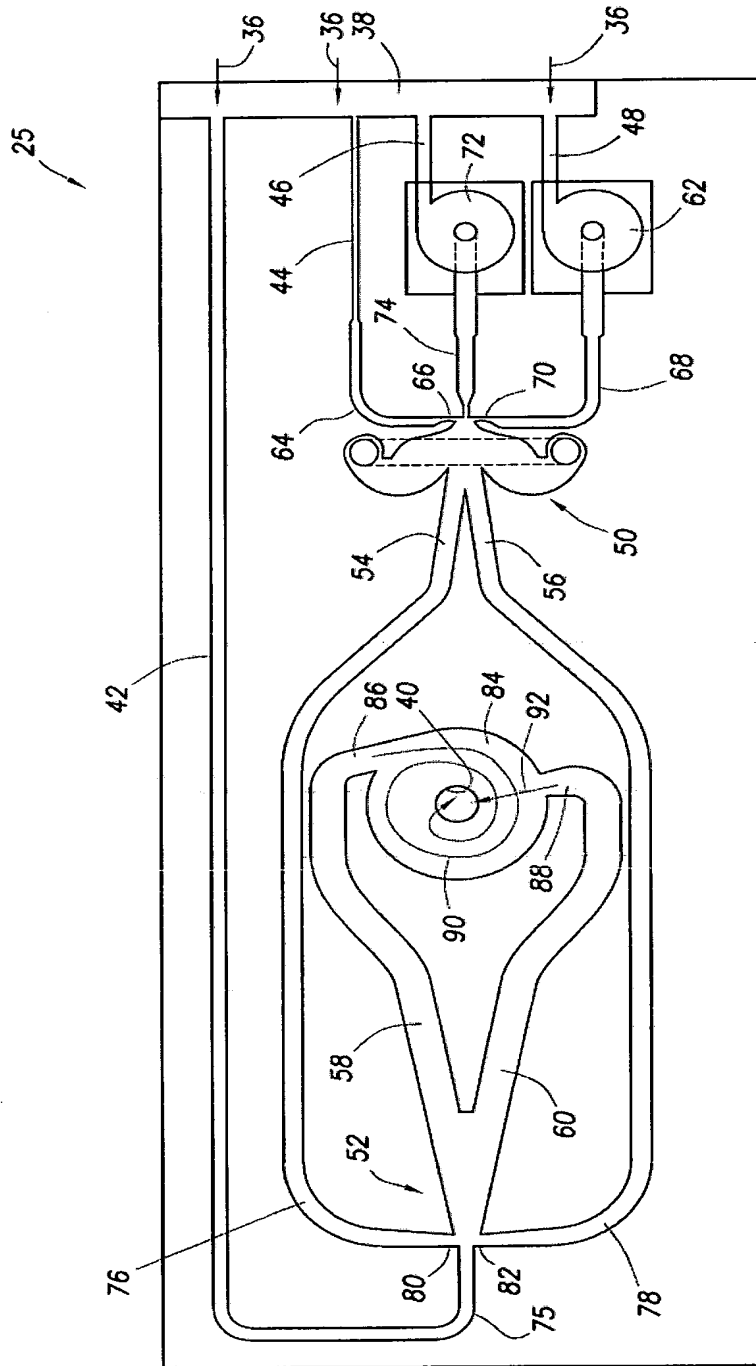


FIG.3

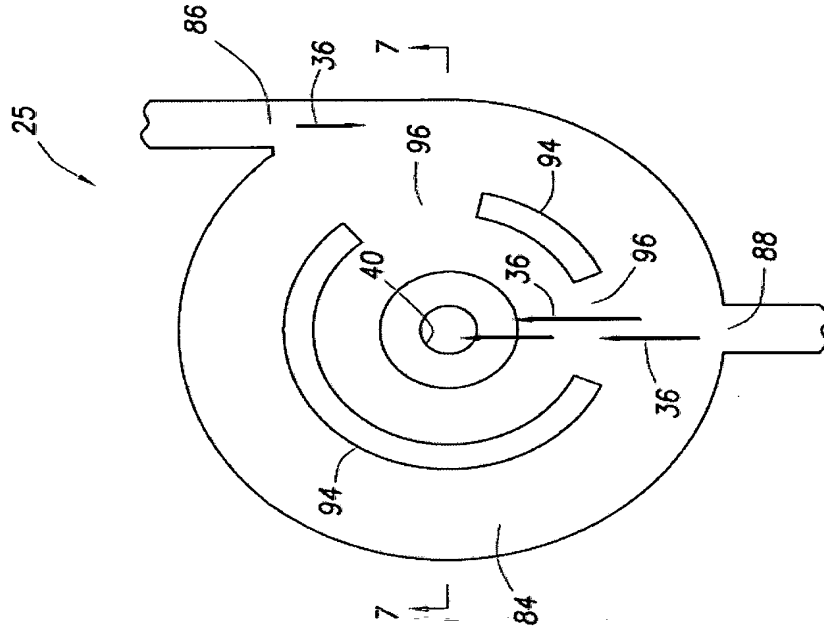


FIG. 4B

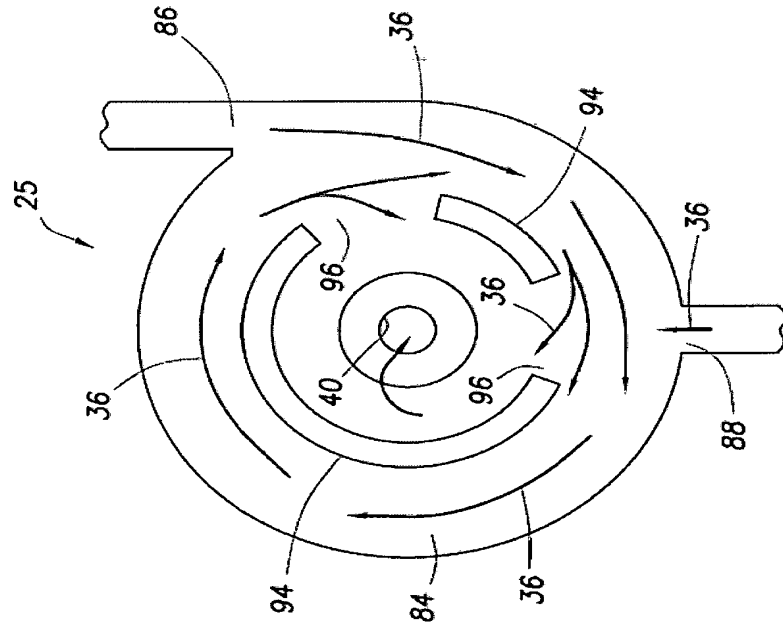
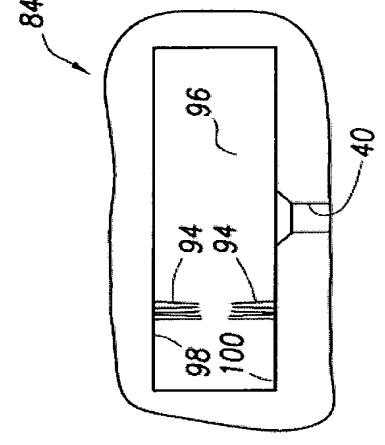
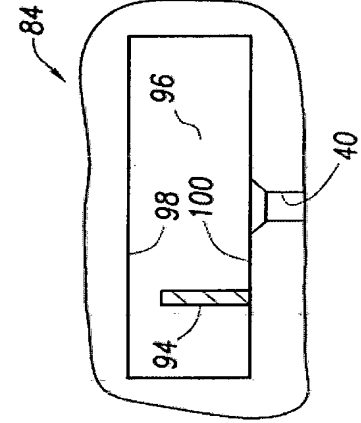
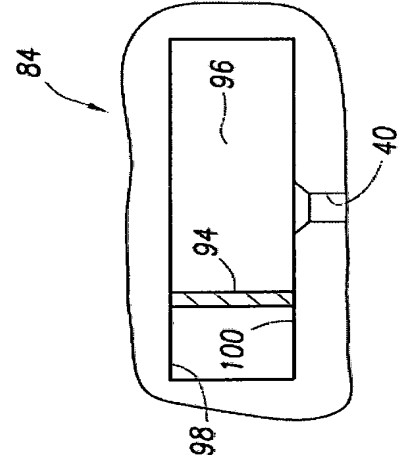
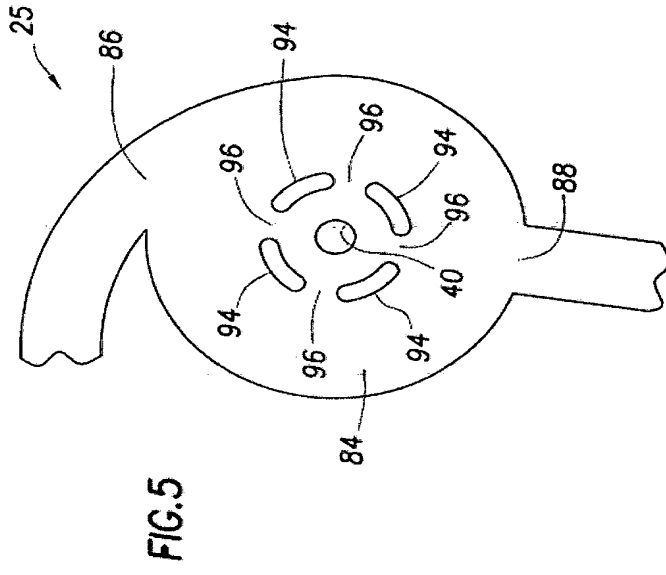


FIG. 4A



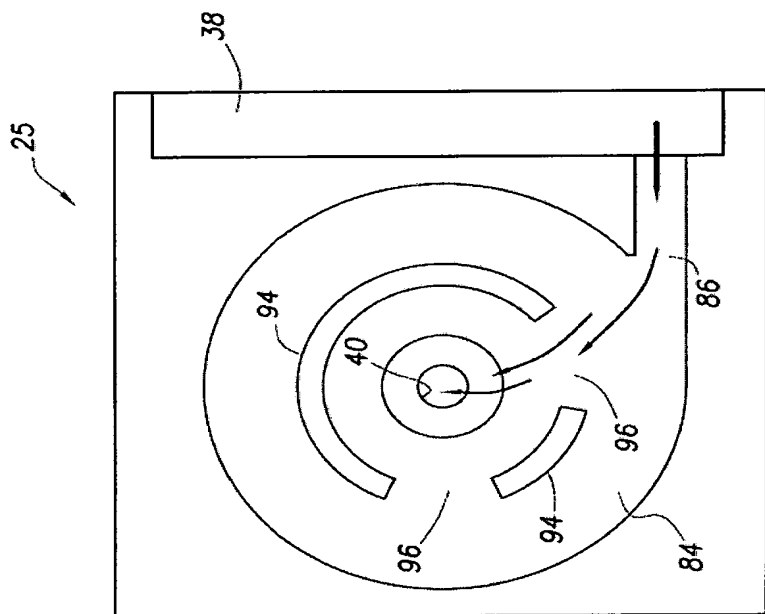


FIG. 6A

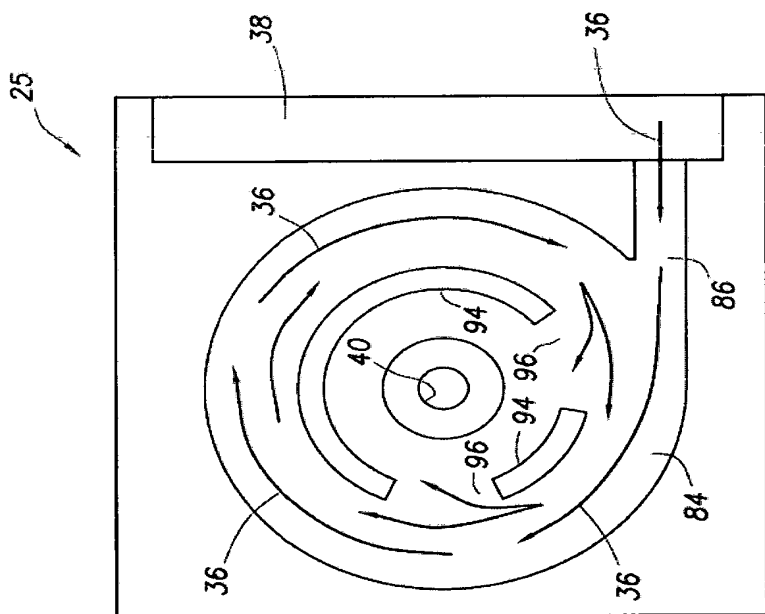


FIG. 6B

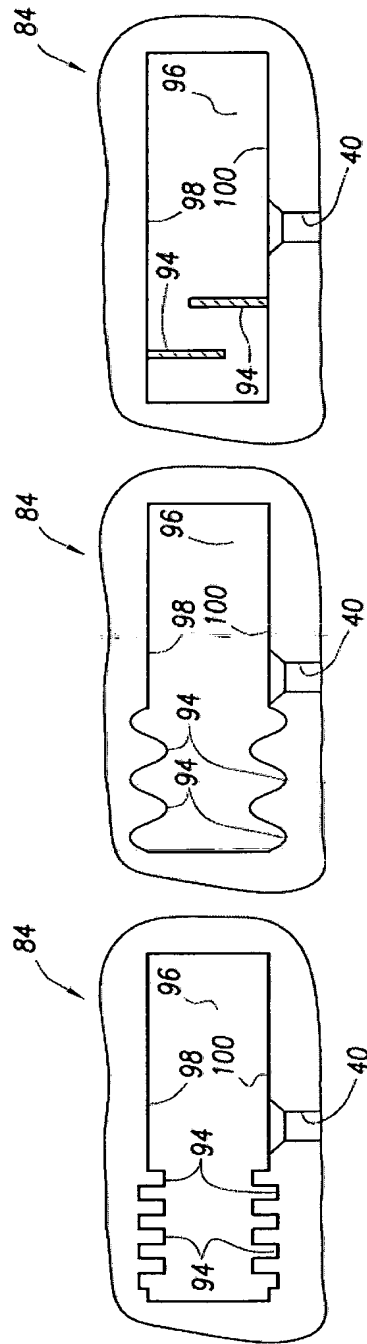


FIG. 7D

FIG. 7E

FIG. 7F

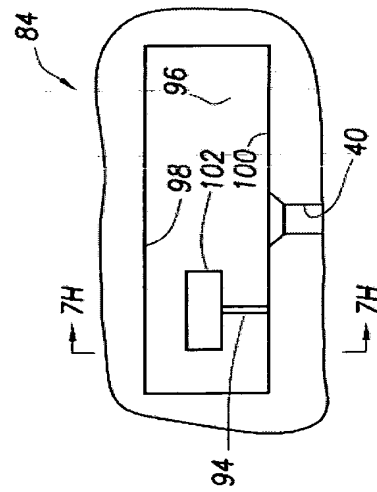


FIG. 7G

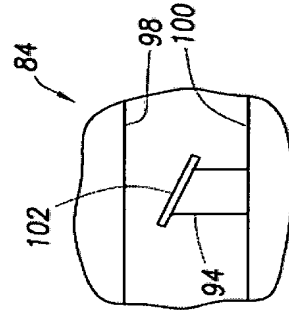


FIG. 7H

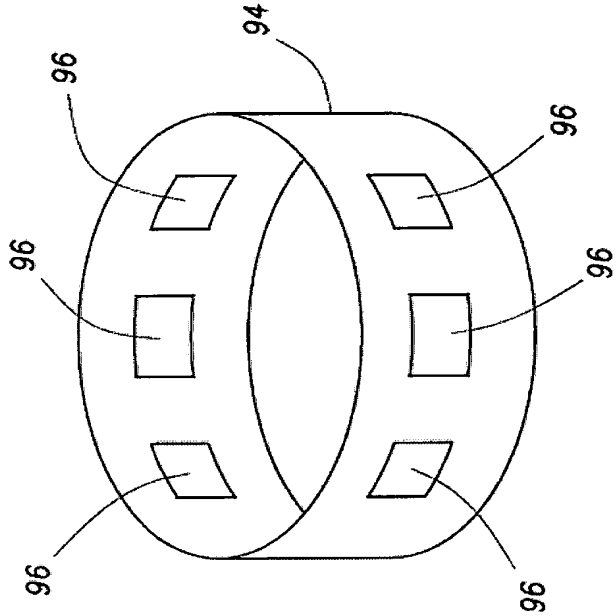


FIG. 7J

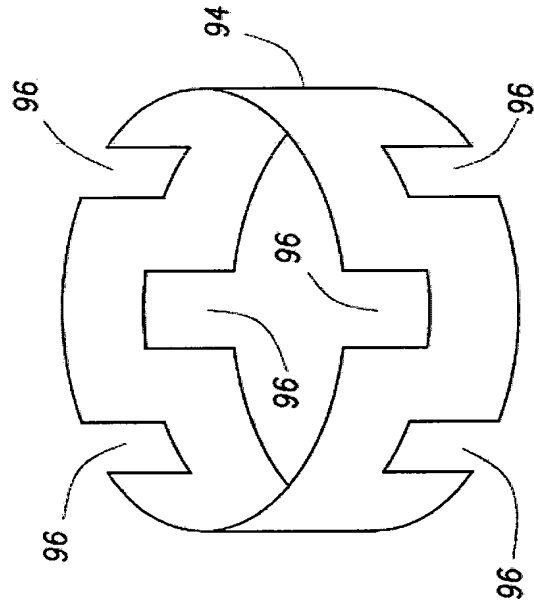


FIG. 7I

9/11

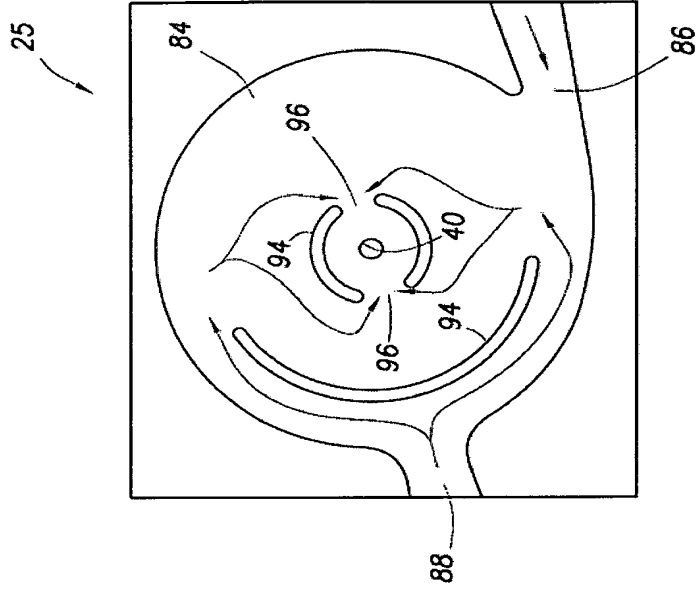


FIG. 8B

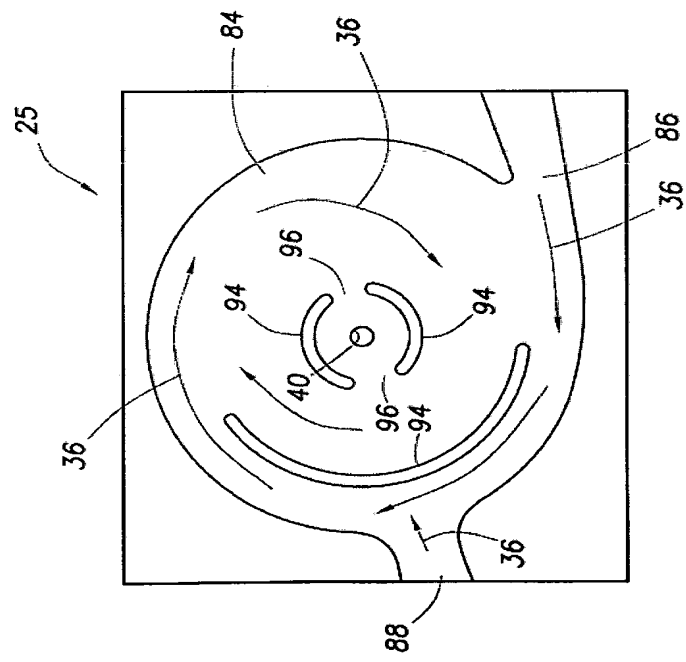


FIG. 8A

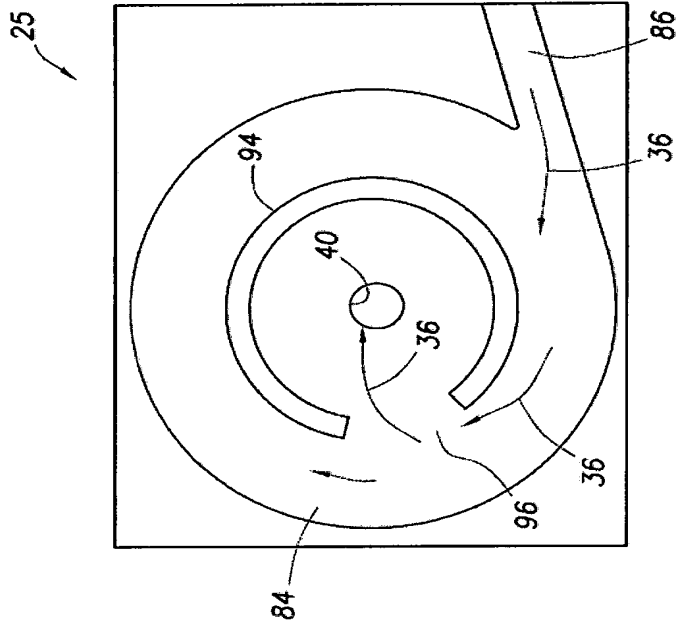


FIG. 9A

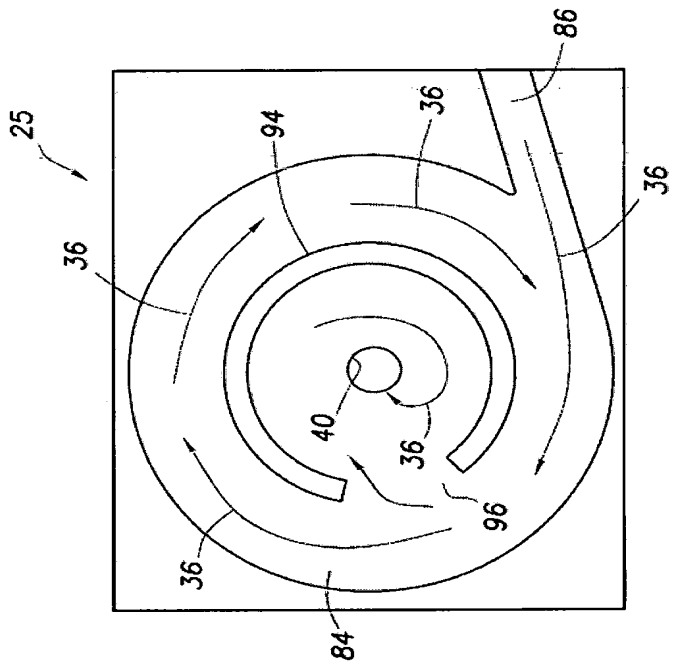


FIG. 9B

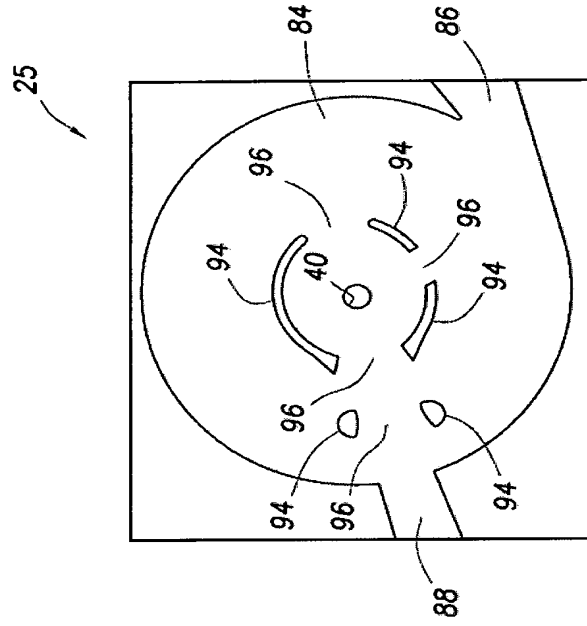


FIG. 10

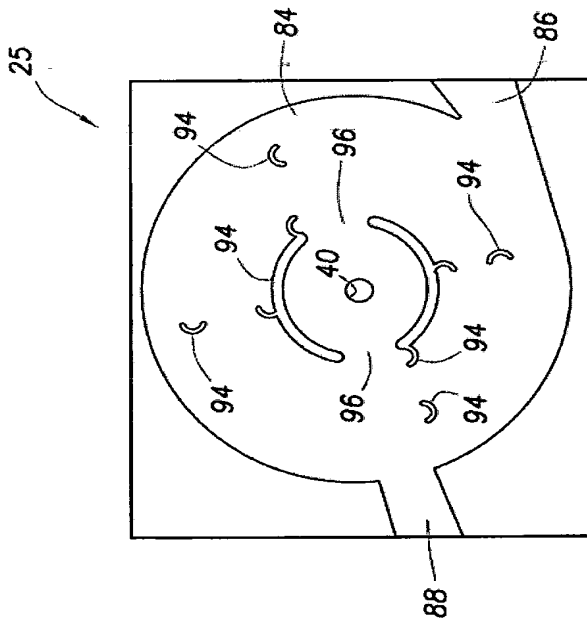


FIG. 11

RESUMO

"SISTEMA DE RESISTÊNCIA DE FLUXO VARIÁVEL PARA USO EM UM POÇO SUBTERRÂNEO"

Um sistema de resistência de fluxo variável para uso em  
5 um poço subterrâneo pode incluir uma câmara de fluxo com  
uma saída e pelo menos uma estrutura que resiste a uma  
mudança na direção do fluxo de uma composição de fluido  
em direção à saída. A composição do fluido pode entrar na  
câmara na direção do fluxo, que muda de acordo com uma  
10 proporção de fluido desejável/indesejável na composição  
do fluido. Outro sistema de resistência de fluxo variável  
pode incluir uma câmara de fluxo através da qual uma  
composição do fluido escoar, a câmara tendo uma entrada,  
uma saída e uma estrutura que impede a mudança do fluxo  
15 circular na saída para o fluxo radial em direção à saída.