



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

(21) PI 1103144-1 A2

(22) Data do Depósito: 01/06/2011

(43) Data da Publicação: 12/07/2016



(54) Título: SISTEMA DE POÇO

(51) Int. Cl.: E21B 43/12

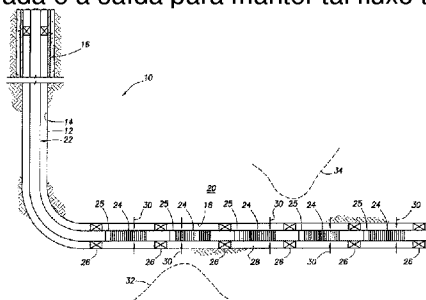
(30) Prioridade Unionista: 02/06/2010 US  
12/792,117

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

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

(74) Procurador(es): ANTONIO MAURICIO  
PEDRAS ARNAUD

(57) Resumo: SISTEMA DE POÇO. Um sistema de resistência ao fluxo variável pode incluir uma câmara de fluxo através da qual uma composição escoar em um poço, a câmara tendo uma entrada e uma saída. A composição do fluido passa através da entrada em uma direção que muda de acordo com uma proporção de fluido desejável/indesejável na composição do fluido. Um sistema de poço pode incluir um sistema de resistência ao fluxo variável através do qual uma composição do fluido escoar entre uma cadeia tubular e uma formação, o sistema de resistência ao fluxo incluindo uma câmara de fluxo através do qual a composição do fluido escoar, com apenas uma entrada de câmara. A composição do fluido flui mais diretamente da entrada para uma saída conforme uma proporção de fluido desejável/indesejável na composição do fluido aumenta. Outro sistema de resistência ao fluxo pode incluir pelo menos uma estrutura que influencia porções da composição do fluido que fluem de forma tortuosa entre a entrada e a saída para manter tal fluxo tortuoso.



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

5 Antecedentes 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 um sistema de resistência de  
10 fluxo variável.

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,  
15 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  
20 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  
25 fluidos de um poço em uma formação de terra também pode ser benéfica para poços de injeção.

Portanto, será apreciado que os avanços na técnica de restringir variavelmente o fluxo de fluidos em um poço seriam desejáveis nas circunstâncias mencionadas acima, e  
30 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  
35 técnica de regular o fluxo de fluido em poços. É descrito abaixo um exemplo no qual as características de uma composição do fluido (como densidade, viscosidade,

velocidade, etc.) determinam a resistência ao fluxo da composição do fluido através do sistema. Outro exemplo é descrito abaixo onde a resistência ao fluxo da composição do fluido através do sistema varia de acordo com uma proporção de fluido desejável/fluido indesejável na composição do fluido.

Em um aspecto, a 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 de fluido escoar dentro do poço. A câmara tem uma entrada e uma saída. A composição do fluido entra na câmara através da entrada, em uma direção que muda de acordo com uma proporção de fluido desejável/fluido indesejável na composição do fluido.

Em outro aspecto, um sistema de poço é fornecido pela divulgação. O sistema de poço também pode incluir um sistema de resistência de fluxo variável através do qual uma composição de fluido escoar entre uma cadeia tubular e uma formação de terra em torno de um poço do sistema de poço. O sistema de resistência de fluxo variável inclui uma câmara de fluxo através da qual a composição de fluido escoar. A câmara tem uma saída e apenas uma entrada. A composição do fluido escoar mais diretamente da entrada até a saída conforme uma proporção de fluido desejável/fluido indesejável na composição do fluido aumenta.

Em outro aspecto, um sistema de resistência de fluxo variável pode incluir uma câmara de fluxo através da qual uma composição do fluido escoar em um poço subterrâneo. A câmara tem uma entrada, uma saída e pelo menos uma estrutura que influencia porções da composição do fluido que escoam de forma tortuosa entre a entrada e a saída para manter tal fluxo tortuoso.

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,

onde elementos similares estão indicados nas várias figuras usando o mesmo número de referência.

#### Breve descrição das figuras

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

10 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 Da figura 1;

As figuras 3A e 3B são vistas de cima esquemáticas "desenroladas" de uma configuração do sistema de resistência de fluxo variável, tomadas ao longo da linha 3-3 da figura 2;

15 As figuras 4A e 4B são vistas de cima esquemáticas de outra configuração do sistema de resistência de fluxo variável;

20 As figuras 5A e 5B são vistas de cima esquemáticas de outra configuração do sistema de resistência de fluxo variável;

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

25 As figuras 7A a 7C são vistas de cima esquemáticas de configurações adicionais do sistema de resistência de fluxo variável e a figura 7D é um gráfico de resistência de fluxo em função da viscosidade para a configuração da figura 7C; e

30 A figura 8 é um gráfico de queda de pressão relativa em função da taxa de fluxo de água e petróleo através do sistema de resistência de fluxo variável.

#### Descrição detalhada da invenção

35 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 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  
5 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  
10 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  
15 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  
20 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 onde os princípios da presente divulgação podem ser  
25 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  
30 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  
35 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 divulgação.

Será apreciado 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 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, 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  
5 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  
10 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  
15 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,  
20 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  
25 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  
30 formação, mas não injetar água, então o vapor é um fluido  
desejável e a água é um fluido indesejável.

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  
35 termo "gás" é utilizado aqui, fases líquida e/ou gasosa  
supercríticas estão incluídas no escopo do termo.

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.

5

10 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.

15 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.

20

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

25

30

35

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 apreciado que os princípios desta divulgação não se limitam aos detalhes do exemplo apresentado na figura 2 e descritos aqui.

5 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  
10 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  
15 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  
20 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  
25 formado em uma parede de uma estrutura tubular. Por exemplo, o sistema 25 pode ser formado em uma estrutura 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  
30 paralelo ao eixo da cadeia tubular. O sistema 25 poderia estar em uma cadeia de transporte ou ligado a um dispositivo que não é tubular na forma. Qualquer orientação ou configuração do sistema 25 pode ser utilizada em consonância com os princípios desta  
35 divulgação.

Referindo-se adicionalmente agora às figuras 3A e 3B, uma vista em seção transversal mais detalhada de um exemplo

do sistema 25 é representativamente ilustrada. O sistema 25 é retratado nas figuras 3A e 3B como se estivesse "desenrolado" de sua configuração de se estender circunferencialmente em uma configuração geralmente  
5 . planar.

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  
10 mais características da composição do fluido.

Na figura 3A uma composição do fluido de velocidade relativamente alta, baixa viscosidade e/ou alta densidade 36 escoa através de uma passagem de fluxo 42 da entrada do sistema 38 até uma entrada 44 de uma câmara de fluxo  
15 46. A passagem de fluxo 42 tem uma mudança abrupta na direção 48 somente a montante da entrada 44. A mudança abrupta na direção 48 é ilustrada como uma curva de noventa graus de raio relativamente pequeno na passagem de fluxo 42, mas outros tipos de mudanças de direção  
20 podem ser usados, se desejado.

Conforme mostrado na figura 3A, a câmara 46 é geralmente de forma cilíndrica e, antes da mudança abrupta de direção 48, a passagem de fluxo 42 direciona a composição do fluido 36 para o fluxo geralmente tangencialmente em  
25 relação à câmara. Por causa da composição do fluido de velocidade relativamente alta, baixa viscosidade e/ou alta densidade 36, ela não segue de perto a mudança abrupta de direção de 48, mas continua dentro da câmara 46 através da entrada 44 em uma direção que é  
30 substancialmente inclinada (ver ângulo A na figura 3A) em relação a uma direção reta 50 da entrada 44 até a saída 40. A composição do fluido 36 escoará, portanto, de forma tortuosa da entrada 44 até a saída 40, eventualmente movendo-se em espiral para dentro da saída.

35 Em contraste, uma composição do fluido de velocidade relativamente baixa, alta viscosidade e/ou baixa densidade 36 escoa através da passagem de fluxo 42 até a

entrada da câmara 44 na figura 3B. Note que a composição do fluido 36 neste exemplo segue mais de perto a mudança abrupta de direção 48 da passagem de fluxo 42 e, portanto, escoa através da entrada 44 até a câmara 46 em  
5 uma direção que é apenas ligeiramente inclinada (ver ângulo  $\alpha$  na figura 3B) em relação à direção reta 50 da entrada 44 até a saída 40. A composição do fluido 36 neste exemplo, portanto, escoa muito mais diretamente da entrada 44 até a saída 40.

10 Note que, como descrito na figura 3B, a composição do fluido 36 também sai da câmara 46 através da saída 40 em uma direção que é apenas ligeiramente inclinada em relação à direção reta 50 da entrada 44 até a saída 40. Assim, a composição do fluido 36 sai da câmara 46 em uma  
15 direção que muda conforme a velocidade, viscosidade, densidade e/ou proporção de fluido desejável/fluido indesejável na composição do fluido.

Será apreciado que o caminho de fluxo mais tortuoso tomado pela composição do fluido 36 no exemplo da figura  
20 3A consome mais da energia da composição do fluido na mesma taxa de fluxo 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 FIG. 3B. Se o petróleo for um fluido desejável  
25 e água e/ou gás forem fluidos indesejáveis, então será apreciado que o sistema de resistência de fluxo variável 25 das figuras 3A e 3B proporcionará menor resistência ao fluxo da composição do fluido 36 quando tiver um aumento da proporção de fluido desejável/indesejável nele, e  
30 proporcionará uma maior resistência ao fluxo quando a composição do fluido tiver uma diminuição da proporção de fluido desejável/indesejável nele.

Uma vez que a câmara 46 tem uma forma geralmente cilíndrica, conforme mostrado nos exemplos das figuras 3A  
35 e 3B, a direção reta 50 da entrada 44 até a saída 40 está em um sentido radial. A passagem de fluxo 42 a montante da mudança abrupta de direção 48 é direcionada geralmente

tangencialmente em relação à câmara 46 (isto é, perpendicular a uma linha que se estende radialmente a partir do centro da câmara). No entanto, a câmara 46 não é necessariamente de forma cilíndrica e a direção reta 50 da entrada 44 até a saída 40 não está necessariamente em uma direção radial, em consonância com os princípios desta divulgação.

Uma vez que a câmara 46 neste exemplo tem uma forma cilíndrica com uma saída central 40 e a composição do fluido 36 (pelo menos na figura 3A) move-se em espiral pela câmara, o aumento na velocidade conforme ela se aproxima da saída, impulsionada por um diferencial de pressão entre a entrada 44 e a saída, a câmara pode ser referida como uma câmara de "vórtice".

Referindo-se adicionalmente agora às figuras 4A e 4B, outra configuração do sistema de resistência de fluxo variável 25 é representativamente ilustrada. A configuração das figuras 4A e 4B é semelhante em muitos aspectos com a configuração das figuras 3A e 3B, mas difere pelo menos no que a passagem de fluxo 42 estende-se muito mais em uma direção radial em relação à câmara 46 a montante da mudança abrupta de direção 48, e a mudança abrupta de direção influencia a composição do fluido 36 a escoar a partir da direção reta 50 da entrada 44 até a saída 40.

Na figura 4A, uma composição de fluidos de viscosidade relativamente alta, baixa velocidade e/ou baixa densidade 36 é influenciada pela mudança abrupta na direção 48 para escoar para a câmara 46 na direção oposta à direção em linha reta 50 (por exemplo, em um ângulo A relativamente grande com a linha reta). Assim, a composição do fluido 36 escoará de forma tortuosa sobre a câmara 46 antes de sair pela saída 40.

Note que isto é o oposto da situação descrita acima para a figura 3B, na qual a composição de fluidos de viscosidade relativamente alta, baixa velocidade e/ou baixa densidade 36 entra na câmara 46 através da entrada

44 em uma direção que é apenas ligeiramente inclinada em relação à direção reta 50 da entrada até a saída 40. No entanto, a semelhança das configurações das figuras 3B e 4A é que a composição do fluido 36 tende a mudar de direção com a mudança abrupta de direção 48 na passagem do fluxo 42.

Em contraste, uma composição de fluido de velocidade relativamente alta, baixa viscosidade e/ou alta densidade 36 escoa através da passagem de fluxo 42 para a entrada da câmara 44 na figura 4B. Note que a composição do fluido 36 neste exemplo não segue de perto a mudança abrupta de direção 48 da passagem de fluxo 42 e, portanto, flui através da entrada 44 para a câmara 46 em uma direção que é apenas ligeiramente inclinada em relação à direção reta 50 da entrada 44 até a saída 40. A composição do fluido 36 neste exemplo, portanto, fluirá muito mais diretamente da entrada 44 até a saída 40.

Será apreciado que o caminho de fluxo mais tortuoso tomado pela composição do fluido 36 no exemplo da figura 4A consome mais energia da composição do fluido na mesma taxa de fluxo e, portanto, resulta em maior resistência ao fluxo em comparação ao caminho de fluxo mais direto tomado pela composição do fluido no exemplo da figura 4B. Se gás ou vapor for um fluido desejável e água e/ou petróleo forem fluidos indesejáveis, então será apreciado que o sistema de resistência de fluxo variável 25 das figuras 4A e 4B 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 uma taxa diminuída de fluido desejável/indesejável.

Referindo-se adicionalmente agora às figuras 5A e 5B, outra configuração do sistema de resistência de fluxo variável 25 é representativamente ilustrada. O sistema de resistência de fluxo variável 25 das figuras 5A e 5B é semelhante em muitos aspectos ao das figuras 3A e 5B, mas

difere pelo menos no que a passagem de fluxo 42 não é nem radialmente nem tangencialmente alinhada em relação à câmara 46 e não há uma mudança abrupta na direção da passagem do fluxo logo a montante da entrada da câmara 44  
5 (embora em outros exemplos uma mudança abrupta de direção possa ser usada com uma passagem de fluxo que não é radialmente nem tangencialmente alinhada com uma câmara de fluxo).

Na figura 5A uma composição de fluido de velocidade  
10 relativamente alta, baixa viscosidade e/ou alta densidade 36 entra na câmara 46 através da entrada 44 em um ângulo A relativamente grande em relação a uma linha reta 50 da entrada até a saída 40. A composição do fluido 36, portanto, escoar de forma tortuosa através da câmara 46,  
15 eventualmente movendo-se em espiral para dentro da saída 40.

A passagem de fluxo 42 tem um volume de fluxo aumentado 52 logo a montante da entrada da câmara 44, mas a composição do fluido 36 no exemplo da figura 5A para a  
20 maior parte não muda a direção do volume de fluxo aumentado antes de escoar para dentro da câmara 46. No exemplo da figura 5B, no entanto, a composição do fluido 36 apresenta uma velocidade menor, viscosidade maior e/ou densidade menor e a composição do fluido aproveita o  
25 volume de fluxo aumentado 52 para mudar de direção antes de escoar para a câmara 46 através da entrada 44.

Será apreciado que o caminho de fluxo mais tortuoso tomado pela composição do fluido 36 no exemplo da figura 5A consome mais energia da composição do fluido na mesma  
30 taxa de fluxo 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 5B. Se petróleo for um fluido desejável, água e/ou gás forem fluidos indesejáveis, então será apreciado que o sistema  
35 de resistência de fluxo variável 25 das figuras 5A e 5B 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 uma proporção diminuída de fluido desejável/indesejável. O ângulo da passagem do fluxo 42 em relação à câmara 46 (por exemplo, em relação a um raio da câmara) pode ser variado para assim produzir uma resistência variada correspondente para escoar fluidos com determinadas velocidades, viscosidades, densidades, etc. Além disso, as características (como dimensões, localização, etc.) do volume de fluxo aumentado 52 podem ser alteradas conforme desejado para modificar a resistência fornecida pelo sistema 25 para o fluxo de fluidos específicos.

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 resistência de fluxo variável 25 das figuras 6A e 6B é semelhante em muitos aspectos ao das figuras 3A e 3B, mas difere pelo menos no que a configuração das figuras 6A e 6B inclui uma estrutura 54 na câmara 46 e não há uma mudança abrupta na direção da passagem de fluxo 42 logo a montante da entrada da câmara 44 (embora em outros exemplos, uma mudança abrupta na direção possa ser usada em um sistema que também inclui uma estrutura em uma câmara de fluxo).

Na figura 6A, uma composição de fluido de velocidade relativamente alta, baixa viscosidade e/ou alta densidade 36 entra na câmara 46 através da entrada 44 e é influenciada pela estrutura 54 para continuar a escoar pela câmara. A composição do fluido 36, portanto, escoar de forma tortuosa através da câmara 46, eventualmente movendo-se em espiral para dentro da saída 40, à medida ultrapassa gradualmente a estrutura 54 através das aberturas 56.

Na figura 6B, no entanto, a composição do fluido 36 possui 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 escoo para a câmara 46 através da entrada 44, permitindo que ela flua de forma relativamente direta da entrada até a saída 40 através de uma abertura 56.

Embora a composição do fluido 36 seja retratado na figura 5 6B como escoando diretamente da entrada 44 até a saída 40 através de uma abertura 56, deve-se entender que não é necessário que a composição do fluido escoe diretamente da entrada até a saída quando a resistência ao fluxo é reduzida no sistema 25, e não é necessário que uma das 10 aberturas 56 seja posicionada diretamente entre a entrada e a saída. Pode haver alguma rotação da composição do fluido 36 na saída 40 quando a resistência ao fluxo é reduzida no sistema 25, mas esta rotação da composição do fluido será menor do que seria se a composição do fluido 15 tivesse um aumento da velocidade, diminuição da viscosidade e/ou aumento da densidade.

Será apreciado 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 20 taxa de fluxo 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 FIG. 6B. Se petróleo for um fluido desejável, água e/ou gás forem fluidos indesejáveis, então será apreciado que o sistema 25 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 25 resistência ao fluxo quando a composição do fluido tiver uma proporção diminuída de fluido desejável/indesejável. 30

A estrutura 54 pode ser na forma de uma ou mais palhetas que se estendem circunferencialmente com uma ou mais das aberturas 56 entre a(s) palheta(s). Alternativamente, ou adicionalmente, a estrutura 54 pode ser na forma de um ou 35 mais recesso que se estendem circunferencialmente nas paredes da câmara 46. A estrutura 54 pode se projetar internamente e/ou externamente em relação às paredes da

câmara 46. As estruturas 54 podem ser dispostas radialmente ou diagonalmente, em forma de concha, etc. Assim, será apreciado que qualquer tipo de estrutura que funciona para influenciar a composição do fluido 36 a  
5 continuar a escoar de forma tortuosa pela câmara 46 pode ser utilizada em consonância com os princípios dessa divulgação.

Em outros exemplos as estruturas 54 poderiam ser organizadas de modo a desviar um fluxo em espiral (ou  
10 tortuoso) da composição do fluido 36 para um fluxo mais direto em direção à saída 40. Por exemplo, estruturas orientadas radialmente e/ou em forma de concha podem alcançar este resultado. Fluxos de densidade relativamente baixa, alta viscosidade e baixa velocidade  
15 podem mudar de direção mais fácil quando se deparam com tais estruturas.

Naturalmente, as estruturas 54 representadas nas figuras 6A e 6B também podem conseguir esse resultado (desviar fluxos de menor densidade, maior viscosidade e menor  
20 velocidade), devido ao fato de que a sua presença obstrui um pouco o fluxo tortuoso na saída 40, e uma mudança de direção é necessária para qualquer porção da composição do fluido 36 que flui de forma tortuosa pela saída para ser desviada em direção à mesma. Em particular, as  
25 aberturas 56 apresentam oportunidades para que a composição do fluido 36 mude de direção e escoe mais diretamente em direção à saída 40, e essas oportunidades serão mais facilmente aproveitadas por fluidos com diminuição da densidade, aumento da viscosidade e  
30 diminuição da velocidade. Se um fluido desejável (como petróleo, etc.) tiver uma viscosidade relativamente alta e/ou uma densidade relativamente baixa (por exemplo, em relação à água), então qualquer porção da composição do fluido 36 que escoar de forma tortuosa pela saída 40 será  
35 cada vez mais desviada para a saída pelas estruturas 54 à medida que uma proporção de fluido desejável/indesejável na composição do fluido aumenta.

Embora nos exemplos descritos nas figuras 3A - 6B apenas uma única entrada 44 seja usada para a admissão da composição do fluido 36 na câmara 46, em outros exemplos entradas múltiplas poderiam ser fornecidas, se desejado.

5 A composição do fluido 36 pode escoar para a câmara 46 através de múltiplas entradas 44, simultaneamente ou separadamente. Por exemplo, entradas diferentes 44 podem ser usadas para quando a composição do fluido 36 tiver características correspondentes diferentes (como

10 velocidades, viscosidades e densidades diferentes, etc.). Referindo-se adicionalmente agora às figuras 7A a 7C, vários arranjos de múltiplas câmaras de fluxo 46 em diferentes configurações do sistema de resistência de fluxo variável 25 são ilustrados representativamente.

15 Essas configurações mostram que algumas vantagens podem ser alcançadas através da combinação de múltiplas câmaras de fluxo 46 em um sistema de resistência de fluxo variável 25.

Na figura 7A várias câmaras de fluxo 46 do tipo descrito

20 nas figuras 3A e 3B são ligadas em série. A composição do fluido 36 escoar da entrada 38 até a primeira câmara 46a, depois de uma saída da primeira câmara até uma entrada de uma segunda câmara 46b e depois até a saída 40 do sistema de resistência de fluxo variável 25.

25 Ao combinar várias câmaras 46 do mesmo tipo em série, o efeito de resistência ao fluxo do sistema de resistência de fluxo 25 é aumentado de acordo. Embora apenas duas câmaras 46a,b sejam representadas na figura 7A, qualquer número e qualquer tipo (como os outros tipos de câmaras

30 representados nas figuras 4A a 6B) de câmaras podem ser ligadas em série, em consonância com os princípios desta divulgação.

Na figura 7B diferentes tipos de câmaras 46 são conectados em série. Neste exemplo a primeira câmara 46a

35 é do tipo descrito nas figuras 3A e 3B e a segunda câmara 46b é do tipo descrito nas figuras 4A e 4B.

Ao combinar várias câmaras 46 de tipos diferentes em

série, os efeitos da resistência ao fluxo das câmaras diferentes podem ser combinadas para atingir relações únicas entre as características (como velocidade, viscosidade, densidade, etc.) da composição do fluido 36 que escoar através do sistema 25 e a resistência ao fluxo fornecidos pelo sistema. Um exemplo disso é mostrado na figura 7D e é descrito mais detalhadamente abaixo.

Embora apenas duas câmaras 46a,b sejam representadas na figura 7B, qualquer número, qualquer tipo (como os outros tipos de câmaras representados na figuras 5A a 6B) e qualquer combinação de câmaras podem ser ligadas em série, em consonância com os princípios desta divulgação. Na figura 7C diferentes tipos de câmaras 46 são ligados em paralelo. Neste exemplo, uma câmara 46a é do tipo descrito nas figuras 3A e 3B e a outra câmara 46b é do tipo descrito nas figuras 4A e 4B. A composição do fluido 36 não escoar de uma câmara 46a para outra 46b, mas através de ambas as câmaras em paralelo.

Semelhante ao exemplo da figura 7B, a combinação de múltiplas câmaras 46 de tipos diferentes em paralelo pode ser usada para alcançar relações únicas entre as características (como velocidade, densidade, viscosidade, etc.) da composição do fluido 36 que escoar através do sistema 25 e da resistência ao fluxo fornecida pelo sistema.

Embora apenas duas câmaras 46a,b sejam representadas na figura 7C, qualquer número, qualquer tipo (como os outros tipos de câmaras representados nas figuras 5A-6B) e qualquer combinação de câmaras podem ser ligados em paralelo de acordo com os princípios desta divulgação. Além disso, não é necessário que as câmaras 46 sejam combinadas somente em série ou em paralelo, uma vez que as câmaras de fluxo podem ser combinadas tanto em série quanto em paralelo em um único sistema de resistência de fluxo variável 25, sem se afastar dos princípios dessa divulgação.

Referindo-se adicionalmente agora à figura 7D, um gráfico

de resistência ao fluxo em função da viscosidade é representativamente ilustrado para a composição do fluido 36 que escoa através do sistema de resistência de fluxo variável 25. A viscosidade da composição do fluido 36 é utilizada como uma característica de fluido na figura 7D para demonstrar como a resistência ao fluxo do sistema 25 pode variar de acordo com as mudanças na característica do fluido, mas deve ficar claro que a resistência ao fluxo do sistema também pode variar com relação a outras características (como densidade, velocidade, etc.) da composição do fluido.

No exemplo da figura 7D câmaras múltiplas 46 são combinadas no sistema de resistência de fluxo variável 25 para produzir uma resistência ao fluxo que é relativamente alta quando a composição do fluido 36 contém uma proporção relativamente elevada de água nela, mas a resistência ao fluxo é relativamente baixa quando a composição do fluido contém uma proporção relativamente elevada de gás ou petróleo nela. Será apreciado que isto seria altamente benéfico em um poço de produção de hidrocarbonetos, em circunstâncias onde a produção de petróleo e gás é desejável, mas a produção de água não é. Referindo-se adicionalmente agora à figura 8, um exemplo gráfico da taxa de fluxo relativa em função da queda de pressão relativa é fornecido para fluidos distintos escoados através de um exemplo do sistema de resistência de fluxo variável 25 do tipo descrito nas figuras 6A e 6B. Neste exemplo, um diferencial de pressão através do sistema 25 é permitido variar com a taxa de fluxo variada do fluido através do sistema.

A taxa de fluxo através do sistema 25, portanto, fornece um indicador conveniente da resistência ao fluxo através do sistema. No entanto, na prática atual, quando o sistema de resistência de fluxo variável 25 é instalado em um poço, o diferencial de pressão no sistema pode não variar significativamente ao longo do tempo.

Conforme mostrado na figura 8, a uma certa queda de

pressão relativa, o petróleo terá uma taxa de fluxo substancialmente maior através do sistema 25 em comparação com a taxa de fluxo da água através do sistema. De outra perspectiva, a uma determinada taxa de fluxo, uma queda de pressão significativamente maior no sistema 25 é necessária em comparação com a queda de pressão na mesma taxa de fluxo de petróleo. Assim, menos resistência é oferecida ao fluxo de um fluido desejado (petróleo, neste caso) e maior resistência é oferecida ao fluxo de um fluido indesejável (água, neste caso).

Embora várias configurações do sistema de resistência de fluxo variável 25 tenham sido descritas acima, com cada configuração tendo certas características que são diferentes das outras configurações, deve ficar claro que essas características não são mutuamente exclusivas. Em vez disso, qualquer uma das características de qualquer uma das configurações do sistema 25 descritas acima pode ser usada com qualquer uma das outras configurações. Por exemplo, a estrutura 54 da configuração do sistema 25 representada nas figuras 6A e 6B pode ser utilizada em qualquer uma das configurações do sistema das figuras 3A-5B e 7A-7C.

Pode ser plenamente apreciado agora que a divulgação acima fornece uma série de avanços para a técnica de regular o fluxo de fluidos em um poço. O sistema de resistência de fluxo variável 25 oferece mais resistência ao fluxo da composição do fluido 36 quando contém mais de um fluido indesejável, e o sistema proporciona uma menor resistência ao fluxo da composição do fluido quando contém mais de um fluido desejável. As vantagens são obtidas mesmo sendo o sistema 25 relativamente simples na concepção, construído de forma fácil e econômico e robusto em operação.

Em particular, a divulgação acima fornece à técnica um sistema de resistência de fluxo variável 25 para uso em um poço subterrâneo. O sistema 25 pode incluir uma câmara de fluxo 46 através da qual uma composição de fluido 36

escoa dentro do poço. A câmara 46 tem uma entrada 44 e uma saída 40. A composição do fluido 36 entra na câmara 46 através da entrada 44 em uma direção que muda de acordo com uma proporção de fluido desejável/fluido indesejável na composição do fluido 36.

Nos exemplos acima a composição do fluido 36 pode escoar para a câmara 46 somente através da entrada 44. Em outros exemplos, pode haver múltiplas entradas 44 para a câmara 46.

10 O sistema 25 também pode incluir uma passagem de fluxo 42 que direciona a composição do fluido 36 para a entrada 44. A passagem de fluxo 42 pode ter uma mudança abrupta de direção 48 próximo à entrada 44.

A passagem de fluxo 42 a montante da mudança abrupta de direção 48 pode ser alinhada em geral radialmente em relação à câmara 46, ou pode ser alinhada em geral tangencialmente em relação à câmara 46. Em outros exemplos, a passagem de fluxo 42 pode ser alinhada nem radialmente nem tangencialmente em relação à câmara 46.

20 O sistema 25 pode incluir pelo menos uma estrutura 54 que influencia qualquer porção da composição do fluido 36 que escoar de forma tortuosa entre a entrada 44 e a saída 40 para manter tal fluxo tortuoso. A estrutura 54 pode incluir pelo menos um dentre uma palheta e um recesso. A estrutura 54 pode se projetar internamente ou externamente em relação a uma parede da câmara 46. A estrutura 54 pode ter pelo menos uma abertura 56 que permite que a composição do fluido 36 flua diretamente da entrada 44 para a saída 40.

30 O sistema 25 pode incluir pelo menos uma estrutura 54 que influencia uma porção da composição do fluido 36 que escoar de forma tortuosa entre a entrada 44 e a saída 40 para escoar mais diretamente em direção à saída 40. A porção da composição do fluido 36 pode ser cada vez mais influenciada pela estrutura 54 a escoar de forma mais direta em direção à saída 40 à medida que uma viscosidade da composição do fluido 36 aumenta, uma densidade da

composição do fluido 36 diminui, uma proporção de fluido desejável/indesejável na composição do fluido 36 aumenta e/ou uma velocidade da composição do fluido 36 diminui.

5 A composição do fluido 36 pode escoar de forma mais direta a partir da entrada 44 até a saída 40 à medida que uma viscosidade da composição do fluido 36 aumenta, uma velocidade da composição do fluido diminui e/ou uma densidade da composição do fluido aumenta. A composição do fluido 36 escoar de preferência mais diretamente a  
10 partir da entrada 44 até a saída 40 à medida que uma proporção de fluido desejável/fluido indesejável aumenta. Uma direção reta 50 pode se estender entre a entrada 44 e a saída 40. A direção da composição do fluido 36 que entra na câmara 46 através da entrada 44 pode ser  
15 inclinada em relação à direção reta 50, com o ângulo (como os ângulos A e a) dependendo de uma característica da composição do fluido 36.

A divulgação acima também descreve um sistema de poço 10 que pode incluir um sistema de resistência de fluxo variável 25 através do qual uma composição do fluido 36  
20 escoar entre uma cadeia tubular 22 e uma formação de terra 20 ao redor de um poço 12 do sistema de poço 10. O sistema de resistência de fluxo variável 25 pode incluir uma câmara de fluxo 46 através da qual a composição do fluido 36 escoar, com a câmara 46 tendo uma saída 40 e  
25 apenas uma entrada 44. A composição do fluido 36 pode escoar de forma mais direta da entrada 44 para a saída 40 à medida que uma proporção de fluido desejável/fluido indesejável na composição do fluido 36 aumenta.

30 A composição do fluido 36 pode entrar na câmara 46 através da entrada 44 em uma direção que muda com base em uma proporção de fluido desejável/fluido indesejável na composição do fluido 36. De preferência, uma direção reta 50 se estende entre a entrada 44 e a saída 40 e a direção  
35 da composição do fluido 36 que entra na câmara 46 através da entrada 44 é inclinada em relação à direção reta 50, com o ângulo dependente de uma proporção de fluido

desejável/fluido indesejável na composição do fluido 36. Também é descrito pela divulgação acima um sistema de resistência de fluxo variável 25 que pode incluir uma câmara de fluxo 46 através da qual uma composição de fluido 36 escoa dentro do poço. A câmara 46 tem uma entrada 44, uma saída 40 e pelo menos uma estrutura 54 que influencia porções da composição do fluido 36 que escoa de forma tortuosa entre a entrada 44 e a saída 40 para manter tal fluxo tortuoso.

10 A estrutura 54 pode influenciar cada vez mais a porção da composição do fluido 36 que escoa de forma tortuosa entre a entrada 44 e a saída 40 para escoar mais diretamente em direção à saída 40 à medida que uma proporção de fluido desejável/fluido indesejável na composição do fluido 36

15 aumenta, uma viscosidade da composição do fluido aumenta, uma densidade da composição do fluido diminui e/ou uma velocidade da composição do fluido diminui.

É preciso entender que os vários exemplos descritos acima podem ser utilizados em várias orientações, como

20 inclinada, invertida, horizontal, vertical, etc. e em várias configurações, sem se afastar dos princípios da presente divulgação. As modalidades ilustradas nas figuras são representadas e descritas apenas como exemplos de aplicações práticas dos princípios da

25 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 representativas, facilmente percebe que muitas

30 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 detalhada precedente deve ser claramente entendida como

35 sendo dada 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 de compreender:
- 5 uma câmara de fluxo através da qual uma composição do fluido escoar, a câmara tendo uma entrada e uma saída e onde a composição do fluido entra na câmara através da entrada em uma direção que muda de acordo com uma razão de fluido desejável/fluido indesejável na composição do
- 10 fluido.
2. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a composição do fluido escoar para dentro da câmara somente através da entrada.
3. Sistema, de acordo com a reivindicação 1,
- 15 caracterizado pelo fato de ainda compreender uma passagem de fluxo que direciona a composição do fluido para a entrada e onde a passagem do fluxo tem uma mudança brusca na direção próxima à entrada.
4. Sistema, de acordo com a reivindicação 3,
- 20 caracterizado pelo fato de a passagem de fluxo a montante da mudança brusca de direção estar geralmente alinhada radialmente em relação à câmara.
5. Sistema, de acordo com a reivindicação 3,
- 25 caracterizado pelo fato de a passagem de fluxo a montante da mudança brusca de direção estar geralmente alinhada tangencialmente em relação à câmara.
6. Sistema, de acordo com a reivindicação 1,
- 30 caracterizado pelo fato de ainda compreender uma passagem de fluxo que direciona a composição do fluido na entrada e onde a passagem do fluxo não ser alinhada nem radialmente nem tangencialmente em relação à câmara.
7. Sistema, de acordo com a reivindicação 1,
- 35 caracterizado pelo fato de ainda compreender pelo menos uma estrutura que influencia uma porção da composição do fluido que escoar superficialmente entre a entrada e a saída para manter tal fluxo tortuoso.
8. Sistema, de acordo com a reivindicação 7,

caracterizado pelo fato de a estrutura compreender pelo menos um dentre uma palheta e um recesso.

5 9. Sistema, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de a estrutura projetar pelo menos um deles interiormente e exteriormente em relação a uma parede da câmara.

10 10. Sistema, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de a estrutura tem pelo menos uma abertura que permite que a composição do fluido escoe diretamente da entrada até a saída.

15 11. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de ainda compreender pelo menos uma estrutura que influencia uma porção da composição do fluido que escoar de forma tortuosa entre a entrada e a saída para fluir mais diretamente em direção à saída.

20 12. Sistema, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de a porção da composição do fluido ser cada vez mais influenciada pela estrutura para fluir mais diretamente em direção à saída conforme uma viscosidade da composição do fluido aumenta.

25 13. Sistema, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de a porção da composição do fluido ser cada vez mais influenciada pela estrutura para fluir mais diretamente em direção à saída conforme a velocidade da composição do líquido diminui.

30 14. Sistema, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de a porção da composição do fluido ser cada vez mais influenciada pela estrutura para fluir mais diretamente em direção à saída conforme a proporção entre o fluido desejável/fluido indesejável na composição do fluido aumenta.

35 15. Sistema, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de a porção da composição do fluido ser cada vez mais influenciada pela estrutura para fluir mais diretamente em direção à saída conforme a densidade da composição do líquido diminui.

16. Sistema, de acordo com a reivindicação 1,

caracterizado pelo fato de a composição do fluido escoar mais diretamente da entrada para a saída conforme a viscosidade da composição do fluido aumenta.

5 17. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a composição do fluido escoar mais diretamente da entrada até a saída conforme a velocidade da composição do fluido diminui.

10 18. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a composição do fluido escoar mais diretamente da entrada até a saída conforme uma densidade da composição do fluido diminui.

15 19. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a composição do fluido escoar mais diretamente da entrada até a saída conforme a proporção de fluido desejável/fluido indesejável aumenta.

20 20. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de uma direção em linha reta se estender entre a entrada e a saída e onde a direção da composição do fluido entra na câmara através da entrada em ângulo em relação à direção em linha reta, com o ângulo dependendo de uma característica da composição do fluido.

25 21. Sistema de poço, caracterizado pelo fato de que compreender:  
25 um sistema de resistência de fluxo variável através do qual uma composição do fluido escoar entre uma cadeia tubular e uma formação de terra em torno de um poço do sistema de poço, o sistema de resistência de fluxo variável incluindo uma câmara de fluxo através da qual a  
30 composição do fluido escoar, a câmara tendo uma saída e pelo menos uma entrada, onde a composição do fluido escoar mais diretamente da entrada até a saída conforme uma proporção de fluido desejável/fluido indesejável na composição do fluido aumenta.

35 22. Sistema, de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de a composição do fluido se mover no interior da câmara em direção à saída, em uma

direção que muda com base em uma proporção de fluido desejável/fluido indesejável na composição do fluido.

23. Sistema, de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de a composição do fluido entrar na câmara através da entrada, em uma direção que muda de acordo com a proporção de fluido desejável/fluido indesejável na composição do fluido.

24. Sistema, de acordo com a reivindicação 23, caracterizado pelo fato de uma direção em linha reta se estender entre a entrada e a saída, onde a direção da composição do fluido entra na câmara através da entrada em ângulo em relação à direção em linha reta, com o ângulo dependendo da proporção de fluido desejável/fluido indesejável na composição do fluido.

25. Sistema, de acordo com a reivindicação 21, caracterizado ainda pelo fato de compreender uma passagem de fluxo que direciona a composição do fluido na entrada e onde a passagem do fluxo tem uma mudança brusca na direção próxima à entrada.

26. Sistema, de acordo com a reivindicação 25, caracterizado pelo fato de a passagem de fluxo a montante da mudança brusca de direção está geralmente alinhada radialmente em relação à câmara.

27. Sistema, de acordo com a reivindicação 25, caracterizado pelo fato de a passagem de fluxo a montante da mudança brusca de direção está geralmente alinhada tangencialmente em relação à câmara.

28. Sistema, de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de ainda compreender uma passagem de fluxo que direciona a composição do fluido na entrada e onde a passagem do fluxo não ser alinhada nem radialmente nem tangencialmente em relação à câmara.

29. Sistema, de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de ainda compreender pelo menos uma estrutura que influencia qualquer porção da composição do fluido que flui de forma tortuosa entre a entrada e a saída para manter tal fluxo tortuoso.

30. Sistema, de acordo com a reivindicação 29, caracterizado pelo fato de a estrutura compreender pelo menos um dentre uma palheta e um recesso.
31. Sistema, de acordo com a reivindicação 29, caracterizado pelo fato de a estrutura projetar pelo menos um deles interiormente e exteriormente em relação a uma parede da câmara.
32. Sistema, de acordo com a reivindicação 29, caracterizado pelo fato de a estrutura ter pelo menos uma abertura que permite que a composição do fluido escoe diretamente da entrada até a saída.
33. Sistema, de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de a composição do fluido escoar mais diretamente da entrada até a saída conforme uma viscosidade da composição do fluido aumenta.
34. Sistema, de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de a composição do fluido escoar mais diretamente da entrada até a saída conforme a uma viscosidade da composição do fluido diminui.
35. Sistema, de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de a composição do fluido escoar mais diretamente da entrada até a saída conforme uma densidade da composição do fluido diminui.
36. Sistema, de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de a composição do fluido escoar mais diretamente da entrada até a saída conforme a proporção de fluido desejável/fluido indesejável aumenta.
37. Sistema de resistência de fluxo variável para uso em um poço subterrâneo, caracterizado pelo fato de compreender:  
uma câmara de fluxo através da qual uma composição do fluido escoa no poço, a câmara tendo uma entrada, uma saída e pelo menos uma estrutura que influencia uma porção da composição do fluido que escoa de forma tortuosa entre a entrada e a saída para manter tal fluxo tortuoso.
38. Sistema, de acordo com a reivindicação 37,

caracterizado pelo fato de a estrutura compreender pelo menos um dentre uma palheta e um recesso.

5 39. Sistema, de acordo com a reivindicação 37, caracterizado pelo fato de a estrutura projetar pelo menos um deles interiormente e exteriormente em relação a uma parede da câmara.

10 40. Sistema, de acordo com a reivindicação 37, caracterizado pelo fato de a estrutura ter pelo menos uma abertura que permite que a composição do fluido escoe diretamente da entrada até a saída.

15 41. Sistema, de acordo com a reivindicação 37, caracterizado pelo fato de a composição do fluido entrar na câmara através da entrada, em uma direção que muda de acordo com uma proporção de fluido desejável/fluido indesejável na composição do fluido.

20 42. Sistema, de acordo com a reivindicação 41, caracterizado pelo fato de uma direção em linha reta se estender entre a entrada e a saída e onde a direção da composição pela qual o fluido entra na câmara através da entrada em ângulo em relação à direção em linha reta, com o ângulo dependendo da proporção de fluido desejável/fluido indesejável na composição do fluido.

25 43. Sistema, de acordo com a reivindicação 37, caracterizado pelo fato de a composição do fluido escoar para dentro da câmara somente através da entrada.

30 44. Sistema, de acordo com a reivindicação 37, caracterizado pelo fato de ainda compreender uma passagem de fluxo que direciona a composição do fluido na entrada e onde a passagem do fluxo tem uma mudança brusca na direção próxima à entrada.

45. Sistema, de acordo com a reivindicação 44, caracterizado pelo fato de a passagem de fluxo a montante da mudança brusca de direção geralmente ser alinhada radialmente em relação à câmara.

35 46. Sistema, de acordo com a reivindicação 44, caracterizado pelo fato de a passagem de fluxo a montante da mudança brusca de direção geralmente ser alinhada

tangencialmente em relação à câmara.

47. Sistema, de acordo com a reivindicação 37, caracterizado pelo fato de ainda compreender uma passagem de fluxo que direciona a composição do fluido para a entrada e onde a passagem do fluxo não ser alinhada nem radialmente nem tangencialmente em relação à câmara.

48. Sistema, de acordo com a reivindicação 37, caracterizado pelo fato de a composição do fluido escoar mais diretamente da entrada até a saída conforme uma viscosidade da composição do fluido aumenta.

49. Sistema, de acordo com a reivindicação 37, caracterizado pelo fato de a composição do fluido escoar mais diretamente da entrada até a saída conforme uma viscosidade da composição do fluido diminui.

50. Sistema, de acordo com a reivindicação 37, caracterizado pelo fato de a composição do fluido escoar mais diretamente da entrada até a saída conforme uma densidade da composição do fluido diminui.

51. Sistema, de acordo com a reivindicação 37, caracterizado pelo fato de a composição do fluido escoar mais diretamente da entrada até a saída conforme uma proporção de fluido desejável/fluido indesejável na composição do fluido aumenta.

52. Sistema, de acordo com a reivindicação 37, caracterizado pelo fato de a estrutura influenciar cada vez mais a porção da composição do fluido que escoar de forma tortuosa entre a entrada e a saída para escoar mais diretamente em direção à saída conforme uma proporção de fluido desejável/fluido indesejável na composição do fluido aumenta.

53. Sistema, de acordo com a reivindicação 37, caracterizado pelo fato de a estrutura influenciar cada vez mais a porção da composição do fluido que escoar de forma tortuosa entre a entrada e a saída para escoar mais diretamente em direção à saída conforme uma velocidade da composição do fluido diminui.

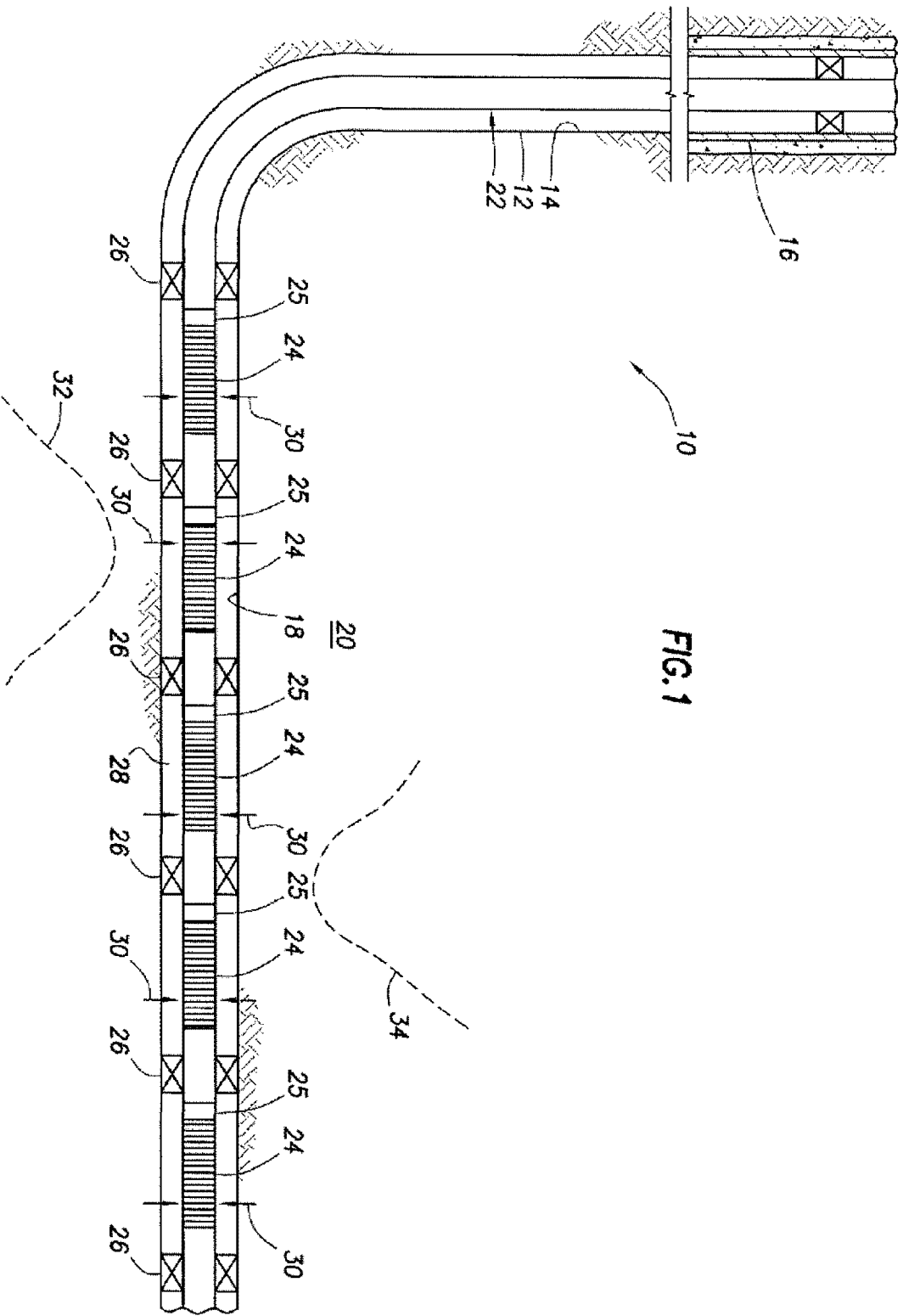


FIG. 1

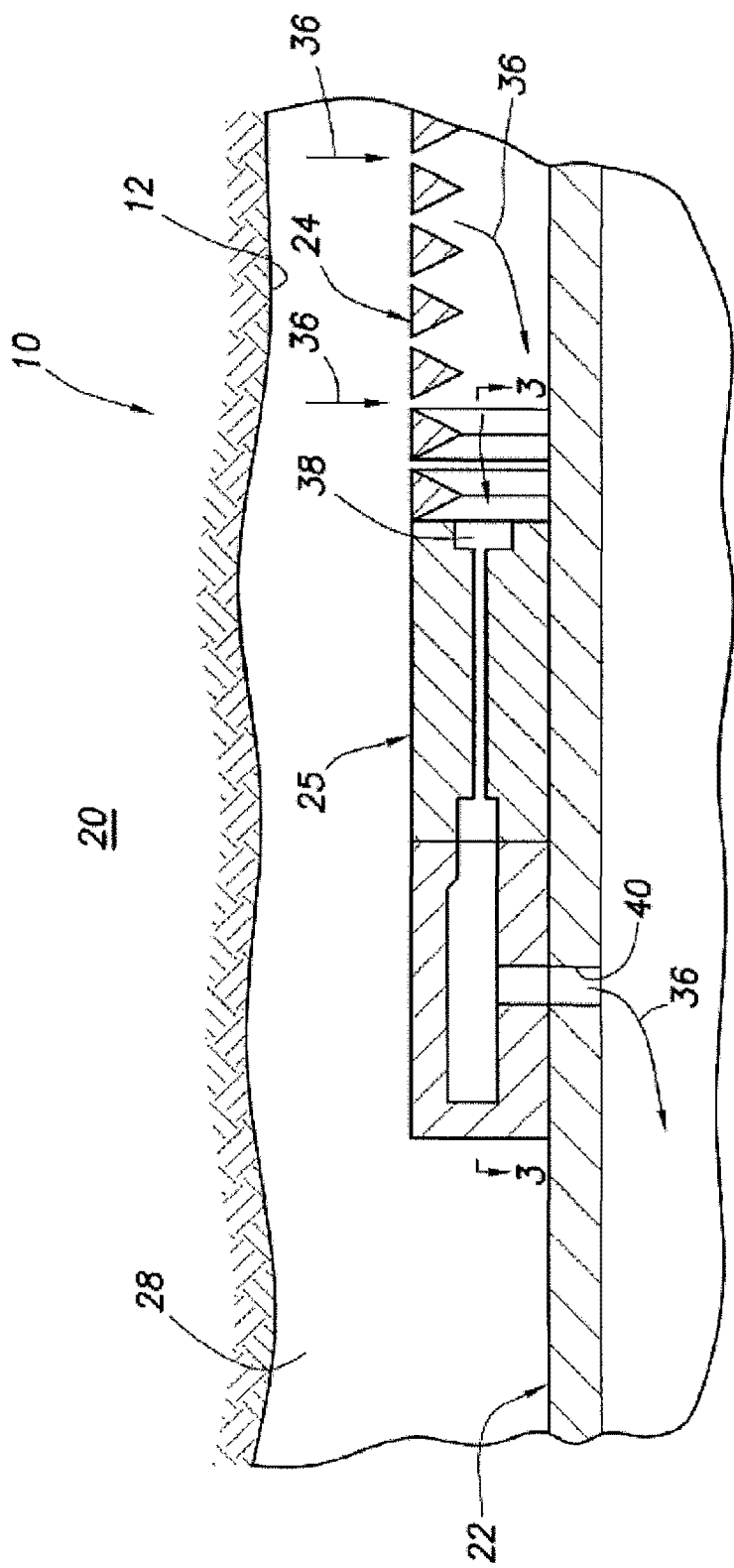


FIG.2

3/8

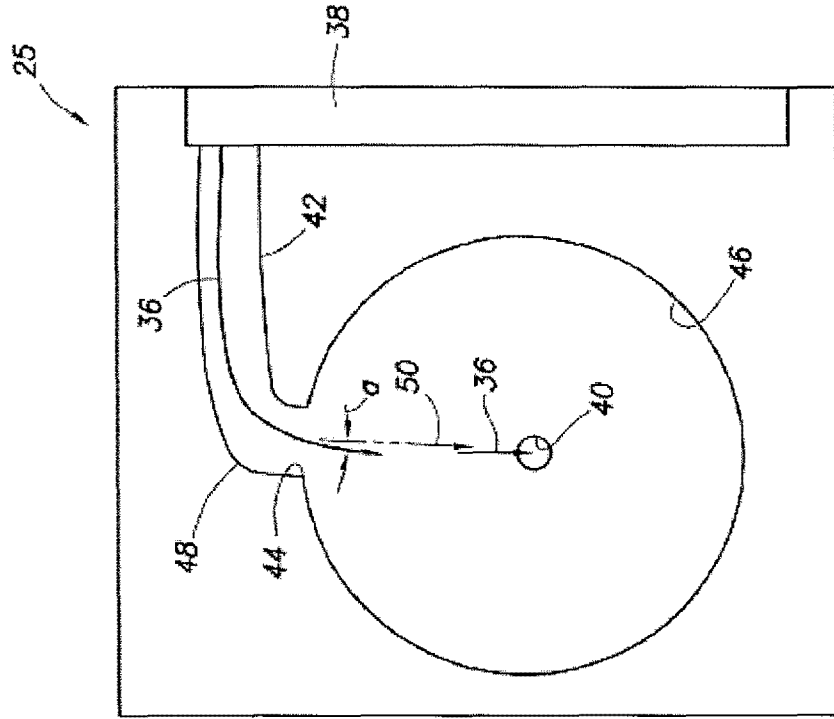


FIG. 3B

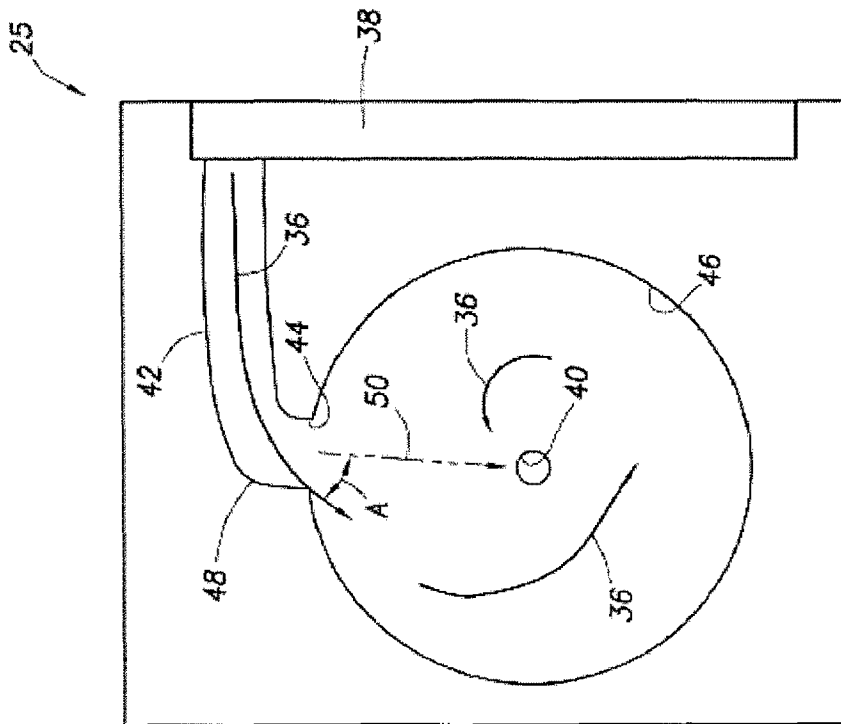


FIG. 3A

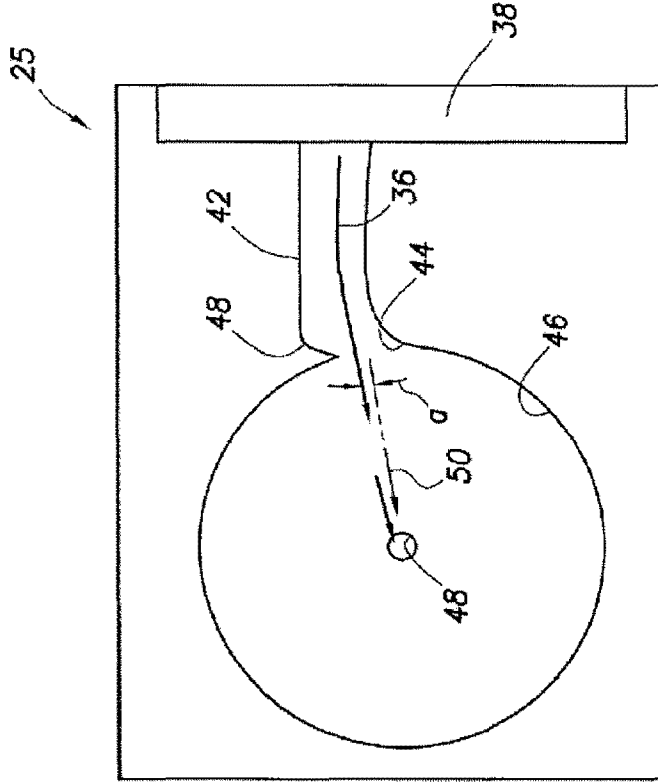


FIG. 4B

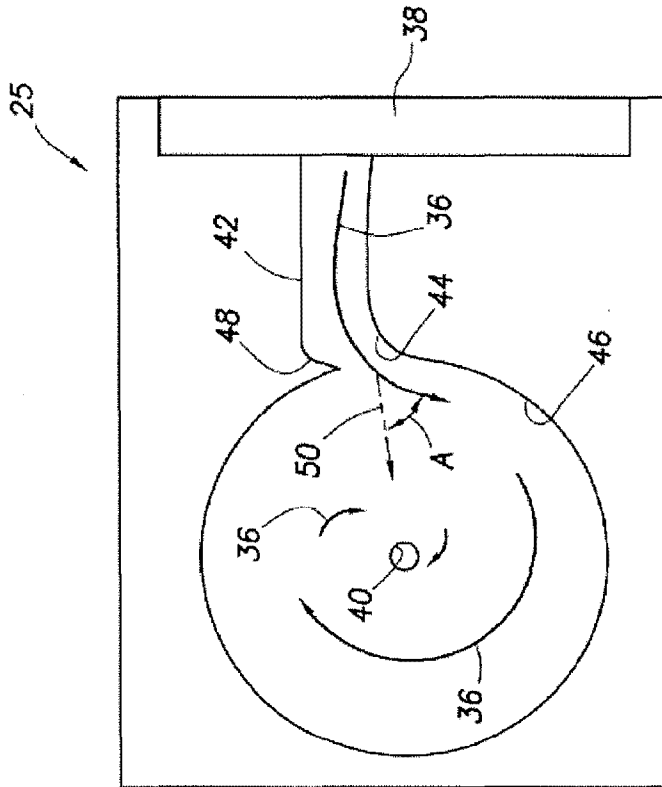


FIG. 4A

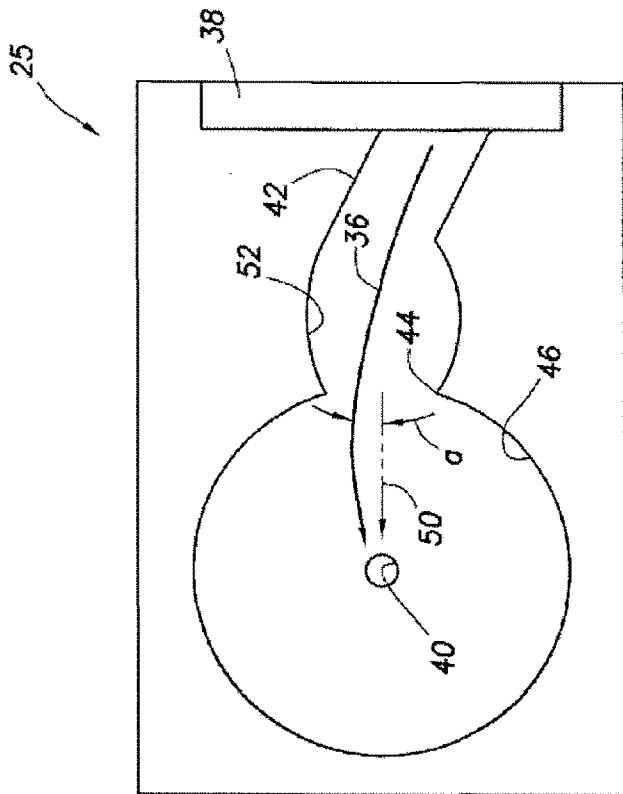


FIG. 5B

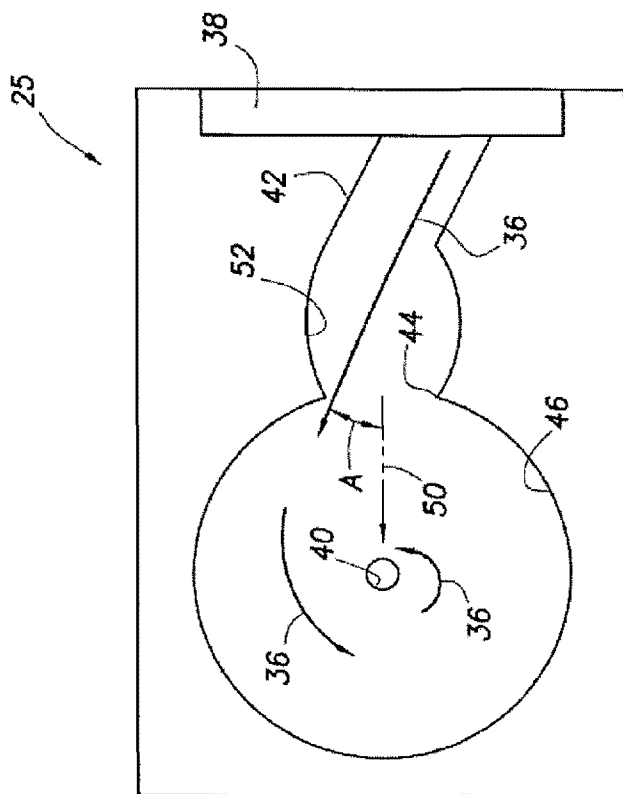


FIG. 5A

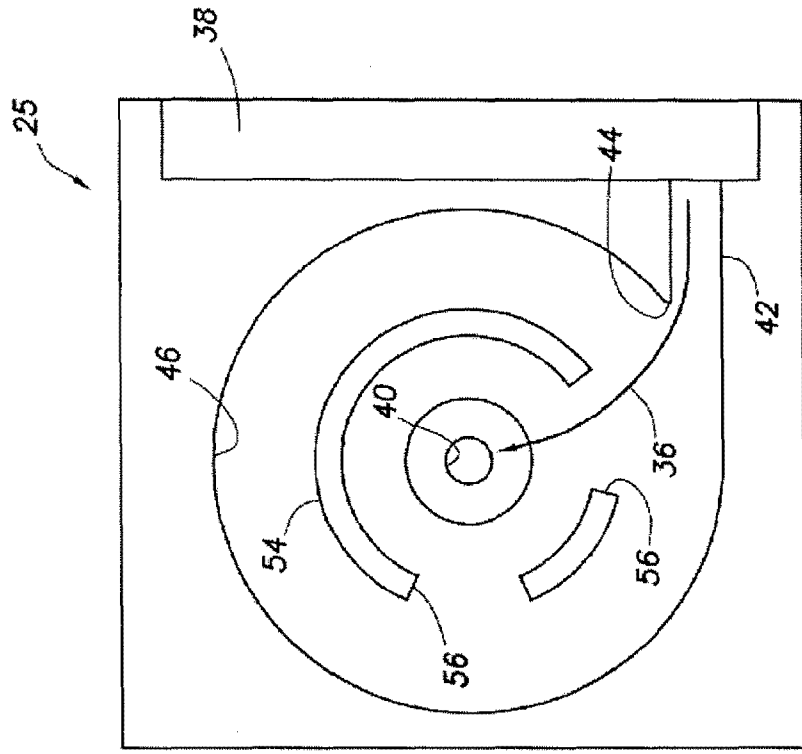


FIG. 6B

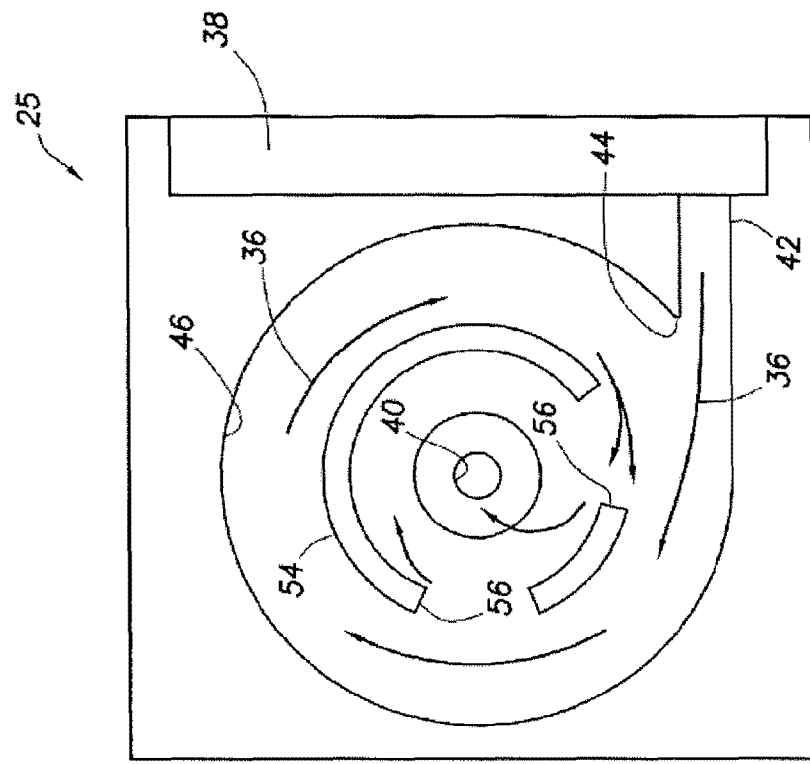


FIG. 6A

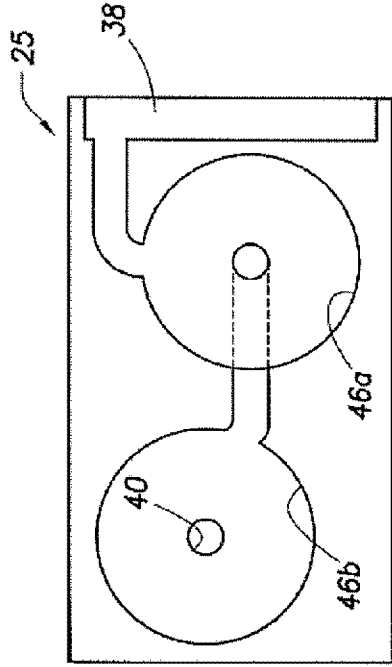


FIG. 7B

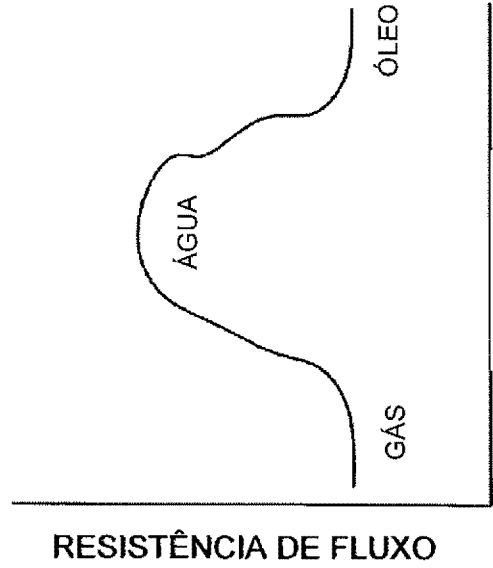


FIG. 7D

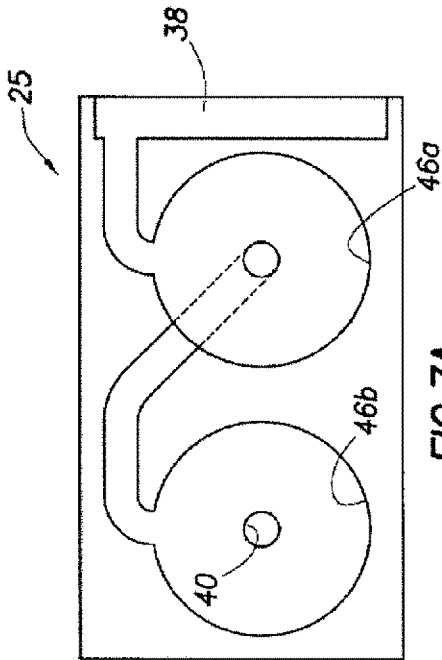


FIG. 7A

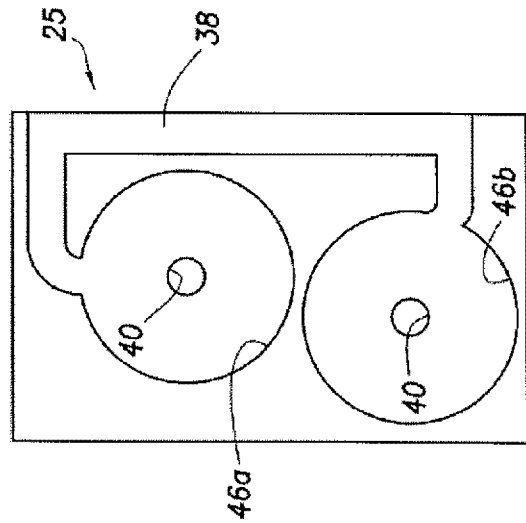


FIG. 7C

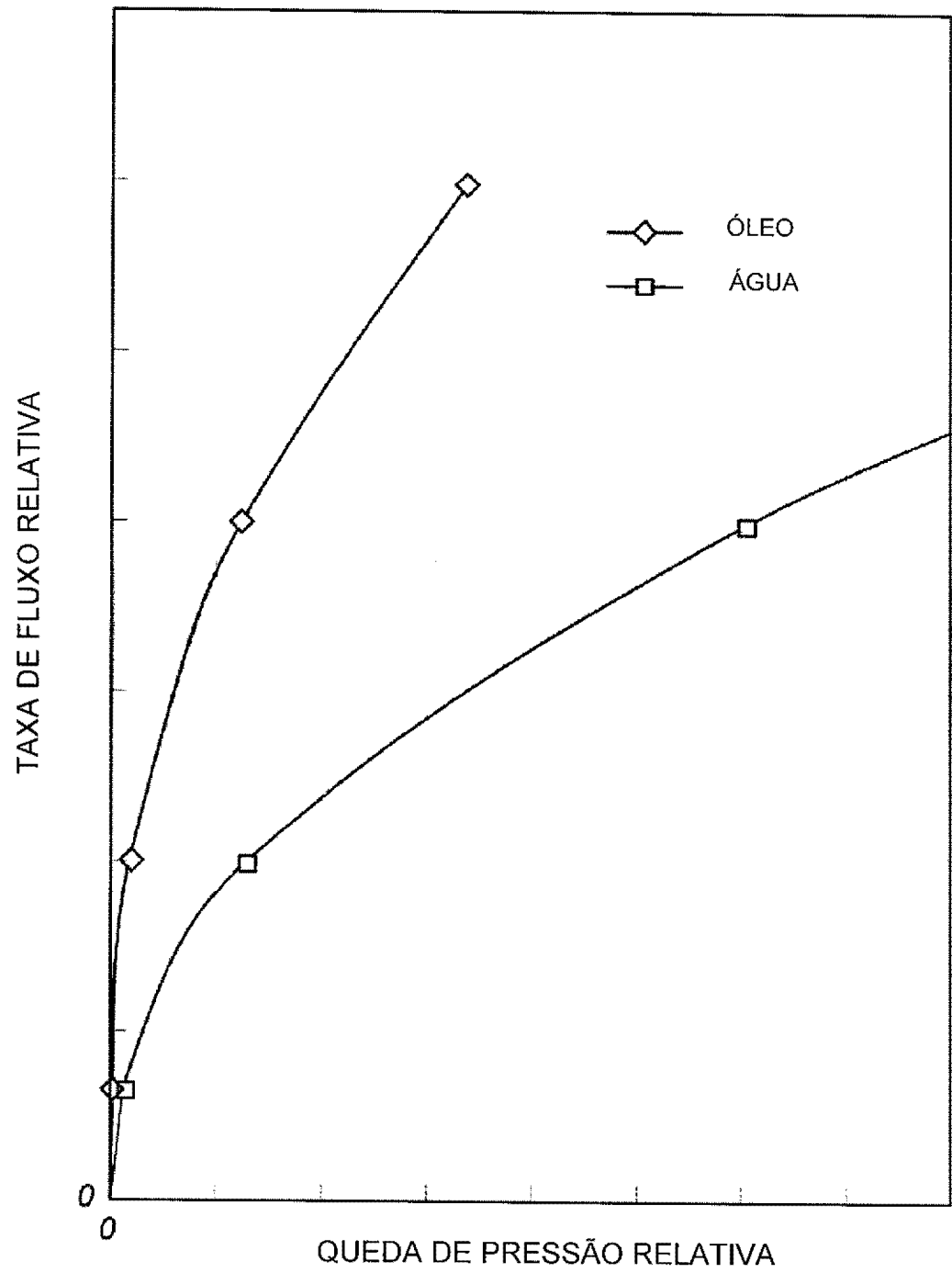


FIG.8

RESUMO

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

Um sistema de resistência ao fluxo variável pode incluir uma câmara de fluxo através da qual uma composição escoar em um poço, a câmara tendo uma entrada e uma saída. A composição do fluido passa através da entrada em uma direção que muda de acordo com uma proporção de fluido desejável/indesejável na composição do fluido. Um sistema de poço pode incluir um sistema de resistência ao fluxo variável através do qual uma composição do fluido escoar entre uma cadeia tubular e uma formação, o sistema de resistência ao fluxo incluindo uma câmara de fluxo através do qual a composição do fluido escoar, com apenas uma entrada de câmara. A composição do fluido flui mais diretamente da entrada para uma saída conforme uma proporção de fluido desejável/indesejável na composição do fluido aumenta. Outro sistema de resistência ao fluxo pode incluir pelo menos uma estrutura que influencia porções da composição do fluido que fluem de forma tortuosa entre a entrada e a saída para manter tal fluxo tortuoso.