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

(21) **PI0621253-0 A2**

BRPI0621253A2

(22) Data de Depósito: 15/12/2006
(43) Data da Publicação: 06/12/2011
(RPI 2135)

(51) Int.Cl.:
E21B 33/12

(54) Título: SISTEMA ASSOCIADO À PRODUÇÃO DE HIDROCARBONETOS, MÉTODO PARA PRODUÇÃO DE HIDROCARBONETOS A PARTIR DE UM POÇO, E, MÉTODO ASSOCIADO À PRODUÇÃO DE HIDROCARBONETOS

(30) Prioridade Unionista: 03/02/2006 US 60/765023, 22/02/2006 US 60/775434

(73) Titular(es): Exxonmobil Upstream Research Company

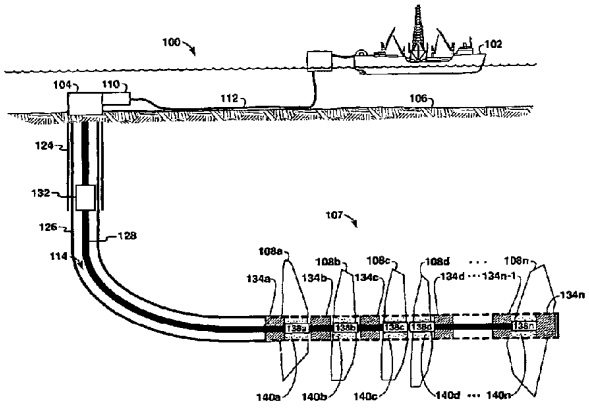
(72) Inventor(es): Bruce A. Dale, Charles S. Yeh, Darren F. Rosenbaum, David C. Haeberle, Jon Blacklock, Manh V. Phi, Michael D. Barry, Michael J. Siegman, Michael T. Hecker

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

(86) Pedido Internacional: PCT US2006047993 de 15/12/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2007/092082de 16/08/2007

(57) Resumo: SISTEMA ASSOCIADO À PRODUÇÃO DE HIDROCARBONETOS, MÉTODO PARA PRODUÇÃO DE HIDROCARBONETOS A PARTIR DE UM POÇO, E, MÉTODO ASSOCIADO À PRODUÇÃO DE HIDROCARBONETOS. Um método, sistema e aparelho associados à produção de hidrocarbonetos são descritos. Um aparelho inclui um elemento de obturador intumescível ao redor de um trajeto de fluxo primário e secundário, onde o obturador é configurado para bloquear fluxo em uma porção de um furo de poço anular. Um método inclui dispor dispositivos de controle de areia tendo tubos de derivação e um obturador dentro de um furo de poço adjacente a uma reservatório subterrâneo. O obturador é, depois, ajustado dentro de um intervalo, que pode ser uma seção de furo aberto do furo de poço. Com o obturador ajustado, a obturação com cascalho dos dispositivos de controle de areia em diferentes intervalos pode ser executada. Depois, hidrocarbonetos são produzidos do furo de poço por passar os hidrocarbonetos através dos dispositivos de controle de areia com os diferentes intervalos provendo isolamento zonal. Em alguns modos de realização, os intervalos podem ser alternativamente obturador e tamponados, onde os intervalos tamponados não são obturados. Em adição, o método pode incluir também dispor os dispositivos de controle de areia e obturador no furo de poço no fluido de perfuração condicionado. O fluido de perfuração condicionado pode ser deslocado adjacente aos dispositivos de controle de areia por um fluido portador. Novamente, uma vez que o obturador esteja ajustado, a obturação com cascalho dos intervalos com o fluido portador tendo cascalho pode ser executada.



"SISTEMA ASSOCIADO À PRODUÇÃO DE HIDROCARBONETOS, MÉTODO PARA PRODUÇÃO DE HIDROCARBONETOS A PARTIR DE UM POÇO, E, MÉTODO ASSOCIADO À PRODUÇÃO DE HIDROCARBONETOS"

REFERÊNCIA CRUZADA A PEDIDOS CORRELATOS

Este pedido reivindica o benefício do pedido provisório US 60/765.023, depositado em 3 de fevereiro de 2006 e o benefício do pedido provisório US 60/775.434, depositado em 22 de fevereiro de 2006.

CAMPO TÉCNICO

Esta invenção refere-se geralmente a um aparelho e método para uso em furos de poços e associados com a produção de hidrocarbonetos. Particularmente, mas não exclusivamente, a invenção refere-se a um aparelho e método de furo de poço para prover isolamento zonal com um recheio de cascalho dentro de um poço.

FUNDAMENTOS

Esta seção destina-se a introduzir vários aspectos da técnica, que podem ser associados a modos de realização exemplificativos das técnicas atuais. Esta explicação pode ajudar em prover um arcabouço para facilitar uma melhor compreensão de aspectos particulares das técnicas atuais. Conseqüentemente deve ser entendido que esta seção deve ser considerada com esta visão, e não necessariamente como admissões da técnica anterior.

A produção de hidrocarbonetos, como óleo e gás, tem sido efetuada por vários anos. Para produzir estes hidrocarbonetos, um sistema de produção pode utilizar vários dispositivos, como telas de areia e outras ferramentas, para tarefas específicas dentro de um poço. Tipicamente, estes dispositivos são colocados em um furo de poço completado em completação de um furo revestido ou de furo aberto. Em completações em furo revestido, uma coluna de perfuração é colocada no furo de poço e perfurações são feitas através da coluna de perfuração para formações subterrâneas para prover uma

trajetória de fluxo para fluidos de formação, como hidrocarbonetos, para o furo de poço. Alternativamente, em completações de furo aberto, uma coluna de produção é posicionada no interior do furo de poço sem uma coluna de revestimento. Os fluidos de formação escoam através do segmento anular entre a formação subterrânea e a coluna de produção para entrar na coluna de produção.

Entretanto, ao produzir hidrocarbonetos de formações subterrâneas, as operações se tornam mais desafiadoras devido à localização de certas formações subterrâneas. Por exemplo, alguma formações subterrâneas são localizadas em intervalos com alto teor de areia em águas ultraprofundas, a profundidades que se estendem o alcance das operações de perfuração, em reservatórios de alta pressão/temperatura, em longos intervalos, a alta taxa de produção, e em localizações remotas. Desse modo, a localização da formação subterrânea pode apresentar problemas, como perda de controle de areia, que aumenta dramaticamente o custo individual de poço. Ou seja, o custo de acessar a formação subterrânea pode resultar em menos poços completados para um desenvolvimento econômico de campo. Por exemplo, perda de controle de areia pode resultar em produção de areia à superfície, dano de equipamento no interior do furo, menor produtividade de poço e/ou perda do poço. Conseqüentemente, confiabilidade e longevidade de poço se tornam considerações de projeto para evitar perda de produção indesejada e intervenção dispendiosa ou retrabalho destes poços.

Dispositivos de controle de areia são um exemplo de um dispositivo usado em poços para aumentar confiabilidade e longevidade de poço. Dispositivos de controle de areia são, normalmente, instalados no interior do furo através de formações para reter material sólido e permitir fluidos de formação serem produzidos sem materiais sólidos acima de certo tamanho. Tipicamente, dispositivos de controle de areia são utilizados dentro de um poço para gerenciar a produção de material sólido, como areia. O dispositivo de controle de areia pode ter aberturas entalhadas ou pode ser

enrolado com tela. Como um exemplo, ao se produzir fluidos de formação de formações subterrâneas localizadas em águas profundas, é possível produzir material sólido juntamente com fluidos de formação, devido às formações serem muito pouco consolidadas ou serem enfraquecidas por tensões no interior do furo devido à escavação do poço e retirada de fluido de formação.

Entretanto, sob os ambientes crescentemente adversos, dispositivos de controle de areia são mais susceptíveis a danos devido à alta tensão, erosão, entupimento, compactação/subsidência etc. Como resultado, dispositivos de controle de areia são geralmente utilizados com outros métodos, como obturação com cascalho ou tratamentos com fluido para gerenciar a produção de areia da formação subterrânea.

Um dos métodos mais comumente usados para controlar areia é um recheio de cascalho. Rechear com cascalho um poço envolve colocar cascalho ou outro material particulado ao redor de um dispositivo de controle de areia acoplado à coluna de produção para realçar filtração de areia e integridade da formação. Por exemplo, em uma completação de furo aberto, um recheio de cascalho é, tipicamente, posicionado entre a parede do furo do poço e uma tela de areia que circunda um tubo de base perfurado. Alternativamente, em uma completação de furo revestido, um recheio de cascalho é posicionado entre uma coluna de revestimento tendo perfurações e uma tela de areia que circunda um tubo de base perfurado. A despeito do tipo de completação, fluidos de formação escoam da formação subterrânea para a coluna de produção, através de pelo menos dois mecanismos de filtro: o recheio de cascalho e o dispositivo de controle de areia.

Com recheios de cascalho, perda inadvertida de um fluido portador pode formar pontes de areia dentro do intervalo recheado com cascalho. Por exemplo, em intervalos de produção espessos ou inclinados, uma distribuição pobre de cascalho (ou seja, obturação incompleta do intervalo resultando em vazios no recheio de cascalho) pode ocorrer com uma

perda prematura de líquido da pasta fluida de cascalho para a formação. Esta perda de fluido pode pontes de areia que se formam no segmento anular antes do recheio de cascalho ter sido completado. Para tratar deste problema, trajetos de fluxo alternativos, como tubos de derivação, podem ser utilizados para desviar de pontes de areia e distribuir o cascalho uniformemente através dos intervalos. Para maiores detalhes destes trajetos de fluxo alternativos, ver patentes US 5.515.915; 5.868.200; 5.890.533; 6.059.032; 6.588.506; 4.945.991; 5.082.052; 5.113.935; 5.333.688 e publicação de pedido internacional WO 2004/94.784, todos aqui incorporados pela referência.

A utilização de trajetos de fluxo alternativos é altamente benéfica, mas cria desafios de projeto na elaboração de uma coluna de produção, como acoplar um obturador a um dispositivo de controle de areia ou a outras ferramentas de poço. O obturador impede o fluxo através do furo de poço ao redor do trajeto de fluxos alternativo, enquanto permite fluxo dentro do trajeto de fluxo alternativo e, em muitos casos, através de um trajeto de fluxo primário, adicionalmente.

Embora os tubos de derivação ajudem na formação do recheio de cascalho, o uso de tubos de derivação pode limitar métodos de prover isolamento zonal com um recheio de cascalho. Por exemplo, e, uma completação de furo aberto, obturadores não são instalados quando um recheio de cascalho é utilizado, devido a não ser possível formar um recheio de cascalho completo acima e abaixo do obturador. Sem um recheio de cascalho, vários problemas podem surgir. Por exemplo, se um dos intervalos em uma formação produzir água, a formação pode entrar em colapso ou desmoronar devido às maiores forças de arrasto e/ou dissolução de material que mantém unidos os grãos de areia. Além disso, a produção de água, tipicamente, diminui a produtividade, devido à água ser mais pesada do que hidrocarbonetos e precisar de maior pressão para ser movida para cima e para fora do poço. Ou seja, quanto mais água produzida, menor a pressão

disponível para mover os hidrocarbonetos, como óleo. Em adição, água é corrosiva e pode causar danos severos ao equipamento se não for apropriadamente tratada. Finalmente, devido à água ter que ser descartada apropriadamente,a produção de água aumenta os custos de tratamento, manuseio e descarte.

Esta produção de água pode ser constituída com poços que têm um número de intervalos de completação diferente, coma resistência da formação variando de intervalo a intervalo. Devido à avaliação de resistência de formação ser complicada, a capacidade de prever o momento de surto de água é limitada. Em muitas situações, reservatórios são intercomunicados para minimizar risco de investimento e maximizar benefício econômico. Em particular, poços tendo diferentes intervalos e reservas marginais podem ser interligados para reduzir risco econômico. Um dos riscos nestas configurações é o fato de erupção de gás e/ou água em qualquer dos intervalos ameaçar as reservas restantes nos outros intervalos da completação de poço. Desse modo, a confiabilidade do sistema global para completações de poços apresenta grande incerteza para poços recheados com cascalho.

Conseqüentemente, há a necessidade de método e aparelho que provejam isolamento zonal dentro de um recheio de cascalho, como uma completação de furo aberto. Além disso, há a necessidade de um aparelho e método de completação de poço que provejam trajetos de fluxo alternativos para dispositivos de controle de areia, como telas de areia, e obturadores para rechear com cascalho diferentes intervalos dentro de um poço.

Outros trabalhos relacionados podem ser encontrados pelo menos nas patentes US 5.588.487; 5.934.376; 6.277;303; 6.298.916; 6.464.261; 6.516.882; 6.588.506; 6.749.023; 6.752.207; 6.789.624; 6.814.239; 6.817.410; publicação de pedido internacional WO 2004/94.769; publicação de pedido de patente US 2004/3.922; publicação de pedido de patente US 2005/284.643; publicação de pedido de patente US 2005/205.269;

e "Alternate Path Completions: A Critical Review and Lessons Learned from Case Histories With Recommended Practices for Deepwater Applications", G. Hurst, et al. SPE Paper 86.532-MS.

SUMÁRIO

Em um modo de realização, é descrito um aparelho associado com a produção de hidrocarbonetos. O aparelho inclui um membro tubular que tem uma abertura central para fluxo de fluido através do membro tubular e pelo menos um tubo de ligação externo ao membro tubular; um elemento de expansão disposto em torno do membro tubular e o pelo menos um tubo de ligação, onde o elemento de expansão é configurado para isolar, pelo menos, uma porção de um segmento anular entre o membro tubular e uma parede de um furo de poço.

Em um segundo modo de realização, é descrito outro aparelho associado com a produção de hidrocarbonetos. O aparelho inclui um membro tubular tendo uma primeira abertura para fluxo de fluido através do interior do membro tubular; uma luva disposta em torno do membro tubular; uma pluralidade de membros de sustentação dispostos entre o membro tubular e a luva, onde uma segunda abertura é formada entre o membro tubular, a luva, e a pluralidade de membros de sustentação; e um elemento de expansão disposto em torno da luva, onde o elemento da expansão é configurado para impedir substancialmente fluxo de fluido para fora da luva.

Em um terceiro modo de realização, é descrito um sistema associado com a produção de hidrocarbonetos. O sistema inclui um furo de poço utilizado para produzir hidrocarbonetos de um reservatório subterrâneo; uma coluna de tubulação de produção disposta dentro do furo de poço; uma pluralidade de dispositivos de controle de areia acoplados à coluna de tubulação de produção e dispostos dentro de uma seção de furo aberto do furo de poço; pelo menos um obturador acoplado entre duas da pluralidade de dispositivos de controle de areia, onde, o pelo menos um obturador, é

configurado para impedir substancialmente o fluxo do fluido em, pelo menos, uma porção de um segmento anular entre o membro tubular e uma parede de um furo de poço; um primeiro recheio de cascalho disposto, pelo menos parcialmente, ao redor de, pelo menos, uma das pluralidades de dispositivos de controle de areia a montante, a partir do pelo menos um obturador; e um segundo recheio de cascalho disposto, pelo menos parcialmente, ao redor de, pelo menos, uma das pluralidades de dispositivos de controle de areia a jusante, a partir do pelo menos um obturador.

Em um quarto modo de realização, é descrito outro sistema para produzir hidrocarbonetos. O sistema inclui um furo de poço utilizado para produzir hidrocarbonetos de um reservatório subterrâneo; uma coluna de tubulação de produção disposta dentro do furo de poço; uma pluralidade de dispositivos de controle de areia acoplados à coluna de tubulação de produção e disposta dentro do furo de poço, onde cada uma das pluralidades de dispositivos de controle de areia tem um trajeto primário de fluxo isolado do furo de poço por um meio de filtro e um trajeto secundário de fluxo em comunicação fluida com o furo de poço; pelo menos um obturador acoplado pelo menos a uma das pluralidades de dispositivos de controle de areia, o pelo menos um obturador tendo um trajeto primário de fluxo em comunicação com o trajeto primário de fluxo da pelo menos uma das pluralidades de dispositivos de controle de areia e um trajeto secundário de fluxo em comunicação com o trajeto secundário de fluxo da pelo menos uma das pluralidades de dispositivos de controle de areia através de uma região de coletor que mistura e redistribui o fluxo dentro do trajeto secundário de fluxo pelo menos do pelo menos um obturador, onde o, pelo menos um obturador, é configurado para isolar o fluxo entre seções do furo de poço para fora do trajeto primário de fluxo e do trajeto secundário de fluxo do pelo menos um obturador.

Em um quinto modo de realização, é descrito um terceiro

sistema para produzir hidrocarbonetos. Este sistema inclui uma barreira tubular instalada dentro de um furo de poço; um primeiro obturador acoplado à barreira tubular, onde o primeiro obturador isola um primeiro segmento anular entre uma parede do furo de poço e a barreira tubular; pelo menos dois dispositivos de controle de areia dispostos dentro da barreira tubular, onde pelo menos cada um dos dois dispositivos de controle de areia tem um trajeto primário de fluxo e um trajeto secundário de fluxo; um segundo obturador acoplado entre os, pelo menos dois dispositivos de controle de areia e configurado para isolar um segundo segmento anular entre os, pelo menos dois dispositivos de controle de areia e a barreira tubular, o segundo obturador tendo um trajeto primário de fluxo em comunicação com o trajeto primário de fluxo dos, pelo menos, dois dispositivos de controle da areia e um trajeto secundário do fluxo em comunicação com o trajeto secundário do fluxo dos, pelo menos, dois dispositivos de controle de areia; um primeiro recheio de cascalho formado entre a barreira tubular e um dos, pelo menos, dois dispositivos de controle de areia; e um segundo recheio de cascalho formado entre a barreira tubular e outro dos, pelo menos, dois dispositivos de controle de areia.

Em um sexto modo de realização, é descrito um método para produzir hidrocarbonetos de um poço. O método inclui dispor dispositivos de controle de areia e, pelo menos um obturador, dentro de um furo de poço adjacente a um reservatório subterrâneo, onde cada um dos dispositivos de controle de areia inclui, pelo menos, um tubo de derivação e cada um do pelo menos um obturador inclui um trajeto primário e secundário de fluxo, onde o trajeto secundário de fluxo do pelo menos um obturador está em comunicação fluida com o pelo menos um tubo da derivação dos dispositivos de controle de areia; ajustar o pelo menos um obturador dentro da seção de furo aberto; empacotar com cascalho os dispositivos de controle de areia em um primeiro intervalo do reservatório subterrâneo a montante do pelo menos um

obturador; empacotar com cascalho os dispositivos de controle de areia em um segundo intervalo do reservatório subterrâneo a jusante do pelo menos um obturador passando um fluido portador tendo cascalho através do trajeto secundário de fluxo do pelo menos um obturador; e produzir hidrocarbonetos do furo de poço passando os hidrocarbonetos através dos dispositivos de controle de areia. Além disto, o método pode igualmente incluir acondicionar um fluido de perfuração utilizado para alcançar uma formação subterrânea via furo de poço, onde a pluralidade de dispositivos de controle de areia e, o pelo menos um obturador, são dispostos no furo de poço no fluido de perfuração condicionado; deslocar o fluido de perfuração condicionado adjacente aos dispositivos de controle de areia e, o pelo menos um obturador, com um fluido portador antes de ajustar o obturador; e empacotar com cascalho os intervalos do furo de poço com o fluido portador tendo cascalho.

Em um sétimo modo de realização, é apresentado um método de produzir hidrocarbonetos a partir de um poço, compreendendo dispor, pelo menos três dispositivos de controle de areia e pelo menos dois obturadores, dentro de um furo de poço, adjacente a um reservatório subterrâneo, onde cada um dos, pelo menos três dispositivos de controle de areia, inclui um trajeto primário de fluxo e, pelo menos, um tubo de derivação, onde o pelo menos um tubo de derivação forma um trajeto secundário de fluxo e cada um dos pelo menos dois obturadores inclui um trajeto de fluxo primário e secundário, onde o trajeto secundário do fluxo dos pelo menos dois obturadores, está em comunicação fluida com o pelo menos um tubo de derivação dos pelo menos três dispositivos de controle de areia. O método inclui, além disto, posicionar pelo menos um dos pelo menos três dispositivos de controle de areia a montante dos pelo menos dois obturadores e pelo menos um dos pelo menos três dispositivos de controle de areia a jusante, a partir dos, pelo menos dois obturadores, e ajustar os pelo menos dois obturadores dentro de uma seção de furo aberto do furo de poço. Além disto,

o método envolve empacotar com cascalho pelo menos dois dos pelo menos três dispositivos de controle da areia, através dos tubos de derivação dos, pelo menos três dispositivos de controle de areia e do trajeto secundário do fluxo de fluido do pelo menos um dos pelo menos dois obturadores, onde, pelo menos um dos pelo menos três dispositivos de controle de areia permanece desempacotado, onde o dispositivo de controle de areia desempacotado está a jusante do pelo menos um dispositivo de controle de areia empacotado e a montante do pelo menos um dispositivo de controle de areia empacotado, e produzir hidrocarbonetos do furo de poço passando os hidrocarbonetos através dos dispositivos de controle da areia.

Em um sétimo modo de realização, é descrito outro método para produzir hidrocarbonetos de um poço. Este método inclui prover uma pluralidade de dispositivos de controle de areia tendo um trajeto primário de fluxo e um trajeto secundário de fluxo através do interior dos dispositivos de controle de areia, onde o trajeto secundário de fluxo é compreendido de tubos de derivação; acoplar um obturador tendo um membro tubular e um elemento de expansão disposto em torno do membro tubular entre duas das pluralidades de dispositivos de controle de areia, onde o elemento de expansão é configurado para isolar uma porção de um segmento anular entre o membro tubular e uma parede de um furo de poço e prover um trajeto primário de fluxo para a pluralidade de dispositivos de controle de areia através do interior do membro tubular e um trajeto secundário do fluxo através do obturador, onde o trajeto secundário do fluxo está em comunicação fluida com os tubos de derivação da pluralidade de dispositivos de controle da areia; e dispor a pluralidade de dispositivos de controle de areia e o obturador dentro de um furo de poço.

Em um oitavo modo de realização, é descrito um método de operar um poço. Este método inclui prover dois dispositivos de controle de areia dispostos dentro de um furo de poço adjacente a um reservatório

subterrâneo, os dois dispositivos de controle de areia tendo um interior, um trajeto primário de fluxo, e um trajeto secundário de fluxo, onde o trajeto primário de fluxo passa através do interior do dispositivo de controle de areia; acoplar um obturador tendo um interior, um trajeto primário de fluxo e um trajeto secundário de fluxo entre os dois dispositivos de controle de areia, onde o trajeto primário do fluxo é através do interior do obturador e adaptado e configurado para estar em comunicação fluida com os trajetos primários de fluxo dos dois dispositivos de controle de areia e o trajeto secundário de fluxo é configurado para estar em comunicação fluida com os trajetos secundários de fluxo dos dois dispositivos de controle e areia; ajustar o obturador dentro do furo de poço de modo que um dos dois dispositivos de controle de areia esteja acima do obturador e forme um primeiro intervalo entre o dispositivo de controle de areia e a parede do furo de poço e o outro dos dois dispositivos de controle de areia esteja abaixo do obturador e forme um segundo intervalo entre a pluralidade de dispositivos de controle de areia e a parede do furo de poço; empacotar com cascalho o primeiro intervalo, empacotar com cascalho o segundo intervalo, e injetar um fluido para dentro de pelo menos um do grupo consistindo do primeiro intervalo e do segundo intervalo passando o fluido através dos trajetos secundários de fluxo dos dispositivos de controle de areia e do trajeto secundário de fluxo do obturador.

DESCRIÇÃO RESUMIDA DOS DESENHOS

As vantagens antecedentes e outras da presente técnica podem se tornar aparentes com a leitura da descrição detalhada a seguir e com referência aos desenhos, nos quais:

FIG. 1 é um sistema de produção exemplificativo de acordo com certos aspectos das presentes técnicas;

FIGs. 2A-2B são exemplos de modos de realização de dispositivos de controle de areia convencionais utilizados dentro de furos de poços;

FIGs. 3A-3D são modos de realização exemplificativos de um obturador utilizado com tubos de derivação individuais utilizados no sistema de produção da FIG. 1 de acordo com determinados aspectos das presentes técnicas;

FIGs. 4A-4D são modos de realização exemplificativos de obturadores e configurações utilizados no sistema de produção da FIG. 1 de acordo com determinados aspectos das presentes técnicas;

[FIGs. 5A-5C são modos de realização exemplificativos de um de dois ou mais obturadores utilizados no sistema de produção da FIG. 1 de acordo com determinados aspectos das presentes técnicas;

FIG. 6 é um fluxograma exemplificativo do uso de um obturador junto com os dispositivos de controle de areia da FIG. 1 de acordo com aspectos das presentes técnicas;

FIG. 7 é um fluxograma exemplificativo da instalação do obturador, dos dispositivos de controle de areia, e do recheio de cascalho da FIG. 6 de acordo com aspectos das presentes técnicas;

FIGS. 8A-8N são modos de realização exemplificativos do processo de instalação para o obturador, os dispositivos de controle de areia, e o recheio de cascalho da FIG. 7 de acordo com determinados aspectos das presentes técnicas;

FIGS. 9A-9D são modos de realização exemplificativos da isolação zonal provida pelos obturadores descritos acima de acordo com aspectos das presentes técnicas;

Figos. 10A-10B são modos de realização exemplificativos dos diferentes tipos de recheios de cascalho utilizados com a isolação zonal provida pelos obturadores descritos acima de acordo com aspectos das presentes técnicas; e

FIGS. 11A- 11C são modos de realização exemplificativos dos diferentes tipos de fluxo através da isolação zonal provida pelos obturadores

descritos acima de acordo com aspectos das presentes técnicas.

DESCRIÇÃO DETALHADA

Na seguinte descrição detalhada, os modos de realização específicos da presente invenção são descritos em conexão com seus modos de realização preferidos. Entretanto, até o ponto em que a seguinte descrição é específica para um modo de realização particular ou a um uso particular das presentes técnicas, pretende-se que seja apenas ilustrativa e proveja meramente uma descrição concisa dos modos de realização exemplificativos. Conseqüentemente, a invenção não está limitada aos modos de realização específicos descritos abaixo, mas inclui na verdade; todas as alternativas, modificações, e equivalentes que caiam dentro do escopo verdadeiro das reivindicações anexadas.

As presentes técnicas incluem um ou mais obturadores que podem ser utilizados em um sistema de completação, produção, ou injeção para realçar operações do poço (por exemplo, obturação com cascalho, e/ou realçar a produção de hidrocarbonetos de um poço e/ou realçar a injeção de fluidos ou gases para dentro do poço). Sob as presentes técnicas, obturadores com mecanismos de trajeto alternativo podem ser utilizados para prover isolação zonal entre recheios de cascalho em um poço. Além disto, são descritos aparelhos de poço que provêm trajetos de fluxo de fluido para tecnologias de trajetos alternativos dentro de um obturador que podem ser utilizados em uma completação de furo aberto ou revestido. Estes obturadores podem incluir tubos de ligação individuais ou um coletor comum ou região de coletor que proveja comunicação fluida através do obturador aos tubos de derivação dos dispositivos de controle de areia. Como tal, as presentes técnicas podem ser usadas em completações de poço para controle de fluxo, produção de hidrocarboneto e/ou injeção de fluido,

Voltando agora aos desenhos, e referindo-nos inicialmente à FIG. 1, é ilustrado um sistema de produção exemplificativo 100 de acordo

com determinados aspectos das presentes técnicas. No sistema de produção exemplificativo 100, uma instalação de produção flutuante 102 é acoplada a uma árvore submarina 104 situada no fundo do mar 106. Através desta árvore submarina 104, a instalação de produção flutuante102 alcança uma ou mais formações subterrâneas, tal como a formação 107, que pode incluir múltiplos intervalos ou zonas de produção 108a-108n, onde o número "n" é qualquer número inteiro, tendo hidrocarbonetos, tais como óleo e gás. Vantajosamente, dispositivos, tais como os dispositivos de controle de areia 138a-138n, podem ser utilizados para realçar a produção de hidrocarbonetos dos intervalos de produção 108a-108n. Entretanto, deve-se notar que o sistema de produção 100 está ilustrado para finalidades exemplificativas e as presentes técnicas podem ser aplicáveis na produção ou injeção de fluidos a partir de qualquer plataforma submarina, ou locação terrestre.

A instalação de produção flutuante102 pode ser configurada para monitorar e produzir hidrocarbonetos dos intervalos de produção 108a-108n da formação subterrânea 107. A instalação de produção flutuante102 pode ser uma embarcação flutuante capaz de controlar a produção de fluidos, tais como hidrocarbonetos, de poços submarinos. Estes fluidos podem ser armazenados na instalação de produção flutuante102 e/ou providos a petroleiros (não mostrados). Para alcançar os intervalos de produção 108a-108n, a instalação de produção flutuante102 é acoplada a uma árvore submarina 104 e a uma válvula de controle 110 via um umbilical de controle 112. O umbilical de controle 112 pode incluir a tubulação de produção para prover hidrocarbonetos a partir da árvore submarina 104 à instalação de produção flutuante102, tubulação de controle para dispositivos hidráulicos ou elétricos, e um cabo de controle para se comunicar com outros dispositivos dentro do furo de poço 114.

Para alcançar os intervalos de produção 108a-108n, o furo de poço 114 penetra o fundo do mar 106 até uma profundidade que interfaceie

com os intervalos de produção 108a-108n, a diferentes profundidades dentro do furo de poço 114. Como pode ser apreciado, os intervalos de produção 108a-108n, que podem ser referidos como os intervalos de produção 108, podem incluir várias camadas ou intervalos de rocha que podem ou não incluir hidrocarbonetos e podem ser referidos como zonas. A árvore submarina 104, que está posicionada sobre o furo de poço 114 no fundo do mar 106, provê uma interface entre dispositivos dentro do furo de poço 114 e a instalação de produção flutuante102. Conseqüentemente, a árvore submarina 104 pode ser acoplada a uma coluna de tubulação de produção 128 para prover trajetos de fluxo do fluido e um cabo de controle (não mostrado) para prover trajetos de comunicação, que podem interfacear com o umbilical de controle 112 na árvore submarina 104.

Dentro do furo de poço 114, o sistema de produção 100 pode igualmente incluir diferentes equipamentos para prover acesso aos intervalos de produção 108a-108n. Por exemplo, uma coluna de revestimento de superfície 124 pode ser instalada a partir do fundo do mar 106 até uma localização a uma profundidade específica abaixo do fundo do mar 106. Dentro da coluna de revestimento de superfície 124, uma coluna de revestimento de produção ou intermediária 126, que pode se estender para baixo até uma profundidade perto do intervalo de produção 108, pode ser utilizada para prover sustentação para as paredes do furo de poço 114. As colunas de revestimento de produção e de superfície 124 e 126 podem ser cimentadas em uma posição fixa dentro do furo de poço 114 para estabilizar, ainda mais, o furo de poço 114. Dentro das colunas de revestimento de produção e de superfície 124 e 126, uma coluna de tubulação de produção 128 pode ser utilizada para prover um trajeto de fluxo através do furo de poço 114 para hidrocarbonetos e outros fluidos. Ao longo deste trajeto de fluxo, uma válvula de segurança de sub-superfície 132 pode ser utilizada para bloquear o fluxo dos fluidos da coluna de tubulação de produção 128 no caso de ruptura

ou quebra acima da válvula de segurança de sub-superfície 132. Além disto, dispositivos de controle de areia 138a-138n podem ser utilizados para controlar o fluxo de partículas para dentro da coluna de tubulação de produção 128 com recheios de cascalho 140a-140n. Os dispositivos de controle de areia 138a-138n podem incluir revestimentos entalhados, telas isoladas (SAS); telas pré-empacotadas; telas enroladas com arame, telas de membrana, telas intumescíveis e/ou telas metálicas, enquanto os recheios de cascalho 140a-140n podem incluir cascalho ou outro material sólido apropriado.

Além dos equipamentos acima, obturadores 134a-134n podem ser utilizados para isolar zonas específicas dentro do segmento anular do furo de poço, umas das outras. Os obturadores 134a-134n, que podem aqui ser referidos como obturador(es) 134 podem ser configurados para prover trajetos de comunicação fluida entre dispositivos de controle de areia 138a-138n em intervalos diferentes 108a-108n, enquanto impedindo o fluxo de fluido em uma ou mais outras áreas, tais como um segmento anular do furo de poço. Os trajetos de comunicação fluida podem incluir uma região de coletor comum ou conexões individuais entre tubos de derivação através do obturador. De qualquer maneira, os obturadores 134 podem ser utilizados para prover isolação zonal e um mecanismo para prover um recheio de cascalho substancialmente completo dentro de cada intervalo 108a-108n. Para finalidades exemplificativas, os obturadores 134 são, além disto, aqui descritos em nos vários modos de realização descritos abaixo nas FIGS. 3A-3D, 4A-4D e 5A-5C.

As FIGs. 2A-2B são vistas parciais de modos de realização de dispositivos de controle de areia convencionais que estão unidos entre si dentro de um furo de poço. Cada um dos dispositivos de controle de areia 200a e 200b pode incluir um membro tubular ou uma tubulação de base 202 cercado por um meio de filtro ou tela de areia 204. Nervuras 206 podem ser

utilizadas para manter as telas de areia 204, que podem incluir segmentos de fio múltiplos, a uma distância específica das tubulações de base 202. Tubos de derivação 208a e 208b, que podem ser coletivamente referidos como os tubos de derivação 208, podem incluir tubos de vedação 208a ou tubos de transporte 208b e podem igualmente ser utilizados com as telas de areia 204 para empacotamento com cascalho dentro do furo de poço. Os tubos de vedação 208a podem ter uma ou mais válvulas ou bocais 212 que provêm um trajeto de fluxo para a pasta fluida do recheio de cascalho, que inclui um fluido portador e cascalho, para o segmento anular formado entre a tela de areia 204 e as paredes do furo de poço. As válvulas podem impedir fluidos de um intervalo isolado de fluir, através do pelo menos um tubo de ligação, para outro intervalo. Como uma perspectiva alternativa da vista parcial do dispositivo de controle de areia 200a, é mostrada na FIG. 2B uma vista em seção transversal dos vários componentes ao longo da linha AA. Deve-se notar que além dos tubos de derivação externos mostrados nas FIGs. 2A e 2B, que estão descritos nas patentes U. S. 4.945.991 e 5.113.935, tubos de derivação internos, que estão descritos nas patentes U. S. 5.515.915 e 6.227.303, também podem ser utilizados.

Embora este tipo de dispositivo de controle de areia seja apropriado para determinados poços, ele é incapaz de isolar intervalos diferentes dentro do furo de poço. Como notado acima, os problemas com a produção de água/gás podem incluir perda da produtividade, dano ao equipamento, e/ou custos aumentados de tratamento, manipulação e descarte. Estes problemas são ainda mais complexos para poços que têm numerosos intervalos diferentes de completação e onde a resistência da formação pode variar de intervalo a intervalo. Como tal, penetração de água ou gás em qualquer dos intervalos pode ameaçar as reservas restantes dentro do poço. Conseqüentemente, para prover a isolação zonal dentro do furo de poço 114, vários modos de realização de obturadores que provejam trajetos de fluxo

alternativos estão discutidos abaixo nas FIGs. 3A-3D, 4A-4D e 5A-5C.

As FIGs. 3A-3D são modos de realização exemplificativos de um obturador tendo tubos de ligação individuais, que podem ser utilizados no sistema de produção 100 da FIG. 1, de acordo com determinados aspectos das presentes técnicas. Conseqüentemente, as FIGs. 3A-3D podem ser mais bem compreendidas vendo-se, simultaneamente, as FIGs. 1 e 2A-2B. Nos modos de realização, um obturador 300, que pode ser um dos obturadores 134a-134n, é utilizado com tubos de ligação individuais ou de derivação 318 para prover fluido portador junto com cascalho aos diferentes intervalos isolados 108a-108n dentro do furo de poço 114.

Na FIG. 3A, um obturador 300 inclui vários componentes que são utilizados para isolar um intervalo; que pode ser um intervalo 108a-108n, dentro de um poço 114. Por exemplo, o obturador 300 inclui uma seção do corpo principal 302, um elemento de expansão 304, uma seção de gargalo 306, seção entalhada 310 e tubos de transporte ou de ligação direta 318. A seção do corpo principal 302 pode ser feita de aço ou ligas de aço, com a seção do corpo principal 302 configurada para ter um comprimento específico 316, tal como aproximadamente 4,27, 11,58 ou 12,19 metros (m) (junções comuns estão entre aproximadamente 3,05m e 15,24m) tendo diâmetros internos e externos específicos. O elemento de expansão 304 pode ter este comprimento 316 ou menos. Os tubos de ligação 318 podem ser seções normais da tubulação tendo um comprimento 316 (alguns modos de realização podem ter um comprimento substancialmente igual ao comprimento do elemento de expansão 304), e configurados para se acoplar a, e formar uma vedação com os tubos de derivação 208 nos dispositivos de controle de areia 200a e 200b. Os tubos de ligação 318 podem igualmente incluir uma válvula 320 dentro do tubo de ligação 318 para impedir que fluidos de um intervalo isolado fluam através do tubo de ligação 318 para outro intervalo. O elemento obturador ou o elemento de expansão 304 pode

envolver a seção do corpo principal 302 e os tubos de ligação 318 e podem ser um elemento intumescível atuado hidraulicamente (um elastômero ou um material termoplástico) ou um elemento de borracha de expansão em contacto com o tubo de ligação 318. O elemento de borracha de expansão pode se expandir na presença de hidrocarbonetos, água ou de outros estímulos.

Como um exemplo, um elemento de borracha de expansão pode ser colocado no poço e permitido a se expandir para contatar as paredes do furo de poço antes ou durante a produção de hidrocarboneto. É igualmente possível usar um obturador intumescível que se expanda depois da água começar a entrar no furo de poço e contatar o obturador. Exemplos dos materiais intumescíveis que podem ser usados podem ser encontrados em Easy Well Solution' CONSTRICTOR™ ou SWELLPACKER™, e SwellFix's E-ZIP™. O obturador intumescível pode incluir um polímero intumescível ou material de polímero intumescível, que são conhecidos por aqueles experientes na técnica e que podem ser ajustados por um de um fluido de perfuração condicionado, um fluido de completação, um fluido de produção, um fluido de injeção, um fluido de estimulação, ou qualquer combinação destes.

Além disto, o obturador 300 pode incluir uma seção de gargalo 306 e seção entalhada 310. A seção de gargalo 306 e a seção entalhada 310 podem ser feitas de aço ou de ligas de aço com cada seção configurada para ter um comprimento específico 314, tal como 10,16 centímetros (cm) a 1,22 metros (m) (ou outra distância apropriada), tendo diâmetros internos e externos específicos. A seção de gargalo 306 pode ter roscas externas 308 e a seção entalhada 310 pode ter roscas internas 312. Estas roscas 308 e 312 podem ser utilizadas para formar uma vedação entre o obturador 300 e um dispositivo de controle de areia ou outro segmento da tubulação, o que está mostrado abaixo nas FIGs. 3B-3D.

A configuração do obturador 300 pode ser modificada para

tubos de derivação externos, como mostrado na FIG. 3B, e para tubos de derivação internos como mostrado na FIG. 3C. Na FIG. 3C, os dispositivos de controle de areia 350a e 350b podem incluir tubos de derivação internos 352 dispostos entre tubulações de base 354a e 354b e meios de filtro ou telas de areia 356a e 356b, que são similares aos dispositivos de controle de areia 200a e 200b. Nas FIGs. 3B e 3C, a seção de gargalo 306 e a seção entalhada 310 do obturador 300 estão acoplados com seções respectivas dos dispositivos de controle de areia 200a, 200b, 350a e 350b. Estas seções podem ser acopladas em conjunto conectando-se as roscas 308 e 312 para formar uma conexão rosqueada. Além disto, os tubos de ligação 318 podem ser acoplados individualmente aos tubos de derivação 208. Porque os tubos de ligação 318 estão configurados para passar através do elemento de expansão 304, os tubos de ligação 318 formam um trajeto de fluxo contínuo através do obturador 300 para os tubos de derivação 208. Uma perspectiva alternativa da vista parcial do obturador 300, uma vista em seção transversal do obturador 300, ao longo da linha BB, está mostrada na FIG. 3D.

As FIGs. 4A-4D são modos de realização exemplificativos de um obturador utilizado com um coletor, que pode igualmente ser utilizado no sistema de produção 100 da FIG. 1, de acordo com determinados aspectos das presentes técnicas. Conseqüentemente, as FIGs. 4A-4D podem ser mais bem compreendidas vendo-se, simultaneamente, as FIGs. 1 e 2. Nos modos de realização, um obturador 400, que pode ser um dos obturadores 134a-134n, é utilizado com um coletor ou abertura 420 para prover um fluxo de fluido ou trajeto de comunicação entre tubos de derivação múltiplos nos dispositivos de controle de areia. O coletor 420, que pode igualmente ser referido como uma região ou conexão de coletor pode ser utilizado para acoplar-se aos tubos de derivação externos ou internos de diferentes geometrias sem a preocupação de alinhamento que pode estar presente em outras configurações.

Na FIG. 4A, um obturador 400, que pode ser um dos

obturadores 134a-134n, inclui vários componentes que são utilizados para isolar um intervalo dentro de um poço. Por exemplo, o obturador 400 inclui uma seção do corpo principal 402, um elemento obturador ou um elemento de expansão 404, uma seção de gargalo 406, seção entalhada 410, membros ou segmentos de sustentação 422 e uma seção de luva 418 que cria a abertura ou coletor 420. A seção do corpo principal 402 e a seção de luva 418 podem ser feitas de aço ou de ligas de aço e configuradas para ter um comprimento específico 416, como entre 15,24cm a 15,24m, mais preferivelmente, 4,27, 11,58, ou 12,19 como discutido acima, tendo diâmetros internos e externos específicos. A seção de luva 418 pode igualmente ser configurada para se acoplar e para formar uma vedação com tubos de derivação, tais como os tubos de derivação 208 nos dispositivos de controle de areia 200a e 200b. Os segmentos de sustentação 422 são utilizados para formar a abertura 420 e colocados entre a seção do corpo principal 402 e a seção de luva 418 para sustentar o elemento de expansão 404 e a seção de luva 418. O elemento de expansão 404 pode ser similar ao elemento de expansão 304. Por exemplo, o elemento da expansão pode ser inflado, expandido, ou possivelmente espremido de encontro às paredes do furo de poço ou da coluna de revestimento. Isto é, o elemento de expansão 404 pode, por exemplo, incluir um elemento intumescível, obturador tipo copo, um elemento atuado hidráulica, hidrostática, ou mecanicamente, um elemento ajustado por identificação de radiofreqüência, um material intumescível. O material intumescível ou um material de polímero intumescível que se expanda na presença de pelo menos um do óleo, água, e qualquer combinação destes. Além disto, o elemento de expansão 404 pode ser ajustado por fluido de perfuração, fluido de produção, fluido de completação, fluido de injeção, fluido de estimulação, e qualquer combinação destes.

Além disto, o obturador 400 pode incluir uma seção de gargalo 406 e seção entalhada 410. A seção de gargalo 406 e a seção entalhada 410

podem ser feitas de aço ou de ligas de aço com cada seção configurada para ter a um comprimento específico 414, que pode ser similar ao comprimento 314 discutido acima, e ter diâmetros internos e externos específicos. A seção de gargalo 406 pode ter roscas externas 408 e a seção entalhada 410 pode ter roscas internas 412. Estas roscas 408 e 412 podem ser utilizadas para formar uma vedação entre o obturador 400 e um dispositivo de controle de areia ou outro segmento de tubulação, que estão mostrados abaixo nas FIGs. 4B-4D. Deve-se igualmente notar que o mecanismo de acoplamento para estes obturadores e dispositivos de controle de areia podem incluir mecanismos de vedação como descritos na patente U. S. 6.464.261; no pedido de patente internacional WO2004/094769; no pedido de patente internacional W02005/031105; na publicação de pedido de patente U. S. 200410140089; publicação de pedido de patente U. S, 2005/0028977; na publicação de pedido de patente U. S. 2005/0061501; e na publicação de pedido de patente U.S. 2005/0082060.

A configuração do obturador 400 está mostrada na FIG. 4B para tubos de derivação internos e na FIG. 4C para tubos de derivação externos. Nas FIGs. 4B e 4C, a seção de gargalo 406 e a seção entalhada 410 do obturador 400 estão acoplados com seções respectivas dos dispositivos de controle de areia 200a, 200b, 350a e 350b. Estas seções podem ser acopladas em conjunto acoplando-se as roscas 408 e 412 para formar uma conexão rosqueada ou através do mecanismo de vedação descrito nas referências acima. De qualquer maneira, a abertura 420 provê trajetos irrestritos de fluxo de fluido entre os tubos de derivação 208 e 352 nos dispositivos de controle de areia 200a, 200b, 350a e 350b acoplados ao obturador 400. A abertura 420 é configurada para passar através do elemento de expansão 404, e é um espaço substancialmente irrestrito. Nesta configuração, alinhamento não é necessário porque os fluidos estão misturados, o que pode incluir várias formas. O dispositivo de controle de areia está conectado ao obturador com

uma conexão de coletor. O fluxo a partir dos tubos de derivação no dispositivo de controle de areia entra em uma área vedada acima da conexão onde o fluxo é desviado para dentro dos trajetos de fluxo do obturador ou abertura 420. Uma perspectiva alternativa da vista parcial do obturador 400, uma vista em seção transversal dos vários componentes ao longo da linha CC está mostrada na FIG. 4D.

As FIGs. 5A-5C são modos de realização exemplificativos de dois ou mais obturadores utilizados no sistema de produção 100 da FIG. 1, de acordo com determinados aspectos das presentes técnicas. Conseqüentemente, as FIGs. 5A-5C podem ser mais bem compreendidas vendo-se, simultaneamente, as FIGs. 1, 2, 3A-3D e 4A-4D. Nos modos de realização, dois obturadores 502 e 504, que podem ser um obturador de furo revestido e um obturador de furo aberto que estão representados como um dos obturadores 134a-134n, são utilizados junto com um revestimento 508 dentro do furo de poço para isolar diferentes intervalos 108a-108n.

Na FIG. 5A, um primeiro obturador 502 e um segundo obturador 504 podem ser utilizados com uma barreira tubular, tal como um revestimento 508 para isolar um intervalo dentro de um poço. O primeiro obturador 602 pode ser disposto em torno do revestimento 508 e pode incluir, por exemplo, um do obturador 300, obturador 400, um E-ZIP™, CONSTRICTOR™, ou qualquer obturador apropriado de furo aberto conhecido das pessoas experientes na técnica. Dependendo do modo de realização particular, o segundo obturador 504 pode ser disposto entre uma tubulação de base 506 e o revestimento 508 e pode incluir, por exemplo, um do obturador 300, obturador 400, um MZ PACKER™, ou qualquer obturador apropriado de furo revestido conhecido das pessoas experientes na técnica. O tipo de obturador usado pode depender da localização do obturador (por exemplo, entre os intervalos de produção 108a e 908b, ou a montante do intervalo 108a) e da provisão de trajetos alternativos de fluxo. Isto é, um dos

obturadores 300 ou 400 pode ser utilizado com um obturador convencional para outros modos de realização específicos. O revestimento 508 pode ser um revestimento pré-perfurado, que pode incluir aberturas, perfurações e entalhes projetados, e é utilizado para prover estabilidade à parede 510 do furo de poço. O primeiro obturador 502 isola o segmento anular formado entre a parede 510 do furo de poço e o revestimento 508, enquanto o segundo obturador 504 isola o segmento anular formado entre o revestimento 508 e as telas de areia 200a e 200b. Conseqüentemente, o uso dos obturadores 502 e 504 com um revestimento 508 pode prover isolação zonal dentro do poço.

Como uma perspectiva alternativa dos obturadores 502 e 504, uma vista em seção transversal dos obturadores 502 e 504 ao longo da linha DD é mostrada nas FIGs. 5B e 5C. Na FIG. 5B, o primeiro obturador 502 pode ser um obturador convencional de furo aberto como, por exemplo, o CONSTRICTOR™, que forma uma vedação entre a parede do furo de poço e o revestimento e o segundo obturador 504 pode ser o obturador 300. Conseqüentemente, neste modo de realização, os tubos de ligação 512 podem ser utilizados para acoplar os tubos de derivação 208 dos dispositivos de controle de areia 200a-200b. Alternativamente, na FIG. 5C, o primeiro obturador 502 pode novamente ser um obturador externo, enquanto o segundo obturador 504 pode ser o obturador 400. Conseqüentemente, neste modo de realização, a seção de luva 516 e os segmentos de sustentação 514 podem ser utilizados para formar uma abertura 518 que provê um trajeto de fluxo de fluido para os tubos de derivação 208 dos dispositivos de controle de areia 200a-200b. A instalação e o uso destes obturadores estão discutidos mais abaixo.

A FIG. 6 é um fluxograma exemplificativo do uso do obturador ou obturadores junto com os dispositivos de controle de areia da FIG. 1, de acordo com aspectos das presentes técnicas. Este fluxograma, que está referido pelo numeral de referência 600, pode ser mais bem

compreendido vendo-se, simultaneamente, as FIGs. 1, 3A-3D, 4A-4D e 5A-5C. Neste fluxograma 600, é descrito um processo para realçar a produção de hidrocarbonetos de um furo de poço 114 provendo-se uma isolação zonal em um recheio de cascalho. Isto é, as presentes técnicas provêm isolação zonal em um furo de poço que inclui recheios de cascalho. Conseqüentemente, os obturadores utilizados com o recheio de cascalho provêem isolação zonal, que pode realçar a produção de hidrocarbonetos dos intervalos de produção 108 da formação subterrânea 107.

O fluxograma começa no bloco 602. No bloco 604, um poço pode ser perfurado. O poço pode ser perfurado para uma localização de profundidade específica através dos vários intervalos de produção 108 da formação subterrânea 107. A perfuração do poço pode envolver as técnicas típicas utilizadas para diferentes campos. Então, um ou mais obturadores e dispositivos de controle de areia podem ser instalados no poço, como mostrado no bloco 606. Os obturadores e os dispositivos de controle de areia, que podem incluir os modos de realização do obturador das FIGs. 3A-3D, 4A-4D e 5A-5C, podem ser instalados usando-se várias técnicas. Para os modos de realização das FIGs. 5A-5C, esta instalação pode igualmente incluir a instalação de um revestimento pré-perfurado. No bloco 608, um recheio de cascalho pode ser instalado dentro do furo de poço. A instalação dos obturadores, dos dispositivos de controle de areia, e do recheio de cascalho está explicada mais abaixo nas FIGs. 7 e 8A-8N.

Com os obturadores, os dispositivos de controle de areia e o recheio de cascalho instalados, o poço pode ser operado como explicado nos blocos 610-614. No bloco 610, hidrocarbonetos, tais como óleo e gás, podem ser produzidos do poço. Durante a produção, a operação do poço pode ser monitorada, como mostrado no bloco 612. A monitoração do poço pode incluir inspeção geral, tal como a monitoração do corte de água a partir do poço ou outras técnicas similares. Além disto, a monitoração pode incluir

sensores que determinam os níveis de gás presentes dentro do furo de poço. No bloco 614, é feita uma determinação sobre um aumento na produção de água. Esta determinação pode incluir comparar o corte de água com um limiar predeterminado, ou, uma indicação de um monitor dentro do furo de poço de que a quantidade de água que está sendo produzida está aumentando ou excedeu um limiar específico. Se a produção da água não aumentou, a monitoração do poço pode continuar no bloco 612.

Entretanto, como mostrado no bloco 616, se a produção da água aumentou, o intervalo produtor de água pode ser verificado. A verificação do intervalo produtor de água pode incluir a obtenção de informação de um ou mais sensores associados com o intervalo ou descer uma ferramenta de registro de produção (PLT) via cabo metálico a uma posição específica dentro do poço para confirmar o intervalo produtor de água, por exemplo. Então, como mostrado no bloco 618, é feita uma determinação para ver se a produção do poço terminou. Se a produção do poço não tiver terminado, então, o intervalo produtor de água é isolado, como mostrado no bloco 620. A isolação do intervalo produtor de água pode incluir diferentes técnicas baseadas na localização do intervalo produtor de água. Por exemplo, se o intervalo produtor de água estiver localizado na ponta do dedo do pé do furo de poço (isto é, na extremidade de uma porção desviada do furo de poço), como o intervalo 108n, um tampão pode ser descido no furo de poço 114 e ajustado através de uma linha elétrica em uma localização antes do dispositivo de controle de areia 138n. Este tampão e o obturador 134n-1 isolam o intervalo de produção 138n produtor de água para dentro da tubulação de produção 128. Alternativamente, se o intervalo produtor de água está localizado no calcanhar do furo de poço (isto é no começo de uma porção desviada do furo de poço), como o intervalo 108a, um obturador duplo pode ser descido no furo de poço 114 e instalado ao longo do intervalo produtor de água. Este obturador duplo e os obturadores 134a e 138b isolam o intervalo de

produção 138a produtor de água para dentro da tubulação de produção 128. De qualquer maneira, se a produção do poço terminou, então, o processo pode se encerrar no bloco 622.

Vantajosamente, o uso dos obturadores junto com os dispositivos de controle de areia em um recheio de cascalho provê flexibilidade para isolar vários intervalos de produção de água ou gás não desejada, embora ainda sendo capaz de protegê-los contra a produção de areia. A isolação permite igualmente o uso de dispositivos de controle de influxo (por exemplo, Reslink's RESFLOW™ e Baker's EQUALIZER™) para prover controle de pressão para intervalos individuais. Provê, igualmente, flexibilidade para instalar dispositivos de controle de fluxo (por exemplo, estranguladores) que podem regular o fluxo entre formações de produtividade ou permeabilidade variáveis. Além disto, um intervalo individual pode ser empacotado com cascalho ou pode não precisar ser empacotado com cascalho. Isto é, as operações de empacotamento com cascalho podem ser utilizadas para rechear com cascalho intervalos seletivos do bloco, enquanto outros intervalos não são empacotados com cascalho como parte do mesmo processo. Finalmente, intervalos individuais podem ser empacotados com cascalho, com cascalho de tamanho diferente do das outras zonas para melhorar a produtividade do poço. Assim, o tamanho do cascalho pode ser selecionado para intervalos específicos.

A FIG. 7 é um fluxograma exemplificativo da instalação do obturador, dos dispositivos de controle de areia, e do recheio de cascalho da FIG. 6, de acordo com aspectos das presentes técnicas. Este fluxograma, que é referido pelo numeral de referência 700, pode ser mais bem compreendido vendo-se, simultaneamente, as FIGs. 1, 3A-3D, 4A-4D, 5A-5C e 6. Neste fluxograma 700, está descrito um processo para instalar os dispositivos de controle de areia, o obturador e o recheio de cascalho em um furo de poço, tal como o furo de poço 114.

O fluxograma começa no bloco 702. No bloco 704, podem ser obtidos dados do poço. Os dados do poço podem ser obtidos capturando-se os registros do furo aberto e provendo estes registros do furo aberto a um engenheiro. No bloco 706, uma localização para o obturador pode ser identificada. Para identificar uma localização, o engenheiro pode rever e identificar seções do furo de poço para selecionar uma localização para o obturador. Então, o furo de poço pode ser limpo na localização identificada, como mostrado no bloco 708. A limpeza pode ser executada por um conjunto de limpeza, que pode incluir, por exemplo, escariadores, escovas e raspadores de furo.

Os obturadores e os dispositivos de controle de areia podem ser descidos até a localização, como mostrado no bloco 710. Novamente, os obturadores podem incluir os vários modos de realização explicados acima. Além disto, para os modos de realização das FIGs. 5A-5C, um revestimento pré-perfurado e um obturador de furo aberto podem ser instalados antes da instalação dos obturadores com os dispositivos de controle de areia. Uma vez na posição-alvo, os obturadores são ajustados, como mostrado no bloco 712. O ajuste dos obturadores pode incluir a introdução de um estímulo aos obturadores, tais como hidrocarbonetos, para forçar os obturadores a se expandir e isolar as porções específicas do furo de poço.

Então, as operações do recheio de cascalho podem começar como mostrado nos blocos 714-720. No bloco 714, ferramentas podem instaladas para as operações do recheio de cascalho. As ferramentas podem incluir uma ferramenta de cruzamento e outro equipamento que é utilizado para prover um fluido portador tendo cascalho aos intervalos dentro do furo de poço. O fluido portador pode ser um fluido viscosificado com polímero HEC, um fluido viscosificado com polímero de xantam, ou um fluido viscosificado com tensoativo visco-elástico. Além disto, o fluido portador pode ser selecionado para ter uma reologia favorável e capacidade de

transportar areia para empacotar com cascalho os intervalos do furo de poço usando dispositivos de controle de areia com tecnologia de trajeto alternativo. Então, no bloco 716, os intervalos são empacotados com cascalho. Os intervalos inferiores (por exemplo, intervalos da ponta do dedo do pé ou intervalos identificados para empacotamento seletivo com cascalho) podem ser empacotados com cascalho utilizando-se tubos de derivação. Além disto, a ordem do empacotamento com cascalho pode ser executada a partir do calcanhar até a ponta do dedo do pé do furo de poço ou em qualquer seqüência específica baseada nos tubos de derivação ou outro equipamento utilizado. Uma vez formados os recheios de cascalho 140a-140n, os fluidos do furo de poço podem ser despejados e substituídos por um fluido de completação, como mostrado no bloco 718. No bloco 720, a tubulação de produção 128 pode ser instalada e o poço posto em operação. O processo termina no bloco 722.

Como um exemplo específico, as FIGs. 8A-8N ilustram modos de realização exemplificativos do processo de instalação para um obturador, dispositivos de controle de areia, e recheios de cascalho. Estes modos de realização, que podem melhor ser compreendidos vendo-se, simultaneamente, as FIGs. 1, 2A-2B, 3A-3D, 4A-4D e 7, envolvem um processo de instalação que desce dispositivos de controle de areia e um obturador, que pode ser o obturador 300 ou 400, em uma lama de perfuração condicionada, como um fluido não-aquoso (NAF), que pode ser um fluido baseado em óleo carregado de sólidos ou um fluido baseado em água carregado de sólidos. Este processo, que é um processo de dois fluidos, pode incluir técnicas similares ao processo explicado no pedido de patente internacional WO 2004/079145, que está aqui incorporado pela referência. Entretanto, deve-se notar que este exemplo é simplesmente para finalidades exemplificativas, uma vez que outros processos e equipamento apropriados podem igualmente ser utilizados.

Na FIG. 8A, os dispositivos de controle de areia 350a e 350b e

o obturador 134b, que pode ser um dos obturadores explicados acima, são descidos no furo de poço. Os dispositivos de controle de areia 360a e 350b podem incluir tubos de derivação internos 352 dispostos entre as tubulações de base 354a e 354b e as telas de areia 356a e 356b. Estes dispositivos de controle de areia 350a e 350b e o obturador 134b podem ser instalados com um NAF condicionado 804 dentro das paredes 810 do furo de poço. Em particular, o obturador 134b pode ser instalado entre os intervalos de produção 108a e 108b. Além disto, uma ferramenta de cruzamento 802 com uma tubulação de lavagem 803 e obturador 134a são descidos e ajustados no furo de poço 114 em uma tubulação de perfuração 806. A ferramenta de cruzamento 802 e o obturador 134a podem ser posicionados dentro da coluna de revestimento de produção 126. O NAF condicionado 804 no furo de poço pode ser condicionado sobre vibradores de peneira (não mostrados) antes de ser colocado dentro do furo de poço para reduzir qualquer obstrução potencial dos dispositivos de controle de areia 350a e 350b.

Na FIG. 8B, o obturador 134a é ajustado na coluna de revestimento de produção 126 acima dos intervalos 108a e 108b, que deverão ser empacotados com cascalho. O obturador 134a veda os intervalos 108a e 108b a partir das porções do furo de poço 114 acima do obturador 134a. Depois que o obturador 134a é ajustado, como mostrado na FIG. 8C, a ferramenta de cruzamento 802 é trocada para a posição reversa e um fluido portador 812 é bombeado tubulação de perfuração 806 abaixo e colocado dentro do segmento anular entre a coluna de revestimento de produção 126 e a tubulação de perfuração 806 acima do obturador 134a. O fluido portador 812 desloca o fluido de perfuração condicionado, que pode ser um fluido baseado em óleo, tal como o NAF condicionado 804, na direção indicada pelas setas 814.

Em seguida, na FIG. 8D, a ferramenta de cruzamento 802 é trocada para a posição de circulação, que pode igualmente ser referida como a

posição de circulação do recheio de cascalho ou posição do recheio de cascalho. O fluido portador 812 é, então, bombeado segmento anular abaixo entre a coluna de revestimento de produção 126 e a tubulação de perfuração 806 empurrando o NAF condicionado 804 através da tubulação de lavagem 803, para fora das telas de areia 356a e 356b, escovando o segmento anular do furo aberto entre as telas de areia 356a e 356b e a parede 810 do furo de poço, e através da ferramenta de cruzamento 802 para dentro da tubulação de perfuração 806. O trajeto de fluxo do fluido portador 812 está indicado pelas setas 816.

Nas FIGs. 8E-8G, o intervalo está preparado para empacotamento com cascalho. Na FIG. 8E, uma vez lavados o segmento anular do furo aberto entre as telas de areia 356a e 356b e a parede 810 do furo de poço com o fluido portador 812, a ferramenta de cruzamento 802 é trocada para a posição reversa. NAF condicionado 804 é bombeado segmento anular abaixo entre a coluna de revestimento de produção 126 e a tubulação de perfuração 806 para forçar o NAF condicionado 804 e o fluido portador 812 para fora da tubulação de perfuração 806, como mostrado pelas setas 818. Estes fluidos podem ser removidos da tubulação de perfuração 806. Então, o obturador 134b é ajustado, como mostrado na FIG. 8F. O obturador 134b, que pode ser um dos obturadores 300 ou 400, por exemplo, pode ser utilizado para isolar o segmento anular formado entre as paredes 810 do furo de poço e as telas de areia 356a e 356b. Enquanto ainda na posição reversa, como mostrado na FIG. 8G, o fluido portador 812 com cascalho 820 pode ser colocado dentro da tubulação de perfuração 806 e utilizado para forçar o NAF condicionado 804 para cima pelo segmento anular formado entre a tubulação de perfuração 806 e a coluna de revestimento de produção 126 acima do obturador 134a, como mostrado pelas setas 822.

Nas FIGs. 8H-8J, a ferramenta de cruzamento 802 pode ser trocada para a posição de circulação para rechear com cascalho o primeiro

intervalo 108a. Na FIG. 8H, o fluido portador 812 com cascalho 820 começa a criar um recheio de cascalho dentro do intervalo de produção 108a acima do obturador 134b no segmento anular entre as paredes 810 do furo de poço e a tela de areia 356a. O fluido flui para fora da tela de areia 356a e retorna através da tubulação de lavagem 803 como indicado pelas setas 824. Na FIG. 8I, o recheio de cascalho 140a começa a se formar acima do obturador 134b, em torno da tela de areia 356a, e em direção ao obturador 134a. Na FIG. 8J, o processo de empacotamento com cascalho continua a formar o recheio de cascalho 140a em direção ao obturador 134a até que a tela de areia 356a esteja coberta pelo recheio de cascalho 140a.

Uma vez formado o recheio de cascalho 140a no primeiro intervalo 108a, e as telas de areia acima do obturador 134b estejam cobertas com cascalho, o fluido portador 812 com cascalho 820 é forçado através dos tubos de derivação e do obturador 134b. O fluido portador 812 com cascalho 820 começa a criar o segundo recheio de cascalho 140b nas FIGs. 8K-8N. Na FIG. 8K, o fluido portador 812 com cascalho 820 começa a criar o segundo recheio de cascalho 140b dentro do intervalo de produção 108b abaixo do obturador 134b no segmento anular entre as paredes 810 do furo de poço e a tela de areia 356b. O fluido flui através dos tubos de derivação e do obturador 134b, para fora da tela de areia 356b e retorna através da tubulação de lavagem 803 como indicado pelas setas 826. Na FIG. 8L, o recheio de cascalho 140b começa a se formar abaixo do obturador 134b e em torno da tela de areia 356b. Na FIG. 8M, o empacotamento com cascalho continua a aumentar o recheio de cascalho 140b em direção ao obturador 134b até que a tela de areia 356b esteja coberta pelo recheio de cascalho 140b. Na FIG. 8N, os recheios de cascalho 140a e 140b estão formados e a pressão de tratamento de superfície aumenta para indicar que o espaço anular entre as telas de areia 356a e 356b e as paredes do furo de poço 810 estão empacotadas com cascalho.

Um exemplo específico de uma instalação dos obturadores 502 e 504 está descrito abaixo. Para começar, o intervalo de produção é perfurado até a profundidade-alvo e o poço retro-escariado para limpar o furo de poço. Registros do furo aberto podem ser enviados para um engenheiro para rever e identificar uma localização no xisto para ajustar o primeiro obturador 502. A localização do primeiro obturador 502 pode ser posicionada através de uma barreira de xisto que separa a areia produtora de água/gás prognosticada e o intervalo produtor de hidrocarboneto a longo prazo. Então, um revestimento pré-perfurado 508 com o primeiro obturador 502 pode ser descido à profundidade-alvo. Conseqüentemente, o primeiro obturador 502 pode isolar o segmento anular entre a seção de xisto e o revestimento pré-perfurado 508. Então, os dispositivos de controle de areia e o segundo obturador 504 podem ser descidos à profundidade-alvo. O segundo obturador 504 isola o segmento anular entre o revestimento pré-perfurado 508 e as telas de controle de areia do dispositivo de controle de areia. Então, o processo do recheio de cascalho pode prosseguir similar ao explicado nas FIGs. 8B-8N.

As FIGs. 9A-9D são modos de realização exemplificativos da isolação zonal que pode ser provida pelos obturadores descritos acima de acordo com aspectos das presentes técnicas. Conseqüentemente, estes modos de realização podem ser mais bem compreendidos vendo-se, simultaneamente, as FIGs. 1, 3A-3D, 4A-4D e 5A-5C. Nestes modos de realização, as FIGs. 9A e 9B referem-se ao processo ou sistema que utiliza os obturadores 300 ou 400, enquanto as FIGs. 9C e 9D referem-se ao processo ou ao sistema que utiliza os obturadores 502 e 504.

Nas FIGs. 9A-9B, os dispositivos de controle de areia 138a-138c e recheios de cascalho 140a-140c estão colocados dentro do furo de poço 114 com obturadores 134a-134c, que podem ser um dos obturadores explicados acima. Os dispositivos de controle de areia 138a e 138b, que podem incluir tubos de derivação internos (não mostrados) dispostos entre as

tubulações de base e telas de areia, podem ser utilizados para produzir hidrocarbonetos dos intervalos respectivos 108a e 108b, que podem fluir ao longo dos trajetos de fluxo 902 e 904. Na FIG. 9A, o intervalo 108c está produzindo água ao longo do trajeto de fluxo 904. Conseqüentemente, para isolar este intervalo 108c, um tampão 906 pode ser instalado dentro da tubulação de base na localização do obturador 134c. Este tampão 906 junto com o obturador 134c isola o intervalo produtor de água dos outros intervalos 108a e 108b, que podem continuar a produzir hidrocarbonetos. Similarmente, na FIG. 9B, o intervalo 108b está produzindo a água. Para isolar o intervalo 108b, um obturador duplo 916 pode ser instalado entre os obturadores 134b e 134c para isolar o intervalo produtor de água 108b dos outros intervalos 108a e 108c que estão produzindo hidrocarbonetos ao longo do trajeto 912.

Nas FIGs. 9C-9D, os dispositivos de controle de areia 138a-138c e os recheios de cascalho 140a-140c estão colocados dentro de um revestimento 508 dentro do furo de poço 114 com obturadores 502a, b e 504a, b. Os dispositivos de controle de areia 138a e 138b, que podem incluir tubos de derivação interna, podem ser utilizados para produzir hidrocarbonetos dos intervalos respectivos 108a e 108b, que podem fluir ao longo dos trajetos de fluxo 922. Na FIG. 9C, o intervalo 108c está produzindo água ao longo do trajeto de fluxo 924. Conseqüentemente, para isolar este intervalo 108e, um tampão 926 pode ser instalado dentro da tubulação de base na localização dos obturadores 502b e 504b. Este tampão 926 junto com os obturadores 502b e 504b isola a porção produtora de água dos outros intervalos 108a e 108b, que podem continuar a produzir hidrocarbonetos. Similarmente, na FIG. 9D, o intervalo 108b está produzindo água. Um obturador duplo 928 pode ser instalado entre os obturadores 502a, b e 504a, b para isolar o intervalo produtor de água 108b dos outros intervalos 108a e 108c que estão produzindo hidrocarbonetos ao longo do trajeto 930.

Como um exemplo específico de técnicas de isolação, a

produção de água pode ser determinada como estando presente na ponta do dedo do pé de um furo de poço desviado. Esta localização pode ser determinada conduzindo-se um exame PLT para confirmar a fonte de produção da água. Então, um cabo metálico ou um tampão de ajuste de tubulação embobinada, que pode incluir um mandril do tipo deslizante ou de travamento e um sub equalizador, podem ser instalados para isolar o intervalo de produção de água. O tampão pode ser descido de modo não-seletivo uma vez que o perfil do niple (se incluído como parte do conjunto do obturador) no obturador (por exemplo, um obturador tipo copo, como, por exemplo, MZ PACKER™ (Schlumberger), um obturador intumescível, como, por exemplo, E-ZIP™) é, tipicamente, o menor na coluna de completação. Além disto, deve-se notar que um trator pode ser utilizado para desvios acima de 65 graus se cabo metálico for o tipo de coluna de trabalho selecionada. Uma vez justado, o cabo metálico ou unidade de tubulação embobinada pode ser descido e a produção recomeçada.

Como outro exemplo, a água pode ser determinada como sendo produzida a partir do calcanhar do furo de poço desviado. Novamente, no exemplo, a fonte de produção de água pode ser confirmada conduzindo-se um exame PLT. Então, a tubulação embobinada pode ser sacada e um obturador duplo pode ser instalado para isolar adequadamente o intervalo produtor de água. O obturador duplo pode incluir um recuperador de vedação, um localizador de passagem impossível, uma tubulação de diâmetro igual ao da junta e um suspensor tipo mandril deslizante ou de travamento. O obturador duplo pode ser montado na coluna de trabalho de tubulação embobinada e descido no furo para assentar os recuperadores de vedação dentro do obturador de isolação. A tubulação de diâmetro igual ao da junta isola o intervalo produtor de água e o suspensor trava todo o conjunto no lugar. Uma vez no lugar, a unidade de tubulação embobinada é descida e a produção recomeçada.

Além disto, utilizando-se um obturador para isolar vários intervalos, flexibilidade diferente é provida com a colocação de recheios de cascalho em alguns intervalos e mesmo o tipo de cascalho. Por exemplo, as FIGs. 1OA-1OB são modos de realização exemplificativos de tipos diferentes de recheios de cascalho utilizados com a isolação zonal fornecida pelos obturadores descritos acima, de acordo com aspectos das presentes técnicas. Conseqüentemente, estes modos de realização podem ser mais bem compreendidos vendo-se, simultaneamente, as FIGs. 1, 3A-3D, 4A-4D, 5A-5C e 9A-9D.

Nas FIGs. 10A-10B, os dispositivos de controle de areia 138a-138c são colocados dentro do furo de poço 114 com os obturadores 134b e 134c. Os dispositivos de controle de areia 138a-138c, que podem incluir tubos de derivação internos, podem ser utilizados para produzir hidrocarbonetos a partir dos intervalos respectivos 108a-108c. Na FIG. 10A, os intervalos 108a e 108c são empacotados para formar recheios de cascalho 140a e 140c via tubos de derivação internos. Os tubos de derivação internos no dispositivo de controle de areia 138b podem ser tamponados e não estão em comunicação fluida com o furo de poço 114. Em conseqüência, nenhum recheio de cascalho 140b é formado dentro do intervalo 108b porque o cascalho não entra no intervalo 108b devido à isolação provida pelos obturadores 134b e 134c. Mesmo com a isolação, os hidrocarbonetos são produzidos dos intervalos 108a-1O8c através dos dispositivos de controle de areia 138a-138c. Neste exemplo, não é criado um recheio de cascalho 140b no intervalo 108b devido à alta qualidade da areia neste intervalo, que pode diminuir a produtividade do poço. Ou, um recheio de cascalho é desnecessário devido à resistência elevada da areia no intervalo 108b. Similarmente, na FIG. 10B, recheios de cascalho 140b e 140c são colocados com derivações internas através de bombeamento de derivação direta. Não há nenhuma comunicação fluida com os tubos de derivação internos no dispositivo de controle de areia

138a, que pode estar tamponado. O recheio de cascalho 140a é instalado usando-se técnicas de recheios de cascalho convencionais acima do obturador 134b. O tamanho do cascalho no recheio de cascalho 140a pode ser diferente dos tamanhos do cascalho nos recheios de cascalho 140b e 140c para melhorar o desempenho do poço. Como tal, esta isolação zonal provê flexibilidade na colocação de recheios de cascalho, bem como, quanto o tipo de cascalho colocado dentro do poço.

Além disto, deve-se notar que as presentes técnicas podem igualmente ser utilizadas para injeção e tratamento de um poço. Por exemplo, durante a injeção do poço, os tubos de derivação e fluxo através dos obturadores podem funcionar similares à produção do poço, mas prover fluxo em direções diferentes. Conseqüentemente, os obturadores podem ser configurados para prover funcionalidades específicas para uma injeção de poço ou podem ser projetados para operar como ambos, uma injeção e poço de produção. Conseqüentemente, FIGs. 11A-11C são modos de realização exemplificativos de tipos diferentes de fluxo através da isolação zonal provida pelos obturadores descritos acima, de acordo com aspectos das presentes técnicas. Conseqüentemente, estes modos de realização podem ser mais bem compreendidos vendo-se, simultaneamente, as FIGs. 1, 3A-3D, 4A-4D, 5A-5C e 9A-9D.

Na FIG. 11A, um tubo de derivação interno 1101 está em comunicação fluida com o intervalo 108b para prover um fluido de injeção para dentro do intervalo 108b. O fluido de injeção que, pode ser água, gás, ou hidrocarboneto, é injetado dentro do intervalo 108b na direção indicada pelas setas 1103. A injeção destes fluidos pode ser executada através de bombeamento de derivação direta. Os fluidos injetados não entram nos intervalos 108a e 108c porque os obturadores 134b e 134c provêm isolação no furo de poço 114. Enquanto injetando para dentro do intervalo 108b, hidrocarbonetos são produzidos via perfurações da tubulação de base 1102 nos dispositivos de controle de areia 138a e 138c na direção das setas 1104.

Porque o dispositivo de controle de areia 138b pode ser obstruído com um obturador duplo, como notado acima, o fluido injetado resultante pode permanecer no intervalo 108b.

Na FIG. 11B, o tubo de derivação interno 1110 está em comunicação fluida com o intervalo 108b para prover um fluido de tratamento para dentro do intervalo 108b. O fluido de tratamento, que pode ser usado para estimular um poço, é injetado para dentro do intervalo 108b na direção indicada pelas setas 1112. Novamente, o fluido de tratamento pode ser provido ao intervalo 108b via técnicas de bombeamento de derivação direta. O fluido injetado indicado pelas setas 1112 não entra nos intervalos 108a e 108c devido à isolação no furo de poço 114 pelos obturadores 134b e 134e. Neste exemplo, hidrocarbonetos são produzidos após operações de tratamento via perfurações da tubulação de base 1102 nos dispositivos de controle de areia 138a-138c. Conseqüentemente, o fluxo dos trajetos secundários de fluxo dos dispositivos de controle de areia é misturado com fluxo dos trajetos primários de fluxo dos dispositivos de controle de areia.

Um exemplo desta técnica de tratamento é a remoção de um torta do filtro. Neste exemplo, o intervalo 108b inclui uma torta do filtro e os dispositivos de controle de areia 138a-138c estão posicionados no furo de poço 114. O tratamento de remoção da torta do filtro pode ser mecânico e/ou químico e pode ser realizado antes ou depois das operações de empacotamento com cascalho. Mais especificamente, o fluido de tratamento da torta do filtro é bombeado diretamente para dentro do trajeto secundário de fluxo, que serve para despachar o fluido de tratamento da torta do filtro para a face de areia do intervalo 108b indicado pelas setas 1112. O tratamento pode ser bombeado com ou sem retornos. Um modo de realização preferido desta técnica de tratamento utiliza tecnologia de trajeto alternativo incorporando tubos de derivação 1110 com bocais (não mostrados) que são fixados na, e se estendem ao longo da extensão da tela de controle da areia 138b. A remoção

mecânica pode ser realizada dirigindo-se o tratamento a partir dos bocais para a face da formação para agitar a torta do filtro, isto pode envolver taxa elevada de bombeamento ou o aparelho pode envolver bocais especialmente projetados ou agitadores mecânicos. A remoção química pode envolver o uso de ácidos, solventes, ou outros compostos.

Na FIG 11C, o tubo de derivação interno 1120 está em comunicação fluida com o intervalo 108b para prover uma abordagem de completação dupla para o poço. O fluido de produção indicado pelas setas 1122 é produzido para dentro do tubo de derivação via aberturas, tais como perfurações ou entalhes. Neste exemplo, os fluidos de produção são produzidos a partir dos intervalos 108a e 108c via perfurações 1102 na tubulação de base dos dispositivos de controle de areia 138a e 138c ao longo do trajeto indicado nas setas 1104. O dispositivo de controle de areia 138b pode ser bloqueado por um obturador duplo ou ter as perfurações da tubulação de base bloqueadas para impedir mistura dos fluidos dos intervalos 108a-108c. Em conseqüência, os fluidos produzidos a partir do intervalo 108b via tubo de derivação interno 1120 podem ser produzidos separadamente dos fluidos nos intervalos 108a e 108c porque os obturadores 134b e 134c isolam os diferentes intervalos 108a-108c. Além disto, os trajetos secundários de fluxo podem ser controlados separadamente na superfície.

Como um modo de realização alternativo do obturador 400, diferentes padrões geométricos podem ser utilizados para os membros de sustentação 418 para formar partições, compartimentos, e defletores que controlam o fluxo dos fluidos dentro do obturador 400. Como notado acima, sob as presentes técnicas, os membros de sustentação 418 são utilizados para formar uma abertura 420 entre a luva e a tubulação de base. Estes membros de sustentação 418 podem ser configurados para prover trajetos de fluxo redundantes ou desviados (alternados) dentro do obturador 400. Por exemplo, os membros de sustentação 418 podem ser configurados para formar duas aberturas, três

aberturas, qualquer número de aberturas até o número de tubos de derivação no dispositivo de controle de areia 138, ou mais aberturas do que tubos de derivação no dispositivo de controle da areia 138. Deste modo, o dispositivo de controle de areia 138 e o obturador 400 podem utilizar os tubos da derivação para produzir hidrocarbonetos ou podem utilizar estes diferentes tubos de derivação para prover vários fluidos ou trajetos através do furo de poço 114. Assim, os membros de sustentação 418 podem ser utilizados para formar canaletas tendo várias geometrias.

Além disto, deve-se notar que os tubos de derivação utilizados nos modos de realização acima podem ser tubos de derivação externos ou internos tendo várias geometrias. A seleção da forma do tubo de derivação baseia-se em limitações de espaço, perda de pressão, e capacidade de estouro/colapso. Por exemplo, tubos de derivação podem ser circulares, retangulares, trapezoidais polígonos, ou ter qualquer outra forma para diferentes aplicações. Exemplos de tubos de derivação incluem ExxonMobil's ALLPAC® e AllFRAC®.

Além disto, deve ser apreciado que as presentes técnicas podem igualmente ser utilizadas, também, para penetrações de gás. Por exemplo, penetração de gás pode ser monitorada no bloco 614 da FIG. 6. Se penetração de gás é detectada, o intervalo produtor de gás pode ser isolado no bloco 620. O gás pode ser isolado utilizando-se as técnicas descritas acima nas, pelo menos, FIGs 9A-9D.

Embora as presentes técnicas da invenção possam ser suscetíveis a várias modificações e formas alternativas, os modos de realização exemplificativos explicados acima foram apresentados como exemplo. Entretanto, deve-se outra vez compreender que a invenção não pretende estar limitada aos modos de realização particulares aqui apresentados. Na verdade, as presentes técnicas da invenção devem cobrir todas as modificações, equivalentes, e alternativas que caiam dentro do espírito e escopo da invenção como definidos pelas seguintes reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema associado à produção de hidrocarbonetos, caracterizado pelo fato de compreender:

um furo de poço utilizado para produzir hidrocarbonetos de um reservatório subterrâneo;

uma coluna de tubulação de produção disposta dentro do furo de poço;

uma pluralidade de dispositivos de controle de areia acoplada à coluna de tubulação de produção e disposta dentro de uma seção de furo aberto do furo de poço, em que cada um da pluralidade de dispositivos de controle de areia compreende pelo menos um tubo de derivação;

pelo menos um obturador acoplado entre dois da pluralidade de dispositivos de controle de areia, em que o pelo menos um obturador é configurado para prover pelo menos um trajeto de fluxo através do pelo menos um obturador e entre os tubos de derivação de dois da pluralidade de dispositivos de controle de areia, e onde o pelo menos um obturador é configurado para impedir substancialmente o fluxo de fluido em pelo menos uma porção de um segmento anular entre o membro tubular e uma parede de um furo de poço;

um primeiro recheio de cascalho disposto pelo menos parcialmente ao redor de pelo menos um da pluralidade de dispositivos de controle de areia a montante do pelo menos um obturador; e

um segundo recheio de cascalho disposto pelo menos parcialmente ao redor de pelo menos um da pluralidade de dispositivos de controle de areia a jusante do pelo menos um obturador, em que pelo menos um tubo de derivação de cada um da pluralidade de dispositivos de controle de areia e pelo menos um trajeto de fluxo através de pelo menos um obturador são configurados para descartar o segundo recheio de cascalho.

2. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo

fato do pelo menos um obturador compreender:

um membro tubular tendo uma abertura central para fluxo de fluido através do membro tubular;

um elemento de obturador disposto ao redor do membro tubular, onde o elemento de obturador é configurado para isolar uma porção de um segmento anular entre o membro tubular e uma parede do furo de poço; e

pelo menos um tubo de ligação externo ao membro tubular e em contato com o elemento de obturador.

3. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato do pelo menos um obturador compreender:

um membro tubular tendo uma primeira abertura para fluxo de fluido através do interior do membro tubular;

uma luva disposta ao redor do membro tubular, onde uma segunda abertura é formada entre o membro tubular e a luva;

uma pluralidade de membros de suporte disposta entre o membro tubular e a luva; e

um elemento de obturador disposto ao redor da luva, onde o elemento de obturador é configurado para impedir substancialmente o fluxo de fluido para fora da luva.

4. Sistema de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de uma pluralidade de canais ser formada na segunda abertura pela luva, o membro tubular, e a pluralidade de membros de suporte.

5. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato do elemento de expansão compreender pelo menos um dentre um elemento intumescível, um elemento inflável e um elemento de obturador tipo copo.

6. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato do elemento de expansão ser atuado por um ou mais dentre atuação

hidráulica, atuação mecânica e atuação por pressão hidrostática.

7. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato do elemento de expansão se expandir na presença de pelo menos um dentre fluido de perfuração, fluido de produção, fluido de completação e qualquer combinação dos mesmos.

8. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de cada um da pluralidade de dispositivos de controle de areia ter um trajeto de fluxo primário isolado do furo de poço por um meio de filtro e em que o pelo menos um tubo de derivação fornece um trajeto de fluxo secundário; e em que o pelo menos um obturador fornece um trajeto de fluxo primário em comunicação fluida com o trajeto de fluxo primário do pelo menos um da pluralidade da dispositivos de controle de areia e um trajeto de fluxo secundário em comunicação fluida com pelo menos um tubo de derivação do pelo menos um da pluralidade de dispositivos de controle de areia através de uma região de coletor que mistura e redistribui o fluxo dentro do trajeto de fluxo secundário do pelo menos um obturador.

9. Sistema de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato dos tubos de derivação estarem dispostos externos ao meio de filtro.

10. Sistema de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato dos tubos de derivação estarem dispostos internos ao meio de filtro.

11. Método para produção de hidrocarbonetos a partir de um poço, caracterizado pelo fato de compreender:

dispor os dispositivos de controle de areia e pelo menos um obturador dentro de um furo de poço adjacente a uma reservatório subterrâneo, onde cada um dos dispositivos de controle de areia inclui pelo menos um tubo de derivação e cada um do pelo menos um obturador incluir um trajeto de fluxo primário e secundário, onde o trajeto de fluxo secundário do pelo menos um obturador fica em comunicação fluida com o pelo menos um tubo de derivação dos dispositivos de controle de areia;

ajustar o pelo menos um obturador dentro da seção de furo aberto;

rechear com cascalho os dispositivos de controle de areia em um intervalo do reservatório subterrâneo a jusante do pelo menos um obturador por passar um fluido portador tendo cascalho através do trajeto de fluxo secundário do pelo menos um obturador; e

produzir hidrocarbonetos do furo de poço por passar hidrocarbonetos através dos dispositivos de controle de areia.

12. Método de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de compreender rechear com cascalho os dispositivos de controle de areia em um intervalo do reservatório subterrâneo a montante do pelo menos um obturador.

13. Método de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de compreender:

condicionar um fluido de perfuração utilizado para acessar uma formação subterrânea via o furo de poço, onde os dispositivos de controle de areia e o pelo menos um obturador são dispostos no furo de poço no fluido de perfuração condicionado;

deslocar o fluido de perfuração condicionado adjacente aos dispositivos de controle de areia e o pelo menos um obturador com um fluido portador antes de ajustar o obturador; e

rechear com cascalho os intervalos do furo de poço com o fluido portador tendo cascalho.

14. Método de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato do fluido de perfuração condicionado ser um fluido baseado em óleo carregado com sólidos.

15. Método de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato do fluido de perfuração condicionado ser um fluido baseado em água carregado com sólidos.

16. Método de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato do fluido portador compreender um fluido viscosificado com um ou mais dentre polímero HEC, polímero de xantam e tensoativo visco-elástico.

17. Método de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato do fluido portador ter capacidade reológica e de transportar areia adaptada a rechear com cascalho os intervalos do furo de poço utilizando os tubos de derivação dos dispositivos de controle de areia.

18. Método de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato do pelo menos um obturador compreender:

um membro tubular tendo uma abertura central para prover o trajeto de fluxo primário através do obturador;

um elemento de obturador disposto ao redor do membro tubular, onde o elemento de obturador é configurado para separar uma porção de um segmento anular entre o membro tubular e uma parede do furo de poço; e

pelo menos um tubo de ligação externo ao membro tubular e em contato com o elemento de obturador para prover o trajeto de fluxo secundário através do obturador.

19. Método de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato do pelo menos um obturador compreender:

um membro tubular tendo uma primeira abertura para prover o trajeto de fluxo primário para fluxo de fluido através do membro tubular;

uma luva disposta ao redor do membro tubular, onde há uma segunda abertura formada entre o membro tubular e a luva;

uma pluralidade de membros de suporte disposta entre o membro tubular e a luva; e

um elemento de obturador disposto ao redor da luva, em que o elemento de obturador ser configurado para impedir substancialmente fluxo de fluido fora da luva.

20. Método associado à produção de hidrocarbonetos, caracterizado pelo fato de compreender:

prover uma pluralidade de dispositivos de controle de areia tendo um trajeto de fluxo primário através do interior dos dispositivos de controle de areia e tubos de derivação, onde cada um dos tubos de derivação forma um trajeto de fluxo secundário;

acoplar um obturador entre dois da pluralidade de dispositivos de controle de areia, em que o obturador compreende um membro tubular, um trajeto de fluxo secundário e um elemento de expansão disposto ao redor do membro tubular, onde o elemento de expansão é configurado para separar uma porção de um segmento anular entre o membro tubular e uma parede de um furo de poço, em que o membro tubular é configurado para prover um trajeto de fluxo primário em comunicação com o trajeto de fluxo primário dos dispositivos de controle de areia, e em que o trajeto de fluxo secundário se estende através do obturador e fica em comunicação fluida com os tubos de derivação da pluralidade de dispositivos de controle de areia;

dispor a pluralidade de dispositivos de controle de areia e o obturador dentro do furo de poço; e

produzir hidrocarbonetos do furo de poço passando hidrocarbonetos através dos dispositivos de controle de areia.

21. Método de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que a produção de hidrocarbonetos compreende produzir hidrocarbonetos de um primeiro intervalo do furo de poço através de um trajeto de fluxo primário dos dispositivos de controle de areia e através do trajeto de fluxo primário do obturador e produzir hidrocarbonetos de um segundo intervalo do furo de poço isolado do primeiro intervalo pelo obturador através dos trajetos de fluxo secundários do obturador e dos tubos de derivação dos dispositivos de controle de areia.

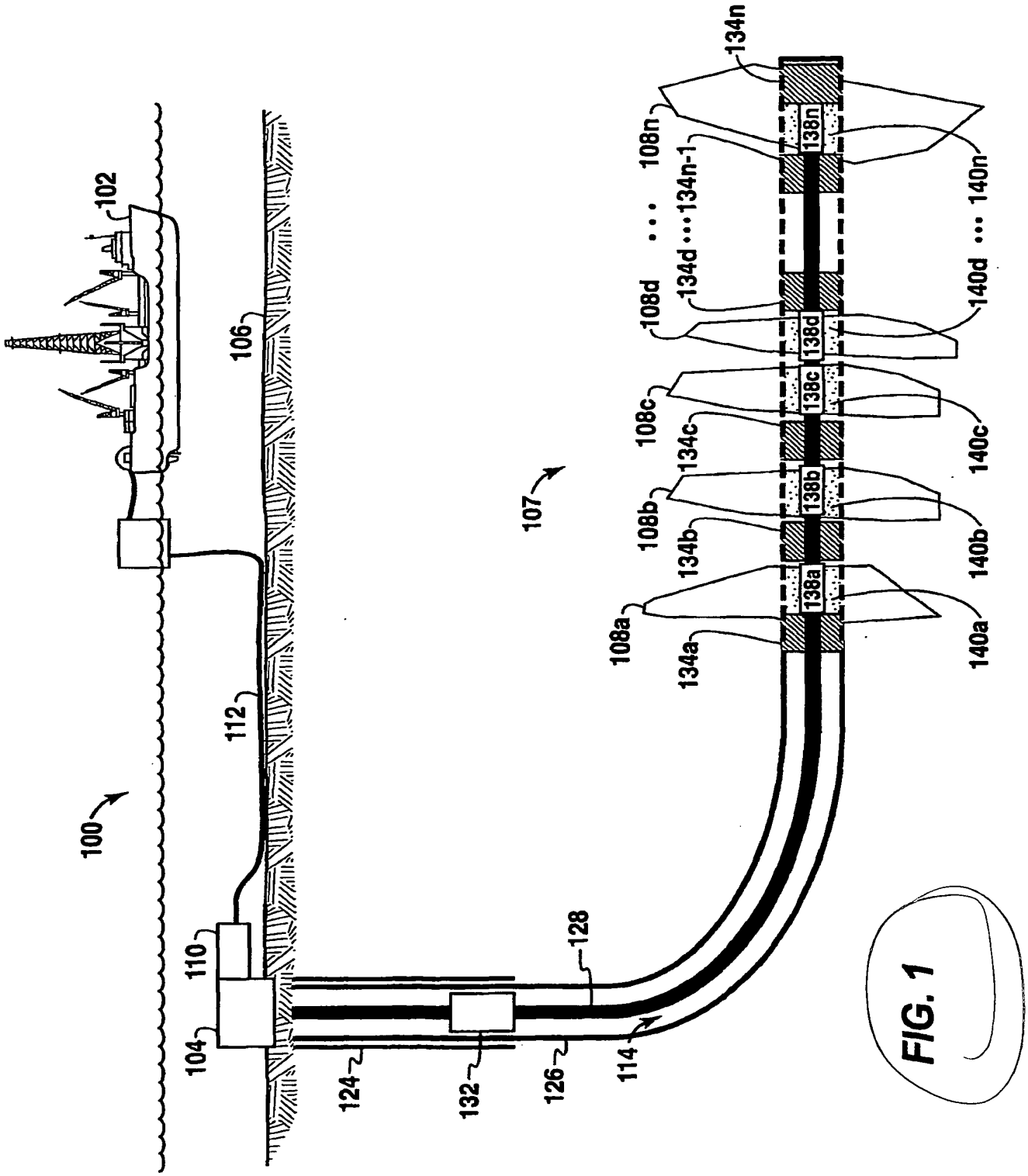

100
102
104
106
107
110
112
114
124
126
128
132
134a
134b
134c
134d
134n-1
134n
138a
138b
138c
138d
138n
140a
140b
140c
140d
140n
108a
108b
108c
108d
108n

FIG. 1

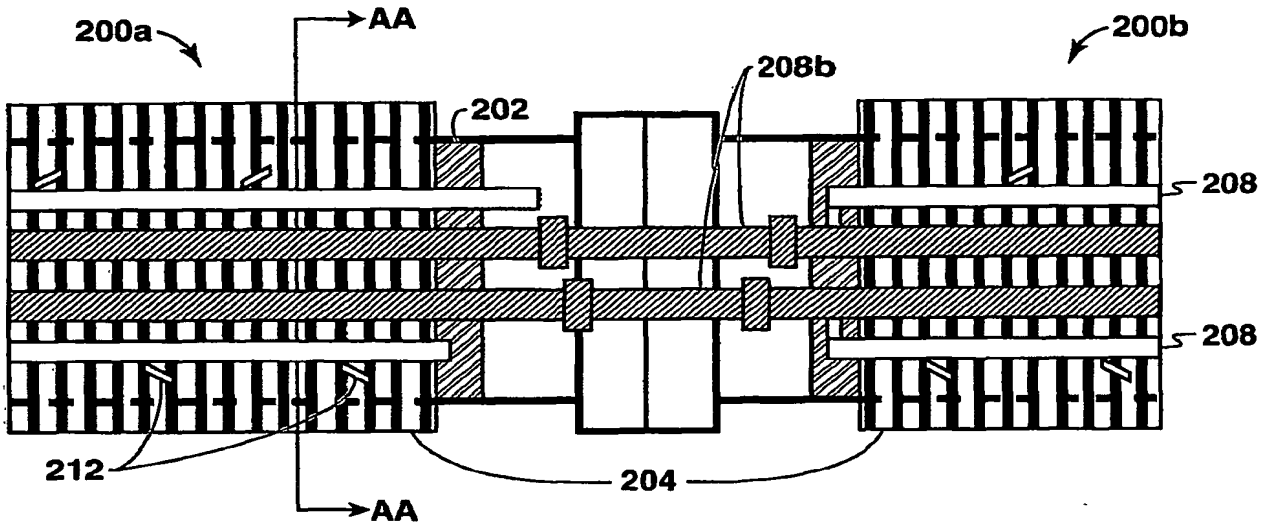


FIG. 2A

Técnica Anterior

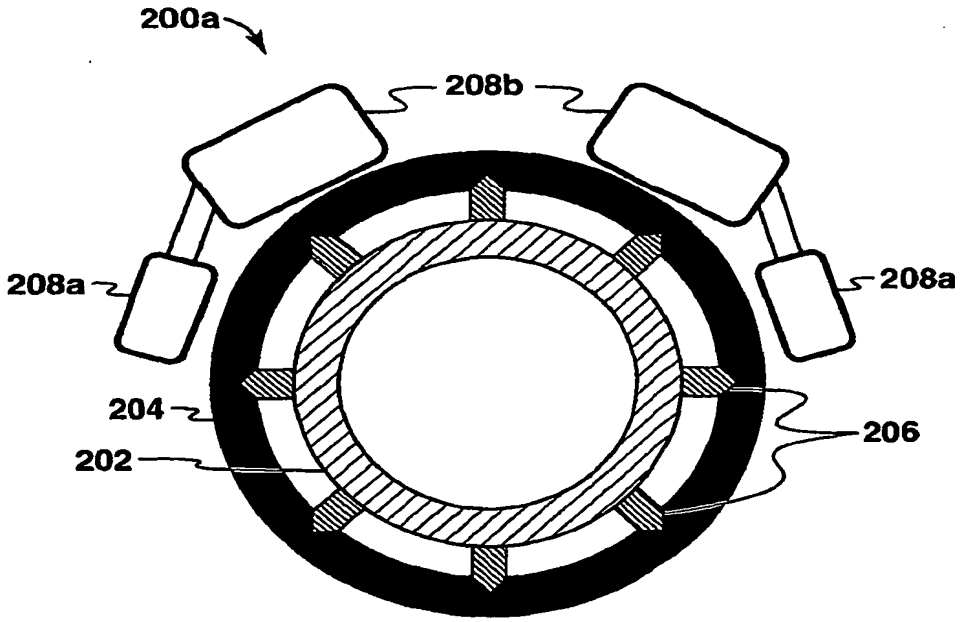


FIG. 2B

Técnica Anterior

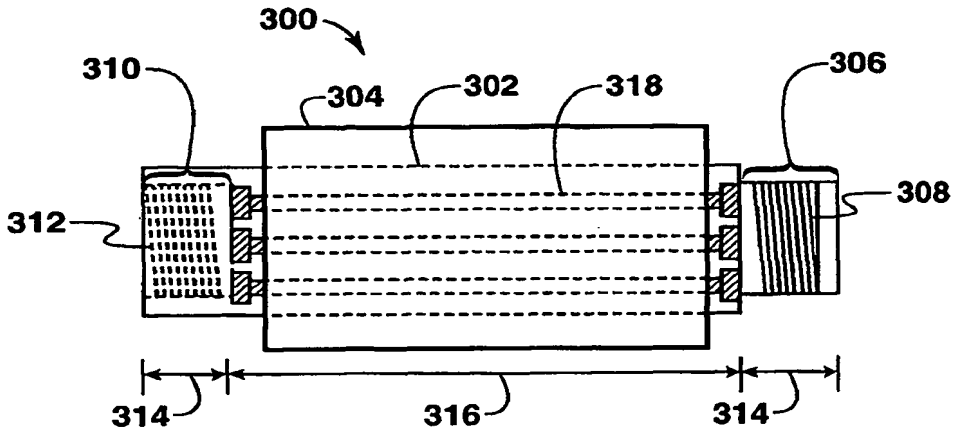


FIG. 3A

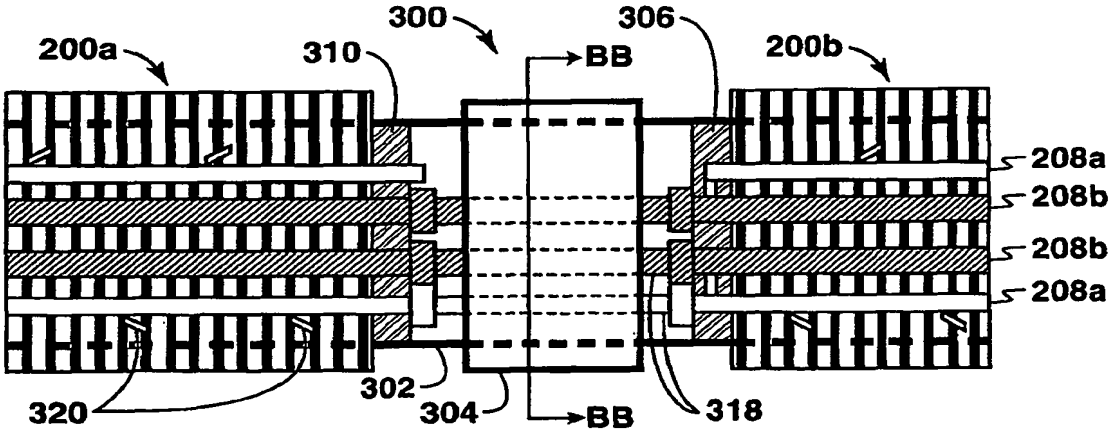


FIG. 3B

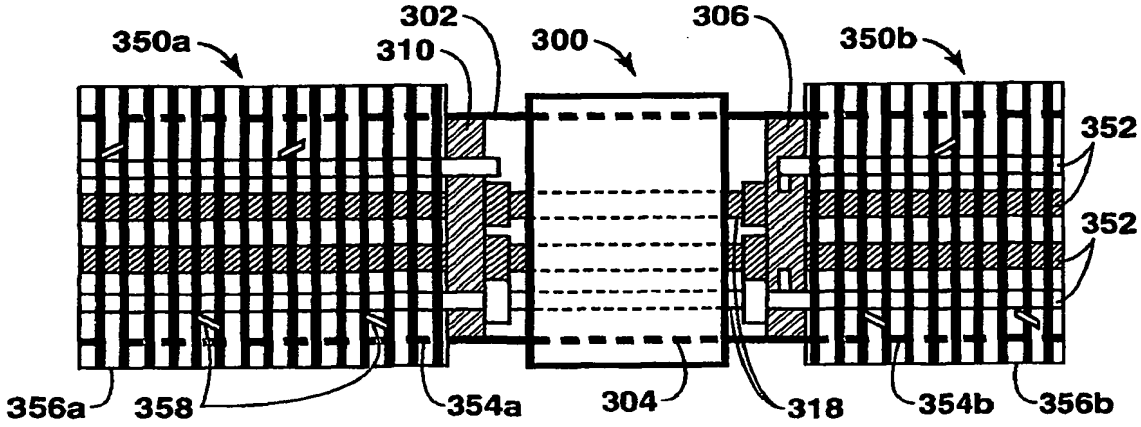


FIG. 3C

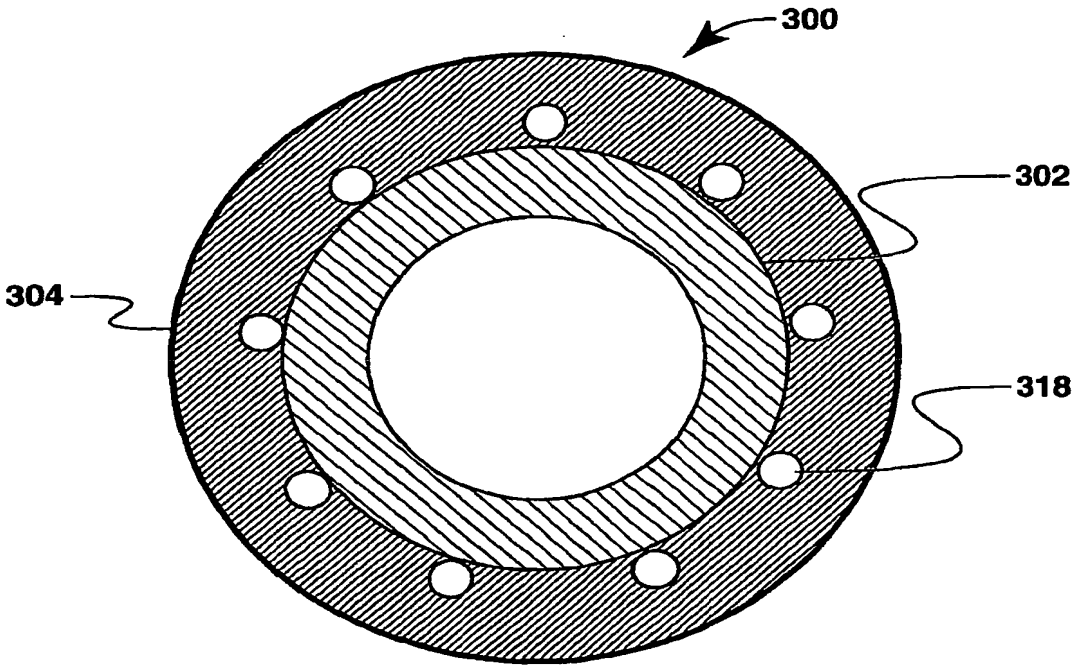


FIG. 3D

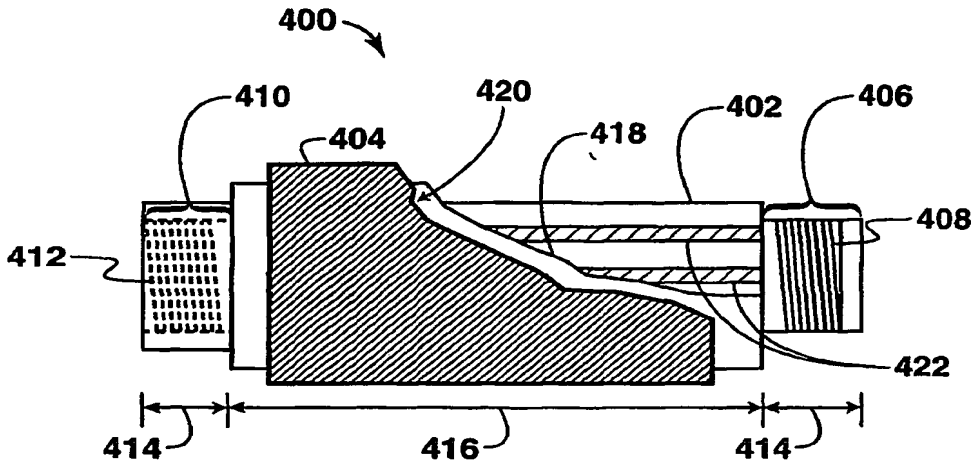

400
410
420
402
406
404
418
408
412
422
414
416
414

FIG. 4A

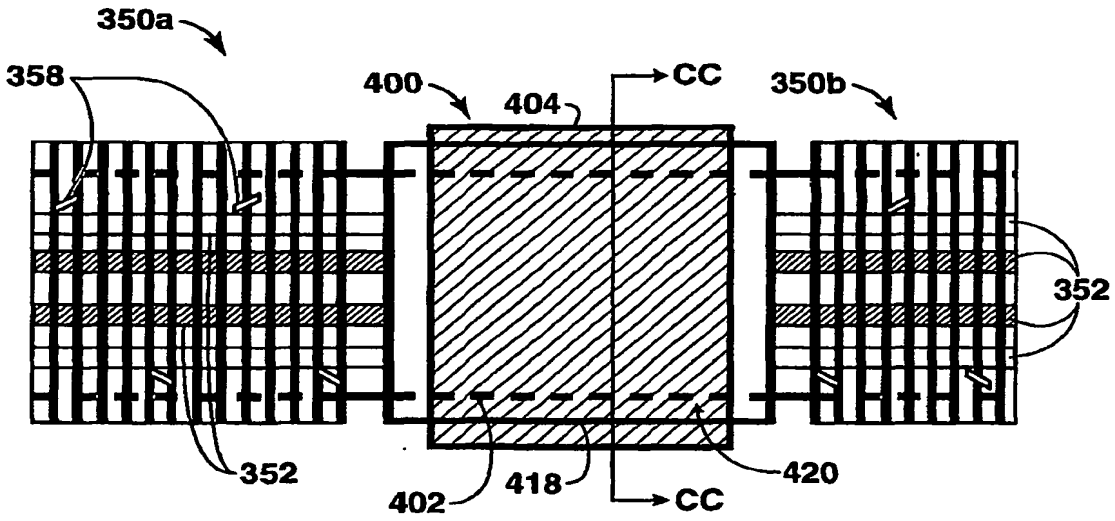

350a
358
400
404
CC
350b
352
352
402
418
420
CC

FIG. 4B

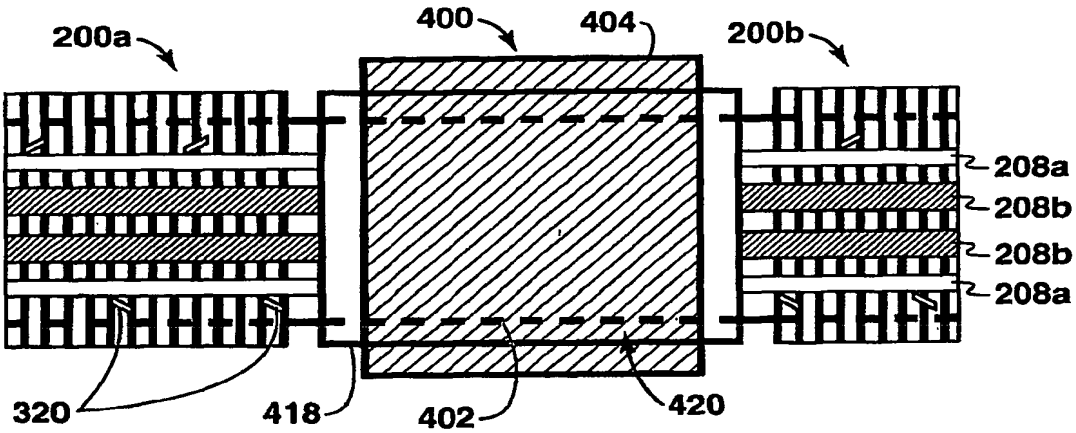

200a
400
404
200b
208a
208b
208b
208a
320
418
402
420

FIG. 4C

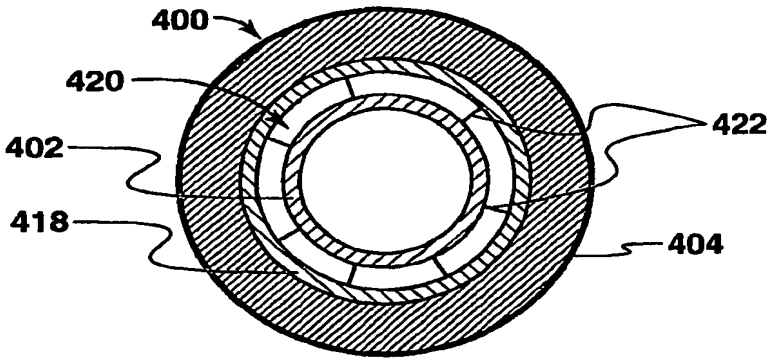

400
420
422
402
418
404

FIG. 4D

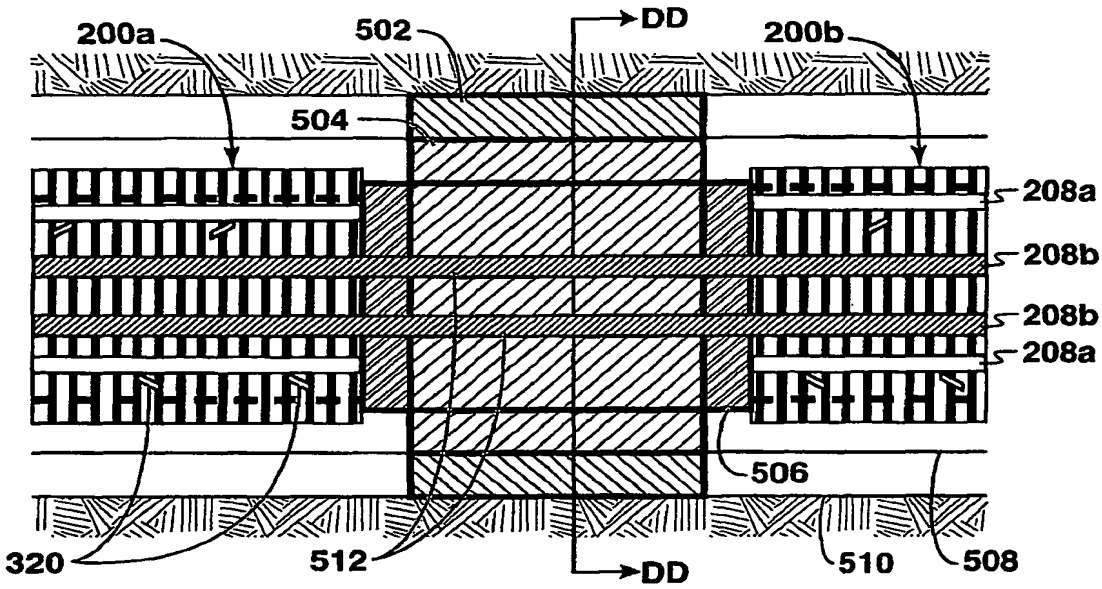


FIG. 5A

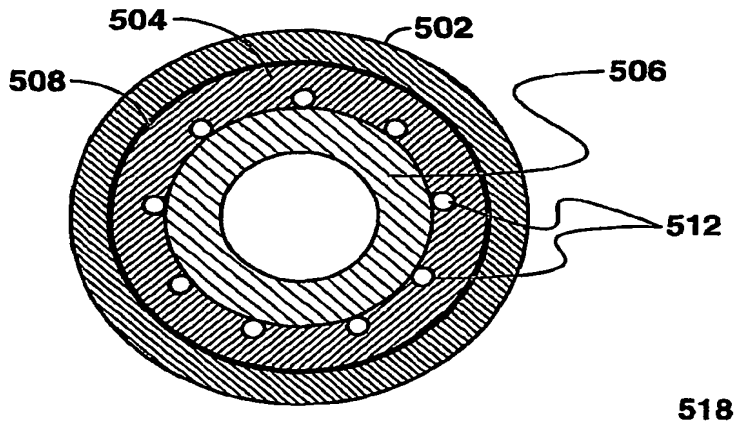


FIG. 5B

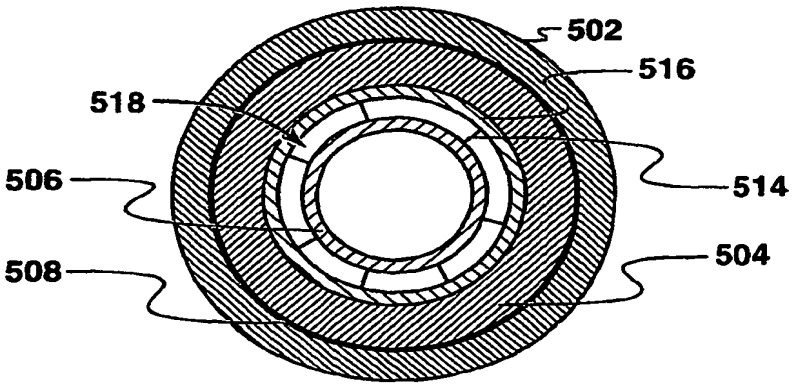


FIG. 5C

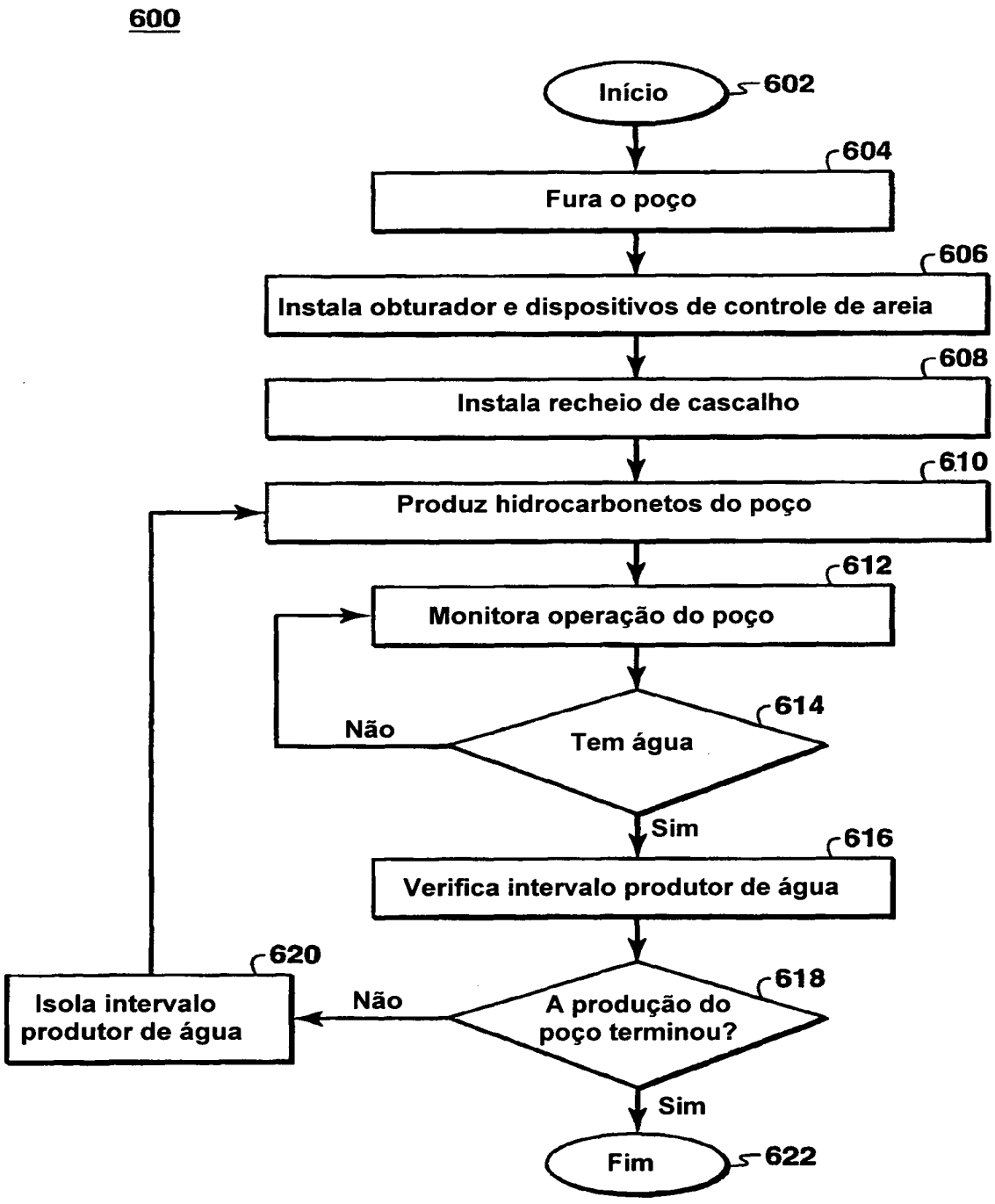

600
Início
602
Fura o poço
604
Instala obturador e dispositivos de controle de areia
606
Instala recheio de cascalho
608
Produz hidrocarbonetos do poço
610
Monitora operação do poço
612
Tem água
614
Não
Sim
Verifica intervalo produtor de água
616
A produção do poço terminou?
618
Não
Isola intervalo produtor de água
620
Sim
Fim
622

FIG. 6

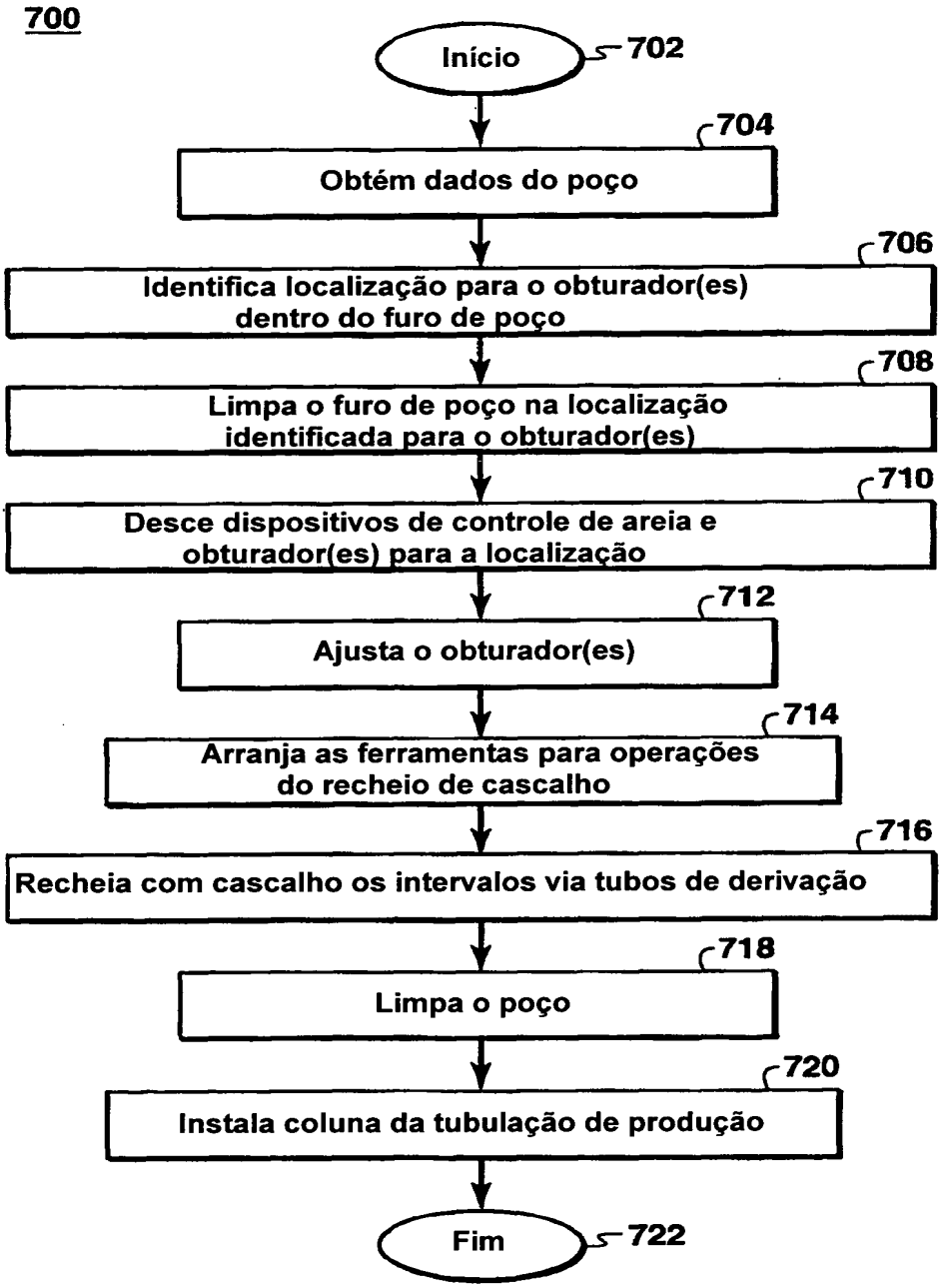

700
Início
702
704
Obtém dados do poço
706
Identifica localização para o obturador(es) dentro do furo de poço
708
Limpa o furo de poço na localização identificada para o obturador(es)
710
Desce dispositivos de controle de areia e obturador(es) para a localização
712
Ajusta o obturador(es)
714
Arranja as ferramentas para operações do recheio de cascalho
716
Recheia com cascalho os intervalos via tubos de derivação
718
Limpa o poço
720
Instala coluna da tubulação de produção
Fim
722

FIG. 7

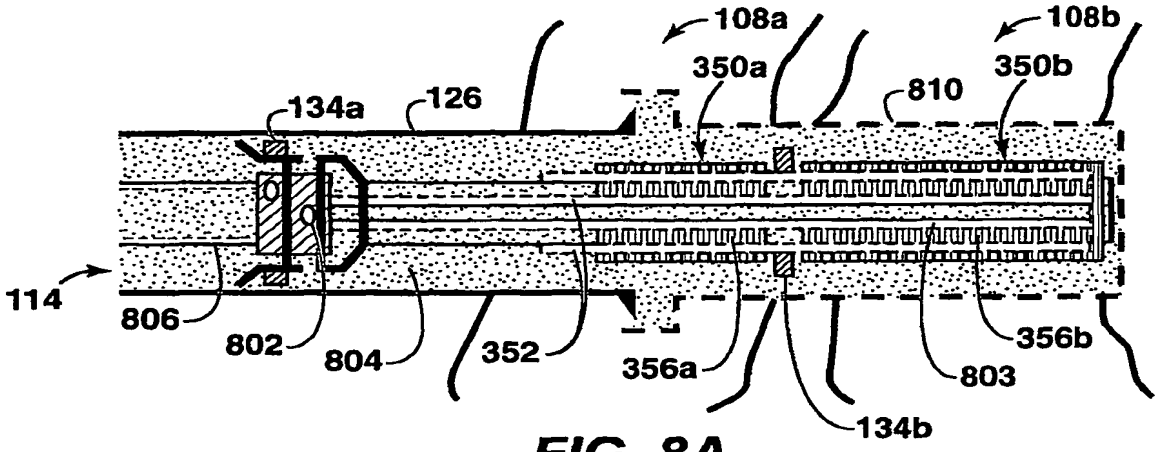


FIG. 8A

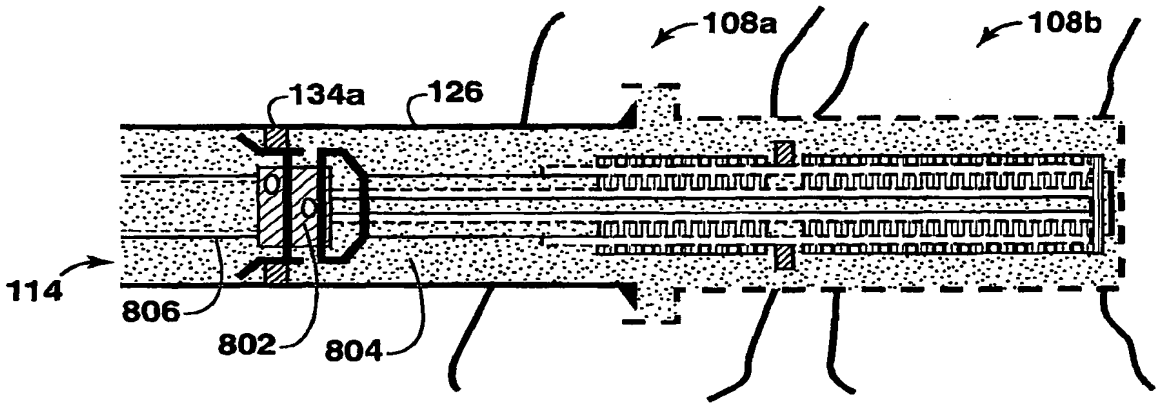


FIG. 8B

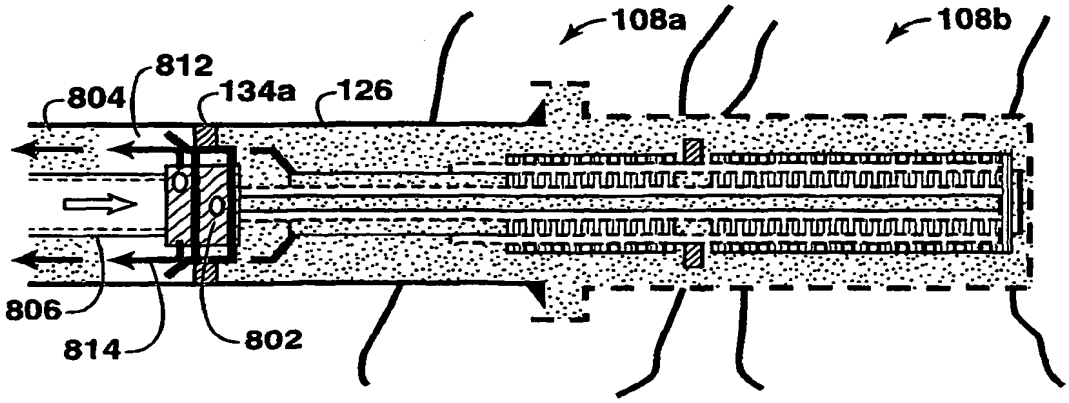


FIG. 8C

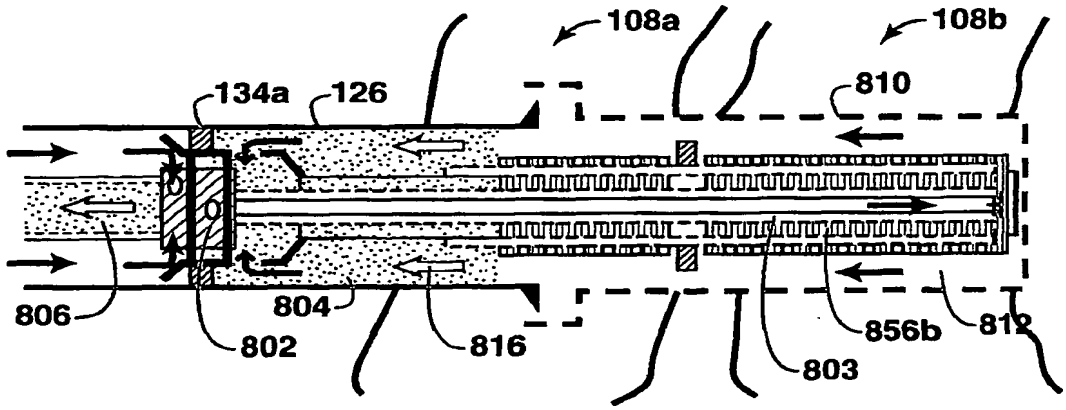


FIG. 8D

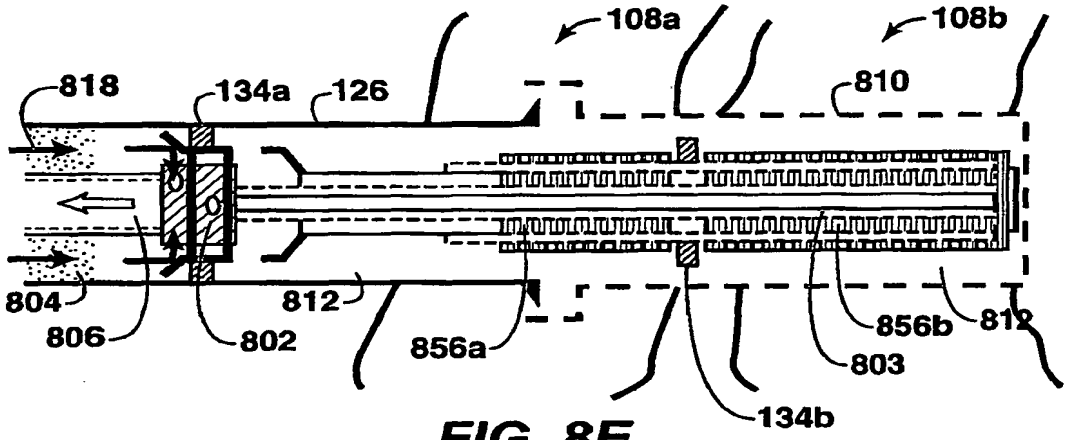


FIG. 8E

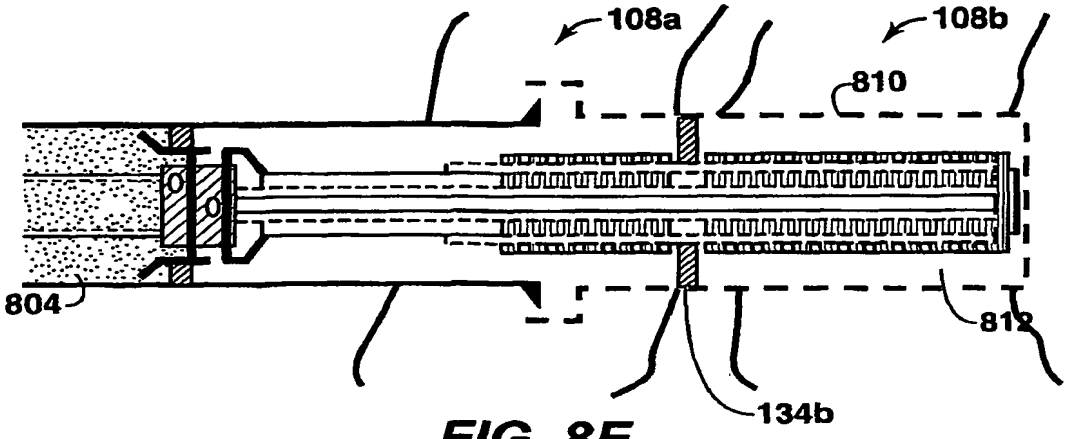


FIG. 8F

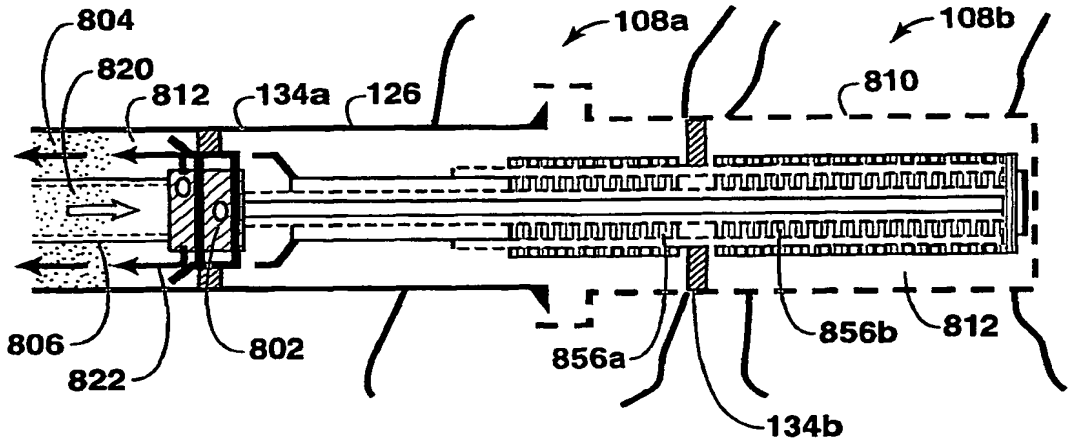


FIG. 8G

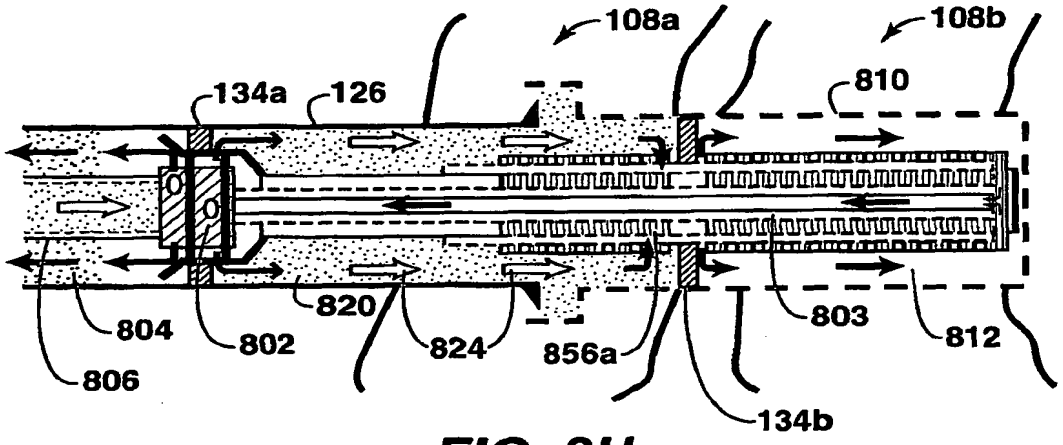


FIG. 8H

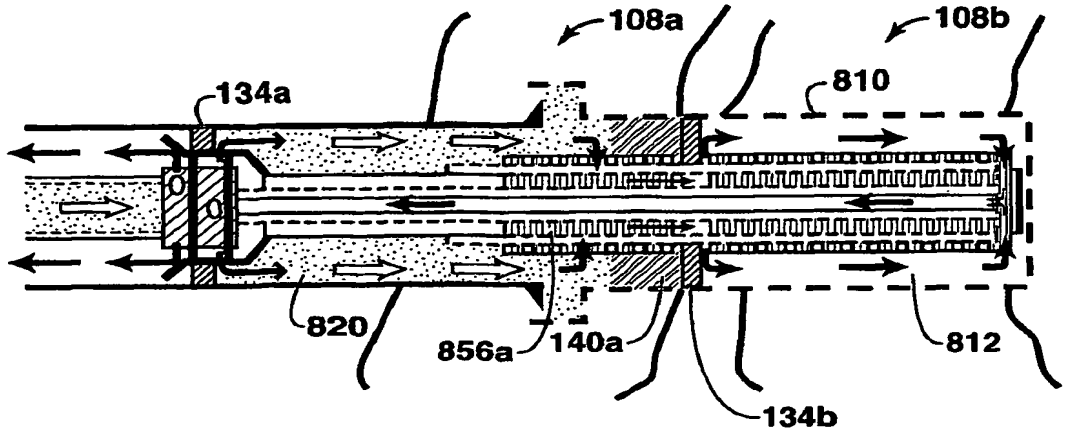


FIG. 8I

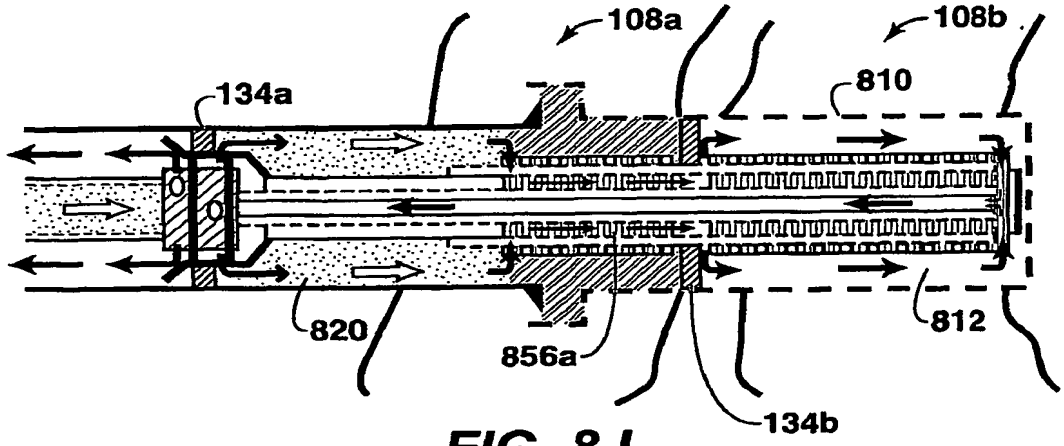


FIG. 8J

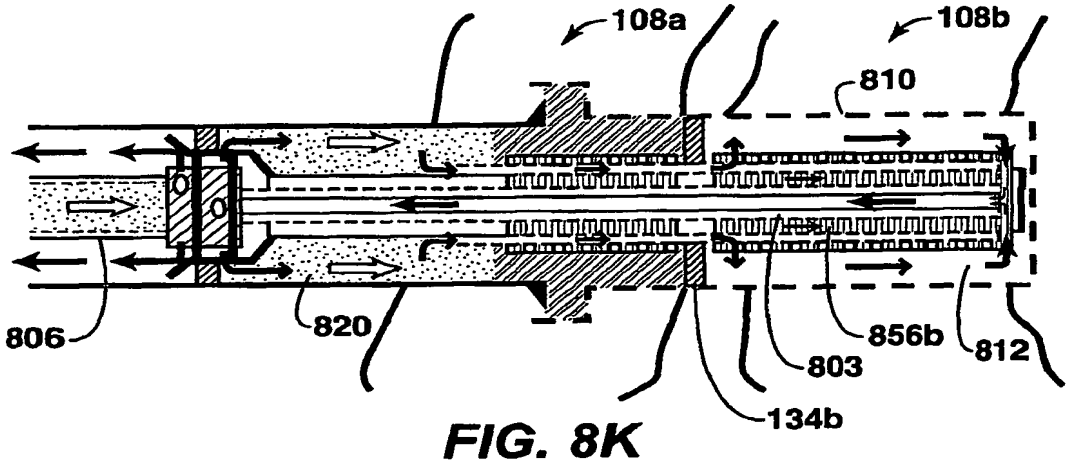


FIG. 8K

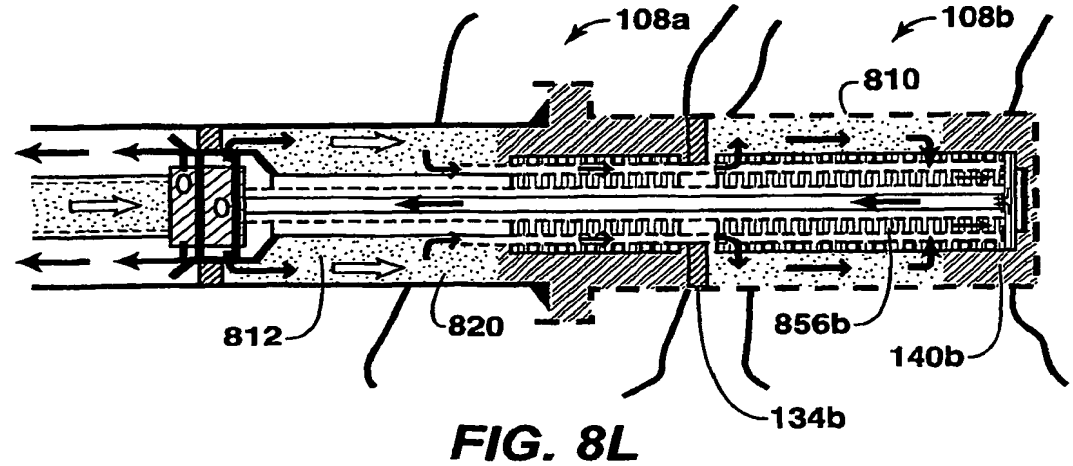


FIG. 8L

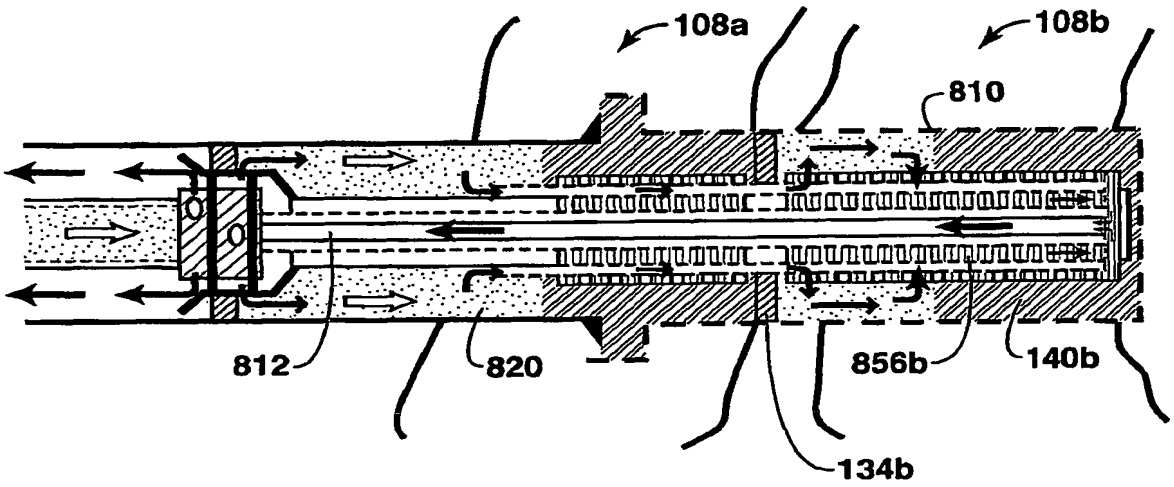

108a
108b
810
812
820
856b
140b
134b

FIG. 8M

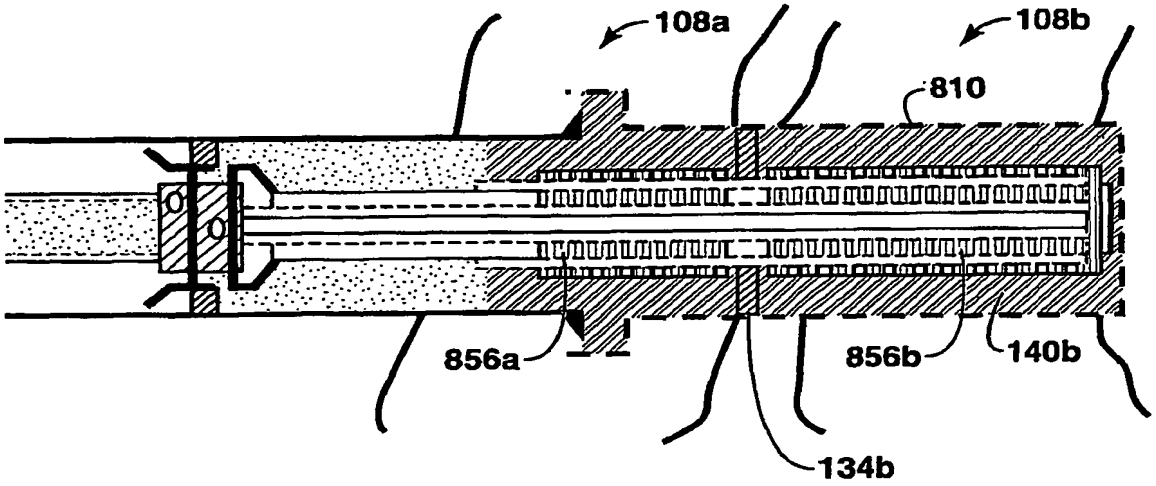

108a
108b
810
856a
856b
140b
134b

FIG. 8N

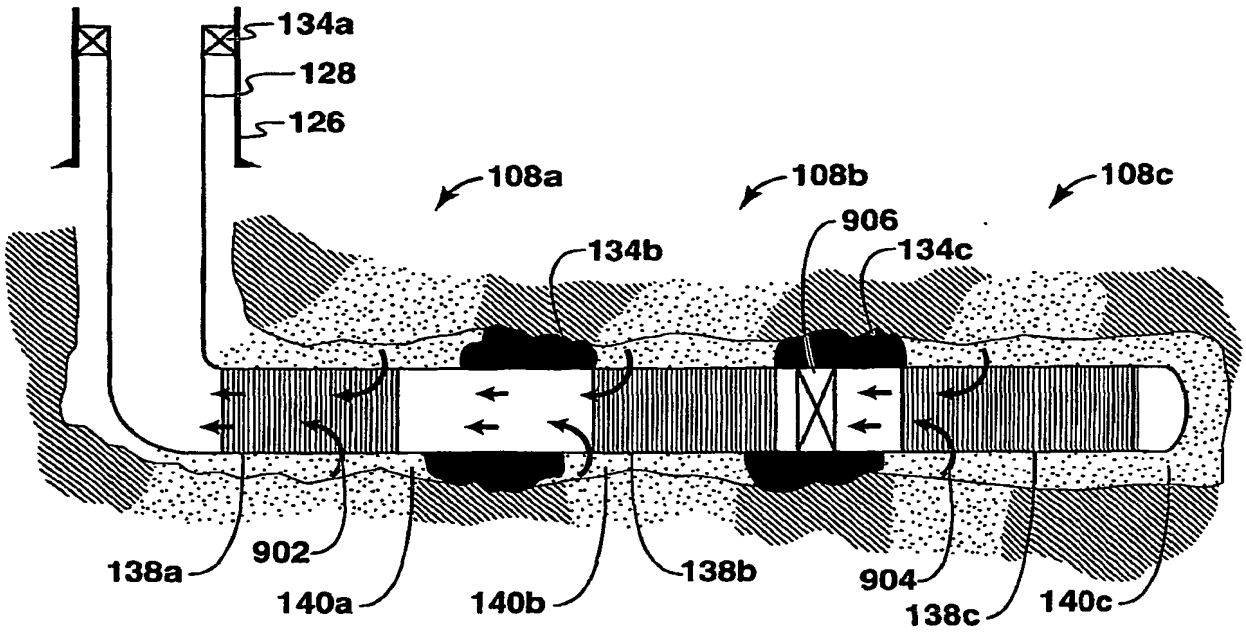

134a
128
126
108a
108b
108c
906
134b
134c
138a
902
140a
140b
138b
904
138c
140c

FIG. 9A

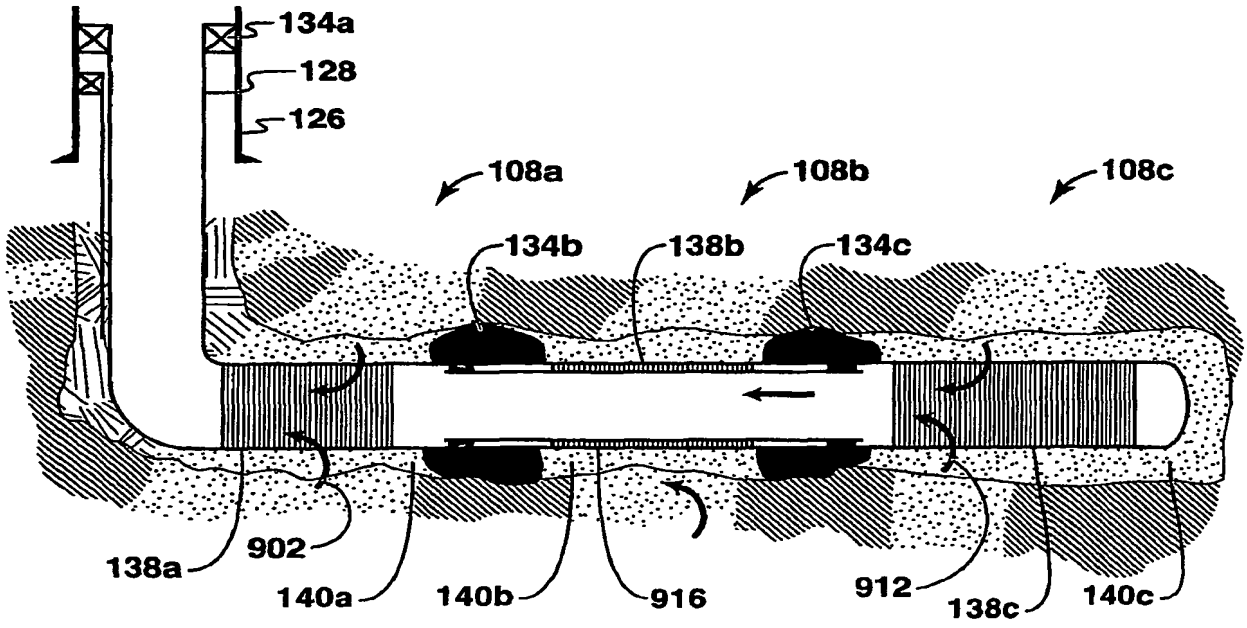

134a
128
126
108a
108b
108c
134b
138b
134c
138a
902
140a
140b
916
912
138c
140c

FIG. 9B

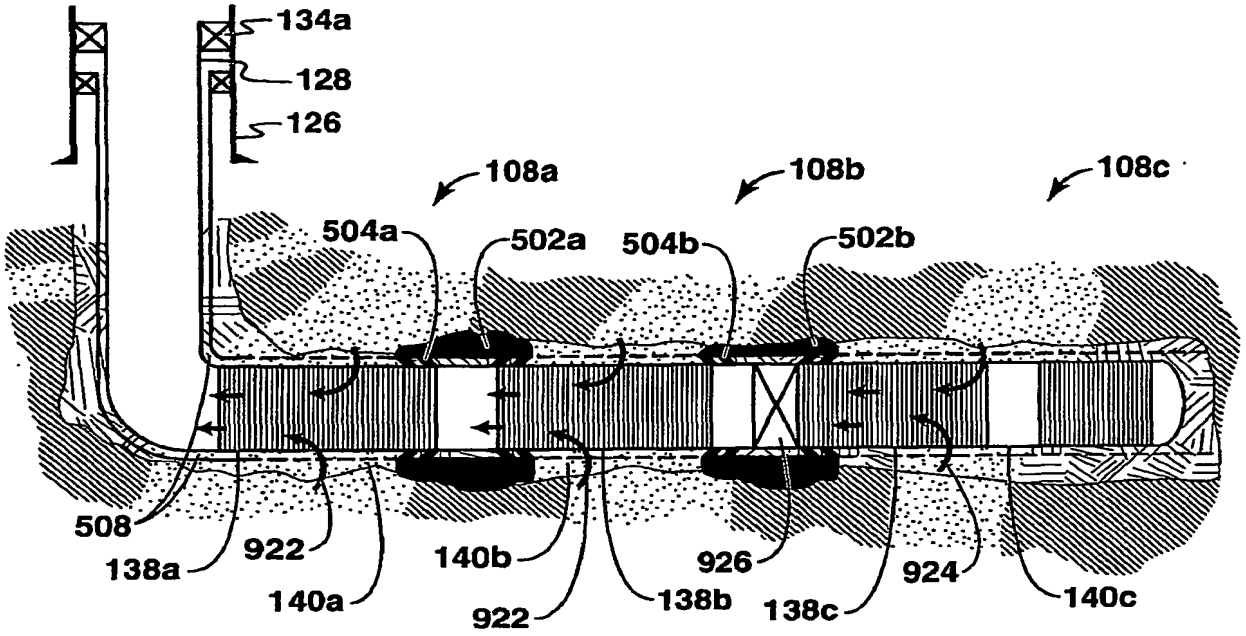

134a
128
126
108a
108b
108c
504a
502a
504b
502b
508
138a
922
140a
140b
922
926
138b
138c
924
140c

FIG. 9C

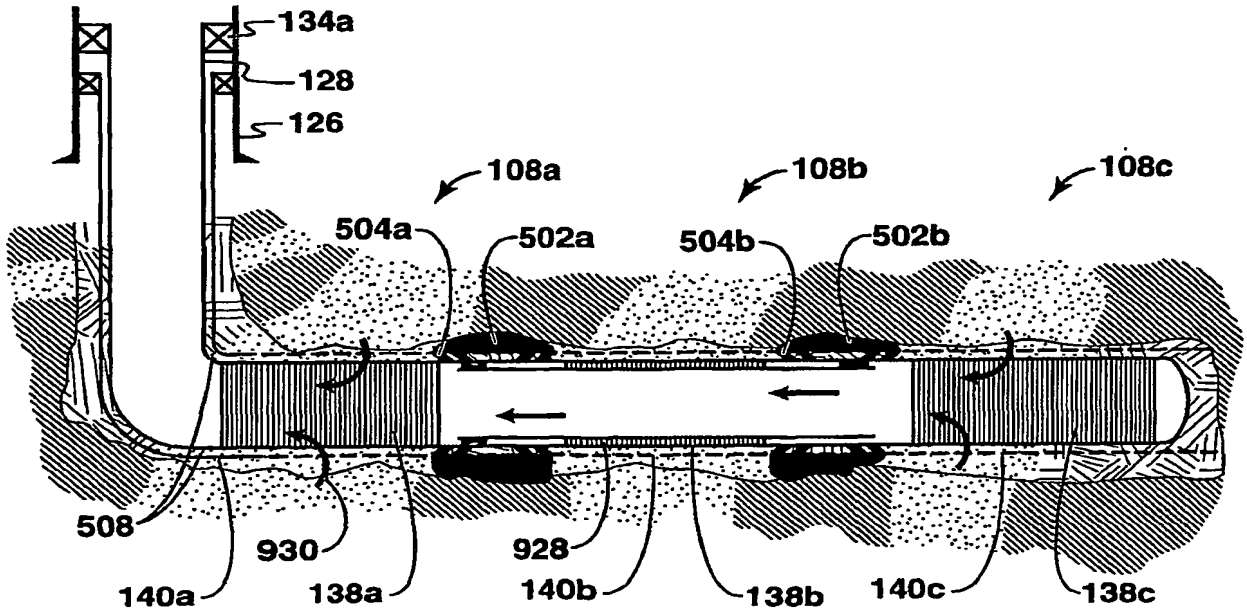

134a
128
126
108a
108b
108c
504a
502a
504b
502b
508
140a
930
138a
928
140b
138b
140c
138c

FIG. 9D

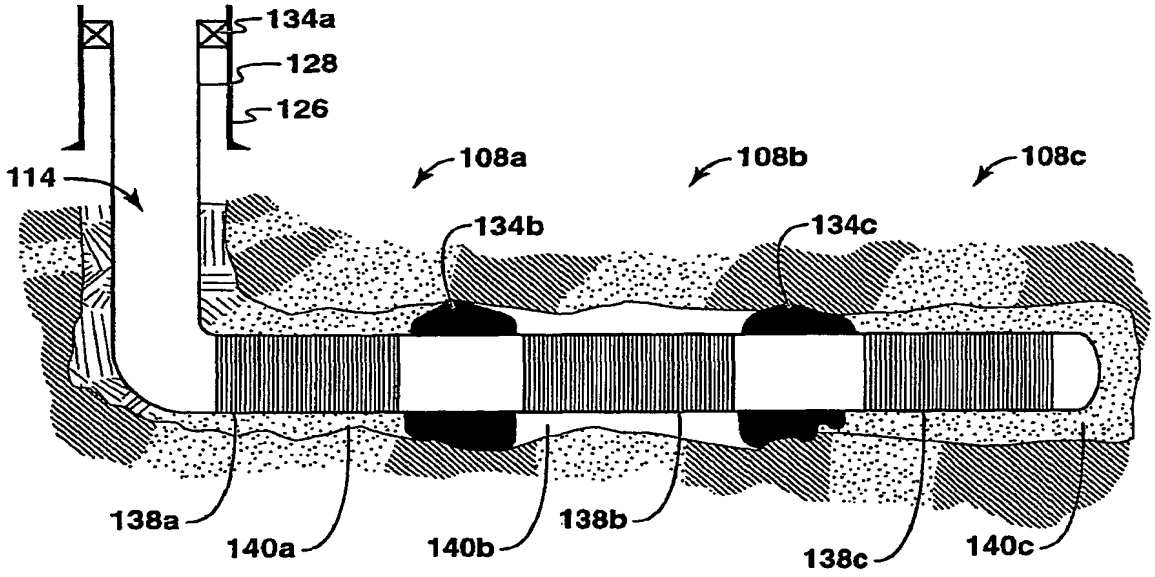


FIG. 10A

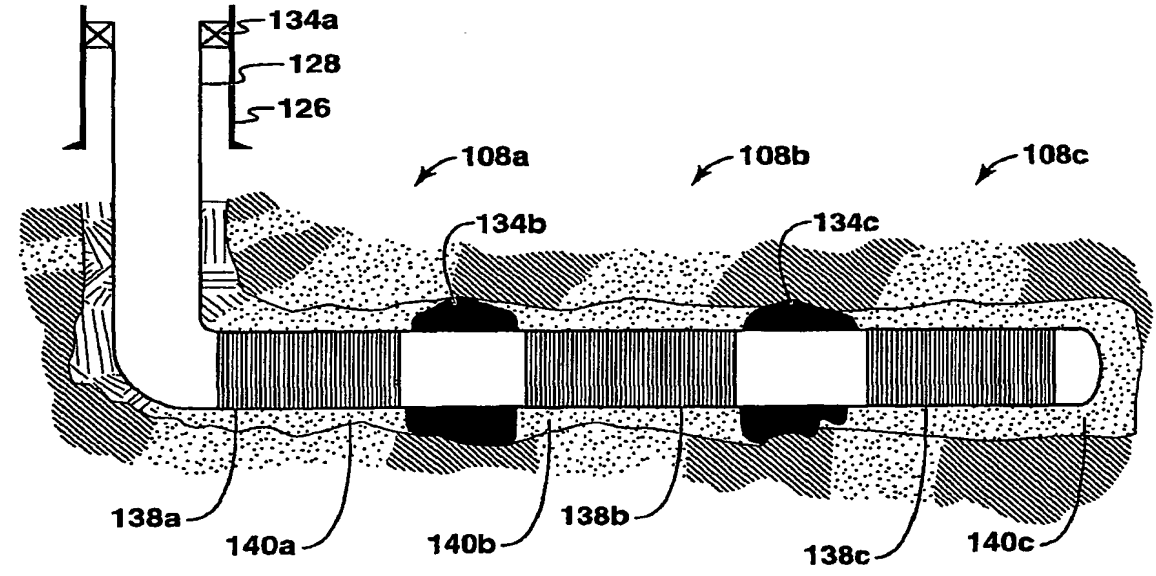


FIG. 10B

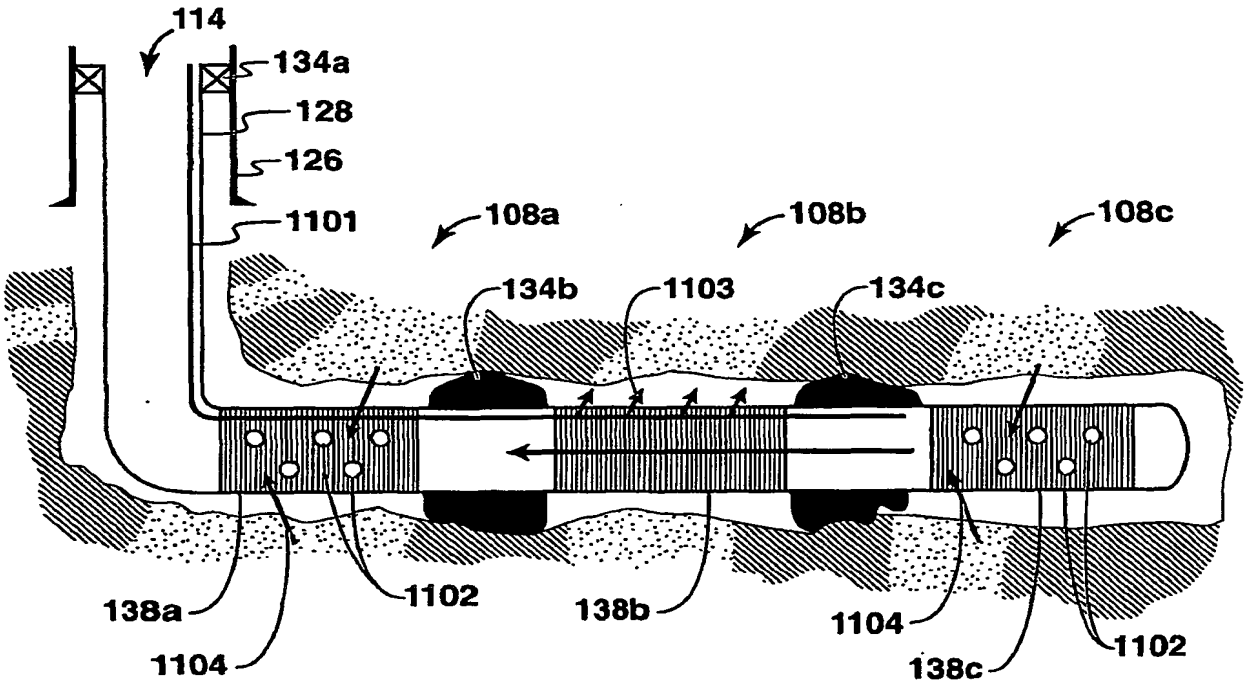


FIG. 11A

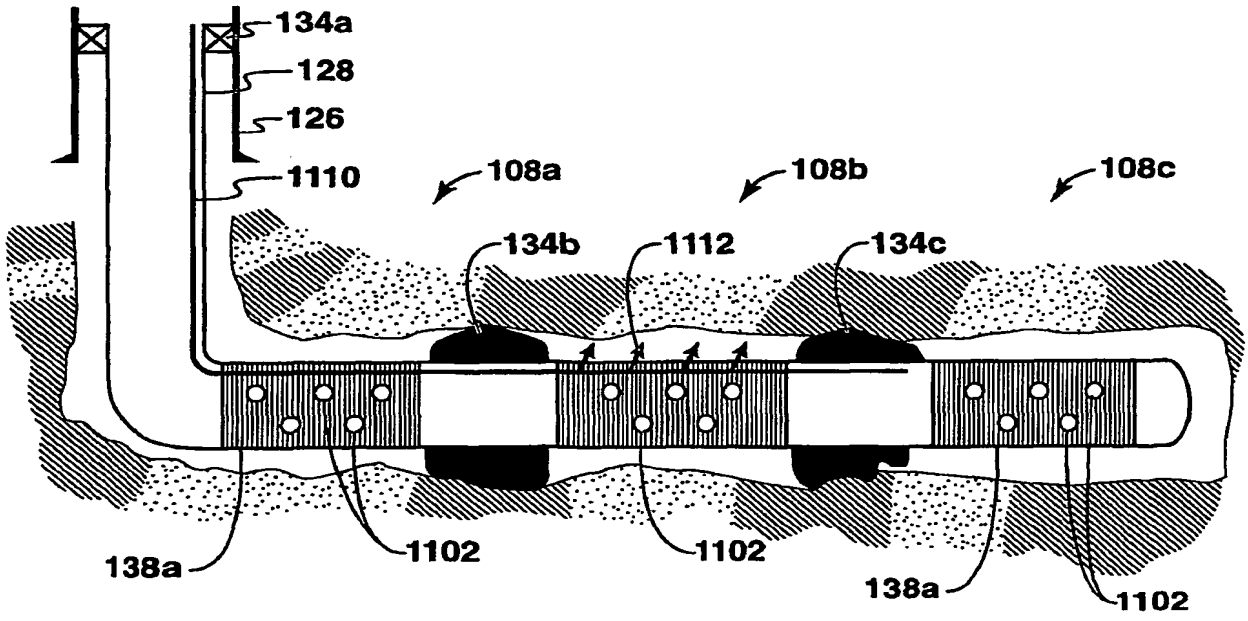


FIG. 11B

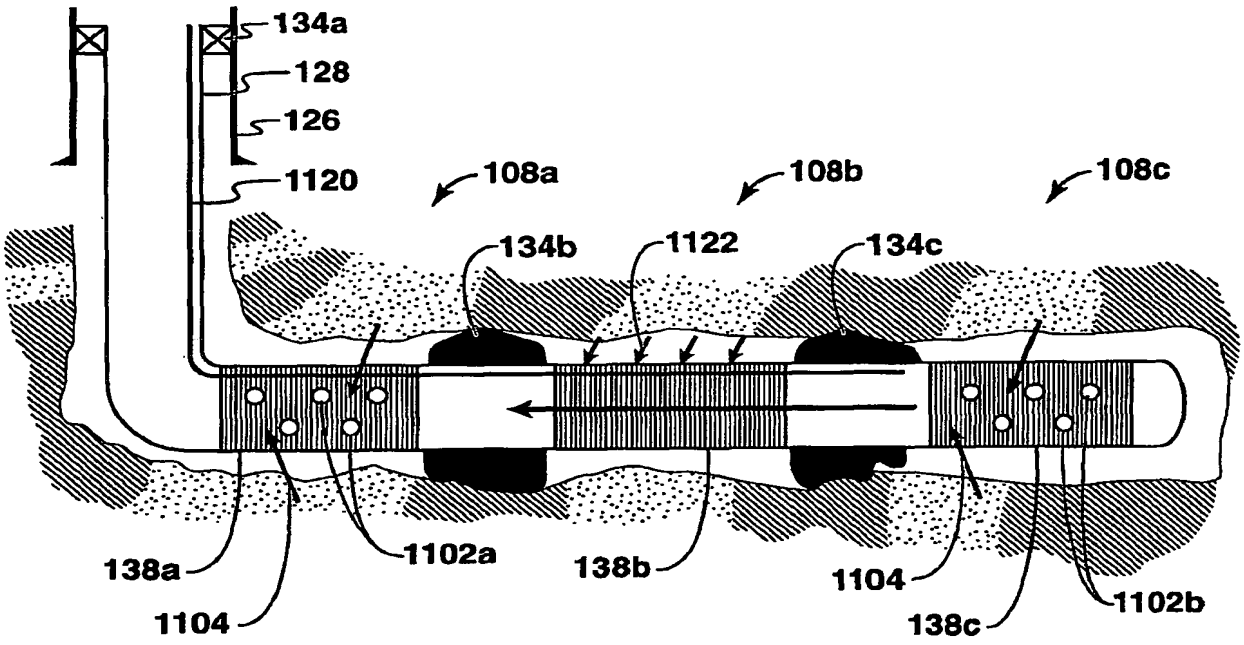

134a
128
126
1120
108a
108b
108c
134b
1122
134c
138a
1104
1102a
138b
1104
138c
1102b

FIG. 11C

PI 0621253-0

RESUMO

"SISTEMA ASSOCIADO À PRODUÇÃO DE HIDROCARBONETOS, MÉTODO PARA PRODUÇÃO DE HIDROCARBONETOS A PARTIR DE UM POÇO, E, MÉTODO ASSOCIADO À PRODUÇÃO DE HIDROCARBONETOS"

Um método, sistema e aparelho associados à produção de hidrocarbonetos são descritos. Um aparelho inclui um elemento de obturador intumescível ao redor de um trajeto de fluxo primário e secundário, onde o obturador é configurado para bloquear fluxo em uma porção de um furo de poço anular. Um método inclui dispor dispositivos de controle de areia tendo tubos de derivação e um obturador dentro de um furo de poço adjacente a uma reservatório subterrâneo. O obturador é, depois, ajustado dentro de um intervalo, que pode ser uma seção de furo aberto do furo de poço. Com o obturador ajustado, a obturação com cascalho dos dispositivos de controle de areia em diferentes intervalos pode ser executada. Depois, hidrocarbonetos são produzidos do furo de poço por passar os hidrocarbonetos através dos dispositivos de controle de areia com os diferentes intervalos provendo isolamento zonal. Em alguns modos de realização, os intervalos podem ser alternativamente obturador e tamponados, onde os intervalos tamponados não são obturados. Em adição, o método pode incluir também dispor os dispositivos de controle de areia e obturador no furo de poço no fluido de perfuração condicionado. O fluido de perfuração condicionado pode ser deslocado adjacente aos dispositivos de controle de areia por um fluido portador. Novamente, uma vez que o obturador esteja ajustado, a obturação com cascalho dos intervalos com o fluido portador tendo cascalho pode ser executada.