



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

(21) PI 0809458-6 A2



* B R P I 0 8 0 9 4 5 8 A 2 *

(22) Data de Depósito: 27/03/2008
(43) Data da Publicação: 09/09/2014
(RPI 2279)

(51) Int.Cl.:
E21B 43/04
E21B 33/127

(54) Título: SISTEMA DE FURO DE POÇO, E, MÉTODOS DE COMPLETAÇÃO DE UM FURO DE SONDAGEM FORMADO EM UMA FORMAÇÃO GEOLÓGICA E DE UM SISTEMA DE FURO DE POÇO

(57) Resumo:

(30) Prioridade Unionista: 28/03/2007 EP 07105070.2

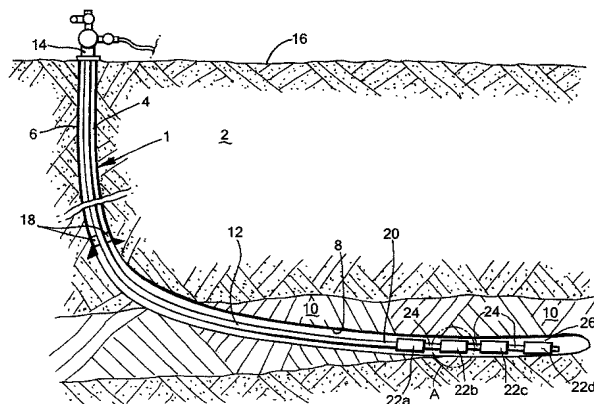
(73) Titular(es): Shell Internationale Research Maatschappij B.V.

(72) Inventor(es): Christof Franz Gottnold Werner Zerst, Erik Kerst Cornelissen, Nouline Dijkstra

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

(86) Pedido Internacional: PCT EP2008053625 de 27/03/2008

(87) Publicação Internacional: WO 2008/116899de 02/10/2008



“SISTEMA DE FURO DE POÇO, E, MÉTODOS DE COMPLETAÇÃO DE UM FURO DE SONDAGEM FORMADO EM UMA FORMAÇÃO GEOLÓGICA E DE UM SISTEMA DE FURO DE POÇO”

Na indústria de produção de fluido de hidrocarboneto a partir de um furo de poço é prática comum completar uma seção inferior do furo de poço, estendendo-se para dentro da formação que contém fluido de hidrocarboneto, com uma completação que estabiliza a parede de furo de poço e/ou reduz produção de areia a partir do furo de poço. Por exemplo, crivos ou recheios de cascalho são geralmente colocados em seções de furo de poço de furo aberto para suportar a parede de furo de poço e prevenir desmoronamento de material frouxo, e para restringir que areia flua com os fluidos de formação para a superfície. Basicamente, o recheio de cascalho inclui as etapas de instalar um revestimento de produção provido com pequenas aberturas de entrada, por exemplo, na forma de fendas ou crivos, no furo de poço e então encher o espaço anular entre o revestimento de produção e a parede de furo de poço com material particulado tal como areia e cascalho. O recheio de cascalho resultante mantém a integridade estrutural do furo de poço na ausência de um revestimento, enquanto ainda permite o fluxo de fluido do reservatório para dentro do furo de poço. Crivos e recheios de cascalho também controlam a migração de areias de formação para dentro das tubulações de produção e equipamento de superfície, que pode causar desmoronamentos e outros problemas, particularmente de formações de areia não consolidadas. Depois de um percurso de fluxo ser feito, fluidos ácidos e de fratura podem ser bombeados para dentro do furo de poço para fraturar, limpar, ou de outra maneira preparar e estimular a rocha de reservatório a produzir de forma ótima hidrocarbonetos para dentro do furo de poço. Finalmente, o furo de poço é vedado acima da seção de reservatório, dentro do revestimento, e conectado com a superfície através de uma ou mais tubulações de produção.

Na descrição e reivindicações, doravante, os termos "furo de poço" e "furo de sondagem" serão usados intercambiavelmente, e sem diferença intencional do significado de tais termos.

Muitos furos de poço são perfurados de modo que uma seção de furo de sondagem inferior se estende inclinada ou horizontalmente no reservatório formação para aumentar o comprimento de contato do furo de poço com a formação de reservatório. Por exemplo, poços que são perfurados a partir de uma plataforma fora da costa, todos, se desviam em diferentes direções, de modo que fluido de hidrocarboneto pode ser produzido a partir de uma grande área de superfície da formação de reservatório. Embora as seções de furo de poço desviadas e horizontais melhorem significativamente o potencial de produção de um furo de poço, particularmente em comparação com furos de poço verticais, tem sido ter sido verificado que problemas podem ocorrer em instalar apropriadamente completações em tais seções de furo de poço desviadas ou horizontais. Um tal problema refere-se à colocação apropriada de um recheio de cascalho. Geralmente, recheios de cascalho são instalados usando um revestimento provido com um subconjunto de cruzamento para permitir que um lodo de material particulado e fluido viscoso sejam bombeados através do revestimento e do subconjunto de cruzamento para dentro da coroa circular de uma seção de furo de sondagem inferior onde o material particulado se estabelece a partir do lodo. O fluido viscoso é então circulado de volta através do subconjunto de cruzamento e da coroa circular entre o revestimento e a parede de furo de poço (ou forro), para a superfície. Experiência tem mostrado que em uma seção inclinada ou horizontal é difícil, senão impossível, encher todo o espaço anular entre o revestimento e a parede de furo de poço com o material particulado de recheio de cascalho. Isto é devido ao material particulado que se estabelece a partir do lodo, tendendo a cair para o fundo da seção de furo de sondagem inclinada ou horizontal de modo que uma porção superior da seção de furo de sondagem

permanece descoberta com material particulado.

Como um resultado, uma indesejada passagem de fluxo permanece acima do recheio de cascalho, que permite que fluido flua na direção longitudinal através da seção de furo de sondagem, contornando assim o recheio de cascalho. Isto pode conduzir a vários problemas, tais como, por exemplo, a capacidade de areia localmente produzida se espalhar ao longo do comprimento do recheio de cascalho, afetando assim de forma potencialmente negativa a permeabilidade do recheio de cascalho inteiro. Um outro problema se torna aparente se um fluido de tratamento precisar ser injetado através do revestimento para dentro da seção de furo aberto. O fluido de tratamento tenderá a fluir através da passagem de fluxo acima do recheio de cascalho, tornando-o assim impossível que ele posicione acuradamente o fluido de tratamento em um local desejado na seção de furo aberto. Por exemplo, se a porção da seção de furo aberto precisar ser desligada a fim de reduzir ou prevenir que água de formação flua para dentro do furo de poço, um fluido de tratamento é preferivelmente usado, o qual reduz ou elimina a permeabilidade do recheio de cascalho no local onde a água flui para dentro do furo de poço. Todavia, tem sido verificado que fluido de tratamento injetado tende a fluir através da passagem de fluxo acima do recheio de cascalho, espalhando-se assim na seção de furo aberto e afetando potencialmente a permeabilidade do cascalho inteiro, em lugar de somente no local desejado.

A patente US 4.995.456 revela um conjunto de completção de furo de poço, pelo qual uma seção de furo de sondagem horizontal é provida com um revestimento permeável a fluido provido com um sub de cruzamento e aletas para comunicar um fluxo helicoidal a um lodo de recheio de cascalho que é bombeado para dentro da seção de furo de sondagem horizontal. O fluxo helicoidal é destinado a melhorar a distribuição de material particulado de recheio de cascalho na seção de furo de sondagem horizontal.

Todavia, permanece uma necessidade de um sistema de furo de poço e método de completação aperfeiçoados, que solucionam os problemas da técnica anterior.

De acordo com a invenção, é provido um sistema de furo de poço compreendendo um furo de poço formado em uma formação geológica, o furo de sondagem tendo uma seção de furo de sondagem que contém um volume de partículas de recheio de cascalho e pelo menos um corpo de um material intumescível, cada corpo de material intumescível sendo adaptado para se expandir de um estado não expandido para um estado expandido no contato do material intumescível com um fluido selecionado, em que uma passagem de fluxo está presente em dita seção de furo de sondagem permitindo que fluido contorne o volume de partículas de recheio de cascalho quando o corpo de material intumescível está no estado não expandido, e em que o corpo de material intumescível é disposto para substancialmente fechar a passagem de fluxo na expansão do corpo de material intumescível para o estado expandido. Assim, pelo intumescimento do material intumescível, a passagem de fluxo torna-se fechada ou desaparece, de modo que fluido não mais pode fluir desimpedidamente na direção longitudinal através da seção de furo de sondagem. Também, areia localmente produzida é assim impedida de se espalhar ao longo do recheio de cascalho inteiro, mas, em contraste, permanece no local de furo de poço onde ela foi produzida. Além disto, fluido de tratamento que é injetado dentro do furo de poço é confinado no local de injeção, ao invés de se espalhar ao longo do recheio de cascalho.

Em uma forma de concretização vantajosa, o corpo de material intumescível é disposto para empurrar o volume de partículas de recheio de cascalho para dentro da passagem de fluxo no intumescimento do material intumescível, de modo que a passagem de fluxo fica bloqueada. Também, o corpo de material intumescível, depois da expansão, pode ser disposto para encher completamente a seção transversal da seção de furo de sondagem e

bloquear assim a passagem de fluxo.

Apropriadamente, o corpo de material intumescível inclui uma luva disposta em torno de um elemento tubular estendendo-se para dentro de dita seção de furo de sondagem. O elemento tubular é, por exemplo, um revestimento de produção provido com fendas, aberturas ou crivos para o afluxo de fluido de hidrocarboneto a partir da formação.

Movimento do volume de partículas de recheio de cascalho para dentro da passagem de fluxo é ótimo se a luva for pelo menos parcialmente coberta pelo volume de partículas de recheio de cascalho.

Preferivelmente, o elemento tubular é provido com uma pluralidade de ditas luvas espaçadas mutuamente ao longo do elemento tubular. Desta maneira, é assegurado que o espaço anular entre o elemento tubular e a parede de furo de poço seja formado em compartimentos que previnem que fluido ou areia de formação contornem o recheio de cascalho. Em tal arranjo, o elemento tubular é apropriadamente provido com meio de entrada de fluxo disposto em uma porção do elemento tubular posicionado entre um par de luvas adjacentes.

Em uma aplicação alternativa, dito pelo menos um corpo de material intumescível inclui uma pluralidade de partículas de material intumescível. Uma tal aplicação tem a vantagem que as partículas de material intumescível podem ser bombeadas para dentro da seção de furo de sondagem, e são permitidas com que fluam para dentro de porções irregulares de furo de poço. Preferivelmente, as partículas de material intumescível são intermisturadas com as partículas de recheio de cascalho. Para atingir intermistura adequada, as partículas de material intumescível e as partículas de recheio de cascalho apropriadamente têm aproximadamente igual densidade. Isso pode ser atingido, por exemplo, pela provisão das partículas de material intumescível com um material de ponderação de modo a aumentar sua densidade. Um material de ponderação apropriado é Pó de ferro ou a

similar material. Uma vez que a função do material de ponderação é a de adaptar a densidade das partículas intumescíveis à densidade das partículas de recheio de cascalho, um material de ponderação pode ser aplicado, o qual reduz a densidade das partículas intumescíveis no caso da densidade das partículas intumescíveis, ausente no material de ponderação, exceder a densidade das partículas de recheio de cascalho.

O sistema de furo de poço da invenção é mais vantajoso para a aplicação em seções de furo de poço que se estendem inclinadamente ou substancialmente horizontalmente. Isto é porque é geralmente difícil, senão impossível, encher a seção transversal inteira de tal seção de furo de sondagem inclinada ou substancialmente horizontal com partículas de cascalho. Na maioria de tais aplicações, uma passagem de fluxo indesejada permanece acima do volume de partículas de recheio de cascalho.

Além disto, o fluido selecionado pode ser fluido a partir da formação geológica que flui para dentro da seção de furo de sondagem, tal como água ou óleo, ou fluido que é bombeado a partir da superfície para dentro da seção de furo de sondagem.

Em outro aspecto da invenção é provido um método de completação de um furo de sondagem formado em uma formação geológica, o método compreendendo:

- inserir um volume de partículas de recheio de cascalho em uma seção de furo de sondagem do furo de sondagem;
- inserir pelo menos um corpo de material intumescível na seção de furo de sondagem, cada corpo de material intumescível sendo adaptado para se expandir de um estado não expandido para um estado expandido no contato do material intumescível com um fluido selecionado, em que uma passagem de fluxo está presente em dita seção de furo de sondagem permitindo que fluido contorne o volume de partículas de recheio de cascalho quando o corpo de material intumescível está no estado não

expandido, e em que o corpo de material intumescível é disposto para substancialmente fechar a passagem de fluxo na expansão do corpo de material intumescível para o estado expandido; e permitir que o corpo de material intumescível se expanda devido ao contato do material intumescível com o fluido selecionado, fechando assim substancialmente a passagem de fluxo.

Preferivelmente, o corpo de material intumescível empurra o volume de partículas de recheio de cascalho para dentro da passagem de fluxo no intumescimento do material intumescível.

Para permitir colocação acurada de um fluido de tratamento na seção de furo de sondagem, o método apropriadamente ainda compreende injetar um fluido de tratamento no volume de material de recheio de cascalho depois do volume de material de recheio de cascalho ser empurrado para dentro da passagem de fluxo. Por exemplo, se a finalidade do fluido de tratamento é para desligar a porção do furo de poço selecionada, o fluido de tratamento apropriadamente é adaptado para reduzir localmente ou eliminar a permeabilidade do material de recheio de cascalho em tal porção.

Apropriadamente, o material intumescível é um elastômero adaptado para intumescer quando em contato com água e/ou óleo. Exemplos de materiais que intumescem no contato com fluido de hidrocarboneto são borracha natural, borracha de nitrila, borracha de nitrila hidrogenada, borracha de butadieno de acrilato, borracha de poliacrilato, borracha de butila, borracha de butila bromada, borracha de butila clorada, polietileno clorado, borracha de neopreno, borracha de copolímero de estireno butadieno, polietileno sulfonatado, borracha de acrilato de etileno, copolímero de óxido de epícloridrina etileno, copolímero de etileno-propileno (reticulado com peróxido), copolímero de etileno-propileno (reticulado com enxofre), borracha de terpolímero de etileno-propileno-dieno, copolímero de etileno - acetato de vinila, fluoroborrachas, borracha de fluorossilicone, e borrachas de

silicone. Materiais preferidos são borracha de EP(D)M (copolímero de etileno-propileno, ou reticulado com peróxido ou enxofre), borracha de EPT (borracha de terpolímero de etileno-propileno-dieno), borracha de butila, borracha de butila bromada, borracha de butila clorada, ou polietileno clorado.

Em lugar do, ou em adição ao, material intumescível sendo adaptado para intumescer no contato com fluido de hidrocarboneto, o material intumescível apropriadamente é adaptado para intumescer no contato com água. Apropriadamente, tal material intumescível na água é selecionado de borracha à base de NBR, HNBR, XNBR, FKM, FFKM, TFE/P ou EPDM. A fim de melhorar a capacidade de intumescimento do material intumescível na água, mesmo para condições de água salina, dito material apropriadamente é um material de matriz em que um composto solúvel em água é incorporado no material de matriz em uma maneira que o material de matriz substancialmente previne ou restringe migração do composto para fora da vedação intumescível e permite a migração de água para dentro da vedação intumescível por osmose, de modo a induzir intumescimento da vedação intumescível na migração de dita água para dentro da vedação intumescível. Dito composto apropriadamente compreende um sal, por exemplo, pelo menos 20 % em peso de sal com base no peso combinado do material de matriz e do sal, preferivelmente pelo menos 35 % em peso de sal baseado no peso combinado do material de matriz e do sal. A fim de prevenir, ou reduzir, lixiviação do composto out do material de matriz, é preferido que o material de matriz seja substancialmente impermeável a dito composto ou a íons do dito composto. O composto pode estar presente no material de matriz, por exemplo, na forma de uma pluralidade de partículas de composto dispersas no material de matriz. Se o material de matriz for um elastômero, o composto pode ser misturado no material de matriz antes de sua vulcanização.

A invenção será descrita doravante em maior detalhe e a título

de exemplo, com referência aos desenhos acompanhantes, nos quais:

a figura 1 mostra esquematicamente um furo de sondagem estendendo-se para dentro de uma formação geológica, provido com uma forma de concretização do sistema de furo de poço da invenção;

5 a figura 2 mostra esquematicamente o detalhe A da figura 1; a figura 3 mostra esquematicamente a seção transversal 3-3 da figura 2;

a figura 4 mostra esquematicamente o detalhe A da figura 1 depois de intumescimento de um corpo de material intumescível; e

10 a figura 5 mostra esquematicamente a seção transversal 5-5 da figura 4.

Com referência à figura 1, é mostrado um furo de sondagem estendendo-se para dentro de uma formação geológica 2, na forma de furo de poço 1 tendo uma seção de furo de sondagem superior vertical 4 provida com um esquema de revestimentos e uma seção inferior de furo aberto 8 que se
15 estende substancialmente horizontalmente em uma zona de reservatório 10 que contém fluido de hidrocarboneto. Por facilidade de referência, o esquema de revestimentos é referido daqui por diante como o revestimento 6. Um revestimento de produção tubular 12 se estende de uma cabeça de poço 14 na superfície 16 através da seção de furo de sondagem superior 4 e para dentro
20 da seção inferior de poço aberto 8, em que um obturador de produção 18 veda o revestimento de produção 12 à extremidade inferior do revestimento 6. O revestimento de produção 12 tem uma parte inferior 20 provida com uma pluralidade de luvas 22a, 22b, 22c, 22d de material elastômero, susceptível de intumescer com um fluido selecionado, tal como água e/ou óleo. No presente
25 exemplo, o material elastômero é selecionado para intumescer no contato com óleo que vem da zona de reservatório 10. As luvas 22a, 22b, 22c, 22d são espaçadas uma da outra na direção longitudinal do revestimento 12, pelo que porções de revestimento 24 entre as luvas 22a, 22b, 22c, 22d são providas com pequenas aberturas ou fendas 23 (figura 2) que provêm comunicação

fluídica entre o interior e o exterior do revestimento 12. As porções de revestimento 24 podem ser providas na forma de crivos de areia, tubos fendidos ou outros dispositivos apropriados para o afluxo de fluido de hidrocarboneto produzido ao interior do revestimento 12, ou efluxo de fluido de tratamento a partir do revestimento 12 para dentro do furo de poço 1. A seção de furo aberto 8 do furo de poço 1 é, além disto, provida com um recheio de cascalho 26 que contém material particulado tal como cascalho, areia e similar, como é bem conhecido em completações de furo de poço. Por facilidade de referência, o volume de partículas de recheio de cascalho 26 é referido doravante como "recheio de cascalho 26".

Com referência ainda às figuras 2 e 3, é mostrado detalhe A da figura 1, incluindo a seção de furo aberto 8 provida com o recheio de cascalho 26 e revestimento 12. Somente uma luva de elastômero 22b é mostrada por facilidade de referência, as outras luvas de elastômero 22a, 22c, 22d sendo similares à luva 22b. O recheio de cascalho 26 não ocupa a área de seção transversal inteira da seção de furo aberto 8, mas, em contraste, deixa a passagem de fluxo 30 na seção de furo aberto 8, através da qual fluido pode fluir na direção axial da seção de furo aberto 8 e contornar assim o recheio de cascalho 26.

Nas figuras 4 e 5 é mostrado o detalhe A da figura 1 depois de intumescimento do elastômero da luva 22b devido ao contato com água ou óleo a partir da formação geológica, pelo que a luva 22b aumentou em diâmetro e por isso empurrou o recheio de cascalho 26 para dentro da passagem de fluxo 30. Como um resultado, a passagem de fluxo 30 é bloqueada, ou talvez, dito de melhor maneira, a passagem de fluxo desaparece no local oposto à luva 22b de modo que fluido não mais pode contornar o recheio de cascalho 26.

Durante operação normal, o furo de poço 1 é perfurado a partir da superfície 16 usando uma aparelho de perfuração (não mostrada), e os

revestimentos 6 são instalados na seção vertical de furo de poço 4. O revestimento de produção 12 é então instalado no furo de poço de modo que as luvas 22a, 22b, 22c, 22d de elastômero intumescível são posicionadas na zona de reservatório 10 da formação geológica 2. Em seguida, um lodo de partículas de recheio de cascalho e um líquido viscoso, tal como óleo cru ou um fluido à base de água, do tipo de polímero, é bombeado para dentro da seção de furo aberto 8 do furo de poço 1. Para essa finalidade, a parte de extremidade 20 do revestimento de produção 12 é provida com um subconjunto de cruzamento (não mostrado) que veda a seção de furo aberto 8 e permite que o lodo de recheio de cascalho seja bombeado através do revestimento 12 para uma porção de seção de furo aberto 8 abaixo do conjunto de cruzamento. Ali, as partículas de recheio de cascalho se estabelece a partir do lodo na seção de furo aberto 8 para formar o recheio de cascalho 26, enquanto o fluido viscoso é circulado de volta para a superfície através do subconjunto de cruzamento e da coroa circular formada entre revestimento 12 e a parede de furo de poço ou revestimento 6. O subconjunto de cruzamento não será descrito em maior detalhe, uma vez que ele não forma parte da invenção, e uma vez que ele é uma ferramenta bem conhecida para completar furos de poço. O obturador de produção 18 é instalado entre o revestimento 12 e a extremidade inferior do revestimento 6 depois do recheio de cascalho 26 ter sido colocado no furo de poço 1.

Embora seja visado que o recheio de cascalho 26 ocupe todo o espaço anular entre a parte de revestimento 20 e a parede da seção de furo aberto 8, tem sido verificado que é difícil, ou até mesmo impossível, encher o espaço anular inteiro com partículas de recheio de cascalho. O problema é mais pronunciado em seções de furo de poço horizontais ou inclinadas onde as partículas têm uma tendência, devida à gravidade, de cair para o lado inferior da seção de furo de sondagem. Assim, no presente caso de seções de furo aberto substancialmente horizontais, é quase que inevitável que a

passagem de fluxo 30 permaneça entre o volume de partículas de recheio de cascalho 26 e a parede de furo de poço.

Quando óleo começa a fluir a partir da zona de reservatório 10 para dentro da seção de furo aberto 8, tal óleo contata as luvas 22a, 22b, 22c, 22d, induzindo assim o elastômero das luvas a intumescer. Como um resultado, as luvas 22a, 22b, 22c, 22d se expandem em diâmetro e empurram assim o recheio de cascalho 26 para dentro da passagem de fluxo 30 que, como um resultado, desaparece gradualmente no local das luvas 22a, 22b, 22c, 22d. Depois de as luvas 22a, 22b, 22c, 22d terem se expandido, o recheio de cascalho 26 enche completamente o espaço anular entre cada luva 22a, 22b, 22c, 22d e a parede de furo de poço na seção de furo aberto 8. Desta maneira, o recheio de cascalho 26 divide a seção de furo aberto 8 em compartimentos que previnem o fluxo livre de fluido e partículas de rocha através da seção de furo aberto 8 na direção longitudinal da mesma. Assim, partículas de areia da formação rochosa pode somente fluir localmente para dentro do recheio de cascalho 26, a invés de fluir ao longo de todo o comprimento do mesmo, como na técnica anterior. É assim atingido que qualquer efeito negativo sobre a permeabilidade do recheio de cascalho 26, como um resultado de tal afluxo de partículas de areia, seja confinado em pontos locais do recheio de cascalho. Óleo a partir da zona de reservatório 10 flui através do recheio de cascalho 26 para dentro das aberturas ou fendas 23 e daí através do revestimento 12 para a superfície.

O método da invenção também permite a melhor colocação de fluido de tratamento na seção de furo aberto 8 do furo de poço. Por exemplo, se tal fluido for bombeado através do revestimento 12 e das aberturas 23 para dentro da seção de furo aberto 8, o fluido não mais pode fluir livremente na direção longitudinal através da seção de furo aberto 8 em virtude dos compartimentos formados no recheio de cascalho 26. Isto permite que o fluido de tratamento seja colocado mais acuradamente na seção de furo aberto

8. Em uma aplicação de exemplo, pode ser desejado desligar uma porção selecionada da seção de furo aberto 8 se depois de algum tempo de produção de óleo continuada, água de formação começar a fluir para dentro de tal porção da seção de furo aberto 8. Um fluido de tratamento que substancialmente reduz, ou elimina, a permeabilidade do recheio de cascalho 26 é então bombeado através do revestimento de produção 12 e das aberturas 23 para dentro do recheio de cascalho 26 no local selecionado. Devido aos compartimentos formados no recheio de cascalho 26, o fluido de tratamento não pode fluir livremente na direção longitudinal através da seção de furo aberto 8, de modo que o fluido de tratamento pode ser acuradamente colocado no local desejado do recheio de cascalho 26. Como um resultado, somente a desejada porção da seção de furo aberto 8 é desligada, enquanto outras porções da seção de furo aberto 8 permanecem não afetadas pelo fluido de tratamento.

15 Em uma forma de concretização alternativa do sistema de furo de poço da invenção, partículas de material intumescível, susceptíveis de intumescimento no contato com água e/ou óleo, são intermisturadas com o material particulado do recheio de cascalho. Apropriadamente, tais partículas de material intumescível são feitas de um ou mais dos elastômeros intumescíveis descritos anteriormente. As partículas de elastômero podem ser misturadas dentro do lodo de recheio de cascalho na superfície e bombeadas com o lodo para dentro da seção de furo de sondagem. Também, o lodo de recheio de cascalho pode ser bombeado primeiramente para dentro do furo de poço, depois disso as partículas de elastômero são bombeadas para dentro do recheio de cascalho. No fluxo de óleo ou água a partir da formação geológica para dentro da seção de furo de sondagem, as partículas de elastômero começam a intumescer. Como um resultado, o volume das partículas de recheio de cascalho e partículas de elastômero, combinados, aumenta de modo que o volume é empurrado para dentro da passagem de fluxo, a qual

assim gradualmente torna-se bloqueada e eventualmente desaparece completamente. Desta maneira, é atingido que fluido injetado, tal como fluido de tratamento, e partículas de areia a partir da formação, não mais possam contornar o recheio de cascalho.

5 Na descrição detalhada acima, é indicado que o corpo de material intumescível ou as partículas intumescíveis intumescem pelo contato com óleo ou água a partir da formação geológica. Todavia, é considerado que o intumescimento do corpo intumescível ou das partículas intumescíveis também pode ser iniciado por induzir o fluido selecionado a fluir da superfície para dentro do furo de sondagem, por exemplo, por meio de bombeamento de 10 óleo ou água para dentro do furo de sondagem pelo contato do corpo de material intumescível ou das partículas intumescíveis.

15 Além disto, deve ser entendido que o procedimento descrito acima, pelo qual um lodo de partículas de recheio de cascalho e um fluido viscoso são bombeados para dentro do furo de poço, inclui aplicações, por meio das quais as partículas de cascalho não somente são bombeadas para dentro da seção de furo aberto do furo de poço, mas também para dentro de fraturas da formação geológica que estão em comunicação com o furo de poço. Tais aplicações são algumas vezes referidas como "Frac & Pack" .

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema de furo de poço compreendendo um furo de sondagem formado em uma formação geológica, o furo de sondagem tendo uma seção de furo de sondagem que contém um volume de partículas de recheio de cascalho e pelo menos um corpo de um material intumescível, cada corpo de material intumescível sendo adaptado para se expandir de um estado não expandido para um estado expandido no contato do material intumescível com um fluido selecionado, em que uma passagem de fluxo está presente em dita seção de furo de sondagem permitindo que fluido contorne o volume de partículas de recheio de cascalho quando o corpo de material intumescível está no estado não expandido, e em que o corpo de material intumescível é disposto para substancialmente fechar a passagem de fluxo na expansão do corpo de material intumescível para o estado expandido, caracterizado pelo fato de que o corpo de material intumescível é disposto para empurrar o volume de partículas de recheio de cascalho para dentro da passagem de fluxo no intumescimento do material intumescível.

2. Sistema de furo de poço de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o corpo de material intumescível inclui uma luva disposta em torno de um elemento tubular estendendo-se para dentro de dita seção de furo de sondagem.

3. Sistema de furo de poço de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que a luva é pelo menos parcialmente coberta pelo volume de partículas de recheio de cascalho.

4. Sistema de furo de poço de acordo com a reivindicação 2 ou 3, caracterizado pelo fato de que o elemento tubular é provido com uma pluralidade de ditas luvas espaçadas mutuamente ao longo do elemento tubular.

5. Sistema de furo de poço de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que o elemento tubular é provido com meio de entrada de fluido disposto em uma porção do elemento tubular posicionado

entre um par de luvas adjacentes.

6. Sistema de furo de poço de acordo com qualquer uma das reivindicações 2-5, caracterizado pelo fato de que o elemento tubular é disposto para transportar fluido produzido a partir da formação geológica para a superfície.

5 7. Sistema de furo de poço de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que dito pelo menos um corpo de material intumescível inclui uma pluralidade de partículas de material intumescível.

10 8. Sistema de furo de poço de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que as partículas de material intumescível são intermisturadas com as partículas de recheio de cascalho.

9. Sistema de furo de poço de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que as partículas de material intumescível incluem um material de ponderação de modo a aumentar a densidade das partículas de material intumescível.

15 10. Sistema de furo de poço de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que o material de ponderação compreende pó de ferro.

20 11. Sistema de furo de poço de acordo com qualquer uma das reivindicações 1-10, caracterizado pelo fato de que dita seção de furo de sondagem se estende substancialmente horizontalmente ou inclinadamente em relação à vertical.

12. Sistema de furo de poço de acordo com qualquer uma das reivindicações 1-11, caracterizado pelo fato de que o fluido selecionado é um dentre água contida na formação geológica e óleo contido na formação geológica.

25 13. Método de completação de um furo de sondagem formado em uma formação geológica, compreendendo:

- inserir um volume de partículas de recheio de cascalho em uma seção de furo de sondagem do furo de sondagem;

- inserir pelo menos um corpo de material intumescível na

seção de furo de sondagem, cada corpo de material intumescível sendo adaptado para se expandir de um estado não expandido para um estado expandido no contato do material intumescível com um fluido selecionado, em que uma passagem de fluxo está presente em dita seção de furo de sondagem permitindo que fluido contorne o volume de partículas de recheio de cascalho quando o corpo de material intumescível está no estado não expandido, e em que o corpo de material intumescível é disposto para substancialmente fechar a passagem de fluxo na expansão do corpo de material intumescível para o estado expandido; e

5
10
15
- permitir que o corpo de material intumescível se expanda devido ao contato do material intumescível com o fluido selecionado, fechando assim substancialmente a passagem de fluxo, caracterizado pelo fato de que o corpo de material intumescível empurra o volume de partículas de recheio de cascalho para dentro da passagem de fluxo no intumescimento do material intumescível.

14. Método de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de que ainda compreende injetar um fluido de tratamento no volume de partículas de recheio de cascalho depois da passagem de fluxo ser substancialmente fechada.

20
15. Método de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que o volume de material de recheio de cascalho é permeável, e em que o fluido de tratamento é adaptado para reduzir ou eliminar a permeabilidade de pelo menos uma porção do volume de material de recheio de cascalho.

25
16. Sistema de furo de poço, caracterizado pelo fato de que é substancialmente como descrito anteriormente com referência aos desenhos.

17. Método de completação de um sistema de furo de poço, caracterizado pelo fato de que é substancialmente como descrito anteriormente com referência aos desenhos.

Fig. 1

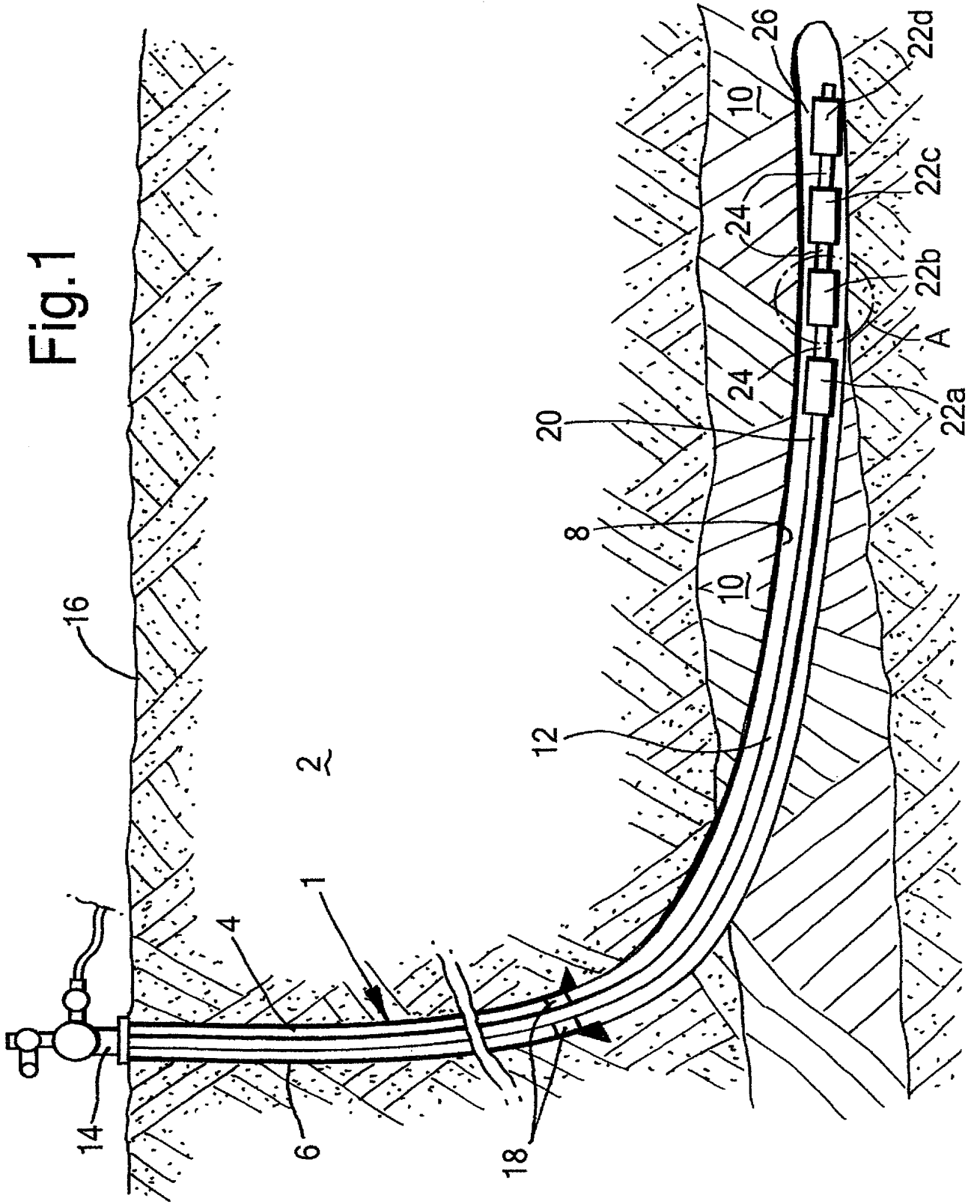


Fig.2

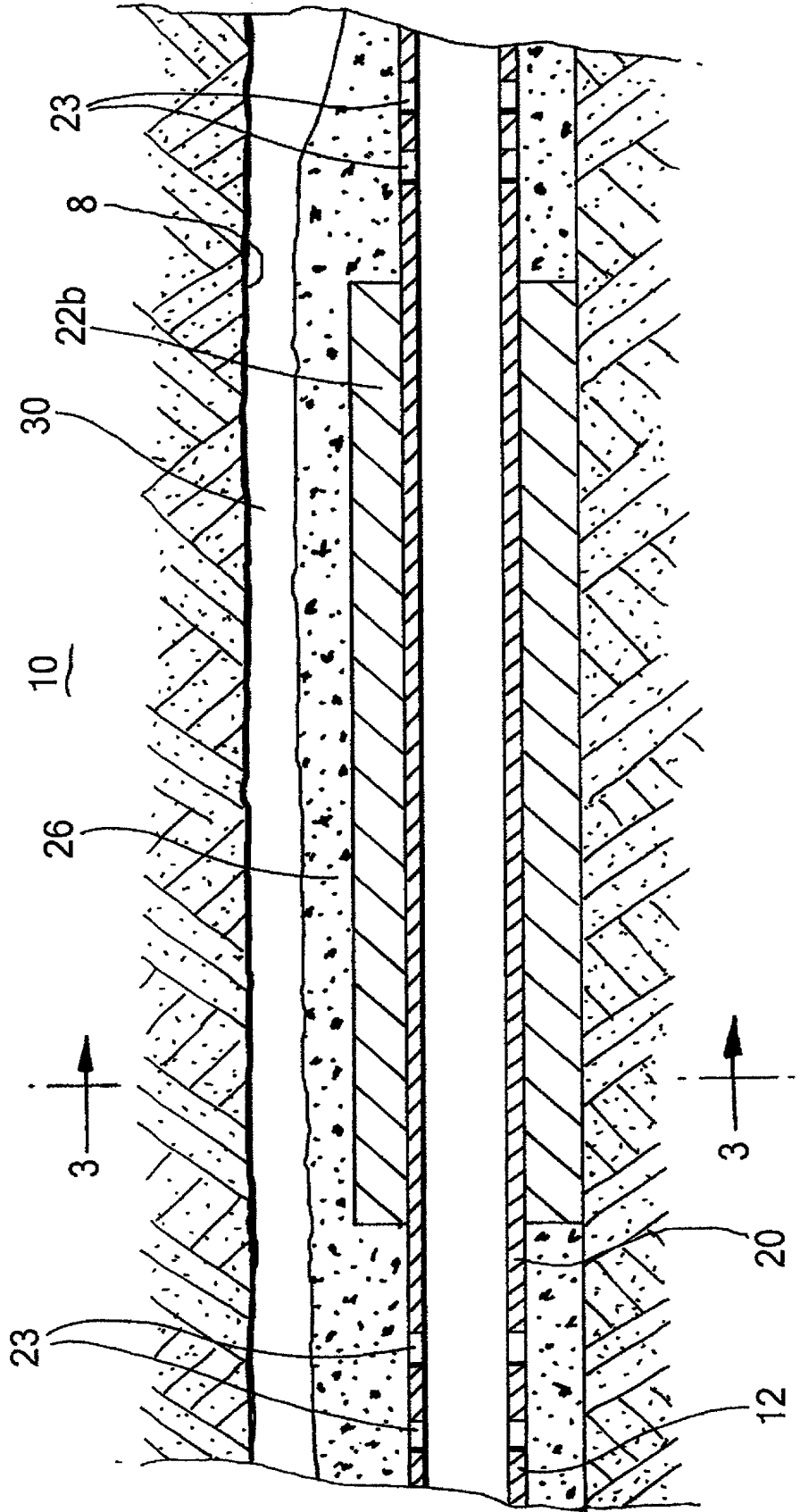


Fig.3

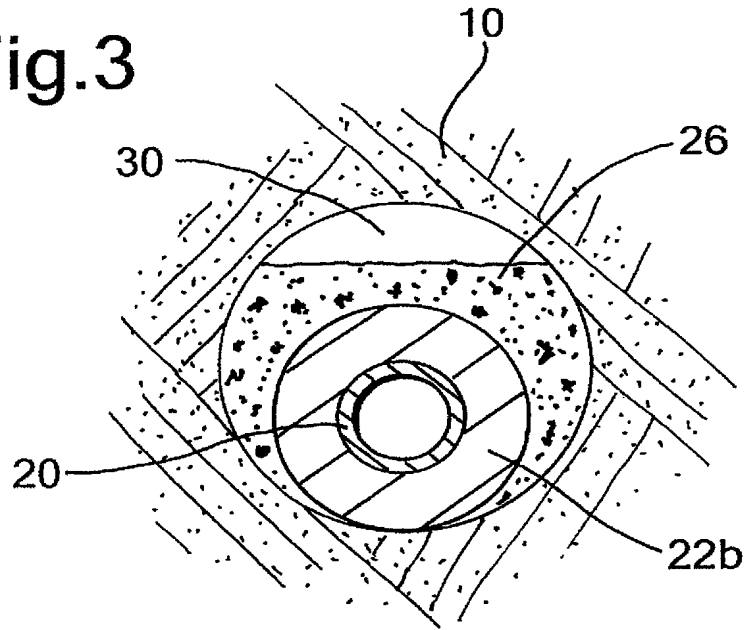


Fig.5

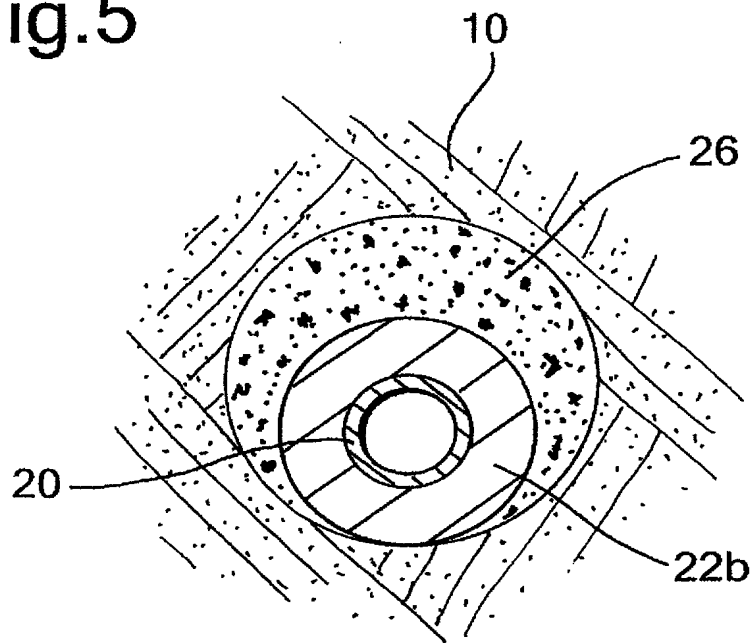
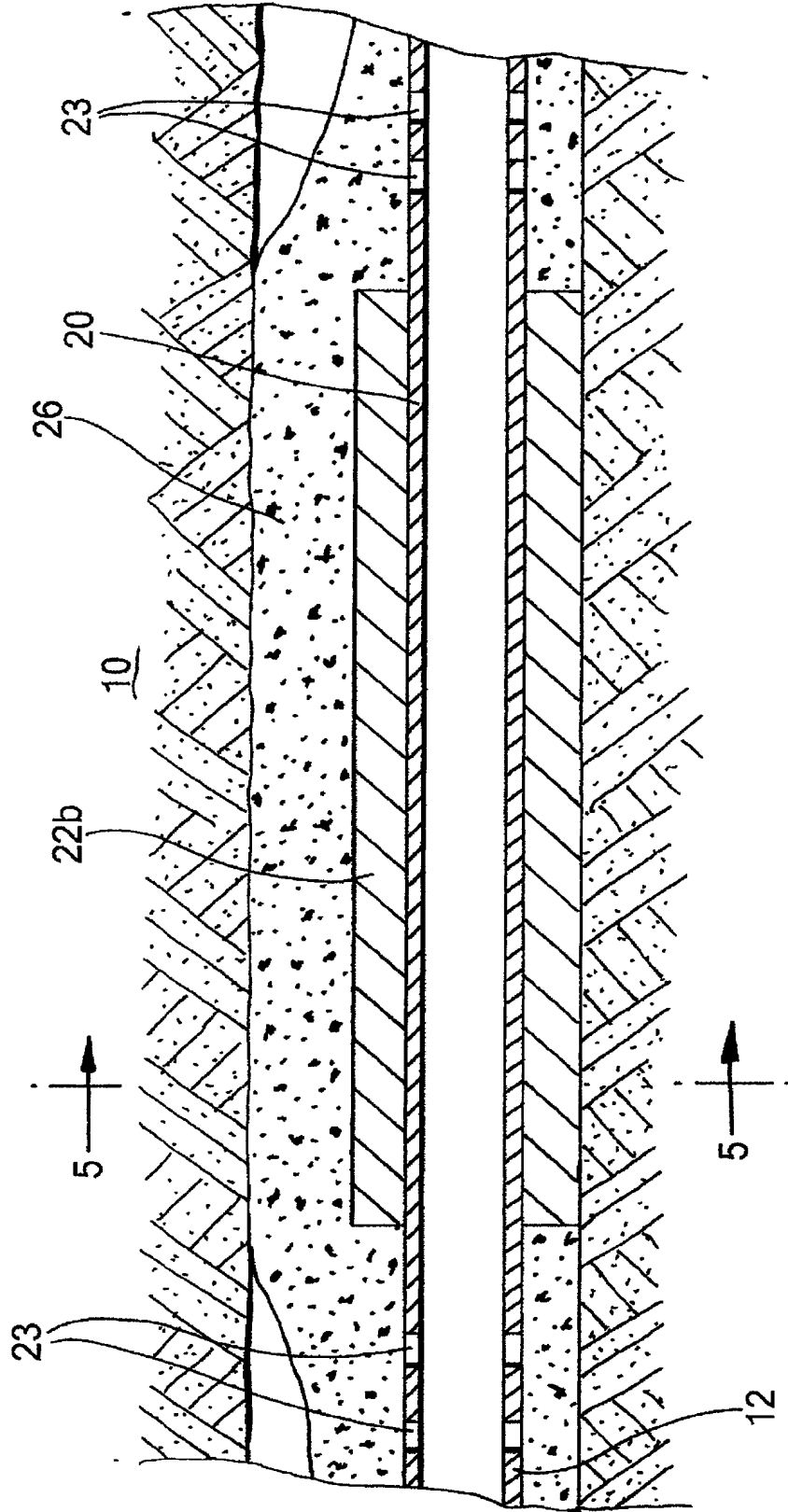


Fig.4



RESUMO

“SISTEMA DE FURO DE POÇO, E, MÉTODOS DE COMPLETAÇÃO DE UM FURO DE SONDAGEM FORMADO EM UMA FORMAÇÃO GEOLÓGICA E DE UM SISTEMA DE FURO DE POÇO”

5 Um sistema de furo de poço é provido compreendendo um furo de sondagem formado em uma formação geológica, o furo de sondagem tendo uma seção de furo de sondagem que contém um volume de partículas de recheio de cascalho e pelo menos um corpo de um material intumescível. Cada corpo de material intumescível é adaptado para se expandir de um
10 estado não expandido para um estado expandido no contato do material intumescível com um fluido selecionado, em que uma passagem de fluxo está presente em dita seção de furo de sondagem permitindo que fluido contorne o volume de partículas de recheio de cascalho quando o corpo de material intumescível está no estado não expandido. O corpo de material intumescível
15 é disposto para substancialmente fechar a passagem de fluxo na expansão do corpo de material intumescível para o estado expandido.