



INPI
INSTITUTO
NACIONAL
DA PROPRIEDADE
INDUSTRIAL
Assinado
Digitalmente

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DA ECONOMIA
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

CARTA PATENTE Nº PI 1011062-3

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE INVENÇÃO, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

(21) Número do Depósito: PI 1011062-3

(22) Data do Depósito: 12/05/2010

(43) Data da Publicação Nacional: 05/04/2016

(51) Classificação Internacional: E21B 33/12; E21B 37/00.

(30) Prioridade Unionista: US 12/469,108 de 20/05/2009.

(54) Título: FERRAMENTA DE FUNDO DE POÇO DISSOLÚVEL, MÉTODO DE DISSOLUÇÃO DE UMA FERRAMENTA DE FUNDO DE POÇO E MÉTODO DE PRODUÇÃO DE UMA FERRAMENTA DE FUNDO DE POÇO

(73) Titular: BAKER HUGHES INCORPORATED, Sociedade Norte-Americana. Endereço: P.O. Box 4740, Houston TX 77210-4740, ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA(US)

(72) Inventor: KEVIN C. HOLMES.

(87) Publicação PCT: WO 2010/135115 de 25/11/2010

Prazo de Validade: 20 (vinte) anos contados a partir de 12/05/2010, observadas as condições legais

Expedida em: 05/11/2019

Assinado digitalmente por:

Liane Elizabeth Caldeira Lage

Diretora de Patentes, Programas de Computador e Topografias de Circuitos Integrados

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"FERRAMENTA DE FUNDO DE POÇO DISSOLÚVEL, MÉTODO DE DISSOLUÇÃO DE UMA FERRAMENTA DE FUNDO DE POÇO E MÉTODO DE PRODUÇÃO DE UMA FERRAMENTA DE FUNDO DE POÇO"**.

ANTECEDENTES

[001] Na perfuração subterrânea e nas indústrias de acabamento, há momentos em que uma ferramenta de fundo de poço localizada dentro de um furo de poço vem a se tornar uma obstrução indesejada. Por conseguinte, as ferramentas de fundo de poço foram desenvolvidas para que possam ser deformadas, por meio da ação de um operador, por exemplo, de tal modo que a presença da ferramenta se torne menos incômoda. Embora tais ferramentas funcionem conforme pretendido, a sua presença, mesmo em um estado deformado, poderá, ainda, ser indesejável. Dispositivos e métodos para também remover a carga criada pela presença de ferramentas de fundo de poço desnecessárias são, portanto, desejáveis na técnica.

BREVE DESCRIÇÃO

[002] É divulgada no presente documento uma ferramenta de fundo de poço dissolúvel. A ferramenta inclui um corpo dissolúvel feito de pelo menos dois materiais, e pelo menos um dentre os pelo menos dois materiais é um material reativo, e um primeiro material dentre os pelo menos dois materiais sendo configurado de modo a substancialmente dissolver o corpo substancialmente dissolúvel, e um segundo material configurado de modo a controlar o tempo de reação do primeiro material.

[003] É ainda divulgado no presente documento um método de dissolução de uma ferramenta de fundo de poço. O método inclui o posicionamento da ferramenta de fundo de poço feita de um primeiro material e de um segundo material dentro de um furo de poço, a rea-

ção do segundo material, a exposição do primeiro material a um ambiente de fundo de poço, a reação do primeiro material com o ambiente de fundo de poço, e a dissolução da ferramenta de fundo de poço.

[004] É ainda divulgado no presente documento um método de produção de uma ferramenta de fundo de poço dissolúvel. O método inclui o encapsulamento dos particulados de um primeiro material reativo a um segundo material reativo, e a sinterização dos particulados encapsulados de modo a formar a ferramenta de fundo de poço dissolúvel.

[005] Além disso, é divulgado no presente documento um método de produção de uma ferramenta de fundo de poço dissolúvel. O método inclui a construção de núcleo da ferramenta de fundo de poço dissolúvel com um primeiro material reativo, e o revestimento do núcleo com um segundo material reativo, o segundo material reativo sendo significativamente menos reativo que o primeiro material reativo.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[006] As descrições a seguir não devem ser consideradas de forma alguma limitantes. Com referência aos desenhos em anexo, elementos similares são numerados de maneira similar, nos quais:

[007] a figura 1 ilustra uma vista em seção transversal de uma modalidade de uma ferramenta de fundo de poço dissolúvel representada no presente documento;

[008] a figura 2 ilustra uma vista em seção transversal parcial ampliada de uma estrutura da ferramenta de fundo de poço dissolúvel da figura 1 em um estado bruto;

[009] a figura 3 ilustra uma vista em seção transversal parcial ampliada da estrutura da ferramenta de fundo de poço dissolúvel da figura 1 em um estado forjado;

[0010] a figura 4 ilustra uma vista em seção transversal parcial ampliada de uma estrutura de uma modalidade alternativa aqui apre-

sentada em um estado forjado; e

[0011] a figura 5 ilustra uma vista em seção transversal de uma modalidade alternativa de uma ferramenta de fundo de poço dissolúvel divulgada no presente documento.

DESCRIÇÃO DETALHADA

[0012] Uma descrição detalhada de uma ou mais modalidades do aparelho e método apresentados é feita no presente documento a título de exemplificação e não de limitação com referência às figuras.

[0013] Com referência à figura 1, uma vista em seção transversal de uma modalidade de uma ferramenta de fundo de poço dissolúvel, ilustrada na presente modalidade como uma esfera de desengate, é ilustrada com a referência numérica 10. Modalidades alternativas da ferramenta de fundo de poço 10 incluem os assentos de esfera e as sapatas de cimento, por exemplo, bem como outras ferramentas, cuja presença continuada no fundo de poço pode se tornar indesejável. A ferramenta de fundo de poço 10 inclui um corpo 14 feito de pelo menos dois materiais reativos, com a presente modalidade em particular divulgando especificamente dois materiais reativos 18, 22. O primeiro material reativo 18 sendo muito mais reativo do que o segundo material reativo 22. Estas reatividades são definidas quando os materiais reativos 18, 22 estão em um ambiente no qual os mesmos se tornam reativos (como será descrito em detalhes abaixo), tais como podem existir em um ambiente de fundo de poço, por exemplo. O corpo 14 é configurado pelos materiais reativos 18, 22 de modo a fazer com que o corpo 14 se dissolva em resposta à reação de pelo menos um dentre os materiais reativos 18, 22. A reação do pelo menos um material reativo 18, 22 provoca a dissociação e a subsequente dissolução da ferramenta de fundo de poço 10. A dissolução da ferramenta de fundo de poço 10 remove quaisquer efeitos obstrutivos criados pela presença da ferramenta de fundo de poço 10, uma vez que quaisquer vestígios

do corpo 14 podem simplesmente ser lavados.

[0014] Os materiais reativos 18, 22 podem ser selecionados e configurados de tal modo que a sua reatividade se torne dependente dos ambientes aos quais os mesmos são expostos. Assim sendo, os materiais reativos 18, 22 podem se tornar substancialmente não reativos até que os mesmos sejam posicionados no fundo de poço ou expostos às condições tipicamente encontradas em um ambiente de furo de poço de fundo de poço. Estas condições incluem reagentes, tais como os típicos fluidos de furo de poço, óleo, água, lama e gás natural, por exemplo. Outras condições de fundo de poço que podem ser reativas com os ou afetar a reatividade dos materiais reativos 18, 22 sozinhos ou em combinação com os fluidos de furo de poço incluem mudanças de temperatura, mudanças de pressão, diferenças de nível de acidez e potenciais elétricos, por exemplo. Estas reações incluem, mas não são limitadas às reações de oxidação ou de redução. Estas reações podem incluir ainda a expansão volumétrica que pode acrescentar tração mecânica no sentido de auxiliar ou acelerar a dissolução do corpo 14. Materiais que podem ser reativos no meio ambiente de fundo de poço e que, portanto, são escolhas apropriadas para um ou ambos os materiais reativos 18, 22 incluem magnésio, alumínio, estanho, tungstênio, níquel, aço de carbono, aço inoxidável e combinações dos materiais acima mencionados.

[0015] Os materiais reativos 18, 22 são configurados no corpo 14 de modo a controlar uma taxa na qual o primeiro material reativo 18 (o mais reativo dentre os dois materiais reativos) reage, desta forma, também controlando a taxa na qual o corpo 14 se dissolve. Isto é, em parte, devido à significativa diferença de reatividade entre o primeiro material reativo 18 e o segundo material reativo 22. Esta diferença é tão significativa que a taxa de reação do primeiro material 18 poderá se tornar insignificante em comparação com a taxa de reação do se-

gundo material reativo 22. Esta relação pode permitir a um operador controlar substancialmente o tempo a partir da primeira exposição da ferramenta de fundo de poço 10 a um ambiente reativo até o término da dissolução do corpo 14 com basicamente apenas o segundo material reativo 22. Assim sendo, os materiais reativos 18, 22 podem ser configurados com relação uns aos outros de diversas maneiras, tal como será apresentado a seguir, de modo a garantir que o tempo para dissolver seja basicamente controlado pelo segundo material reativo 22.

[0016] Com referência às figuras 2 e 3, os materiais reativos 18, 22, conforme ilustrados, são configurados na presente modalidade de tal modo que o tempo para dissolver seja controlado pelo segundo material reativo 22. As primeiras partículas sinterizáveis 28 do primeiro material reativo 18, e as segundas partículas sinterizáveis 32 do segundo material reativo 22 são mostradas na figura 2 em um estado bruto e na figura 3 em um estado forjado. O estado bruto definido como após as partículas 28, 32 que são bem misturadas e prensadas no formato do corpo 14, porém antes da sinterização. O estado forjado é após a sinterização e em um ponto no qual a fabricação da ferramenta de fundo de poço 10 é acabada. No estado forjado, as primeiras partículas 28 são seladas a partir da exposição direta ao ambiente de fundo de poço por meio da selagem das segundas partículas adjacentes 32 entre si, incluindo a manta intersticial 36 formada durante o processo de sinterização. Esta vedação das primeiras partículas 28 impede a sua reação. A espessura 40 da manta intersticial 36 é a porção mais fina e mais fraca da vedação criada pela sinterização das segundas partículas 32.

[0017] Assim sendo, um trajeto de vazamento através da vedação provavelmente irá ocorrer primeiramente na mata intersticial 36 em resposta à reação e à subsequente degradação do segundo material

22. Através do controle do processo de sinterização, a espessura 40 da manta intersticial 36 pode ser controlada com precisão. Tal controle permite que um operador preveja o tempo necessário para degradar a manta intersticial 36 até o ponto de as primeiras partículas 28 começarem a ser expostas ao ambiente de fundo de poço e começarem a reagir. Assim vez que as primeiras partículas 28 começam a reagir, o tempo adicional necessário para que o corpo 14 se dissolva é curto.

[0018] O corpo 14 pode ser configurado de tal modo que, assim que a reação das primeiras partículas 28 começa a reação de outras primeiras partículas próximas 28, a mesma poderá ser acelerada mediante a criação de uma reação em cadeia que rapidamente resulta na dissolução do corpo 14. Esta aceleração pode ser devida aos produtos químicos recém reativos que são liberados por meio das reações do primeiro material reativo 18, ou por meio do calor desprendido durante a reação das primeiras partículas 28, no caso de uma reação exotérmica, ou por meio da expansão volumétrica da reação que mecanicamente abre novas passagens no sentido de expor novas primeiras partículas 28 ao ambiente de fundo de poço.

[0019] Em uma modalidade alternativa, a reatividade do segundo material reativo 22 pode ser tão lento ao ponto de ser considerado totalmente não reativo. Em tal modalidade, a taxa de reação do primeiro material reativo 18 é controlada, não pela taxa de reação do segundo material reativo 22 (uma vez que o segundo material reativo não reage), mas sim pelos tamanhos das aberturas intersticiais (não mostradas, mas que ficaria no lugar da manta intersticial 36 da modalidade anterior) entre as segundas partículas sinterizadas adjacentes 32 do segundo material reativo 22. O pequeno tamanho das aberturas intersticiais limita a exposição das primeiras partículas 28 do primeiro material reativo 18 que controla uma taxa de reação do primeiro material reativo 18.

[0020] Com referência à figura 4, uma modalidade alternativa de uma estrutura sinterizada 110 é ilustrada. A estrutura sinterizada 110 inclui partículas sinterizadas 112 tendo um núcleo interno 118 feito do primeiro material reativo 18 e uma carcaça 122 feita do segundo material reativo 22. Na presente modalidade, o primeiro material reativo 18 é vedado a partir do ambiente de fundo de poço pela carcaça 122 feita do segundo material reativo 22. A degradação da carcaça 122 em resposta à reação do segundo material reativo 22 provoca um rompimento da carcaça 122 e resulta na exposição do primeiro material reativo 18 para o ambiente de fundo de poço. Todos os demais aspectos sendo iguais, o controle de uma espessura 140 da carcaça 122 poderá determinar o tempo de exposição inicial da ferramenta 10 ao ambiente de fundo de poço até o início da exposição, e a subsequente reação do primeiro material reativo 18, e, conseqüentemente, o tempo para a dissolução da ferramenta de fundo de poço 10.

[0021] Modalidades alternativas de estruturas contempladas, porém não especificamente ilustradas no presente documento incluem a sinterização de misturas de partículas com algumas partículas com múltiplos materiais reativos, tais como as partículas sinterizadas 112, e outras tendo apenas um material reativo, tais como as primeiras partículas 28 ou as segundas partículas 32. Ainda outras modalidades podem incluir partículas tendo duas ou mais carcaças de materiais reativos, com cada carcaça adicional sendo posicionada no sentido radial externo da carcaça anterior.

[0022] Com referência à figura 5, uma outra modalidade de uma ferramenta de fundo de poço dissolúvel, mostrada no presente documento como uma esfera de desengate, é ilustrada com a referência numérica 210. A ferramenta de fundo de poço 210 inclui uma porção interna 218, feita do primeiro material reativo 18, e uma carcaça 222 feita do segundo material reativo 22. A carcaça 222 encerra de manei-

ra vedante a porção interna 218, deste modo impedindo o contato direto entre o primeiro material reativo 18 e o ambiente de fundo de poço. A carcaça 222 é configurada de modo a reagir com o ambiente de fundo de poço, desta forma degradando a carcaça 222, e resultando na exposição do primeiro material reativo 18 da porção interna 218 diretamente para o ambiente de fundo de poço, e a subsequente reação com o mesmo. De maneira similar ao processo descrito acima, em referência à ferramenta de fundo de poço 10, a reação do primeiro material reativo 18 faz com que a ferramenta de fundo de poço dissolúvel 210 venha a se dissolver.

[0023] Vários parâmetros da ferramenta de fundo de poço 210 podem ser selecionados no sentido de controlar a taxa de reação do segundo material reativo 22 e, em última instância, a exposição do primeiro material reativo 18 e a completa dissolução da ferramenta de fundo de poço 210. Por exemplo, a composição química do segundo material reativo 22, uma quantidade de liga do segundo material reativo 22 com outros materiais menos reativos ou não reativos, a densidade e a porosidade. Conforme descrito acima, uma espessura 240 da carcaça 222 pode ser estabelecida no sentido de controlar um lapso de tempo após a exposição a um ambiente reativo até que uma quebra da carcaça 222 exponha o primeiro material reativo 18 ao meio ambiente reativo. Além disso, uma célula eletrolítica entre qualquer um dentre o primeiro material reativo 18 e o segundo material reativo 22 ou dentre pelo menos um dos materiais reativos 18, 22 e um outro componente de fundo de poço pode ser estabelecida no sentido de criar uma reação anódica para efetuar a taxa de reação e o tempo associado no sentido de dissolver a ferramenta de fundo de poço 210.

[0024] Os parâmetros acima mencionados podem ser selecionados para aplicações específicas de tal modo que a reação possa ser estimada a fim de resultar em uma ferramenta de fundo de poço 10,

210 que se dissolva dentro de um período de tempo específico, tal como dentro de dois a sete dias de posicionamento no fundo de poço, por exemplo. Tal conhecimento permite que um operador de poço utilize a ferramenta de fundo de poço 10, 210 para um fim específico e por um determinado período de tempo, ao mesmo tempo não tendo de ser sobrecarregado pela presença da ferramenta 10, 210 depois que a utilidade de a ferramenta de fundo de poço 10, 210 ter se esgotado.

[0025] Embora a presente invenção tenha sido descrita com referência a uma modalidade exemplar ou modalidades exemplares, será entendido pelas pessoas versadas na técnica que várias alterações podem ser feitas e que equivalentes podem ser substituídos por outros elementos sem se afastar do âmbito de aplicação da presente invenção. Além disso, muitas modificações podem ser feitas no sentido de adaptar uma situação ou material em particular aos ensinamentos da presente invenção sem se afastar do âmbito essencial da mesma. Deste modo, pretende-se que a presente invenção não fique limitada à modalidade particular divulgada no presente documento como o melhor modo contemplado para a realização da presente invenção, mas sim, pelo contrário, que a presente invenção venha a incluir todas as modalidades que recaiam dentro do âmbito de aplicação das reivindicações. Além disso, nos desenhos e na descrição, foram divulgadas modalidades exemplares da presente invenção e, embora termos específicos possam ter sido empregados, os mesmos poderão ser, a menos que indicado de outra forma, usados em um sentido genérico e descritivo, e não para efeitos de limitação, o âmbito da presente invenção não sendo, por conseguinte, limitado. Além disso, o uso de termos tais como "primeiro", "segundo", etc. não denotam qualquer ordem ou importância, mas sim os termos "primeiro", "segundo", etc. são usados no sentido de distinguir um elemento com referência a outro. Além disso, o uso dos termos "um", "uma", etc. não configuram uma limitação

de quantidade, mas sim, ao contrário, indicam a presença de pelo menos um dos itens referenciados.

REIVINDICAÇÕES

1. Ferramenta de fundo de poço dissolúvel (10, 210), **caracterizada pelo fato de que** compreende um corpo dissolúvel (14) compreendendo uma pluralidade de partículas encapsuladas sinterizadas juntas, a pluralidade de partículas encapsuladas sendo construída de pelo menos dois materiais com pelo menos um dos pelo menos dois materiais sendo um material reativo, um primeiro material dos pelo menos dois materiais sendo configurado para substancialmente dissolver o fundo de poço de corpo dissolúvel (14) e um segundo material configurado para controlar o tempo de reação do primeiro material, o primeiro material e o segundo material sendo selecionados para promover reações de redução ou de oxidação quando eles reagem, o primeiro material sendo encapsulado no segundo material e o segundo material sendo encapsulado em um terceiro material antes de ser sinterizado.

2. Ferramenta de fundo de poço dissolúvel (10, 210), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo fato de que** a reação de uma quantidade relativamente pequena do primeiro material acelera a reação do primeiro material restante.

3. Ferramenta de fundo de poço dissolúvel (10, 210), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo fato de que** pelo menos um dentre o segundo material e o terceiro material é um material reativo.

4. Ferramenta de fundo de poço dissolúvel (10, 210), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo fato de que** uma diferença de reatividade entre o primeiro material e o segundo material é tal que o tempo total necessário para dissolver a ferramenta de fundo de poço dissolúvel (10, 210) seja substancialmente controlado pela reatividade do segundo material.

5. Ferramenta de fundo de poço dissolúvel (10, 210), de

acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo fato de que** a pluralidade de particulados são núcleos do primeiro material que é encapsulada nas carcaças (122, 222) do segundo material que é encapsulada nas carcaças (122, 222) do terceiro material.

6. Ferramenta de fundo de poço dissolúvel (10, 210), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo fato de que** a reação do terceiro material expõe o segundo material a um ambiente de fundo de poço e a reação do segundo material expõe o primeiro material a um ambiente de fundo de poço.

7. Ferramenta de fundo de poço dissolúvel (10, 210), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo fato de que** a reação do terceiro material expõe o segundo material aos fluidos de furo de poço e a reação do segundo material expõe o primeiro material aos fluidos de furo de poço.

8. Ferramenta de fundo de poço dissolúvel (10, 210), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo fato de que** o controle do tempo de reação do segundo material é proporcional a uma espessura de uma carcaça (122, 222) do terceiro material encapsulando o segundo material e o controle do tempo de reação do primeiro material é proporcional a uma espessura de uma carcaça (122, 222) do segundo material encapsulando o primeiro material.

9. Ferramenta de fundo de poço dissolúvel (10, 210), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo fato de que** as reações de pelo menos um dentre o primeiro material e o segundo material inclui uma reação anódica.

10. Ferramenta de fundo de poço dissolúvel (10, 210), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo fato de que** o primeiro material é altamente reativo a um fluido de furo de poço.

11. Ferramenta de fundo de poço dissolúvel (10, 210), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo fato de que** o pri-

meiro material é altamente reativo aos fluidos selecionados dentre o grupo que consiste em lama, óleo, água, gás natural, e combinações dos materiais acima mencionados.

12. Ferramenta de fundo de poço dissolúvel (10, 210), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo fato de que** pelo menos um dentre o primeiro material e o segundo material reage de maneira exotérmica.

13. Ferramenta de fundo de poço dissolúvel (10, 210), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo fato de que** pelo menos um dentre o primeiro material, o segundo material e o terceiro material é selecionado dentre o grupo que consiste em magnésio, alumínio, estanho, tungstênio, níquel, aço de carbono, aço inoxidável e combinações dos materiais acima mencionados.

14. Ferramenta de fundo de poço dissolúvel (10, 210), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo fato de que** pelo menos um dentre o primeiro material e o segundo material é ligado e a liga resultante controla uma taxa de reação.

15. Ferramenta de fundo de poço dissolúvel (10, 210), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo fato de que** uma estrutura do primeiro material com o segundo material controla uma taxa de reação do primeiro material.

16. Ferramenta de fundo de poço dissolúvel (10, 210), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo fato de que** a reatividade de pelo menos um dentre o primeiro material e o segundo material é ajudado pela adição de pelo menos uma selecionada dentre o grupo que consiste em alterações de temperatura, mudanças de pressão, diferenças de nível de acidez e de potencial elétrico.

17. Ferramenta de fundo de poço dissolúvel (10, 210), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo fato de que** uma taxa de reação de pelo menos um dentre o primeiro material, o segun-

do material e o terceiro material é alterada por uma selecionada dentre o grupo que consiste de espessura, porosidade, densidade e combinações de duas ou mais dentre as acima mencionadas.

18. Ferramenta de fundo de poço dissolúvel (10, 210), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo fato de que** a ferramenta de fundo de poço dissolúvel (10, 210) é uma esfera.

19. Ferramenta de fundo de poço dissolúvel (10, 210), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo fato de que** a reação de pelo menos um dentre o primeiro material e o segundo material inclui expansão.

20. Ferramenta de fundo de poço dissolúvel (10, 210), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo fato de que** o corpo dissolúvel (14) é configurado para se dissolver dentro de sete dias após ser posicionado dentro de um furo de poço.

21. Método de dissolução de uma ferramenta de fundo de poço, (10, 210) **caracterizado pelo fato de que** compreende:

posicionar a ferramenta de fundo de poço (10, 210) feita de uma pluralidade de partículas sinterizadas juntas, a pluralidade de partículas possuindo núcleos feitos de um primeiro material e uma primeira carcaça (122, 222) feita de um segundo material e uma segunda carcaça (122, 222) feita de um terceiro material antes da sinterização, dentro de um furo de poço;

reagir o terceiro material;

expor o segundo material a um ambiente de fundo de poço;

reagir o segundo material;

expor o primeiro material a um ambiente de fundo de poço;

reagir o primeiro material com o ambiente de fundo de poço;

e

dissolver a ferramenta de fundo de poço (10, 210).

22. Método de dissolução da ferramenta de fundo de poço

(10, 210), de acordo com a reivindicação 21, **caracterizado pelo fato de que** a reação de pelo menos um dentre o primeiro material e o segundo material inclui liberação de calor.

23. Método de dissolução da ferramenta de fundo de poço (10, 210), de acordo com a reivindicação 21, **caracterizado pelo fato que** a reação de pelo menos um dentre o primeiro material e o segundo material inclui expansão.

24. Método de produção de uma ferramenta de fundo de poço dissolúvel (10, 210), **caracterizado pelo fato de que** compreende:

encapsular particulados de um primeiro material dissolúvel com um segundo material reativo de modo que eles promovam reações de redução ou de oxidação quando eles reagem;

encapsular os particulados encapsulados com um terceiro material reativo; e

sinterizar os particulados encapsulados para formar a ferramenta de fundo de poço dissolúvel (10, 210).

10

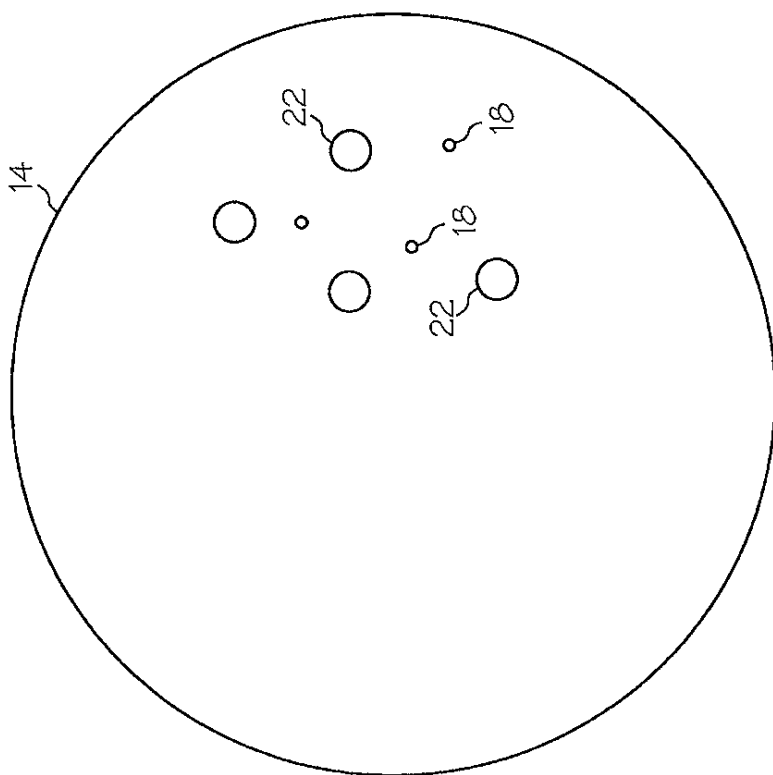


FIG. 1

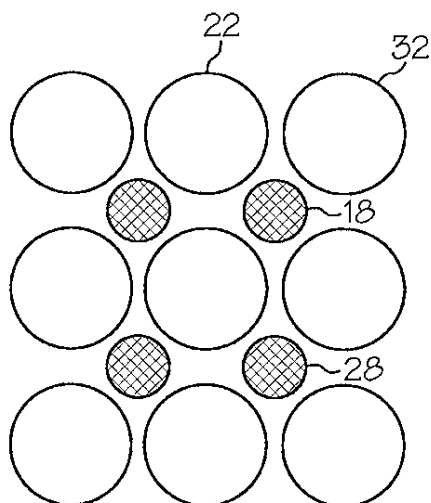


FIG. 2

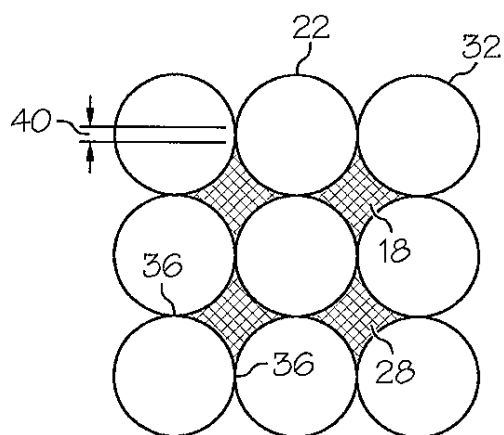


FIG. 3

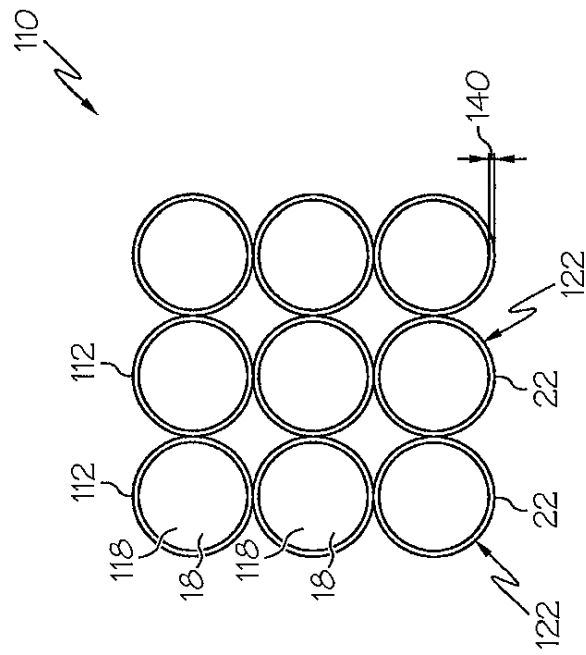


FIG. 4

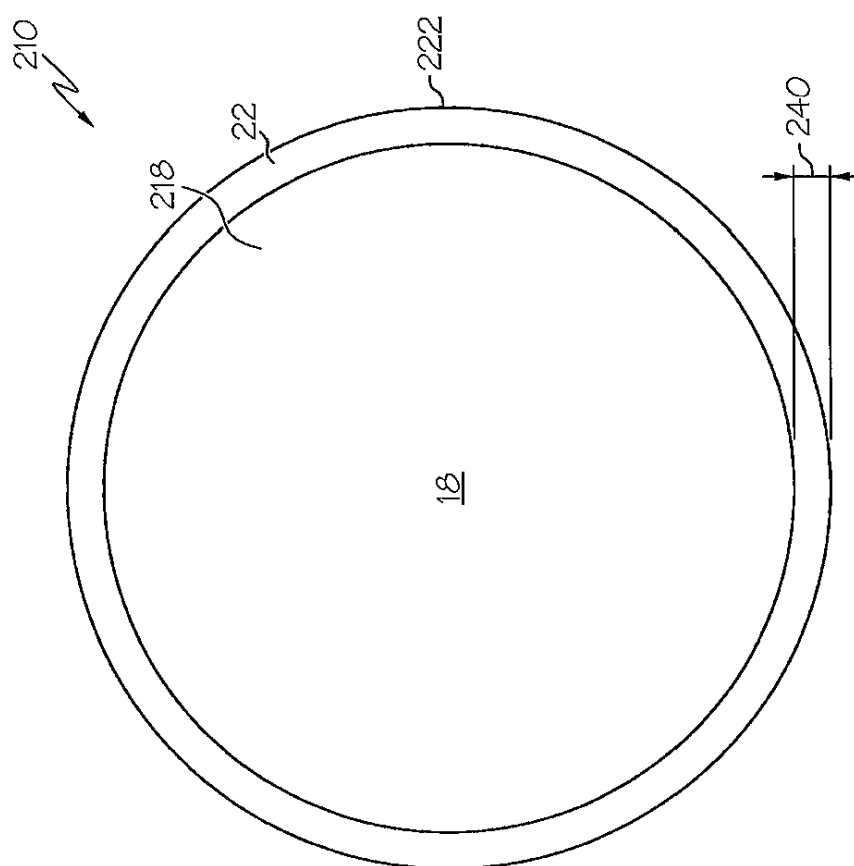


FIG. 5