



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

(21) **PI0904664-0 A2**

(22) Data de Depósito: 11/11/2009
(43) Data da Publicação: 08/02/2011
(RPI 2092)



(51) *Int.Cl.:*
E21B 43/01
E21B 43/12

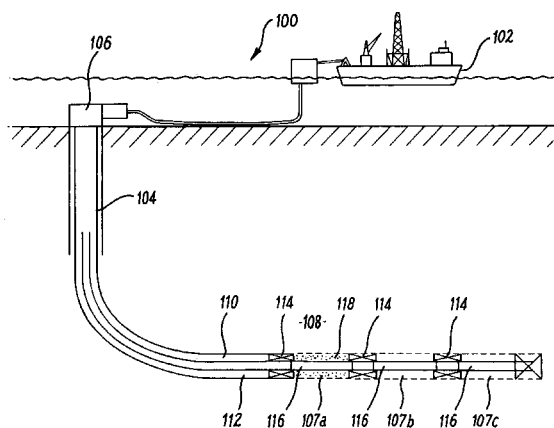
(54) Título: **APARELHO E MÉTODO PARA FURO DE POÇO**

(30) Prioridade Unionista: 11/11/2008 GB 08 20619.5

(73) Titular(es): Swelltec Limited

(72) Inventor(es): Brian Nutley, Kim Nutley

(57) **Resumo:** APARELHO E MÉTODO PARA FURO DE POÇO. A presente invenção refere-se a um aparelho para uso em um furo de poço é descrito, o aparelho tendo um corpo tubular e um furo direto que define uma trajetória de fluido primária através do aparelho. Um elemento expensor é disposto ao redor do corpo tubular e é configurado para produzir uma barreira anular em um espaço entre o corpo tubular e uma parede circundante. Um conduto definindo uma trajetória de fluxo secundária através do aparelho é fornecido e é configurado para ficar em comunicação de fluido com pelo menos uma trajetória alternada, tal como um tubo de derivação, em um componente de furo do poço adjacente (por exemplo, um dispositivo de controle de areia). O conduto é disposto para variar a trajetória de fluxo secundária ao longo de uma direção longitudinal do aparelho, por exemplo, para redirecionar a trajetória de fluxo para uma posição radial mais perto do corpo da ferramenta. O conduto é configurado para ter um efeito reduzido na operação do elemento expensor enquanto ainda permitindo que o conduto seja acoplado em trajetórias de fluxo alternadas do aparelho adjacente. A invenção tem aplicação particular em sistemas de tampão flexível dilatável de furo do poço em operações de enchimento com cascalho. Um conjunto, um método de uso e uma instalação de furo do poço são também descritos.



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"APARELHO E MÉTODO PARA FURO DE POÇO"**.

A presente invenção refere-se a um aparelho e método para uso em furos de poço para a indústria de exploração e produção de hidrocarboneto. A invenção refere-se, particularmente, embora não exclusivamente, a um aparelho e método para produzir uma trajetória de fluxo alternada em dispositivos de isolamento.

Antecedentes da Invenção

No campo de exploração e produção de petróleo e gás, várias ferramentas são usadas para proporcionar barreiras no furo do poço que impedem ou restringem o fluxo do fluido. Um tampão flexível de furo do poço proporciona uma vedação no espaço anular entre duas colunas de tubagem ou entre um revestimento externo e um furo aberto. Um tampão flexível pode ser conduzido com uma coluna de completação para uma localização no fundo do poço e pode ser inflado ou expandido para contato com o revestimento externo ou furo aberto. O tampão flexível pode ser projetado para criar uma vedação de fluido completa capaz de conter uma pressão diferencial em qualquer lado do tampão flexível, dessa maneira isolando uma porção do espaço anular da outra. Alternativamente, o tampão flexível pode proporcionar simplesmente uma barreira anular para impedir ou restringir o fluxo de fluidos e/ou de partículas sólidas no espaço anular. Tampões flexíveis podem ser conduzidos, por exemplo, nas colunas de completação, mandris especializados, tubagem espiralada, cabo de aço e ferramentas de linha lisa.

Tampões flexíveis convencionais são ativados por sistemas mecânicos ou hidráulicos. Mais recentemente, foram desenvolvidos tampões flexíveis que incluem um invólucro de material elastomérico dilatável formado ao redor de um corpo tubular. O elastômero dilatável é selecionado para aumentar em volume com a exposição a um fluido de disparo, que pode ser um fluido de hidrocarboneto ou um fluido aquoso ou salmoura. Alternativamente, o elastômero pode ser selecionado para aumentar em volume com a exposição a um outro mecanismo de disparo, tal como calor ou pressão. O tampão flexível é conduzido para uma localização no fundo do poço no seu

estado não-expandido, onde ele fica exposto a um fluido de disparo e induzido a expandir. O projeto, dimensões e características de dilatação são escolhidos tal que o invólucro dilatável aumenta em volume para criar uma barreira anular e/ou uma vedação de fluido no espaço anular. Tampões flexíveis dilatáveis têm várias vantagens sobre tampões flexíveis convencionais incluindo atuação passiva, simplicidade de construção e robustez em aplicações de isolamento em longo prazo. Exemplos de tampões flexíveis dilatáveis e materiais adequados são descritos em GB 2411918.

Uma aplicação de um tampão flexível de furo do poço é como um dispositivo de isolamento em um sistema de completação de múltiplas zonas. Um exemplo de um sistema de completação de múltiplas zonas é mostrado na figura 1. O sistema, geralmente mostrado em 100, inclui uma instalação de produção na superfície que, nesse caso, é um navio de armazenamento e descarregamento de produção flutuante (FPSO) 102, acoplado em um poço 104 via a árvore submarina 106. O furo do poço, nesse caso, é um furo do poço inclinado que se estende através de múltiplos intervalos de produção 107a, 107b, 107c na formação 108. A tubagem de produção 110 proporciona uma trajetória de fluxo contínua que penetra através das múltiplas zonas. A tubagem de produção é fornecida com orifícios ou dispositivos de controle de influxo (não-mostrados) que permitem que o fluido de produção flua para dentro da tubagem de produção e para fora para a árvore submarina 106. Entretanto, a fim de proporcionar o controle sobre o processo de produção, o espaço anular 112 é vedado por tampões expansíveis 114 entre as zonas de produção diferentes 107 para impedir o fluxo do fluido no espaço anular entre as zonas diferentes.

Dependendo da formação, a tubagem de produção pode ser fornecida com dispositivos de controle de areia 116, para impedir que partículas sólidas da formação entrem na tubagem de produção. Os dispositivos de controle de areia 116 podem ser, por exemplo, qualquer sistema de peneira de areia adequado, incluindo sistemas de peneira expansíveis. Os dispositivos de controle de areia podem ser usados em conjunto com um ou mais enchimentos com cascalho 118, que compreendem cascalho ou outra maté-

ria particulada ao redor do dispositivo de controle de areia para melhorar a filtragem e para propiciar suporte adicional à formação. O enchimento com cascalho exige uma boa distribuição do cascalho no espaço anular no dispositivo de controle da areia. Para melhorar a distribuição do cascalho, dispositivos de controle de areia foram proporcionados com tubos de derivação, que criam trajetórias de fluxo alternadas para o cascalho e seu fluido transportador. Essas trajetórias de fluxo alternadas melhoram significativamente a distribuição do cascalho no intervalo de produção, por exemplo, permitindo que o fluido transportador e o cascalho sejam entregues através de pontes de areia que podem ser formadas no espaço anular antes do enchimento com cascalho ter sido completado.

As figuras 2A e 2B são vistas esquemáticas de exemplos de peneiras de areia fornecidas com tubos de derivação em um sistema de completação 200. Um primeiro dispositivo de controle de areia 202a é acoplado em um segundo dispositivo de controle de areia 202b, e cada um compreende canos de base 204 unidos para definir um furo de produção 206. As peneiras 208 incluindo agentes de filtragem circundam o cano de base 204 e são suportadas por nervuras 210. O aparelho é fornecido com tubos de derivação 212, que nesse exemplo são tubos de aço tendo seção transversal substancialmente retangular. Os tubos de derivação 212 são suportados no exterior da peneira e proporcionam uma trajetória de fluxo 213 alternada ao furo de produção principal 206. Tubos de ponte 211 são usados para prover a comunicação de fluido entre os tubos de derivação de dispositivos de controle de areia adjacentes. Os tubos de derivação 212 mantêm uma trajetória de fluxo 213, mesmo se o espaço anular 214 é unido, por exemplo, por uma perda de integridade em uma parte da formação 216. Exemplos de disposições de tubo de derivação podem ser encontrados em US 4945991 e US 5113935. Os tubos de derivação podem também ser internos aos agentes de filtragem, como descrito em US 5515915 e US 6227303.

O uso de sistemas de peneira de trajetória alternada cria dificuldades no isolamento do furo do poço. Em particular, as trajetórias alternadas impedem o uso de tampões flexíveis de furo do poço convencionais para

isolar múltiplas zonas de produção. É proposto na WO 2007/092082 e WO 2007/092083 fornecer tampões flexíveis com mecanismos de trajetória alterada que podem ser usados para produzir o isolamento de zona entre os enchimentos com cascalho em um poço. Os tampões flexíveis descritos podem incluir tubos de ponte individuais sobre um tubo de distribuição comum ou região de tubo de distribuição que proporciona a comunicação de fluido através do tampão flexível para os tubos de derivação dos dispositivos de controle de areia. Modalidades descritas na WO 2007/092082 e WO 2007/092083 incluem tampões flexíveis com invólucros dilatáveis que aumentam em volume com a exposição a um fluido de disparo.

Entretanto, WO 2007/092082 e WO 2007/092083 não tratam completamente as complexidades do fornecimento de barreiras de fluido e/ou isolamento de fluido usando sistemas de elastômero dilatável. Por exemplo, WO 2007/092082 e WO 2007/092083 são preocupados com o fornecimento de uma trajetória de fluxo contínua, mas não tratam os problemas de manutenção da barreira anular requerida ou funções de vedação de fluido do tampão flexível com a provisão da trajetória de fluxo secundária através do aparelho. Tais problemas podem surgir devido à remoção de um volume do elastômero do dispositivo de isolamento, vedação não apropriada ao redor dos condutos, deslocamento dos condutos devido à expansão do elemento e/ou acoplamento dos condutos em extremidades opostas do dispositivo de isolamento.

Em particular, as disposições propostas nessas WO 2007/092082 e WO 2007/092083 necessitam de uma redução no volume geral do elemento expensor e em particular uma redução no volume do elemento expensor que fica radialmente para fora do conduto. Uma disposição com tubos de ponte individuais requer que os tubos de ponte fiquem alinhados com os tubos de derivação dos dispositivos de controle de areia adjacentes. WO 2007/092082 descreve um diâmetro externo do elemento expensor que fica significativamente abaixo do diâmetro externo dos dispositivos de controle de areia adjacentes. Essa configuração limitaria o desempenho de dilatação de um invólucro dilatável já que ela proporciona espessura

de invólucro mínima. É possível que no seu estado totalmente dilatado, ele não contataria o diâmetro interno do furo do poço perfurado. Além disso, a configuração de um tampão flexível de poço de elastômero dilatável para realizar uma vedação em uma condição totalmente dilatada pode significar
5 tempos de vedação extremamente longos ou não-práticos e desempenho de vedação de pressão marginal se o invólucro dilatável realmente se orienta para contatar o furo do poço.

A disposição que compreende um tubo de distribuição também seria ineficiente para encontrar um equilíbrio nominal da espessura do invólucro dilatável. A disposição requer que o diâmetro externo da luva definindo
10 o tubo de distribuição se estenda além da posição radial dos tubos de derivação tal que a luva tenha um diâmetro externo equivalente ao diâmetro externo dos dispositivos de controle de areia adjacentes. Isso tem o efeito de reduzir o volume do elemento expensor que pode ser posicionado no exterior do conduto. Isso pode comprometer a integridade da vedação fornecida
15 pelo elemento expensor e/ou aumentar o tempo para vedar. Alternativamente, se o volume do elemento expensor é para ser mantido, o diâmetro de inserção do elemento expensor é aumentado além do diâmetro dos tubos de derivação e o invólucro dilatável é a maior ferramenta diametralmente dentro
20 de uma coluna de controle de areia. Isso limita o desempenho de dilatação e pode causar impacto no sucesso das operações de disposição. É desejável que o diâmetro externo do tampão flexível seja pequeno durante a inserção para evitar o contato com as obstruções, por exemplo, bordas ou zonas de desmoronamento. Quando usando materiais de elastômero dilatável, eles
25 podem começar a expandir à medida que eles contatam os fluidos de perfuração ou do furo do poço durante a inserção para a posição desejada no furo do poço.

Portanto, é um objetivo da invenção proporcionar um aparelho na forma de um dispositivo de isolamento, tampão flexível e/ou barreira anular e método de uso que superem ou amenizem pelo menos uma desvantagem ou deficiência do aparelho e métodos previamente propostos.
30

É um objetivo adicional da invenção proporcionar um sistema de

produção e/ou completação de furo do poço ou método de uso que incorporam um tal aparelho ou método.

É um objetivo adicional da invenção proporcionar um aparelho ou método que é uma alternativa ao método ou aparelho descrito na técnica anterior.

Metas e objetivos adicionais da invenção se tornarão evidentes a partir da leitura da descrição seguinte.

Sumário da Invenção

De acordo com um primeiro aspecto da invenção, é fornecido um aparelho para uso em um furo do poço compreendendo: um corpo tubular tendo um eixo geométrico longitudinal e um furo direto que define uma trajetória de fluido primária através do aparelho; um elemento expensor disposto ao redor do corpo tubular e configurado para produzir uma barreira anular em um espaço entre o corpo tubular e uma parede circundante e um conduto definindo uma trajetória de fluxo secundária através do aparelho e configurado para ficar em comunicação de fluido com pelo menos uma trajetória alternada em um componente do furo do poço adjacente, sendo que o conduto é disposto para variar a trajetória de fluxo secundária ao longo de uma direção longitudinal do aparelho.

Pela variação da trajetória de fluxo secundária, o aparelho da invenção é configurado para operação melhorada do elemento expensor do aparelho. Por exemplo, a barreira anular requerida e/ou a função de vedação do elemento expensor pode ser mantida mesmo com a provisão da trajetória de fluxo secundária através do aparelho. O conduto é configurado para ter um efeito reduzido na operação do elemento expensor, enquanto ainda permitindo que o conduto seja acoplado em trajetórias de fluxo alternadas do aparelho adjacente.

O aparelho pode ser um tampão flexível do furo do poço, configurado para produzir uma vedação no espaço entre o corpo tubular e a parede circundante. O aparelho pode ser alternativamente configurado para produzir uma barreira anular que inibe o fluxo do fluido no espaço e/ou impede o movimento das partículas sólidas no espaço anular.

A pelo menos uma trajetória alternada pode ser definida por pelo menos um tubo de derivação. O componente do furo do poço adjacente é preferivelmente um aparelho de controle de areia, tal como uma peneira. O aparelho é preferivelmente operável para ser acoplado em um primeiro dispositivo de controle de areia e um segundo dispositivo de controle de areia. O conduto é preferivelmente configurado para ficar em comunicação de fluido com um primeiro tubo de derivação de um primeiro dispositivo de controle de areia disposto em uma direção superior do aparelho. O conduto pode ficar em comunicação de fluido com um segundo tubo de derivação de um segundo dispositivo de controle de areia disposto em uma direção inferior do aparelho.

O conduto é configurado para a passagem de um fluido transportador contendo matéria particulada para um enchimento com cascalho, e dessa maneira o aparelho pode ser usado em uma operação de enchimento com cascalho. O enchimento com cascalho pode ser formado pelo menos em parte na localização de um dispositivo de controle de areia disposto em uma direção inferior do aparelho. O enchimento com cascalho pode ser formado passando o fluido transportador através de um primeiro tubo de derivação de um primeiro dispositivo de controle de areia disposto em uma direção superior do aparelho e através do conduto do aparelho. O fluido transportador pode ser passado através de um segundo tubo de derivação de um segundo dispositivo de controle de areia disposto em uma direção inferior do aparelho.

O conduto pode ser disposto para variar a dimensão radial da trajetória de fluxo secundária. O conduto pode ser disposto para variar a trajetória de fluxo secundária mudando a direção do fluido fluindo na trajetória de fluxo secundária. Em particular, o conduto pode ser disposto para mudar a distância radial da trajetória de fluxo do eixo geométrico longitudinal do aparelho. Dessa maneira, a posição radial da trajetória de fluxo pode ser selecionada para melhorar a operação do elemento expensor. Modalidades da invenção, portanto, têm a vantagem que o aparelho pode ser usado com trajetória de fluxo alternada padrão e as configurações de tubo de derivação

adotadas por vários fabricantes de sistemas de controle e de trajetórias alternadas.

De preferência, o conduto é configurado para redirecionar o fluxo do fluido radialmente para dentro do aparelho. O conduto pode compreender
5 uma primeira porção configurada para redirecionar o fluxo e pode compreender uma segunda porção disposta paralela ao eixo geométrico longitudinal do aparelho. O aparelho pode compreender uma curva em S na trajetória de fluxo secundária.

A primeira porção pode ficar localizada em um anel de calibre do
10 aparelho ou pode ficar localizada no elemento expensor. Alternativamente, a primeira porção pode ficar localizada em elementos de extensão do conduto que são dispostos fora do elemento expensor e/ou anel de calibre.

O conduto pode compreender uma entrada em uma primeira distância radial do eixo geométrico longitudinal do aparelho e uma segunda
15 porção disposta em uma segunda distância radial do eixo geométrico longitudinal do aparelho, a segunda distância radial sendo menor do que a primeira distância radial.

Alternativamente, ou, em adição, o conduto pode ser disposto para variar a trajetória de fluxo secundária mudando o perfil de corte do con-
20 duto ao longo da direção longitudinal do aparelho. Isso pode permitir, por exemplo, que o conduto ou uma porção dele seja reposicionado dentro do aparelho a fim de ter um impacto mínimo na operação do elemento expensor. Isso pode também permitir que a área de fluxo seja redistribuída ao redor da circunferência do aparelho para reduzir a dimensão radial da trajetória
25 de fluxo.

O perfil de corte da trajetória de fluxo secundária pode ser variado tal que a área de corte total do conduto é substancialmente a mesma ao longo da direção longitudinal do aparelho. Dessa maneira, a taxa de fluxo do fluido através do conduto substancialmente não é afetada. Alternativamente,
30 a forma do corte da trajetória de fluxo secundária pode ser variada para mudar a área de corte total da trajetória de fluxo secundária longitudinalmente ao longo do aparelho.

O aparelho pode compreender uma porção de tubo de distribuição disposta para receber o fluido de e/ou direcionar o fluxo para uma pluralidade de elementos de conduto. A porção do tubo de distribuição pode ser anular ou parte anular.

- 5 O aparelho pode compreender um furo de conduto formado no corpo tubular, que pode ser formado longitudinalmente na parede do corpo tubular. Uma pluralidade de furos de conduto pode ser produzida. Os furos do conduto podem ficar em comunicação de fluido com uma trajetória de fluxo alternada via um tubo de distribuição e ou via uma trajetória de fluxo
- 10 em um anel de calibre.

O aparelho pode compreender um ou mais condutos integralmente formados com o corpo tubular. Alternativamente, ou, em adição, o aparelho pode compreender um ou mais condutos formados de maneira unitária com o corpo tubular.

- 15 O conduto pode compreender um elemento de suporte tal como um elemento de conduto tubular ou pode ser alternativamente definido por um recesso ou canal no elemento expensor. Um elemento de conduto flexível ou dobrável pode ser fornecido.

- O aparelho pode compreender um anel de calibre que é configurado para ser radialmente disposto sobre o corpo tubular, por exemplo, pelo
- 20 aperto. O anel de calibre pode compreender um canal rebaixado formado para receber um conduto. O recesso pode ser configurado para deformar, curvar ou de outra forma remodelar o conduto. O recesso pode compreender um perfil longitudinal em formato de cunha.

- 25 De acordo com um segundo aspecto da invenção, é fornecido um conjunto para uso em um furo do poço compreendendo: um aparelho tendo um corpo tubular com um primeiro furo direto e um elemento expensor disposto ao redor do corpo tubular e configurado para produzir uma barreira anular em um espaço entre o corpo tubular e uma parede circundante e pelo
- 30 menos dispositivo de controle de areia compreendendo um segundo furo direto e pelo menos um tubo de derivação, o pelo menos um dispositivo de controle de areia acoplado no aparelho para definir uma trajetória de fluxo

primária através do conjunto via o primeiro e o segundo furos diretos; sendo que o conjunto define uma trajetória de fluxo secundária para um fluido transportador do enchimento com cascalho via o pelo menos um tubo de derivação e através do aparelho e sendo que a trajetória de fluxo secundária é variada ao longo de uma direção longitudinal do aparelho.

De acordo com um terceiro aspecto da invenção, é fornecida uma instalação de furo do poço compreendendo um tubular de produção, pelo menos um aparelho do primeiro aspecto da invenção e pelo menos um dispositivo de controle de areia acoplado no aparelho a jusante do aparelho.

De preferência, a instalação do furo do poço compreende um segundo dispositivo de controle de areia acoplado no aparelho a montante do aparelho e o aparelho proporciona uma trajetória de fluxo secundária para um enchimento com cascalho entre o segundo e o primeiro dispositivos de controle de areia.

A instalação do furo do poço pode compreender um enchimento com cascalho disposto em um ou ambos os dispositivos de controle de areia.

De acordo com um quarto aspecto da invenção, é fornecido um método de formação de uma instalação de furo do poço, o método compreendendo:

colocar um dispositivo de controle de areia em uma localização no fundo do poço em uma formação de produção;

colocar um aparelho de barreira anular em uma localização no fundo do poço a montante do dispositivo de controle de areia;

encher com cascalho o dispositivo de controle de areia passando um fluido transportador contendo matéria particulada através de uma trajetória de fluxo secundária no aparelho de barreira anular para o dispositivo de controle de areia,

variar a trajetória de fluxo secundária do fluido transportador através do aparelho de barreira anular.

A variação da trajetória de fluxo secundária pode compreender redirecionar e/ou redistribuir o fluxo. Ela pode compreender mudar a dimen-

são radial e/ou a posição do fluxo.

De acordo com um quinto aspecto da invenção, é fornecido um aparelho para uso em um furo do poço compreendendo: um corpo tubular tendo um eixo geométrico longitudinal e um furo direto que define uma trajetória de fluido primária através do aparelho; um elemento expensor disposto ao redor do corpo tubular e configurado para produzir uma barreira anular em um espaço entre o corpo tubular e uma parede circundante e um conduto definindo uma trajetória de fluxo secundária através do aparelho e configurada para ficar em comunicação de fluido com pelo menos uma trajetória alternada em um componente do furo do poço adjacente em uma primeira distância radial do eixo geométrico longitudinal do corpo tubular, sendo que pelo menos uma porção do conduto fica localizada em uma segunda distância radial do eixo geométrico longitudinal do corpo tubular, a segunda distância radial sendo menor do que a primeira distância radial.

De acordo com um sexto aspecto da invenção, é fornecido um método de formação de uma instalação de furo do poço, o método compreendendo:

colocar um dispositivo de controle de areia em uma localização no fundo do poço em uma formação de produção;

colocar um aparelho de barreira anular em uma localização no fundo do poço a montante do dispositivo de controle de areia;

encher com cascalho o dispositivo de controle de areia passando um fluido transportador contendo matéria particulada através de uma trajetória de fluxo secundária no aparelho de barreira anular para o dispositivo de controle de areia;

redirecionar a trajetória de fluxo secundária de uma trajetória de fluxo em uma primeira distância radial do eixo geométrico longitudinal do aparelho para uma trajetória de fluxo em uma segunda distância radial do eixo geométrico longitudinal do corpo tubular, a segunda distância radial sendo menor do que a primeira distância radial.

De acordo com um sétimo aspecto da invenção, é fornecido um conjunto para uso em um furo do poço compreendendo: um aparelho tendo

um corpo tubular com um primeiro furo direto e um elemento expensor disposto ao redor do corpo tubular e configurado para produzir uma barreira anular em um espaço entre o corpo tubular e uma parede circundante e pelo menos dispositivo de controle de areia compreendendo um segundo furo
5 direto e pelo menos um tubo de derivação, o pelo menos um dispositivo de controle de areia acoplado no aparelho para definir uma trajetória de fluxo primária através do conjunto via o primeiro e o segundo furos diretos; sendo que o conjunto define uma trajetória de fluxo secundária para um fluido transportador do enchimento com cascalho via o pelo menos um tubo de
10 derivação e através do aparelho e sendo que pelo menos uma porção da trajetória de fluxo secundária fica localizada radialmente mais perto da trajetória de fluxo primária do que o tubo de derivação.

De acordo com um oitavo aspecto da invenção, é fornecido um método de formação de uma instalação do furo do poço, o método compre-
15 endendo:

colocar um primeiro dispositivo de controle de areia em uma localização no fundo do poço em uma formação de produção;

colocar um aparelho de barreira anular em uma localização no fundo do poço a jusante do primeiro dispositivo de controle de areia;

20 colocar um segundo dispositivo de controle de areia em uma localização no fundo do poço a jusante do aparelho de barreira anular;

encher com cascalho o dispositivo de controle de areia passando um fluido transportador contendo matéria particulada através de um tubo de derivação do primeiro dispositivo de controle de areia e uma trajetória de
25 fluxo secundária no aparelho de barreira anular para o dispositivo de controle de areia;

redirecionar a trajetória de fluxo secundária para ficar radialmente mais perto do eixo geométrico longitudinal do aparelho do que o tubo de derivação.

30 Modalidades dos vários aspectos da invenção podem compreender características preferidas e opcionais de outros aspectos da invenção. Em particular, as modalidades do quinto e sétimo aspectos da invenção po-

dem compreender características do primeiro aspecto. Modalidades da invenção podem ter aplicação particular nos métodos de operação descritos na WO 2007/092082 e WO 2007/092083.

Breve Descrição dos Desenhos

5 Para auxiliar no entendimento da invenção, será agora descrita uma série de modalidades exemplares com referência aos desenhos seguintes:

 a figura 1 mostra esquematicamente um sistema de produção de múltiplas zonas de acordo com várias modalidades da invenção;

10 as figuras 2A e 2B são respectivamente vistas superior e de corte de um sistema de peneira de trajetória alternada convencional;

 as figuras 3A a 3C são vistas de corte de um aparelho de acordo com uma modalidade da invenção;

15 as figuras 4A a 4C são vistas de corte de um aparelho de acordo com uma modalidade alternativa da invenção;

 a figura 5 é um corte longitudinal através de um aparelho de acordo com uma modalidade adicional da invenção;

 as figuras 6A a 6C são vistas de corte através de um aparelho de acordo com uma modalidade alternativa adicional da invenção;

20 a figura 7 é uma vista de corte através de uma modalidade da invenção tendo uma configuração excêntrica;

 a figura 8 é uma vista de corte através de um aparelho de acordo com uma modalidade da invenção;

25 a figura 9 é uma vista de corte através de um aparelho de acordo com uma modalidade alternativa adicional da invenção;

 as figuras 10A a 10C são vistas de corte através de um aparelho de acordo com uma modalidade da invenção;

 a figura 11 é um corte longitudinal através de uma parte de um aparelho de acordo com uma modalidade alternativa da invenção;

30 as figuras 12A e 12B são vistas de corte de uma modalidade alternativa adicional durante estágios diferentes de operação;

 as figuras 13A e 13B são respectivamente vistas em perspectiva

transparentes e parcialmente explodidas de uma montagem de acordo com uma modalidade da invenção.

Descrição Detalhada dos Desenhos

Com referência primeiramente às figuras 3A a 3C, é mostrado um aparelho de acordo com uma modalidade da invenção. O aparelho é um tampão flexível de furo do poço configurado para produzir uma vedação anular em um espaço anular entre uma tubagem de produção e a parede do furo do poço de um sistema de furo aberto. O tampão flexível é configurado em particular para uso em um sistema de produção de múltiplas zonas, tal como esse mostrado na figura 1 e é configurado para fixação com dispositivos de controle de areia alternados que compreendem tubos de derivação para entrega de enchimentos com cascalho em intervalos de produção. A figura 3A é um corte longitudinal através do aparelho 300 e as figuras 3B e 3C são respectivamente vistas de corte através das linhas B-B' e C-C'.

O tampão flexível 300 compreende um corpo tubular 302 que tem um eixo geométrico longitudinal A e um furo direto 304. O corpo tubular 302 é fornecido com acoplamentos (não-mostrados em cada extremidade), configurados para conexão na coluna de produção. Nessa modalidade, os acoplamentos são adequados para conectar o tampão flexível em dispositivos de peneira adjacentes. O furo direto 304 define uma trajetória de fluxo primária para a passagem dos fluidos de produção através do aparelho 300. Dispostos em cada extremidade do aparelho 300 estão anéis de calibre 306a, 306b, que proporcionam a resistência antiextrusão para o elemento expensor 308 e podem também proteger o elemento expensor contra abrasão ou contato com o furo do poço durante as operações de disposição. Os anéis de calibre também funcionam para prender o elemento expensor 308 na posição no corpo tubular 302, impedindo o deslocamento axial se o elemento realmente contata o furo do poço. Os anéis de calibre 306a, 306b são presos no corpo tubular, por exemplo, por parafusos ou roscas correspondentes que são adequadamente alinhados para um projeto de tampão flexível concêntrico nessa modalidade, mas que podem ser alinhados para projetos de tampão flexível excêntricos ou deslocados em outras modalidades.

O elemento expensor 308 é um invólucro dilatável, formado de um material elastomérico dilatável selecionado para aumentar em volume com a exposição a um fluido de disparo. Nessa modalidade, o material é uma borracha da classe M (EPDM) de etileno propileno dieno, que aumenta em volume com a exposição a um fluido de hidrocarboneto. Outros materiais adequados para o invólucro dilatável são conhecidos na técnica e incluem elastômeros selecionados para aumentar em volume com a exposição aos fluidos aquosos ou salmouras e materiais selecionados para aumentar em volume com a exposição a ambos os fluidos aquosos e de hidrocarboneto.

10 Materiais que aumentam em volume com a exposição a outros tipos de estímulos, tais como calor e pressão, são conhecidos na técnica e podem ser usados para formar o elemento expensor em outras modalidades.

O aparelho é fornecido com condutos 310a, 310b que se estendem através do aparelho para definir uma trajetória de fluxo secundária. Cada conduto é de diâmetro suficiente para permitir o fluxo direto de um fluido transportador e uma matéria particulada usada para formar um enchimento com cascalho. Cada um dos condutos compreende um tubo de metal que se estende através do elemento expensor e que funciona para manter a trajetória de fluxo através do elemento expensor. Cada conduto inclui uma entrada 312 e uma saída 314 em extremidades opostas do tampão flexível. A entrada 312 é configurada para ser acoplada em um tubo de derivação (não-mostrado) de uma peneira de trajetória alternada localizada em uma posição superior do tampão flexível 300. A saída 314 é configurada para acoplamento em um tubo de derivação de uma peneira localizada em uma posição inferior do tampão flexível.

O aparelho também inclui um anel de extremidade 322 que é configurado para suportar um tubo de derivação ou os elementos de conduto. Convenientemente, o anel de extremidade pode ser um anel de extremidade de um sistema de controle de areia adjacente.

30 Cada conduto se estende através dos anéis de calibre 306a, 306b e através do elemento expensor. O conduto varia a trajetória de fluxo secundária redirecionando a trajetória de fluxo de uma primeira posição ra-

dial, alinhada com o tubo de derivação, para uma segunda posição radial disposta para o corpo tubular. Nesse exemplo, isso é realizado proporcionando uma primeira porção dobrada ou curvada 316 do conduto entre a entrada 312 e uma porção central 318 do conduto. Similarmente, uma segunda
5 porção dobrada ou curvada 320 do conduto fica localizada entre a porção central 318 e a saída 314. Essa disposição permite que a porção central do conduto fique localizada mais próxima do corpo tubular dentro do elemento expensor, o que aumenta o volume do elemento expensor radialmente para fora da porção central do conduto. Isso melhora a operação do elemento
10 expensor, proporcionando um maior volume do material de elastômero dilatável para fora do conduto, uma vedação mais efetiva e mais rápida pode ser realizada.

Nessa modalidade, os condutos 310a, 310b compreendem uma porção de curva em s que muda a posição radial da trajetória de fluxo secundária dentro do aparelho. Será verificado que outras formas e dimensões
15 de conduto podem ser produzidas em modalidades alternativas da invenção. Também será verificado que qualquer número de condutos pode ser fornecido dentro do escopo da invenção.

O aparelho 300 pode ser fabricado como segue. Uma camada
20 de base de borracha EPDM é formada no corpo tubular. Um elemento de conduto 310 fica localizado na camada de base da borracha na posição circumferencial requerida, e camadas sucessivas de borracha podem ser formadas ao redor do conduto para formar o elemento expensor e embuti-lo no tampão flexível. Os anéis de calibre podem ser convenientemente de um tipo
25 de aperto, por exemplo, formados de componentes de parte cilíndrica unidos para formar um anel anular. Dessa maneira, os anéis de calibre podem ser colocados sobre o elemento de conduto na posição requerida. Alternativamente, os anéis de extremidade podem ser deslizados para sobre o corpo tubular sobre os elementos de conduto.

30 Uma modalidade alternativa do aparelho é mostrada nas figuras 4A a 4C. Nessa modalidade, o tampão flexível do furo do poço, geralmente mostrado em 340, é similar ao aparelho 300 e será entendido a partir das

figuras 3A a 3C. A figura 4A é um corte longitudinal através do tampão flexível 340 e as figuras 4B e 4C são respectivamente vistas de seção transversal através das linhas B-B' e C-C'.

O tampão flexível 340 compreende um corpo tubular 342, um
5 par de anéis de calibre 346a, 346b e um elemento expensor 348. A figura 4B é um corte através do anel de calibre 346a. O aparelho compreende um par de condutos 350a, 350b configurados para ficarem em comunicação de fluido com os tubos de derivação de dispositivos de controle de areia adjacentes, na maneira descrita com referência às figuras 3A a 3C. A trajetória de
10 fluxo secundária definida pelos condutos 350 é variada pelo redirecionamento do fluxo de fluido. O tampão flexível 340 é similar em função ao tampão flexível 300, mas difere em que o redirecionamento do fluxo acontece nas porções do conduto 356, 360 localizadas nos anéis de calibre 346a, 346b. A porção central 358 do conduto que se estende através do elemento expensor 348 é paralela ao eixo geométrico longitudinal A do aparelho. Dessa maneira, por todo o comprimento do elemento expensor, o aparelho tem um
15 volume suficiente de material elastomérico dilatável localizado radialmente para fora do conduto.

A figura 5 mostra uma modalidade alternativa da invenção, que
20 será entendida com referência às figuras 3 e 4. Nessa modalidade, o aparelho 380 é fornecido com elementos de extensão de conduto 382a, 382b. O conduto 390 se estende através dos anéis de calibre e do elemento expensor em uma direção substancialmente paralela ao eixo geométrico longitudinal A. A trajetória de fluxo secundária definida pelo conduto é variada pelo
25 redirecionamento do fluxo nas porções do conduto definidas pelos elementos de extensão do conduto 382. Cada elemento de extensão do conduto redireciona a trajetória de fluxo de uma primeira posição radial, alinhada com os tubos de derivação do aparelho de controle de areia adjacente, para uma segunda posição radial disposta para o corpo tubular.

30 As figuras 6A a 6C mostram um aparelho 400 de acordo com uma modalidade alternativa adicional da invenção. O aparelho 400 compreende um corpo tubular 402, um par de anéis de calibre 406a, 406b e o ele-

mento expensor 408. Os condutos 410 se estendem através do aparelho e compreendem uma porção de tubo de distribuição 412 e elementos de condutor tubular 414. As porções do tubo de distribuição 412 são formadas como câmaras anulares nos anéis de calibre 406 e compreendem uma entrada
5 em comunicação de fluido com um tubo de derivação de uma peneira adjacente. As porções do tubo de distribuição 412 são fornecidas com elementos de suporte 415 que melhoram a resistência do anel de calibre. Os elementos de condutor tubular se estendem entre as porções do tubo de distribuição respectivas 412 através do elemento expensor 408. Nessa modalidade, os
10 elementos de condutor tubular têm uma forma de seção transversal que é modificada com relação às modalidades prévias. A forma da seção transversal tem uma dimensão circunferencial que é significativamente maior do que a dimensão radial. Em outras palavras, a seção transversal é achatada na dimensão radial. O fornecimento de uma tal forma do tubular varia a trajetória de fluxo redistribuindo o fluxo ao redor da circunferência do aparelho, re-
15 duzindo de maneira correspondente o espaço radial ocupado pelos elementos de condutor tubular (para a mesma área de fluxo de seção transversal). Isso permite que um maior volume do elemento expensor fique localizado radialmente para fora da porção tubular. Dessa maneira, o efeito no elemen-
20 to expensor pode ser reduzido sem mudar substancialmente a posição radial das próprias trajetórias de fluxo, no caso de elementos de condutor tubular 414a, 414b. Alguns ou todos os elementos de condutor tubular podem ser dispostos mais para o corpo tubular, como é o caso com os elementos de condutor tubular 414c e 414d. Isso aumenta o volume do elemento expensor
25 localizado radialmente para fora do conduto para uma maior extensão do que é possível com as modalidades das figuras 3 a 5.

Será verificado que as formas de seção transversal dos elementos de condutor tubular do conduto podem também ser usadas com as configurações de curva em s mostradas nas figuras 3 a 5 (ou na realidade outras configurações de redirecionamento de fluxo). Nesse caso, o conduto
30 pode compreender uma porção de transição (que pode incluir uma porção de bico e/ou uma porção alargada) que altera a forma do conduto.

A disposição da figura 6 também redistribui o fluxo de dois tubos de derivação do sistema de peneira para quatro elementos de condutor tubular 414 no aparelho. Isso permite que as áreas de fluxo respectivas dos elementos de condutor tubular 414 sejam reduzidas, permitindo o reposicionamento dentro do elemento expensor para uma posição que reduz o efeito do desempenho na função do elemento expensor.

Na figura 6, a porção do tubo de distribuição 412 é uma câmara anular estendida ao redor do corpo tubular. Entretanto, em outras modalidades, a porção do tubo de distribuição pode ser somente em uma parte circunferencial do corpo tubular e pode não se estender ao redor de toda a sua circunferência. Por exemplo, em uma modalidade onde dois elementos de condutor tubular (tais como 414c e 414d) são usados, a porção do tubo de distribuição pode ser fornecida ao redor da distância circunferencial suficiente para ficar em comunicação de fluido com as aberturas para os elementos de condutor tubular.

As modalidades precedentes da invenção têm um elemento expensor e anéis de calibre correspondentes que são concêntricos com relação ao corpo tubular. Em outras modalidades, o elemento expensor e os anéis de calibre podem ser excêntricos no corpo tubular, a fim de proporcionar uma maior profundidade radial disponível onde os condutos podem ser acomodados. Na realidade, muitos sistemas de controle de areia de trajetória alternada são excentricamente formados no cano de base para acomodar tubos de derivação em um lado do aparelho e o aparelho das modalidades da invenção pode ser similarmente disposto para permitir que ele seja convenientemente usado com tais sistemas. Uma disposição exemplar é mostrada em corte na figura 7. O tampão flexível 440 compreende um corpo tubular 442 e um elemento expensor 448 excentricamente localizados no corpo. Condutos 450a, 450b definem uma trajetória de fluxo secundária através do elemento expensor, como será entendido a partir das modalidades prévias. Os condutos ficam localizados em um lado do aparelho para corresponder com a localização dos tubos de derivação dos dispositivos de controle de areia adjacentes. Nesse exemplo, os condutos 450 são formados para

aumentar a sua dimensão circunferencial e reduzir a dimensão radial, em relação às dimensões dos tubos de derivação correspondentes. Os condutos são também posicionados radialmente para dentro dos tubos de derivação, em direção ao corpo tubular, para aumentar o volume externo do elemento expensor.

5 A figura 8 é uma vista da seção transversal através de um aparelho 460 de acordo com uma modalidade alternativa adicional. O aparelho compreende um corpo tubular 462 circundado por um elemento expensor 464. A figura é uma seção transversal através de uma porção central do tampão flexível 460. Condutos através do tampão flexível 460 são fornecidos por elementos de condutor tubular 466a, 466b que ficam em comunicação de fluido com tubos de derivação via um tubo de distribuição adequado fornecido na extremidade do tampão flexível 460. Os elementos de condutor tubular 466a, 466b são similares aos elementos de condutor tubular 414c, 10 414d da figura 6C. A seção transversal foi radialmente achatada (com relação às seções transversais dos tubos de derivação correspondentes) para redistribuir o fluxo em uma direção circunferencial do aparelho. O aparelho da figura 8 difere do aparelho da figura 6C em que os elementos de condutor tubular 466a, 466b são colocados no corpo tubular 462 e soldados sobre o corpo para criar uma vedação. Os elementos de condutor tubular 466a, 466b são assim integralmente formados com o corpo tubular a fim de maximizar o volume da borracha expansora que fica localizada radialmente para fora dos elementos de condutor tubular na ferramenta. Nessa modalidade, o corpo tubular é mostrado concêntrico com o elemento expensor, embora em outras 15 modalidades ele possa ser excentricamente formado com os elementos de condutor tubular localizados no lado do raio grande do elemento expensor 464.

A figura 9 mostra um aparelho alternativo 470, que é similar à modalidade da figura 8. Entretanto, nessa modalidade, os elementos de condutor tubular são formados em uma construção unitária com o corpo tubular 472. O elemento expensor 474 é formado excentricamente com o corpo tubular 472 com a porção do conduto tubular 476a, 476b localizada no 30

lado do raio grande do elemento expensor. Entretanto, a disposição poderia ser igualmente formada de maneira concêntrica.

As figuras 10A a 10C são vistas de corte através de um aparelho de acordo com modalidades alternativas adicionais. O aparelho é na forma de um tampão flexível 500, que compreende um corpo tubular 502, um par de anéis de calibre 506 (um é mostrado na figura 10A) e um elemento expensor 508. A figura 10A é um corte longitudinal através de uma extremidade do tampão flexível 500, a figura 10B é uma seção transversal através da linha B-B' e a figura 10C é uma seção transversal através da linha C-C'.

O tampão flexível 500 tem uma trajetória de fluxo secundária definida por um tubo de distribuição 510 no anel de calibre 506 e furos de conduto 512 formados no próprio corpo tubular. Os furos do conduto 512 são formados longitudinalmente no corpo tubular e são formados por um processo de perfuração com pistola. Porções tubulares 512 ficam em comunicação de fluido com um tubo de distribuição via aberturas radialmente perfuradas 514. O fluido de um tubo de derivação passa para dentro do tubo de distribuição 510, através das aberturas 514 e para dentro da porção de conduto tubular 512 e através do aparelho. Um conjunto similar de aberturas, tubo de distribuição e acoplamento para um tubo de derivação é fornecido no anel de calibre oposto (não-mostrado).

Nessa modalidade, quatro furos de conduto 512 são fornecidos, embora em outras modalidades, por exemplo, onde é requerido aumentar a área de fluxo, um grande número de porções de conduto possa ser fornecido.

Em uma variação à modalidade das figuras 10A a 10C, insertos podem ser fornecidos no aparelho para resistir à erosão devido ao redirecionamento do fluido transportador e o enchimento com cascalho através do tubo de distribuição e para dentro dos condutos tubulares. Em uma variação adicional, as aberturas 514 podem ser formadas ou inclinadas na direção do fluxo do fluido para reduzir a resistência de fluxo e preocupações de erosão correspondentes (e características similares podem também ser fornecidas em outras modalidades da invenção descritas aqui).

A figura 11 mostra uma modalidade alternativa adicional da invenção. Nessa modalidade, o tampão flexível 520 inclui um corpo tubular 522, com furos de conduto longitudinalmente perfurados através do corpo tubular 522, em uma maneira similar à modalidade da figura 10. O aparelho 520 difere em que os furos do conduto 524 são abertos para as extremidades do corpo tubular. Isso proporciona comunicação de fluido entre os condutos no corpo tubular e os tubos de derivação. O aparelho inclui um anel de calibre de acoplamento especial 526 que fica em engate rosqueado com o corpo tubular 522 via a rosca 530. Um acoplamento rosqueado 532 é produzido na extremidade oposta do anel de calibre 526 para acoplamento em um dispositivo de controle de areia adjacente 534. O aparelho 520 é fornecido com um anel de calibre similar na sua extremidade oposta (não-mostrada). O anel de calibre 526 compreende uma porção de ressalto 536 que encosta na extremidade do corpo tubular 522. As extremidades abertas dos furos do conduto 524 ficam alinhadas com uma trajetória de fluxo 538 no anel de calibre especial que propicia a comunicação de fluido para um tubo de derivação (não-mostrado). O anel de calibre 526, ou porções dele, pode ser endurecido para resistir à erosão. Uma vantagem dessa modalidade é que o redirecionamento do fluxo acontece no anel de calibre especial 526 e o corpo tubular 522 é improvável de ser submetido às preocupações de erosão.

As figuras 12A e 12B mostram uma modalidade alternativa adicional. O aparelho 540 compreende um corpo tubular 542 e um elemento expensor 548, formado de um elastômero ou borracha dilatável. O aparelho é mostrado em seção transversal através de uma porção central do aparelho. Extremidades opostas do aparelho são fornecidas com anéis de calibre e tubos de distribuição (não-mostrados) que permitem a comunicação de fluido entre os tubos de derivação e os condutos 544 do aparelho. Nessa modalidade, uma trajetória de fluxo secundária é formada através do aparelho 540 através dos condutos 544 formados no elemento expensor 548. Essa modalidade difere das modalidades prévias em que os condutos 544 não têm um elemento de suporte rígido e são expandidos ou inflados durante o uso. A figura 12A mostra o aparelho em uma configuração onde os condutos

544 não estão ativos. Os condutos estão em um estado vazio ou não-expandido com área de seção transversal mínima. A figura 12B mostra o mesmo aparelho onde os condutos 544 estão em uma condição ativa. Isso ocorre quando existe pressão suficiente no fluxo do fluido transportador do enchimento com cascalho para iniciar o fluxo através dos trajetos alternati-
5 vos ou tubos de derivação nos dispositivos de controle de areia e por sua vez os condutos 544 dentro de um tampão flexível adjacente. A pressão do fluido do enchimento com cascalho faz com que os condutos 544 expandam ou inflem parcialmente, o que aumenta a sua área de seção transversal. Isso
10 tem o efeito de expandir o diâmetro externo do elemento expensor 548, melhorando sua capacidade de produzir uma vedação no furo. Deve ser observado que na maior parte das operações de enchimento com cascalho, os condutos 544 permanecerão cheios com a pasta fluida de enchimento com cascalho que fornecerá suporte contínuo para os condutos 544 na configura-
15 ção mostrada na figura 12B.

Em uma modalidade alternativa, os condutos são configurados para permitir a expansão uniforme e máxima ao redor do cano de base. Isso pode ser realizado variando o número total de condutos e ou aumentando ou diminuindo o diâmetro interno expandido/inflado dos condutos. A pressão
20 exigida para abrir os trajetos é, em parte, uma função da espessura da borracha ao redor do conduto. Certas modalidades podem, portanto, ter condutos colocados próximos da superfície do diâmetro externo do elemento expensor. Em tal configuração, a inflação pode criar um efeito tipo ampola. Novamente o número e a forma dos trajetos/condutos determinariam a unifor-
25 midade da mudança no diâmetro externo quando os condutos são inflados. O conduto pode ou não permitir a ativação de dilatação adicional através do contato interno do elemento dilatável com fluidos reativos que podem estar presentes no fluido transportador.

A figura 13A é uma vista em perspectiva de um aparelho de a-
30 cordo com uma modalidade da invenção, com vários componentes transparentes para mostrar a sua interação. A figura 13B mostra o mesmo aparelho em uma vista parcialmente explodida. O aparelho, geralmente mostrado em

600, compreende um aparelho de controle de areia geralmente mostrado em 610 e um aparelho tipo tampão flexível geralmente mostrado em 620. O aparelho de controle de areia compreende um cano de base 612, um anel de extremidade 614 localizado no cano de base e um par de tubos de derivação (não-mostrados). Um manto auxiliar 618 é fornecido sobre o tubo de derivação para proporcionar um diâmetro externo contínuo ao conjunto e é produzido com aberturas 619 para permitir o fluxo direto do fluido. O manto auxiliar 618 funciona para proteger os tubos de derivação, tubos de ponte, as extremidades expostas dos elementos de conduto 616 e quaisquer conectores correspondentes. O manto auxiliar se estende do anel de extremidade 614 para um anel de extremidade correspondente que suporta o manto principal do dispositivo de controle de areia. O manto principal se estende completamente sobre o dispositivo de controle de areia e proporciona uma luva protetora para os agentes de filtragem e os tubos de derivação. Dessa maneira, o manto auxiliar proporciona um diâmetro externo contínuo na região da coluna entre o tampão flexível e o manto principal. O anel de extremidade 614 suporta os tubos de derivação e os componentes do aparelho tipo tampão flexível e proporciona um suporte para a extremidade do manto 618. O anel de extremidade 614 e o manto são excentricamente montados no cano de base 612, de modo que os tubos de derivação podem ser acomodados no lado de raio grande do cano de base.

O aparelho tipo tampão flexível 620 compreende um corpo tubular 622 e um elemento tipo tampão flexível 624 circundado pelo corpo tubular. Nesse caso, o elemento tipo tampão flexível é formado de um elastômero dilatável tal como EPDM. Um anel de calibre 626 é fornecido na extremidade do aparelho tipo tampão flexível e é nessa modalidade configurado para ser preso sobre o cano de base. A superfície interna do anel de calibre é perfilada para acomodar elementos de conduto 616 e para ser acoplada no anel de extremidade 614 do aparelho de controle de areia. Os elementos de conduto são configurados para ficar em comunicação de fluido com os tubos de derivação (não-mostrados) ou o aparelho de controle de areia e nessa modalidade têm o mesmo tamanho, forma e propriedades de material que os

tubos de derivação. Os elementos de conduto 616 se estendem através do aparelho tipo tampão flexível para definir um trajeto secundário para o fluido do enchimento com cascalho em uso.

5 O aparelho tipo tampão flexível 620 é também fornecido com uma disposição de passagem de cabo que compreende um inserto 628 de um material dilatável que circunda parcialmente um cabo 630. O inserto 628 se ajusta dentro de um recesso correspondente 632 no elemento tipo tampão flexível 624.

10 O elemento de conduto 616 se estende de uma posição longitudinal adjacente ao aparelho de controle de areia 610 e através de um recesso produzido no anel de extremidade 614 em uma primeira distância radial do cano de base 612. Essa altura radial acima do cano de base corresponde com a posição radial dos tubos de derivação do aparelho de controle de areia, tal que os elementos de conduto ficam em comunicação de fluido com os tubos de derivação. Os elementos de conduto 616 se estendem através do anel de calibre 626 e para dentro do elemento tipo tampão flexível 624. O perfil interno do anel de calibre 626 é configurado tal que a posição radial do elemento de conduto no lado do elemento tipo tampão flexível do anel de calibre fica mais perto do cano de base. Isso é conseguido produzindo a superfície longitudinal do recesso do conduto no anel de calibre 626 com um perfil em forma de cunha, tal que a abertura para o recesso no lado do tampão flexível do anel de calibre fica em uma posição radialmente mais baixa do que a abertura para o recesso no lado do aparelho de controle de areia do anel de calibre. O anel de calibre 626 é formado em duas partes e é montado sobre o elemento de conduto e preso no local por parafusos. A fixação do anel de calibre concede uma força de aperto nos elementos de conduto 616 suficiente para deformar o conduto para variar a trajetória de fluxo secundária através do aparelho.

30 O aparelho da invenção é configurado para operação melhorada do elemento expensor do aparelho. Por exemplo, a barreira anular requerida e/ou a função de vedação do elemento expensor pode ser mantida mesmo com a provisão da trajetória de fluxo secundária através do aparelho. O con-

duto é configurado para ter um efeito reduzido na operação do elemento expensor enquanto ainda permitindo que o conduto seja acoplado em trajetórias de fluxo alternadas do aparelho adjacente. A invenção tem aplicação particular com tampões flexíveis de furo do poço dilatáveis.

- 5 O conduto pode ser disposto para variar a dimensão radial da trajetória de fluxo secundária. O conduto pode ser disposto para variar a trajetória de fluxo secundária mudando a direção do fluido fluindo na trajetória de fluxo secundária. Em particular, o conduto pode ser disposto para mudar a distância radial da trajetória de fluxo do eixo geométrico longitudinal do
- 10 aparelho. Dessa maneira, a posição radial da trajetória de fluxo pode ser selecionada para melhorar a operação do elemento expensor. Modalidades da invenção, portanto, têm a vantagem que o aparelho pode ser usado com configurações padrões de tubo de derivação e trajetória de fluxo alternada adotadas por vários fabricantes de sistemas de controle e de trajetórias al-
- 15 ternadas.

 Variações nas modalidades acima descritas estão dentro do escopo da invenção aqui planejada.

REIVINDICAÇÕES

1. Aparelho para uso em um furo do poço compreendendo: um corpo tubular tendo um eixo geométrico longitudinal e um furo direto que define uma trajetória de fluido primária através do aparelho; um elemento expansor disposto ao redor do corpo tubular e configurado para produzir uma barreira anular em um espaço entre o corpo tubular e uma parede circundante e um conduto definindo uma trajetória de fluxo secundária através do aparelho e configurado para ficar em comunicação de fluido com pelo menos uma trajetória alternada em um componente do furo do poço adjacente, sendo que o conduto é disposto para variar a trajetória de fluxo secundária ao longo de uma direção longitudinal do aparelho.

2. Aparelho de acordo com a reivindicação 1, também configurado para produzir uma vedação no espaço entre o corpo tubular e a parede circundante.

3. Aparelho de acordo com a reivindicação 1 ou 2, no qual pelo menos uma trajetória alternada é definida por pelo menos um tubo de derivação.

4. Aparelho de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, no qual o componente do furo do poço adjacente é um aparelho de controle de areia.

5. Aparelho de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, operável para ser acoplado em um primeiro dispositivo de controle de areia e um segundo dispositivo de controle de areia.

6. Aparelho de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, no qual o conduto é configurado para a passagem de um fluido transportador contendo matéria particulada para um enchimento com cascalho.

7. Aparelho de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, no qual o conduto é disposto para variar a trajetória de fluxo secundária mudando a distância radial da trajetória de fluxo do eixo geométrico longitudinal do aparelho.

8. Aparelho de acordo com a reivindicação 7, no qual o conduto

é disposto para variar a trajetória de fluxo secundária redirecionando o fluxo do fluido radialmente para dentro do aparelho.

5 9. Aparelho de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, no qual pelo menos uma porção da trajetória de fluxo secundária fica localizada radialmente mais perto da trajetória de fluxo primária do que o tubo de derivação.

10 10. Aparelho de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, no qual o conduto compreende uma primeira porção configurada para redirecionar o fluxo e uma segunda porção disposta paralela ao eixo geométrico longitudinal do aparelho.

11. Aparelho de acordo com a reivindicação 10, no qual a primeira porção fica localizada em um anel de calibre do aparelho.

12. Aparelho de acordo com a reivindicação 10, no qual a primeira porção fica localizada no elemento expensor.

15 13. Aparelho de acordo com a reivindicação 10, no qual a primeira porção fica localizada em elementos de extensão do conduto que são dispostos fora do elemento expensor e/ou anel de calibre.

20 14. Aparelho de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, no qual o conduto é disposto para variar a trajetória de fluxo secundária mudando o perfil de corte do conduto ao longo da direção longitudinal do aparelho.

25 15. Aparelho de acordo com a reivindicação 14, no qual o perfil de corte da trajetória de fluxo secundária é variado tal que a área de corte total do conduto é substancialmente a mesma ao longo da direção longitudinal do aparelho.

16. Aparelho de acordo com a reivindicação 14, no qual a forma do corte da trajetória de fluxo secundária pode ser variada para mudar a área de corte total da trajetória de fluxo secundária longitudinalmente ao longo do aparelho.

30 17. Aparelho de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, também compreendendo uma porção de tubo de distribuição disposta para receber o fluido de e/ou direcionar o fluxo para uma pluralida-

de de elementos de conduto.

18. Aparelho de acordo com a reivindicação 17, no qual a porção do tubo de distribuição é anular ou parte anular.

19. Aparelho de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, compreendendo pelo menos um furo de conduto formado no corpo tubular, o furo de conduto formado longitudinalmente na parede do corpo tubular.

20. Aparelho de acordo com a reivindicação 19, compreendendo uma pluralidade de furos de conduto.

21. Aparelho de acordo com a reivindicação 19 ou 20, no qual o pelo menos um furo de conduto fica em comunicação de fluido com uma trajetória de fluxo alternada via um tubo de distribuição ou trajetória de fluxo em um anel de calibre.

22. Aparelho de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, compreendendo um ou mais condutos integralmente formados com o corpo tubular.

23. Aparelho de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, compreendendo um ou mais condutos formados de maneira unitária com o corpo tubular.

24. Aparelho de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, compreendendo um recesso ou canal no elemento expansor.

25. Aparelho de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, no qual o conduto compreende um elemento de suporte tal como um elemento de conduto tubular.

26. Aparelho de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, compreendendo um elemento de conduto flexível ou dobrável.

27. Aparelho de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, compreendendo um anel de calibre que é configurado para ser radialmente disposto sobre o corpo tubular.

28. Aparelho de acordo com a reivindicação 27, no qual o anel de calibre compreende um recesso ou canal formado para receber o conduto.

29. Aparelho de acordo com a reivindicação 28, compreendendo uma formação configurada para deformar, curvar ou de outra forma remodelar o conduto.

5 30. Aparelho de acordo com a reivindicação 29, no qual a formação compreende um perfil longitudinal em formato de cunha disposto no recesso ou canal.

31. Tampão flexível de furo do poço compreendendo o aparelho como definido em qualquer uma das reivindicações precedentes.

10 32. Conjunto para uso em um furo do poço compreendendo: um aparelho tendo um corpo tubular com um primeiro furo direto e um elemento expensor disposto ao redor do corpo tubular e configurado para produzir uma barreira anular em um espaço entre o corpo tubular e uma parede circundante e pelo menos dispositivo de controle de areia compreendendo um
15 dispositivo de controle de areia acoplado no aparelho para definir uma trajetória de fluxo primária através do conjunto via o primeiro e o segundo furos diretos; sendo que o conjunto define uma trajetória de fluxo secundária para um fluido transportador do enchimento com cascalho via o pelo menos um tubo de derivação e através do aparelho e sendo que a trajetória de fluxo
20 secundária é variada ao longo de uma direção longitudinal do aparelho.

33. Instalação de furo do poço compreendendo um tubular de produção, pelo menos um aparelho como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 30, e pelo menos um dispositivo de controle de areia acoplado no aparelho a jusante do aparelho.

25 34. Instalação do furo do poço de acordo com a reivindicação 33, compreendendo um segundo dispositivo de controle de areia acoplado no aparelho a montante do aparelho e o aparelho proporciona uma trajetória de fluxo secundária para um enchimento com cascalho entre o segundo e o primeiro dispositivos de controle de areia.

30 35. Instalação do furo do poço de acordo com a reivindicação 34, compreendendo um enchimento com cascalho disposto em um ou ambos os dispositivos de controle de areia.

36. Método de formação de uma instalação de furo do poço, o método compreendendo:

- colocar um dispositivo de controle de areia em uma localização no fundo do poço em uma formação de produção;

5 - colocar um aparelho de barreira anular em uma localização no fundo do poço a montante do dispositivo de controle de areia;

- encher com cascalho o dispositivo de controle de areia passando um fluido transportador contendo matéria particulada através de uma trajetória de fluxo secundária no aparelho de barreira anular para o dispositivo de controle de areia,

10 - variar a trajetória de fluxo secundária do fluido transportador através do aparelho de barreira anular.

37. Método de acordo com a reivindicação 36, compreendendo variar a trajetória de fluxo secundária mudando a dimensão radial e/ou a posição radial do fluxo.

15 38. Método de acordo com a reivindicação 37, compreendendo redirecionar a trajetória de fluxo secundária de uma trajetória de fluxo em uma primeira distância radial do eixo geométrico longitudinal do aparelho para uma trajetória de fluxo em uma segunda distância radial do eixo geométrico longitudinal do corpo tubular, a segunda distância radial sendo menor do que a primeira distância radial.

20 39. Método, como reivindicado em qualquer uma das reivindicações 36 a 38, compreendendo formar um enchimento com cascalho pelo menos em parte na localização de um dispositivo de controle de areia disposto em uma direção no fundo do poço do aparelho.

25 40. Método de acordo com a reivindicação 39, compreendendo formar um enchimento com cascalho passando o fluido transportador através de um primeiro tubo de derivação de um primeiro dispositivo de controle de areia disposto em uma direção superior do aparelho e através do conduto do aparelho.

30 41. Método de acordo com a reivindicação 40, compreendendo redirecionar a trajetória de fluxo secundária para ficar radialmente mais perto

do eixo geométrico longitudinal do aparelho do que o tubo de derivação.

42. Método de acordo com a reivindicação 40 ou reivindicação 41, compreendendo passar o fluido transportador através de um segundo tubo de derivação de um segundo dispositivo de controle de areia disposto em uma direção inferior do aparelho.
- 5

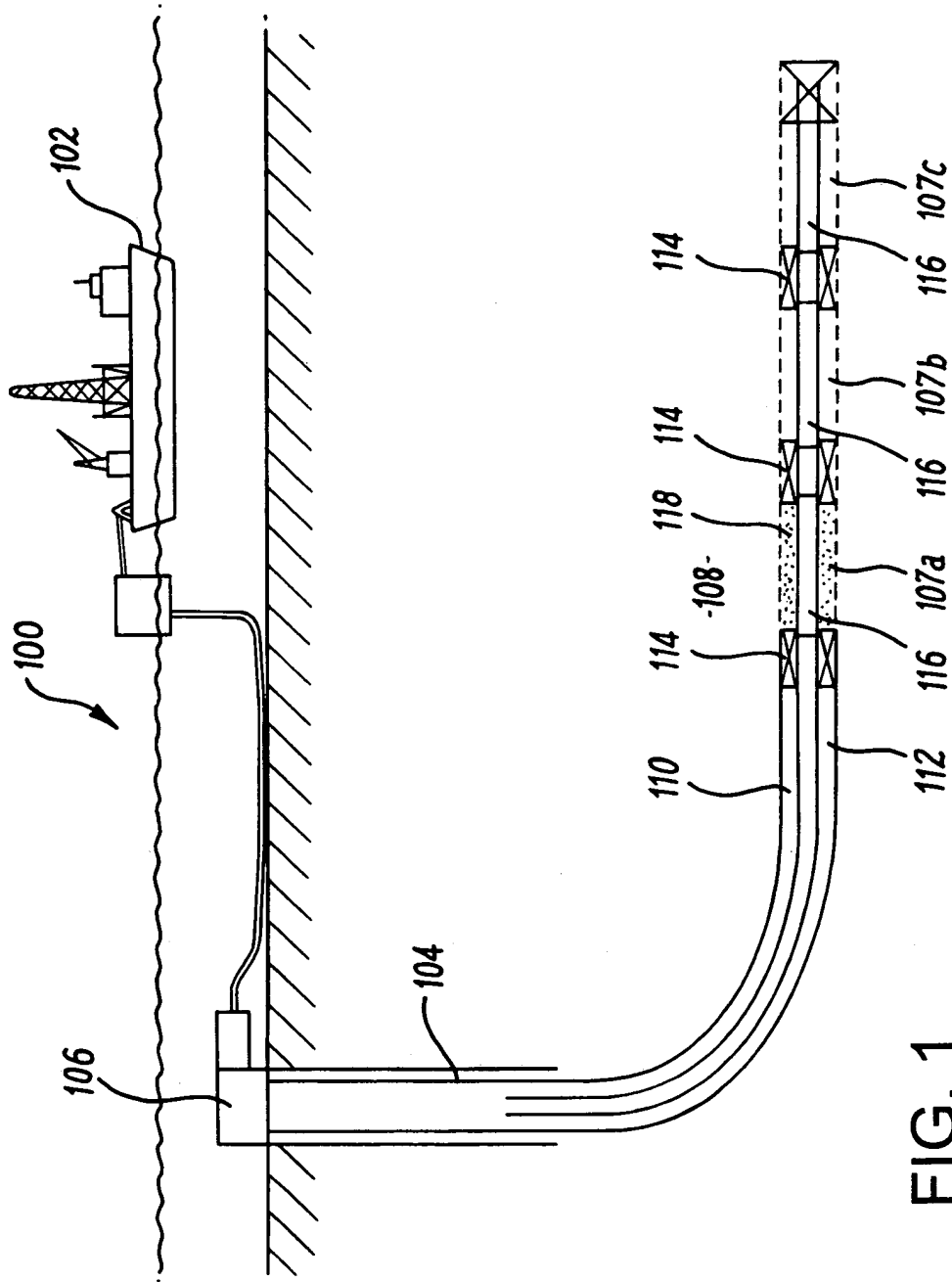


FIG. 1

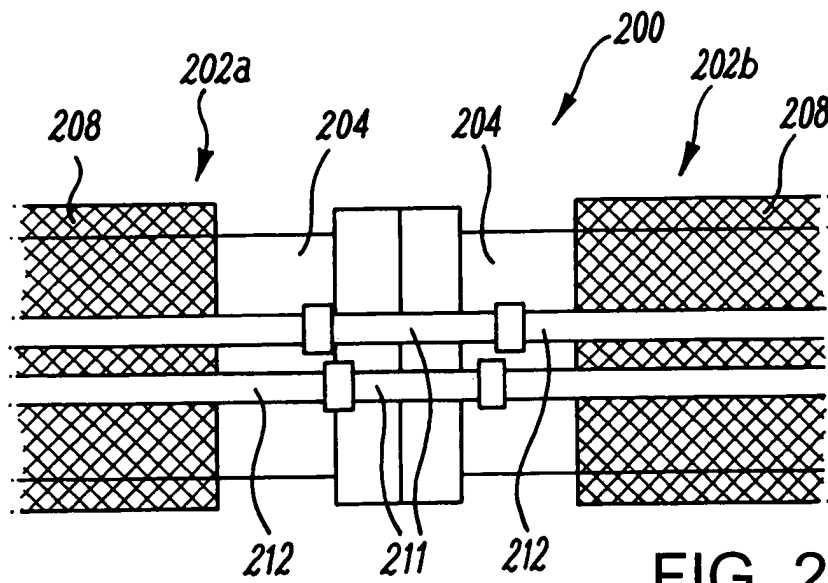


FIG. 2A
(TÉCNICA ANTERIOR)

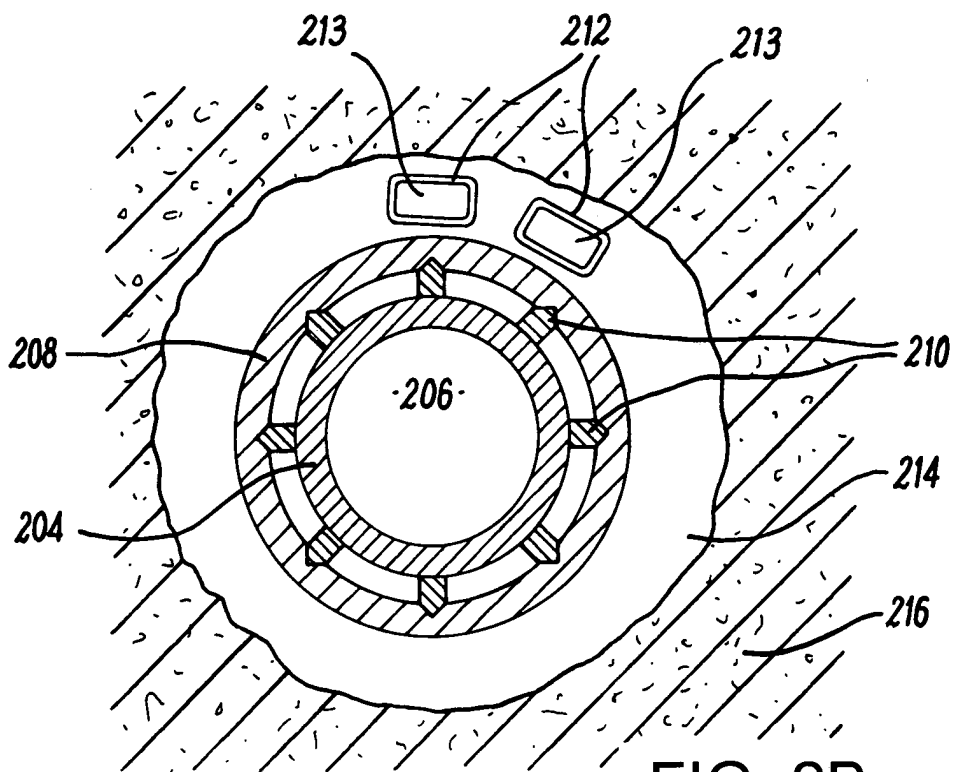


FIG. 2B
(TÉCNICA ANTERIOR)

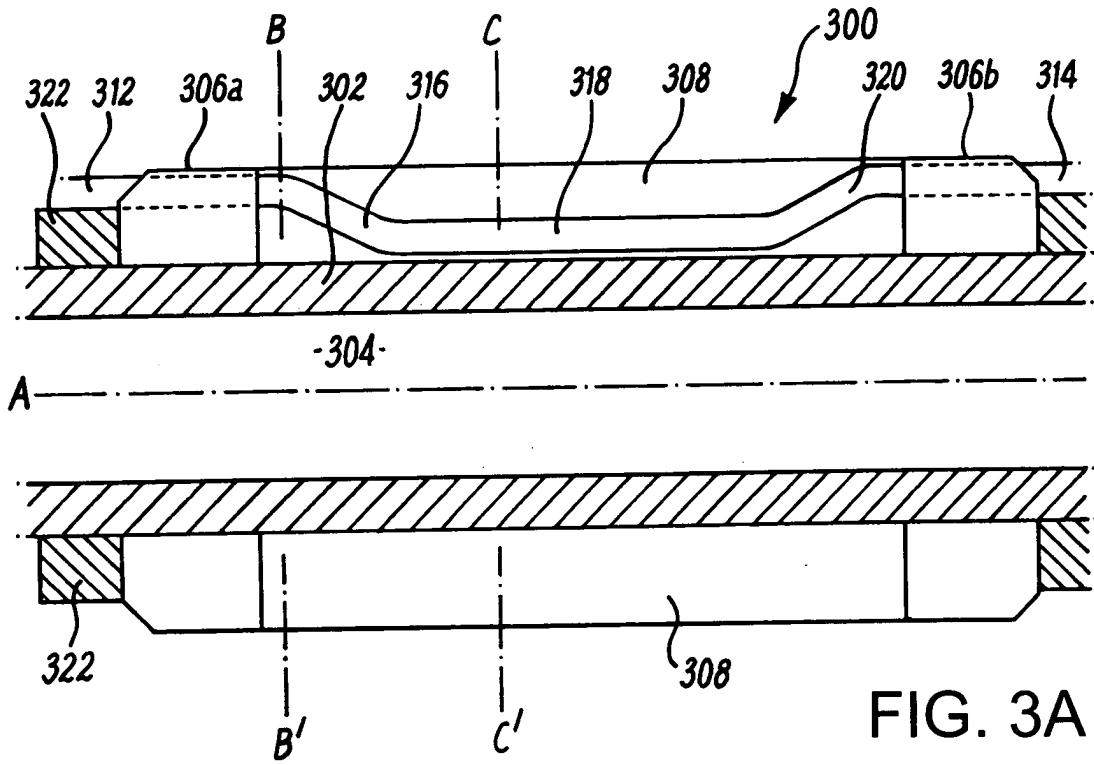


FIG. 3A

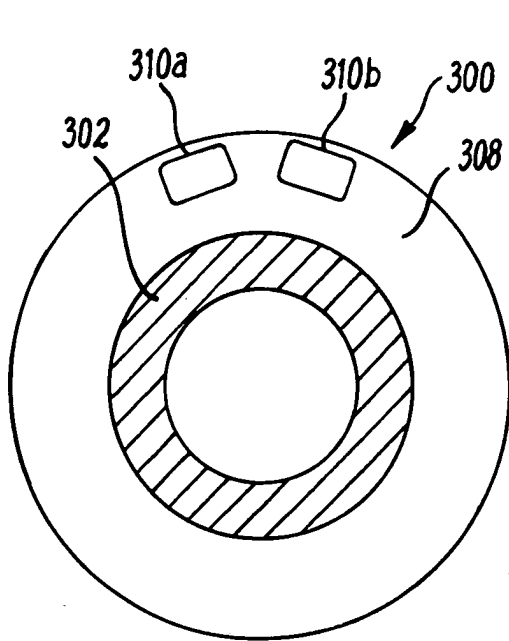


FIG. 3B

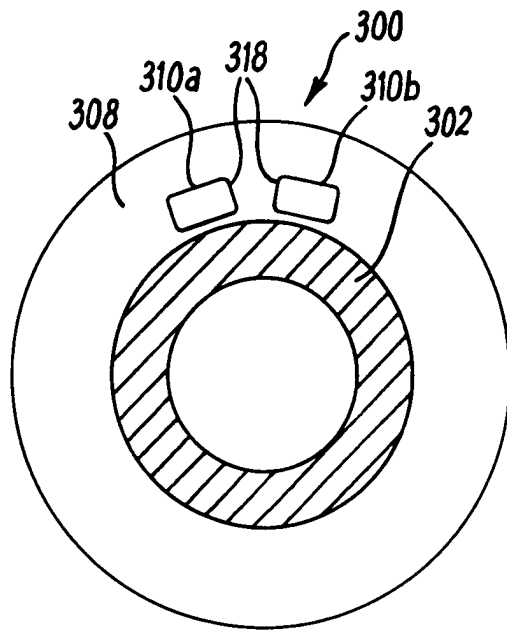


FIG. 3C

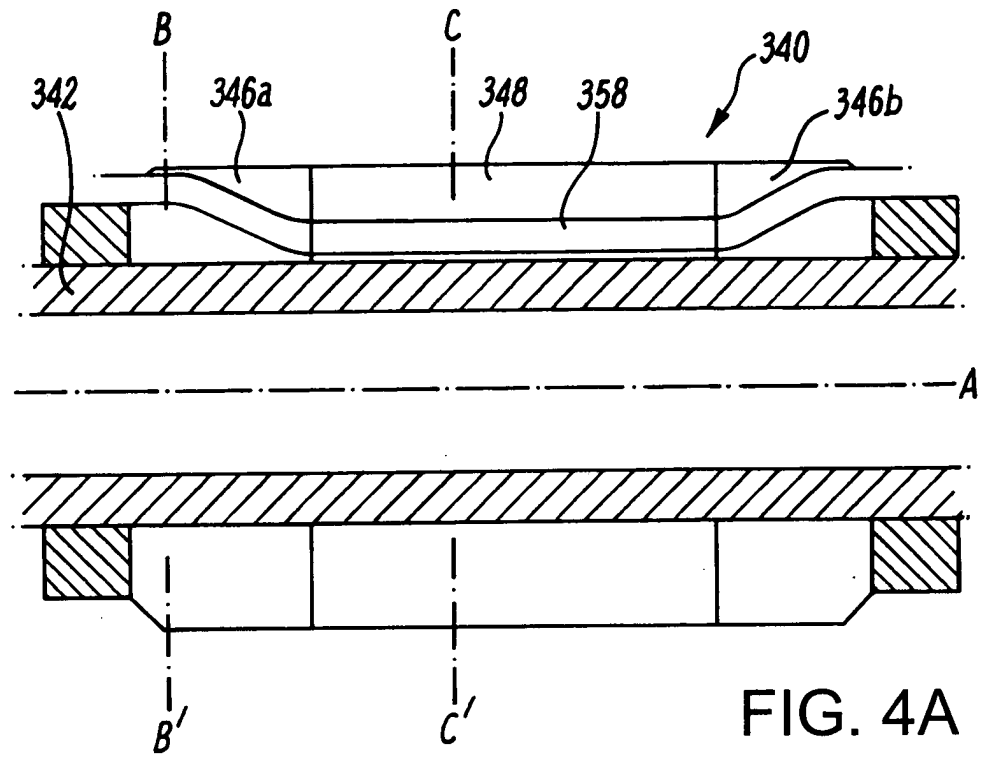


FIG. 4A

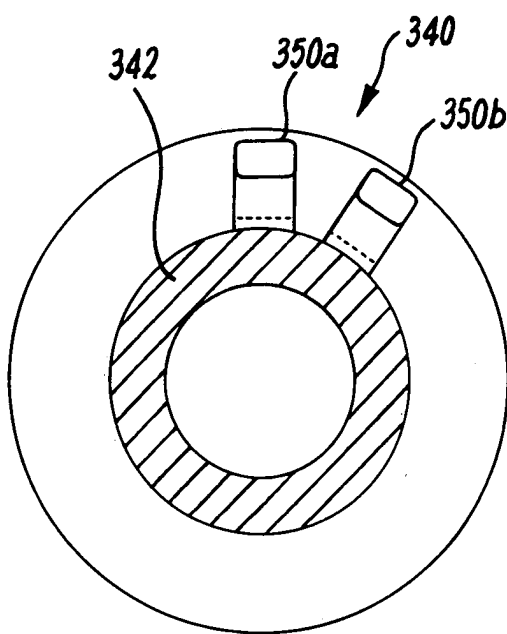


FIG. 4B

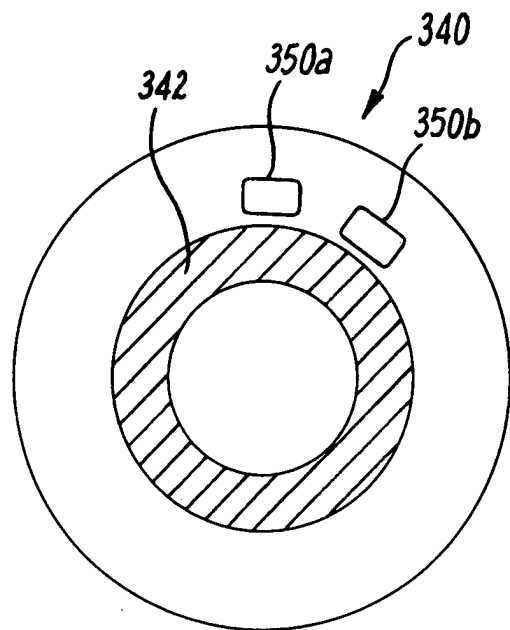


FIG. 4C

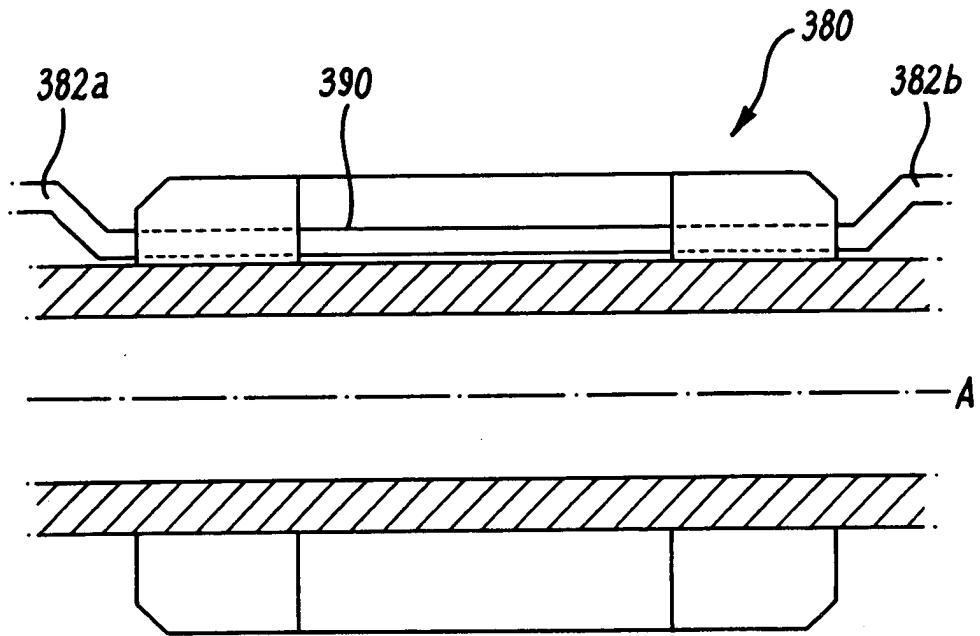


FIG. 5

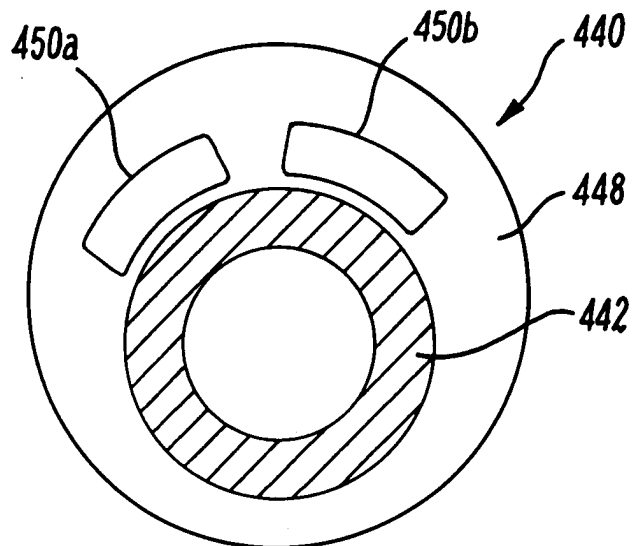
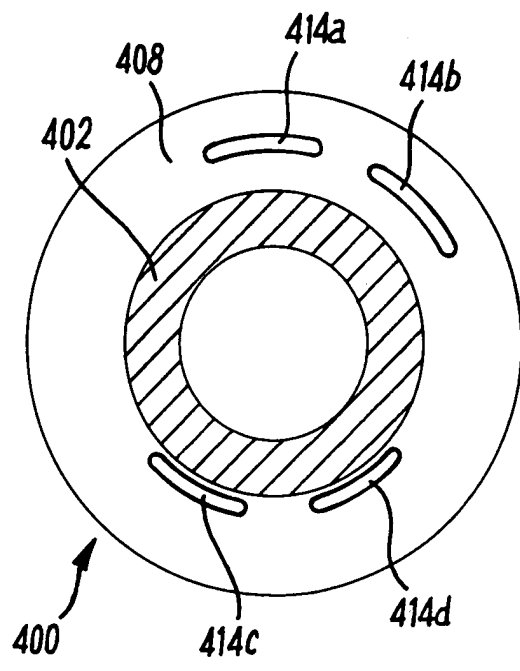
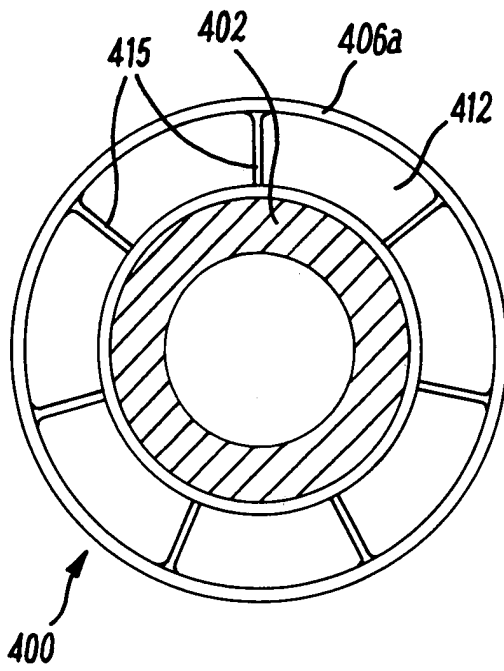
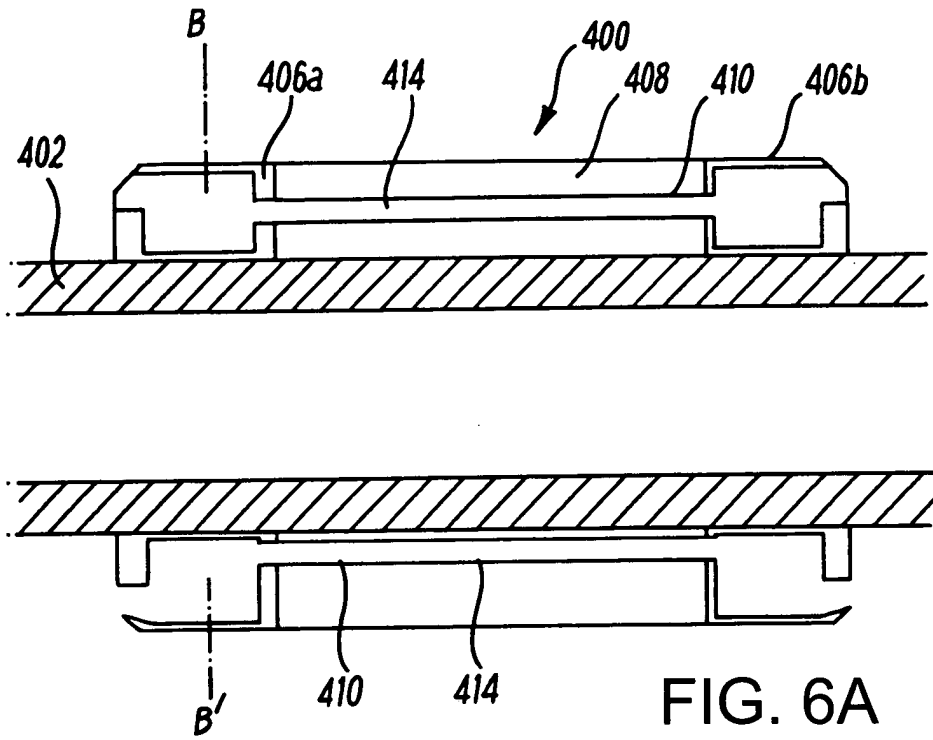


FIG. 7



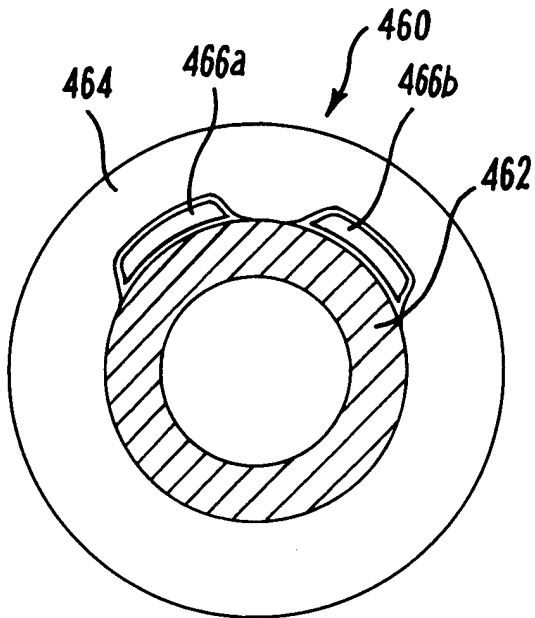


FIG. 8

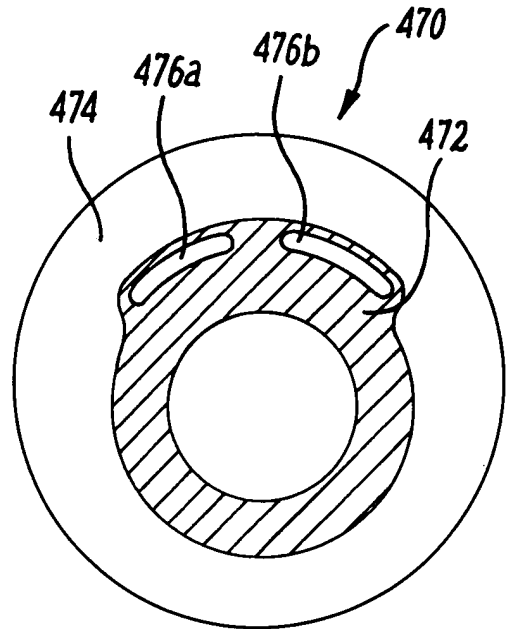


FIG. 9

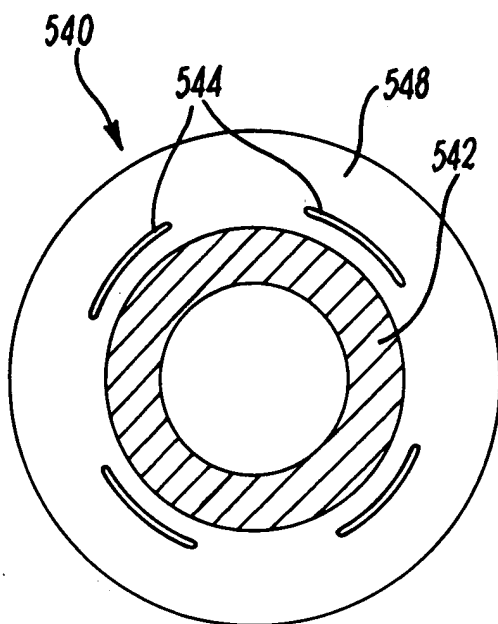


FIG. 12A

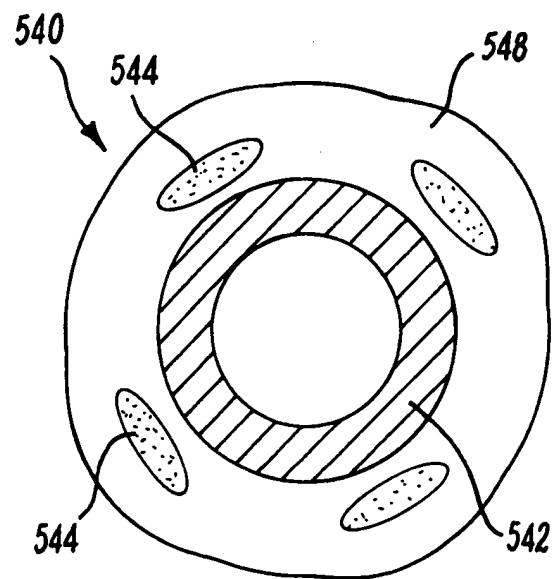


FIG. 12B

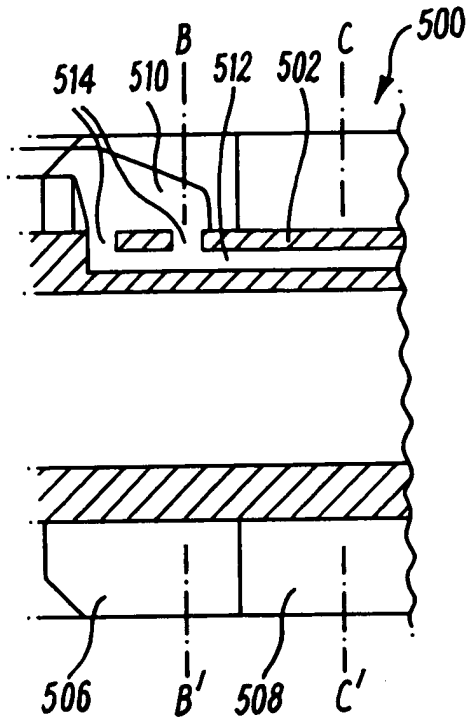


FIG. 10A

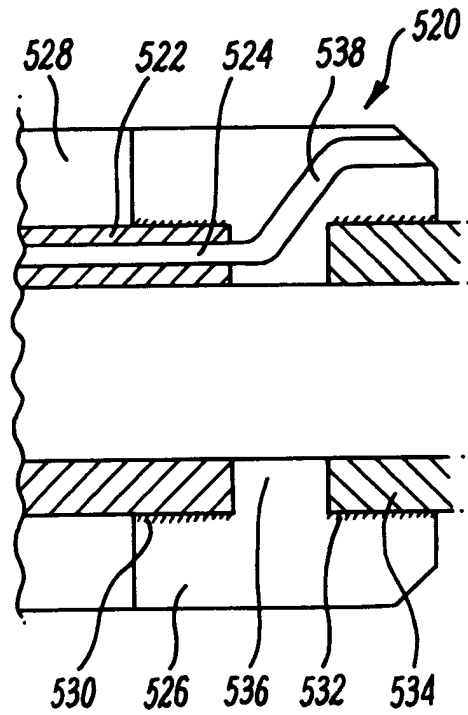


FIG. 11

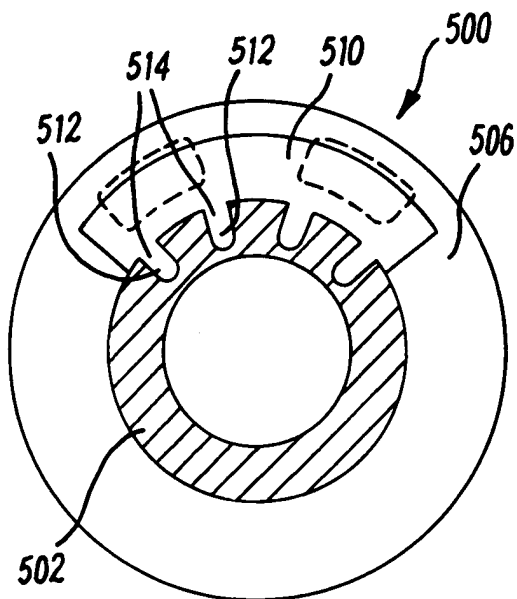


FIG. 10B

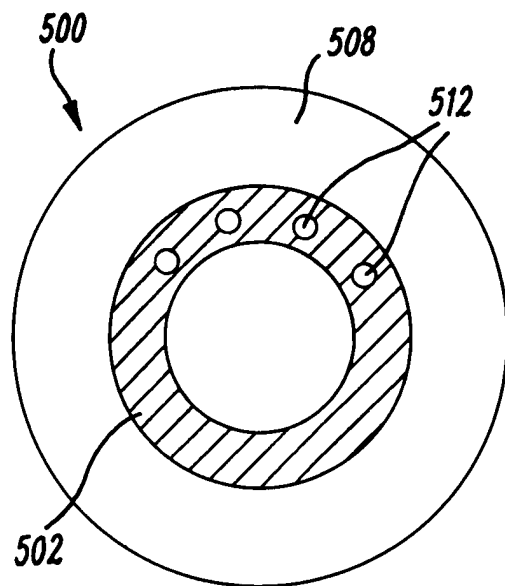


FIG. 10C

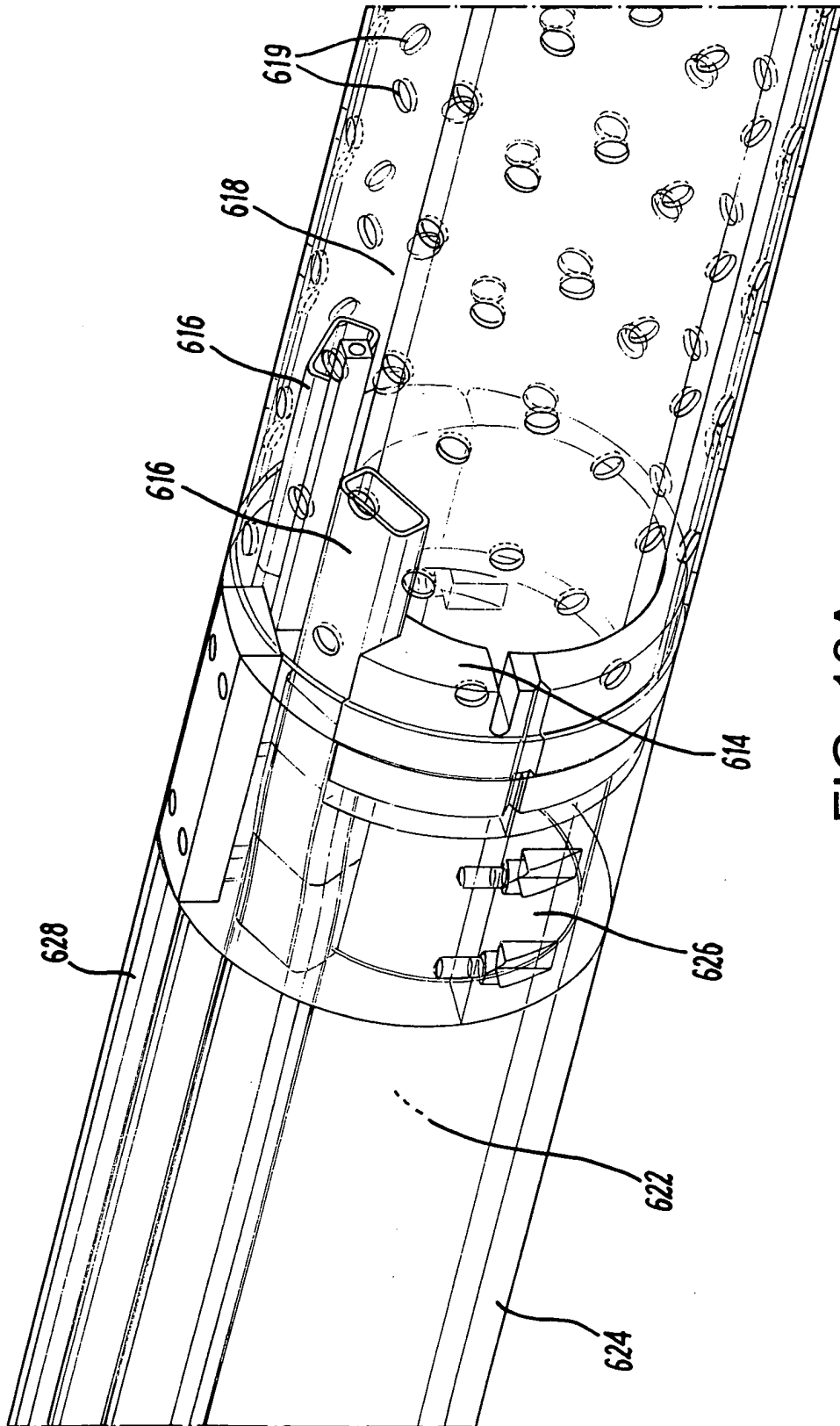


FIG. 13A

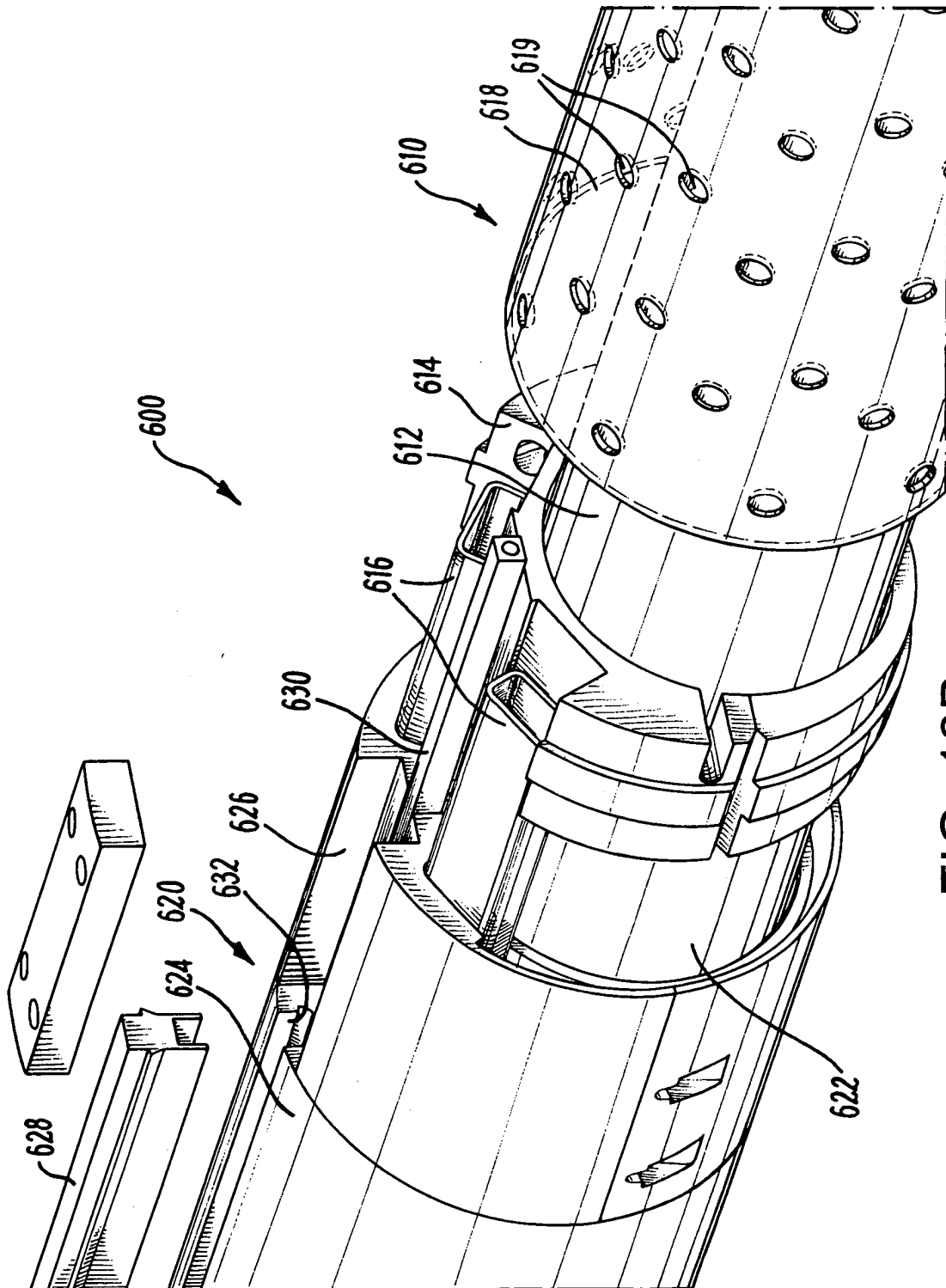


FIG. 13B

RESUMO

Patente de Invenção: **"APARELHO E MÉTODO PARA FURO DE POÇO"**.

A presente invenção refere-se um aparelho para uso em um furo do poço é descrito, o aparelho tendo um corpo tubular e um furo direto que define uma trajetória de fluido primária através do aparelho. Um elemento expensor é disposto ao redor do corpo tubular e é configurado para produzir uma barreira anular em um espaço entre o corpo tubular e uma parede circundante. Um conduto definindo uma trajetória de fluxo secundária através do aparelho é fornecido e é configurado para ficar em comunicação de fluido com pelo menos uma trajetória alternada, tal como um tubo de derivação, em um componente de furo do poço adjacente (por exemplo, um dispositivo de controle de areia). O conduto é disposto para variar a trajetória de fluxo secundária ao longo de uma direção longitudinal do aparelho, por exemplo, para redirecionar a trajetória de fluxo para uma posição radial mais perto do corpo da ferramenta. O conduto é configurado para ter um efeito reduzido na operação do elemento expensor enquanto ainda permitindo que o conduto seja acoplado em trajetórias de fluxo alternadas do aparelho adjacente. A invenção tem aplicação particular em sistemas de tampão flexível dilatável de furo do poço em operações de enchimento com cascalho. Um conjunto, um método de uso e uma instalação de furo do poço são também descritos.