



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0910867-0 B1



(22) Data do Depósito: 19/03/2009

(45) Data de Concessão: 09/04/2019

(54) Título: VÁLVULA DE BARREIRA DE FUNDO DE POÇO

(51) Int.Cl.: E21B 34/06; E21B 34/08; E21B 43/12.

(30) Prioridade Unionista: 25/03/2008 US 12/054,809.

(73) Titular(es): BAKER HUGHES INCORPORATED.

(72) Inventor(es): CLIFFORD H. BEALL; MICHAEL J. MAY; JAMES T. SLOAN; THAD D. ANDREWS; ANDREW HAYNES.

(86) Pedido PCT: PCT US2009037622 de 19/03/2009

(87) Publicação PCT: WO 2009/134544 de 05/11/2009

(85) Data do Início da Fase Nacional: 24/09/2010

(57) Resumo: VÁLVULA DE BARREIRA DE FUNDO DE POÇO Uma válvula de barreira de fundo de poço do tipo de esfera capaz de recursos de vedação bidirecional de uma esfera rodando em seu próprio eixo geométrico para abertura ou fechamento com uma pressão de linha de controle para um conjunto de pistão de haste de atuação. A esfera também é deslocável para uma posição aberta travada. Uma gaiola circunda a esfera e retém sedes opostas a ela. A gaiola é feita a partir de uma peça e orifícios tangenciais são perfurados e têm rosca aberta, antes de a peça ser longitudinalmente dividida com uma técnica de corte de EDM de fio. Prendedores para a junção de novo das metades cortadas apropriadamente as espaçam para a dimensão interna de uma peça original. Ferramentas auxiliares permitem a determinação de um espaçamento de componentes internos, de modo que uma pré-carga de mola desejada nas sedes contra a esfera possa ser obtida. Selos nas luvas que formam as sedes de esfera ajudam a evitar um vazamento devido a uma distorção de esfera em pressões diferenciais altas, quando a válvula estiver fechada.

VÁLVULA DE BARREIRA DE FUNDO DE POÇO**PEDIDOS RELACIONADOS**

Este pedido é uma continuação em parte do Pedido U.S. N° de Série 11/595.596, depositado em 9 de novembro de 2006 e tendo o título Downhole Lubricator Valve.

CAMPO DA INVENÇÃO

O campo da invenção se refere a válvulas de barreira de fundo de poço, tais como, dentre outras aplicações, uma válvula para a formação de um lubrificante fundo de poço que permite que uma coluna seja constituída em um poço vivo pelo isolamento de uma porção inferior dele e, mais particularmente, a recursos referentes a essas válvulas com relação ao travamento delas, à montagem delas e a técnicas de fabricação de componente.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

As válvulas de lubrificante são válvulas usadas fundo de poço para se permitir que conjuntos longos sejam colocados em conjunto no poço acima da válvula de lubrificante fechada com uma pressão de poço adicionalmente abaixo da válvula de lubrificante fechada. Estas válvulas freqüentemente são usadas em tandem com válvulas de segurança de subsuperfície para se ter uma redundância de fechamentos contra pressões de fundo de poço. As válvulas também são usadas fundo de poço para outras finalidades de isolamento.

Os conjuntos de lubrificante são usados na superfície de um poço e compreendem um compartimento acima da cabeça de poço através da qual um conjunto de fundo de poço é colocado em conjunto com a válvula de fundo fechando uma pressão de poço. Estes lubrificantes de superfície têm

comprimentos limitados determinados pela escala do equipamento de sonda disponível. Os lubrificantes de fundo de poço simplesmente contornam limitações de comprimento de lubrificantes de superfície pelo uso de uma válvula de lubrificante fundo de poço para se permitir tanto quanto milhares de metros de comprimento no furo de poço para a montagem de um conjunto de fundo de poço.

No passado, válvulas de esfera têm sido usadas como válvulas de lubrificante. Elas geralmente são caracterizadas como um par de linhas de controle em lados opostos de um pistão cujo movimento para trás e para frente é alinhado com uma esfera para rotação dela 90 entre uma posição aberta e uma fechada. Pinças poderiam ser usadas para se manter a esfera em ambas as posições e se liberariam em resposta a uma pressão de controle em uma das linhas de controle. Um exemplo de um projeto como esse pode ser visto nas Patentes U.S. N° 4.368.871; 4.197.879 e 4.130.166. Nestas patentes, a esfera gira em seu próprio eixo geométrico sobre munhões. Outros projetos transladam a esfera enquanto a rodam 90 graus entre a posição aberta e a posição fechada. Um exemplo disto é o Conjunto de Corrente de Assentamento Melhorado 15K oferecido pelo Expro Group que inclui uma válvula de lubrificante como essa. Outros projetos combinam rotação e translação da esfera com uma luva de travamento em separado que é hidraulicamente acionada para travamento da luva girando e deslocamento da luva em uma posição fechada de esfera, conforme mostrado na Patente U.S. N° 4.522.370. Algumas válvulas são de um estilo de tubulação recuperável, tal como a válvula de lubrificante PES® LV4 da Halliburton. Luvas abertas de

trava que passam através de uma esfera foram propostas na Patente U.S. N° 4.449.587. Outros projetos, tal como o da Patente U.S. N° 6.109.352 usado em árvores submarinas, têm um acionamento de cremalheira e pinhão para uma esfera e usam um veículo operado remotamente (ROV) para acionamento da válvula entre as posições aberta e fechada reivindicando que qualquer extremidade posicionada é uma posição travada, mas segue declarando que o mesmo ROV simplesmente reverte a direção e a válvula pode reverter a direção.

O que está faltando e é considerado pela presente invenção é uma solução mais elegante para uma válvula de lubrificante do tipo de esfera de fundo de poço. Um dos recursos é a capacidade de transladar a esfera para fins de travamento aberto de uma esfera que normalmente roda entre aberta e fechada em seu próprio eixo geométrico. Um outro recurso é um método de fabricação de partes que devem ser longitudinalmente divididas, de modo que elas retenham a dimensão de furo original, apesar da remoção de parede ocasionada pela divisão longitudinalmente da parte. Ainda um outro recurso é a capacidade de montagem dos componentes para uma dada dimensão geral, de modo a se regular de forma acurada uma pré-carga em sedes orientadas que se encaixam na esfera.

Em uma modalidade, o pistão anular que atua a válvula é substituído por pelo menos uma haste de pistão e o espaço tornado disponível com esta mudança permite a adição de um selo para se evitar um vazamento sob condições de pressão diferencial alta a partir da direção de poço acima para fundo de poço.

Estes e outros recursos da presente invenção serão

mais prontamente evidentes para aqueles versados na técnica a partir de uma revisão da modalidade preferida e dos desenhos associados que são descritos abaixo, enquanto se reconhece que o escopo pleno da invenção é determinado pelas reivindicações.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

Uma válvula de barreira de fundo de poço do tipo de esfera capaz de vedar de forma bidimensional caracteriza uma esfera rodando em seu próprio eixo geométrico para abertura ou fechamento com uma pressão de linha de controle para um conjunto de pistão de haste de atuação. A esfera também é deslocável para uma posição aberta travada. Uma gaiola circunda a esfera e retém sedes opostas a ela. A gaiola é feita a partir de uma peça e orifícios tangenciais são perfurados e têm roscas abertas antes de a peça ser dividida longitudinalmente com uma técnica de EDM de fio. Os prendedores para a junção de novo das metades cortadas apropriadamente os espaçam para a dimensão interna em uma peça original. As ferramentas auxiliares permitem a determinação do espaçamento de componentes internos, de modo que uma pré-carga de mola desejada nas sedes contra a esfera possa ser obtida. Os selos nas luvas que forma as sedes de esfera ajudam a evitar um vazamento devido a uma distorção de esfera em pressões diferenciais altas, quando a válvula for fechada.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A FIG. 1 é uma vista em corte da válvula de lubrificante inteira;

a FIG. 2 é uma vista aumentada da extremidade de topo da válvula da FIG. 1;

a FIG. 3 é uma vista aumentada da metade da válvula a partir da FIG. 1 mostrando a esfera aberta;

a FIG. 4 é uma vista alternativa para a FIG. 3 mostrando a esfera fechada;

5 a FIG. 5 é uma vista aumentada da extremidade inferior da válvula da FIG. 1;

a FIG. 6 é uma vista em perspectiva das vistas em corte mostradas nas FIG. 4 e 5;

10 a FIG. 7 mostra a extremidade de topo da válvula na FIG. 1 durante a montagem para se obter um espaçamento apropriado de componentes internos;

a FIG. 8 mostra a extremidade inferior da válvula na FIG. 1 durante a montagem para a obtenção do espaçamento apropriado de componentes internos;

15 a FIG. 9 é uma vista em perspectiva da gaiola que circunda a esfera e é dividida longitudinalmente;

a FIG. 10 é uma vista em corte da modalidade mostrando o uso de pistões de haste e um selo inferior adicional para se lidar com questões de distorção de esfera sob pressões
20 diferenciais altas;

a FIG. 11 é uma vista aumentada de um selo superior em torno de uma luva que suporta a sede de esfera superior;

a FIG. 12 é um diagrama de força do projeto da FIG. 1 mostrando uma condição de uma força diferencial em uma
25 direção poço acima;

a FIG. 13 é a vista da FIG. 12 com uma força diferencial em uma direção fundo de poço e um vazamento de uma distorção de esfera sob pressões diferenciais altas;

30 a FIG. 14 mostra um diferencial na direção poço acima se usando um selo na luva acima da esfera;

a FIG. 15 é a vista da FIG. 14 com um diferencial em uma direção fundo de poço mostrando como um vazamento é reduzido ou eliminado sob diferenciais altos em uma direção fundo de poço e mostrando um selo adicional no diâmetro externo da luva inferior para ajudar com a vedação.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA MODALIDADE PREFERIDA

A FIG. 1 ilustra o layout dos componentes principais para se mostrar sua posição em relação a cada outro com a esfera 10 no centro e na posição fechada. A luva 12 está acima da esfera 10 e a luva 14 está abaixo da esfera 10. Estas luvas respectivamente formam sedes 16 e 18 que são mantidas contra a esfera 10 por uma gaiola 20. A gaiola 20 é mostrada em perspectiva na FIG. 9. Uma corrediça 22 se estende através da gaiola 20 e se alinha com a esfera 10 para rodá-la entre a posição aberta e a fechada em munhões 24. Um pistão 26 é responsável pelo controle da pressão de linha para alternância da corrediça 22 para operação da esfera 10. Um conjunto de abertura de trava 28 é disposto próximo do topo da ferramenta, enquanto o mecanismo de ajuste de pré-carga 30 está localizado próximo da extremidade oposta. Usando esta localização básica dos componentes principais da válvula, as outras FIG. agora serão usadas para se destacarem detalhes adicionais e explicar a operação básica.

A FIG. 6 pode ser usada para se apreciar como a esfera 10 é rodada 90 graus entre a posição fechada mostrada na FIG. 6 e a posição aberta mostrada em corte na FIG. 3. O pistão 26 opera como muitos pistões conhecidos na técnica e usados em válvulas fundo de poço. Um par de linhas de controle (não mostradas) é passado a partir da superfície

até as áreas de face de pistão opostas no pistão 26 para se
forçá-lo a mover em direções opostas. O pistão 26 é preso à
corrediça 22 para um movimento em tandem. A corrediça 22
tem um anel superior 32 e um anel inferior 34 conectados
5 pelos braços 36, um dos quais sendo visíveis na FIG. 6.
Olhando para a FIG. 9, pode ser visto que a gaiola tem
fendas longitudinais 38 e 40 que aceitam os braços 36 da
corrediça 22. Com referência às FIG. 1 e 6, pode ser visto
que a corrediça 22 está no fim de seu curso poço acima, já
10 que contatou o mandril 42. A esfera 10 tem fendas
exteriores inclinadas opostas 44, uma das quais sendo vista
parcialmente na FIG. 6. As fendas 44 são paralelas a cada
outra em partes planas opostas 46 mais bem vistas na FIG.
1. As partes planas 46 na esfera 10 se confinam com braços
15 48 e 50 da gaiola 20, conforme mais bem visto nas FIG. 6 e
9. Os orifícios 52 e 54 aceitam os munhões 24 que se
estendem para a esfera 10 para se permitir que ela rode em
seu próprio eixo geométrico. A gaiola 20 não se move, mas
quando a corrediça 22 é movida pelo pistão 26, o resultado
20 é a rotação da esfera 10 em seu próprio eixo geométrico.
Isto acontece porque os braços 36 têm pinos voltados para
dentro (não mostrados) que se alinham com as fendas 44 na
esfera 10 fora de centro dos munhões 24 para a indução da
rotação da esfera 10.

25 Para se ver melhor este movimento, as FIG. 3 e 4
precisam ser comparadas. A FIG. 4 mostra a esfera 10 em uma
posição fechada e o anel superior 32 próximo do mandril 42,
mas não em contato. Isto é porque, opcionalmente, um anel
de encaixe com pressão 56 se alinha com a fenda 58 na luva
30 12 para manter a esfera 10 em uma posição fechada, até

pressão suficiente ser exercida sobre o pistão 26 para se fazer saltar o anel de encaixe com pressão 56 para fora da ranhura 58, até ele se alinhar com a ranhura 60 para a definição da posição aberta da FIG. 3. De novo, na FIG. 4, durante uma abertura normal e um fechamento da esfera 10, a única parte móvel, exceto pela esfera 10 mostrada naquela FIG., é a corrediça 22 com o anel 56. A FIG. 3 mostra a posição plenamente aberta da esfera 10 com o anel 56 se alinhando com a ranhura 60. A corrediça 22 pode contatar, opcionalmente, a gaiola 20 neste momento. A FIG. 3 também mostra que as luvas 12 e 14 respectivamente formam os flanges 64 e 66 e como a gaiola 20 retém aqueles flanges em conjunto contra a esfera 10. Os selos 16 e 18 respectivamente são dispostos nos flanges 64 e 66 para um contato de vedação circunferencial com a esfera 10, conforme ela rodar entre as posições aberta e fechada das FIG. 3 e 4.

Olhando, agora, para a FIG. 5, a extremidade inferior da luva 14 pode ser vista, bem como uma outra conexão de linha de controle 68 que é usada para se forçar o pistão 26 em uma direção oposta a partir da pressão aplicada à conexão 65 mostrada na FIG. 3. Um sub de fundo 70 tem um rebordo 72 no qual uma mola 74 é suportada. A mola 74 empurra o anel 76 que é afixado à luva 14 com uma rosca 78. Um parafuso 80 trava a posição do anel 76 após aquela posição ser inicialmente determinada em um procedimento que será explicado abaixo. Em essência, a mola 74 é uma mola pré-carregada em um conjunto que começa com o anel 76 e se estende até a extremidade superior da válvula mostrada na FIG. 2.

Com referência à FIG. 2, uma mola 114 é usada para se empurrar o anel 86 e através das outras partes descritas antes para baixo sobre a luva 12, para se garantir um encaixe da sede 16 com respeito à esfera, quando uma
5 pressão acima da esfera 10 for aplicada. Conforme aqueles versados na técnica apreciarão, a montagem de partes a partir do rebordo 84 na extremidade superior até o rebordo 118 na extremidade inferior tem, cada uma, sua própria tolerância, e o ajuste disponível para a posição do anel 76
10 na rosca 78 é razoavelmente mínimo. Como resultado, a dimensão total das partes entre os rebordos 84 e 118 pode ser determinada e a posição do anel 76 necessária para se proporcionar a pré-carga correta para as partes montadas também determinada antes da montagem final do sub de topo
15 82 e do sub de fundo 70. As FIG. 7 e 8 mostram esta técnica.

Ao invés da montagem do sub de topo 82 e da mola 114 no mandril 42, um medidor superior 122 é montado no mandril 42. Quando plenamente roscado, um rebordo 124 bate no anel
20 86 aproximadamente no ponto exato em que o rebordo 84 do sub de topo 82 normalmente se encaixaria. Ao mesmo tempo, na extremidade inferior na FIG. 8, ao invés da colocação no sub de fundo 70, da mola 74 ou de um parafuso 80, um medidor inferior 124 é roscado no mandril 42. O medidor
25 inferior 124 tem um par de braços 126 e 128 que respectivamente têm rebordos 130 e 132 que se enrolam exatamente onde o rebordo 118 estaria quando o sub de fundo 70 fosse enroscado. Devido aos espaços abertos entre os braços 126 e 128, há um acesso para ajuste do anel 76 e
30 pode ser movido para cima ou para baixo na rosca 78, desde

que o parafuso 80 não esteja montado. O anel 76 é virado para o fundo nos rebordos 130 e 132 e, então, a rotação é revertida para se permitir a instalação de um parafuso 80 no recesso 136 (veja a FIG. 5), de modo que o anel 76 tenha sua posição fixada tão próximo quanto possível do rebordo 118, quando o sub de fundo 70 estiver montado com a mola 74. De modo similar, o medidor superior 122 (FIG. 7) é primeiramente removido e substituído pelo sub de topo 82 e pela mola 114 (FIG. 2). Quando o sub de fundo 70 e a mola 74 ficam enroscados, a mola 74 terá a pré-carga necessária, uma vez que, apesar da acumulação de tolerâncias de todas as partes montadas, a superfície real do anel 76 é determinada conforme relacionada à mola 74 para a pré-carga desejada.

Com referência, agora, à FIG. 9, a gaiola 20 é ilustrada como plenamente montada. Uma vez que precisa acomodar a esfera 10 e os flanges 64 e 66 (FIG. 3), ela precisa ser feita em duas peças. A técnica para a feitura desta peça ou, quanto a isso, de outras peças que precisam ser feitas em duas peças para serem montadas por ainda outras peças, é para se fazer um corte longitudinal 140. Antes de fazer isso, toda a usinagem mostrada na FIG. 9 é feita incluindo-se orifícios 142 e 144 em um lado e orifícios similares no outro lado (não visível) que passam através de onde o corte longitudinal 140 será feito. De novo, antes de o corte ser feito, os orifícios 142 e 144 têm as roscas abertas. Após isso, o corte 140 é feito por uma técnica de EDM com fio. Esta técnica conhecida remove uma parte da parede onde o corte é feito. Assim, após as metades de corte serem empurradas em conjunto, seu diâmetro

interno 146 será menor do que era antes do corte. Contudo, o passo da rosca aberta e da rosca de combinação nos estojos 148 e 150, quando aparafusados para cobrirem o corte 140, devido ao passo de rosca separar as metades no corte 140 apenas o bastante para compensação pela quantidade de parede removida durante o corte, de modo que, quando plenamente montado, o diâmetro em uma peça original 146 que havia antes do corte esteja presente de novo. Embora a EDM de fio remova apenas uns poucos milésimos de centímetros da parede para a feitura do corte longitudinal, o resultado ainda é uma mudança na dimensão interna de furo. Esta técnica de perfuração e abertura de rosca antes de um corte longitudinal com EDM de fio permite que a dimensão de furo original seja obtida de novo enquanto se mantêm as metades de corte em conjunto.

Com referência à FIG. 2, o recurso de trava aberta será descrito. A luva 12 é finalmente retida de forma seletiva pelo sub de topo 82. O rebordo 84 contém um anel de catraca fixo 86 para se evitar um movimento para cima do anel de catraca 86. O anel 86 tem um rebaixo 88 definindo um afunilamento 90. O anel 92 se assenta inicialmente no rebaixo 88. Ele tem dentes da catraca 94 que, na posição da FIG. 2, são deslocados dos dentes de catraca 96 no anel 86. O anel 92 se apóia no anel retentor 98 o qual, por sua vez, captura o anel partido 100 na ranhura 102 da luva 12. Devido à força da mola 114, a luva 12 é mantida para baixo contra a esfera 10 e contra a força poço acima sobre a luva 14 a partir da mola 74 (veja a FIG. 5). O colar de travamento 104 tem uma ou mais ranhuras internas 106 para encaixe com uma ferramenta (não mostrada) que, finalmente,

empurrará o colar 104 poço acima. Um parafuso de cisalhamento 108 inicialmente prende o colar 104 à luva 12. A luva 12 tem uma ranhura 110 que eventualmente se alinha com pinos tangenciais 112 se estendendo a partir do colar 104. O colar 104 inicialmente retém o anel 92 no rebaixo 88. Em operação, o colar 104 é empurrado para cima com uma ferramenta (não mostrada) para se romper o parafuso de cisalhamento 108. Conforme o colar então se move para cima, os pinos tangenciais 112 sobem na ranhura 110 até baterem no topo dela, em cujo momento o colar 104 se move em tandem com a luva 12. Enquanto isso, o colar 104 se move poço acima a partir do anel 92, permitindo que ele colapse para dentro para se livrar o afunilamento 90. Quando os pinos 112 se alinham com o topo da ranhura 110 e a luva 12 está se movendo com o colar 104, o anel 100 na ranhura 102 da luva 12 leva com ele o anel 98, o qual, por sua vez, agora, pode empurrar o anel 92 além do afunilamento 90, de modo que os dentes de catraca 94 se movam em encaixe com os dentes de catraca 96 no anel de catraca 86. O movimento poço acima descrito acima continua até a luva 12 atingir um batente de curso. Isto acontece de duas formas, dependendo da posição da esfera 10, quando a luva 12 estiver sendo puxada para cima. Se a esfera 10 estiver aberta, conforme mostrado na FIG. 3, o flange 64 puxará a gaiola 20 para cima, bem como a corrediça 22, a qual estava alinhada com a luva 12 na ranhura 60. A esfera 10 vem para cima com a gaiola 20, porque elas são conectadas em munhões 24. A esfera 10 não roda porque não há um movimento relativo entre a corrediça 22 e a gaiola 20. Um movimento da luva 12 pára quando o anel 32 atinge o mandril 42, e essa posição é

mantida travada pelo encaixe de dentes de catraca dos dentes 94 e 96. Por outro lado, se a esfera 10 estiver na posição fechada da FIG. 4, a luva 12 levará a gaiola 20 para cima e a moverá em relação à corrediça 22. Isto acontece porque, no começo do movimento da luva 12, o anel superior 32 da corrediça 22 já está próximo do mandril 42 e de forma razoavelmente rápida o atinge, conforme a luva 12 vier para cima. Um movimento adicional poço acima da luva 12 puxa a gaiola 20 em relação à corrediça 22, o que faz com que os pinos na corrediça 22 rodem a esfera 10 para abri-la, conforme eles se alinharem com as fendas 44 na esfera 10. Quando a gaiola 20 chega contra o anel já parado 32 da corrediça 22, o movimento poço acima pára, e a posição é de novo travada pelo encaixe dos anéis 94 e 96.

Aqueles versados na técnica reconhecerão que a válvula de lubrificante do tipo de esfera pode ser operada normalmente com uma pressão de linha de controle que move o pistão 26 em direções opostas para rotação da esfera 10 em seu próprio eixo geométrico por 90 graus para as posições aberta e fechada. Um recurso de indexação opcional mantém as posições aberta e fechada, quando elas forem obtidas. A válvula pode ser travada aberta a partir da posição aberta ou da posição fechada pela liberação da luva superior 12 para movimento e elevação dela até que se trave com catraca com a esfera 10 na posição aberta, enquanto se mantém o furo pleno através da válvula. Embora uma trava de catraca seja ilustrada, outros dispositivos de travamento, tais como janelas vazadas com cão, pinças ou outros dispositivos equivalentes também são contemplados. Deve ser notado que uma translação da esfera 10 é empregada apenas quando se

tentar travá-la aberta. Deve ser notado que as partes podem ser reconfiguradas para alternativamente permitirem que a esfera 10 seja travada fechada como uma alternativa.

Ainda um outro recurso da válvula de barreira é o pré-carregamento dos componentes internos e a capacidade de medição da dimensão dos componentes internos antes da montagem dos subs de topo e de fundo com a mola ou as molas que provêem a pré-carga, de modo que a quantidade apropriada de pré-carga possa ser aplicada. Ainda um outro recurso é uma forma de feitura de partes divididas longitudinalmente, de modo que elas retenham sua dimensão interna original, apesar da remoção de uma parte da parede para uma operação de corte usando a técnica de perfuração e abertura de rosca, antes do corte longitudinal por EDM de fio e, então, obtendo-se de novo quase o espaçamento original nas metades unidas, baseando-se no passo da rosca aberta e do prendedor inserido no furo e cobrindo o corte longitudinal. Nesta ferramenta em particular, a gaiola 20 e a corrediça 22 podem ser feitas com esta técnica. A técnica tem muitas outras aplicações para a divisão longitudinal de partes com furos internos que devem ser mantidos, apesar de uma remoção de parede de um processo de corte como EDM de fio.

As FIG. 12 e 13 ilustram o que acontece sob condições de carregamento diferencial alto nas direções poço acima e fundo de poço no projeto discutido acima e ilustrado nas FIG. 1 e 4. Na FIG. 12, a esfera 10 está na posição fechada e mantendo uma pressão a partir de baixo. O selo de esfera superior 16 está na luva 12, e há um selo externo 200 para isolamento do espaço anular 202, o qual não é selado a

partir da passagem interna 204 da esfera 10, porque os pivôs 24 não são selados. Uma pressão de fundo de poço pode chegar à esfera 10 através do espaço anular 204, bem como do tubo 14, uma vez que não há um selo externo no tubo 14 para isolamento do espaço anular 202. O selo inferior 18 que está abaixo da esfera 10 é principalmente um selo de pó, já que o selo 16 é um selo que é pretendido para manter um diferencial de pressão em qualquer direção. Quando o diferencial de pressão é em uma direção poço acima, conforme ilustrado na FIG. 12, a pressão atinge o espaço anular 202, porque não há um selo externo no tubo 12. O diferencial de pressão dirigido poço acima é parado no selo 200 e no selo 16. A pressão fundo de poço entra na passagem 204 na esfera para carregar uniformemente a esfera 10 a partir do seu interior, conforme ilustrado pelas setas 208. Este carregamento uniforme a partir do interior da esfera 10 ajuda a esfera 10 a manter seu formato e um contato continua ao longo de toda a sede 16 para um selo contra uma pressão diferencial poço acima contra altos diferenciais de mais de 68,948 MPa.

Em uma situação de pressão diferencial alta orientada fundo de poço, conforme mostrado na FIG. 13, alguma coisa diferente acontece. Aqui, o selo 200 isola essa pressão de poço acima de chegar ao espaço anular 202, de modo que o carregamento diferencial inteiro sobre a esfera 10 seja a partir de dentro da passagem 210, desde que o selo 16 esteja suportando. Contudo, neste momento, a pressão dentro da esfera 10 em 204 é substancialmente menor, de modo que a pressão na passagem 210 representada pelas setas 212 pode distorcer a esfera 10 para um formato oblongo, conforme

ilustrado esquematicamente pela linha tracejada 214. Quando isso acontece, o selo entre a esfera 10 e sua sede 16 não mais se mantém, e a pressão ultrapassa a esfera 10 para o espaço anular 202 e além da sede 18 que tem por significado apenas servir como um selo de pó, bem como para baixo para o exterior da luva 14, porque, nesta modalidade, ela não tem um selo externo. Embora a montagem na FIG. 13 tenha sido mostrada como sendo perfeitamente útil em diferenciais de pressão mais baixos, testes indicaram o potencial para vazamento da maneira descrita acima em diferenciais na direção fundo de poço além de 68,948 MPa.

Na FIG. 14, um selo adicional 216 foi adicionado. Ele bloqueia a pressão a partir de fundo de poço de ficar em torno do tubo 14 e chegar ao espaço anular 202. O selo 200 ainda está ali no exterior do tubo 12. As setas 218 refletem o carregamento inicial sobre a esfera 10 que, até uma pressão diferencial predeterminada existir pode manter a pressão na passagem 206 no selo 18. Após o diferencial ficar mais alto, a pressão chegará pelo selo 18 ao distorcer a esfera 10 ou deslocar a luva 14 para longe da esfera 10. Nesse momento, a pressão fundo de poço chegará ao espaço anular 202, bem como no interior da esfera 10 em 204. Este efeito é demonstrado esquematicamente pelas setas 220. Neste ponto, o selo 16 mantém o diferencial de pressão orientado poço acima alto da maneira descrita antes para a FIG. 12. Novamente, mesmo se uma distorção temporária da esfera 10 ocorrer para se deixar uma pressão no espaço anular 202, a deformação é elástica, ao invés de plástica, e a tarefa final de vedação contra pressões diferenciais orientadas poço acima recai no selo 16. Uma vez que o

espaço interno 204 da esfera 10 seja equalizado com a pressão a partir de fundo de poço, independentemente do mecanismo pelo qual isso ocorre, a esfera 10 é uniformemente carregada contra a sede 16 e, como resultado, mesmo com altas pressões diferenciais poço acima, não há um vazamento poço acima diante do selo 16.

A FIG. 15 é agora contrastada com a mesma situação conforme mostrado na FIG. 13. Apenas, desta vez, há um selo 216 no exterior do tubo 14 e o selo 200 ainda está ali acima da esfera 10 e no exterior da luva 12, embora não seja mostrado na FIG. 15. Um acúmulo de pressão diferencial orientada fundo de poço é mostrado pelas setas 220. Esta força de pressão diferencial em um nível predeterminado passa diante do selo 16 temporariamente e para o espaço anular 202 e para a esfera 10 no espaço 204. Agora, o espaço anular é selado com o selo 216, de modo que uma pressão no espaço 204 representada pelas setas 222 se equalize com a pressão na esfera 10 representada pelas setas 220, de modo que a esfera 10 seja uniformemente carregada na sede 18 e a sede 18 evite que a pressão diferencial orientada fundo de poço chegue à passagem 206. Em essência, a performance do conjunto sob uma pressão diferencial a partir de fundo de poço na FIG. 14 é a mesma de quando o diferencial está na direção oposta, conforme mostrado na FIG. 15. A única diferença é qual selo mantém o diferencial. Em ambos os casos, a esfera 10 se deforma elasticamente para a equalização de uma pressão de esfera através do espaço anular 202, e a esfera retorna diretamente para seu formato esférico, uma vez que uma equalização de pressão ocorre. Isto é para ser contrastado

com a situação de diferencial de pressão orientado fundo de poço da FIG. 13, onde um vazamento continuava, uma vez que uma equalização não ocorria e a esfera 10 se distorcia sob o diferencial, conforme indicado pelas linhas 214 e o vazamento continuava, desde que a pressão diferencial sobre a esfera 10 existisse.

Em um outro aspecto da presente invenção, foi notado que em cenários muito profundos do conjunto de válvula mostrado nas FIG. 1 a 9, o pistão anular 26 foi submetido a essas forças diferenciais altas que seu formato se distorceu na passagem anular que o circundava, e em resultado ocorreram localizações de desgaste na parede circundante que anulavam os selos que circundavam o pistão anular 26 ou, em casos extremos, poderia distorcer o formato do pistão até uma extensão suficiente para fazer com que eles agarrassem em seu furo e se tornassem imóveis. Para se contrabalançar este efeito notado quando o conjunto de válvula descrito está em aplicações muito profundas que envolvem pressões hidrostáticas muito altas em um pistão anular 26, o projeto foi mudado para se usarem pistões de haste 224, os quais são em peças, e é exposto às conexões 68 e 64 ao qual uma linha de controle (não mostrada) é conectada. Preferencialmente, os pistões de haste são dispostos de forma simétrica em torno do eixo geométrico central do conjunto de válvula, de modo que qualquer momento que um pistão de haste como esse criasse possa ser cancelado por um outro pistão de haste disposto a 180 graus dali. Qualquer número de pistões de haste pode ser usado, embora um número par para simetria seja preferido. O uso de pistões de haste elimina as questões de distorção em

pressões diferenciais altas, tal como existia com o pistão anular 26. Também cria espaço para a adição do selo 216 cuja finalidade foi discutida acima. Ele marca primeiramente válvulas de esfera fundo de poço que são atuadas com um conjunto de pistão de haste e tornam o projeto útil para muitas instalações de pressão diferencial alta em que os pistões anulares podem falhar sob diferenciais que podem existir em diferenciais acima de 68,948 MPa. Obviamente, o projeto de pistão de haste também pode ser usado em diferenciais mais baixos ao invés do projeto anular com bons resultados.

Embora a modalidade preferida tenha sido estabelecida acima, aqueles versados na técnica apreciarão que o escopo da invenção é significativamente mais amplo e, conforme destacado nas reivindicações as quais aparecerão abaixo.

REIVINDICAÇÕES

1. Válvula de fundo de poço caracterizada pelo fato de compreender:

um alojamento que tem uma passagem através dali;

5 uma esfera (10) que tem um furo através dela montada de forma rotativa por meio de pivôs (24) para rodar, sem translação, em seu eixo geométrico para alinhamento e desalinhamento do referido furo com a referida passagem;

10 em que uma luva superior (12) e uma luva inferior (14) são dispostas em contato vedante com a esfera, em que o alojamento e as luvas definem um espaço anular (202) circundando a esfera, e em que o espaço anular (202) é vedado contra pelo menos uma das referidas luvas;

15 em que os pivôs (24) não são vedados de modo que o furo da esfera não é vedado a partir do espaço anular (202) circundando a esfera; e

20 em que a válvula compreende ainda pelo menos um pistão de haste (26) no referido alojamento operativamente conectado à referida esfera para a referida rotação dela em direções opostas em resposta à direção de uma pressão diferencial entregue para o referido pistão de haste (26).

2. Válvula, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de:

25 o pelo menos um referido pistão de haste (26) compreender um número par de pistões de haste.

3. Válvula, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizada pelo fato de:

uma pluralidade de pistões serem simetricamente dispostos em torno da referida passagem.

30 4. Válvula, de acordo com qualquer uma das

reivindicações 1 a 3, caracterizada pelo fato de:

o referido espaço anular (202) ser vedado com uma primeira vedação contra a referida luva superior (12).

5 5. Válvula, de acordo com a reivindicação 4, caracterizada pelo fato de:

a referida luva superior (12) compreender, adjacente a uma extremidade inferior da mesma, uma sede (16) com uma vedação resiliente superior que se encaixa na referida esfera (10).

10 6. Válvula, de acordo com a reivindicação 5, caracterizada pelo fato de:

o referido furo na referida esfera (10) não ser vedado a partir do dito espaço anular (202) de modo que o referido furo na referida esfera se equaliza com uma pressão de fundo de poço contra a referida esfera (10), quando a referida esfera (10) fechar a referida passagem, e conforme a referida primeira vedação e a referida vedação resiliente superior contêm uma pressão de fundo de poço.

20 7. Válvula, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizada pelo fato de:

o referido espaço anular (202) ser selado contra ambas as luvas (12, 14).

8. Válvula, de acordo com qualquer uma das reivindicações 4 a 6, caracterizada pelo fato de:

25 o referido espaço anular (202) ser vedado com uma segunda vedação contra a referida luva inferior (14).

9. Válvula, de acordo com a reivindicação 8, caracterizada pelo fato de:

30 a referida luva inferior (14) compreender, adjacente a uma extremidade superior, uma sede (18) com uma vedação

resiliente inferior que se encaixa na referida esfera (10).

10. Válvula, de acordo com a reivindicação 9,
caracterizada pelo fato de:

o referido furo na referida esfera (10) não ser vedado
5 a partir do dito espaço anular (202) de modo que o referido
furo na referida esfera (10) se equaliza com uma pressão de
poço acima contra a referida esfera (10), quando a referida
esfera (10) fechar a referida passagem, e conforme a
referida primeira vedação e a referida vedação resiliente
10 inferior contêm uma pressão de poço acima.

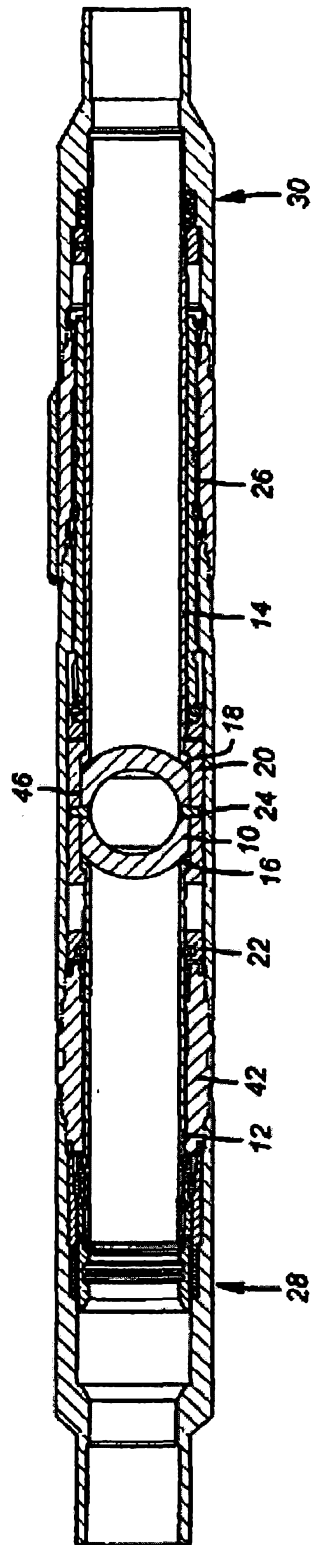


FIG. 1

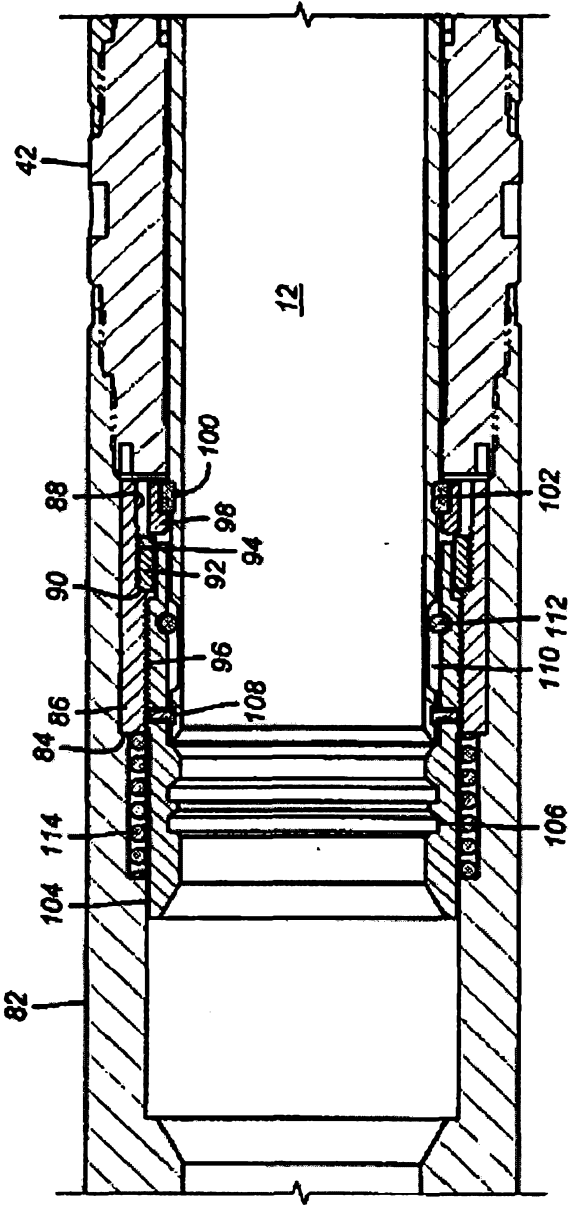


FIG. 2

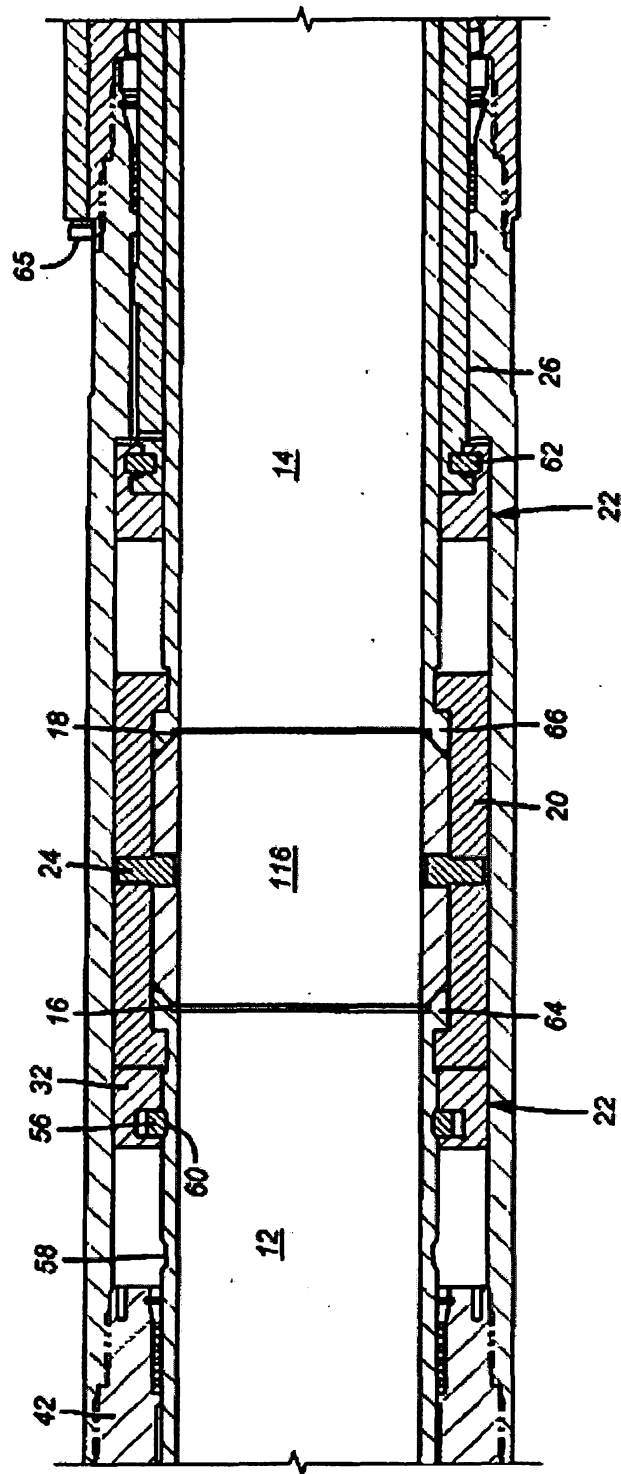


FIG. 3

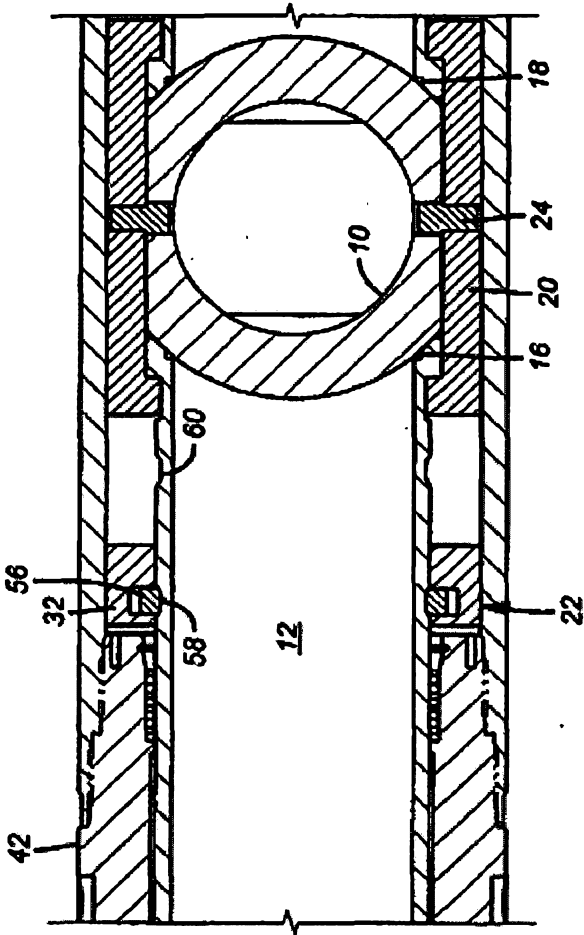


FIG. 4

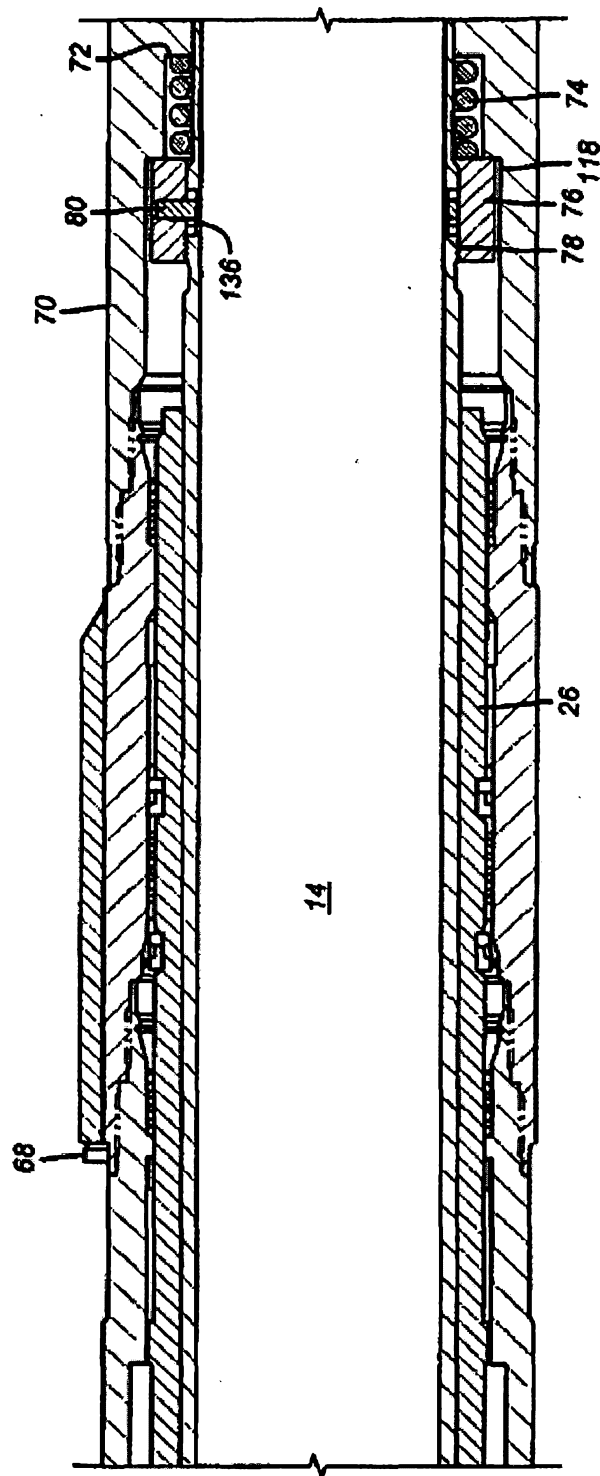


FIG. 5

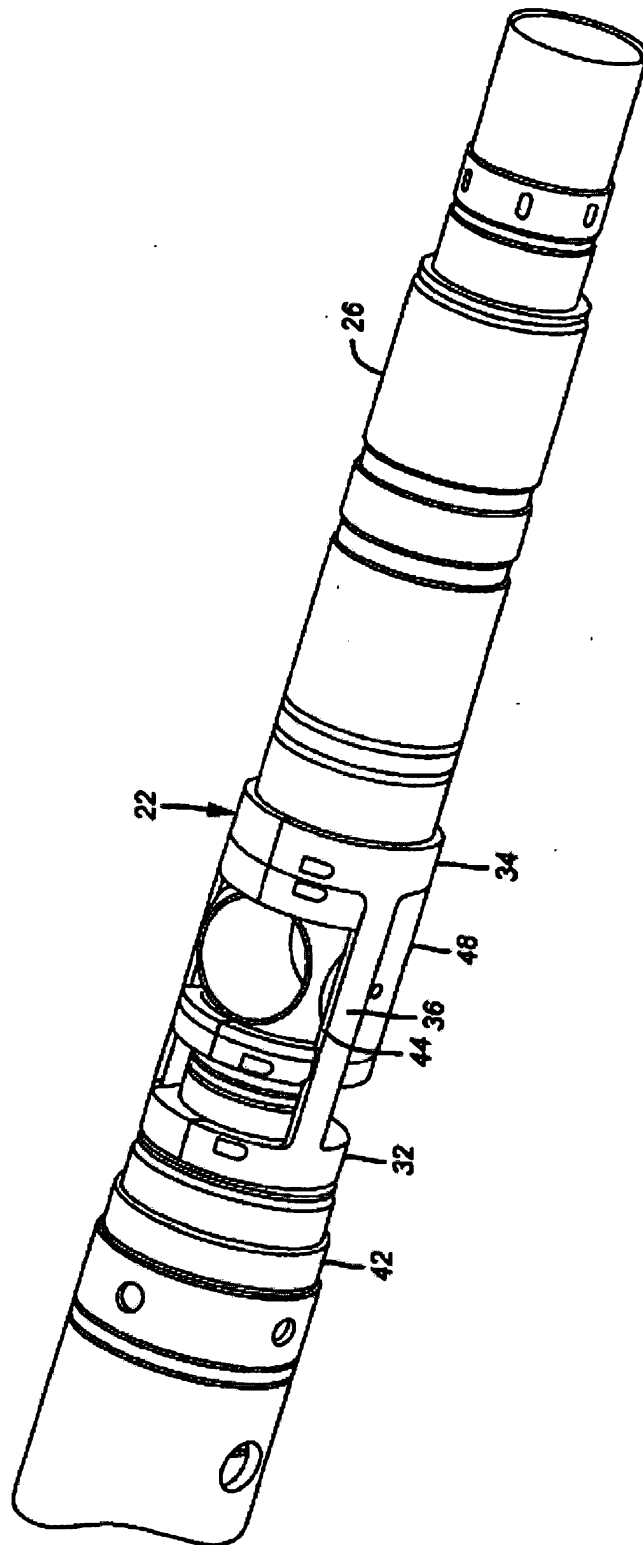


FIG. 6

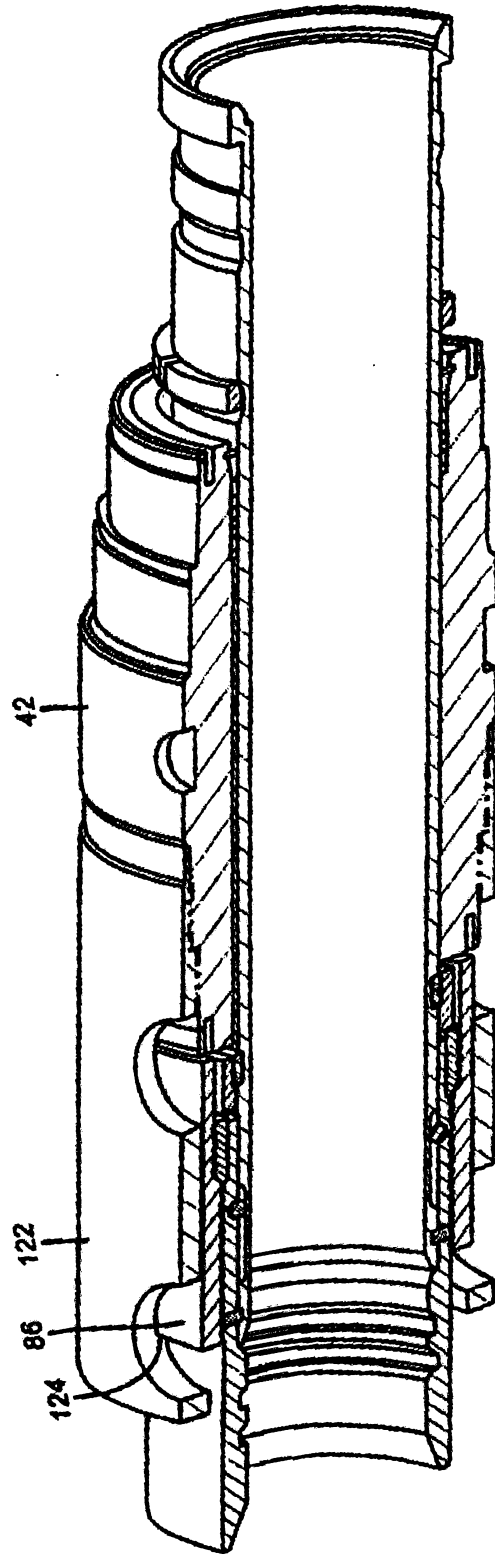


FIG. 7

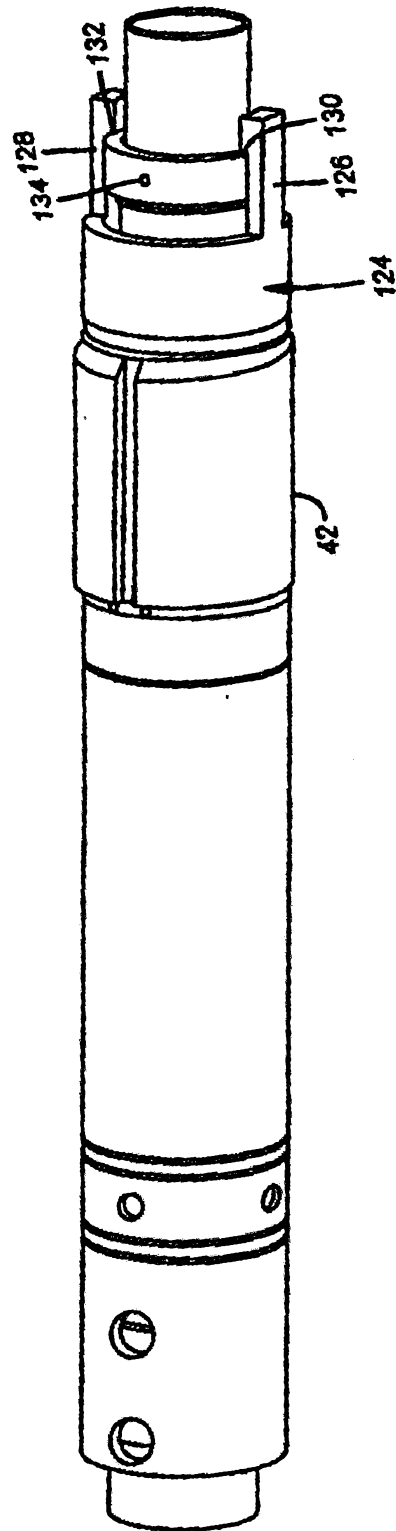


FIG. 8

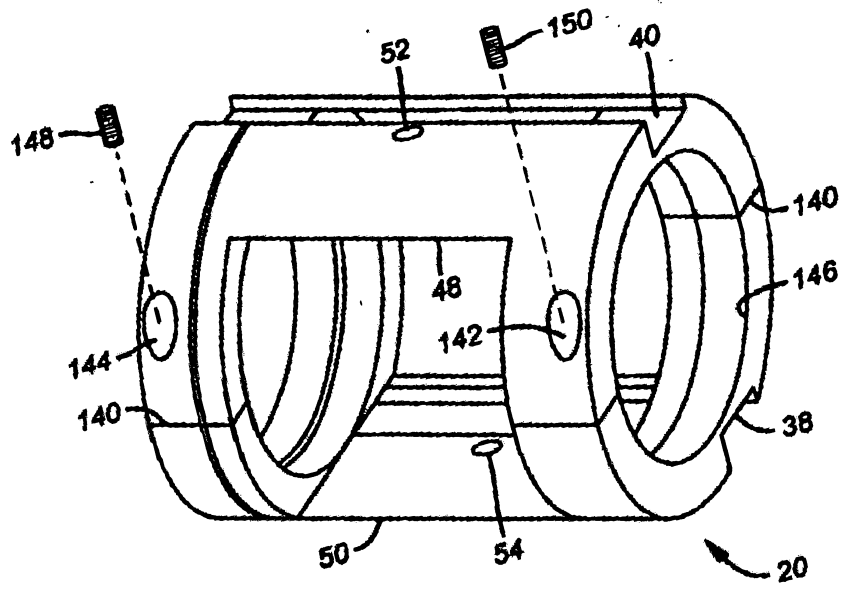


FIG. 9

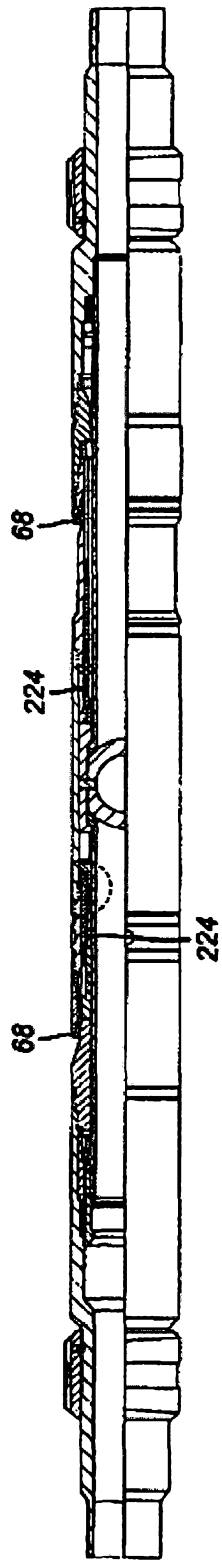


FIG. 10

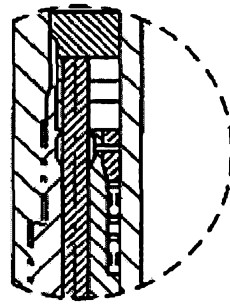


FIG. 11

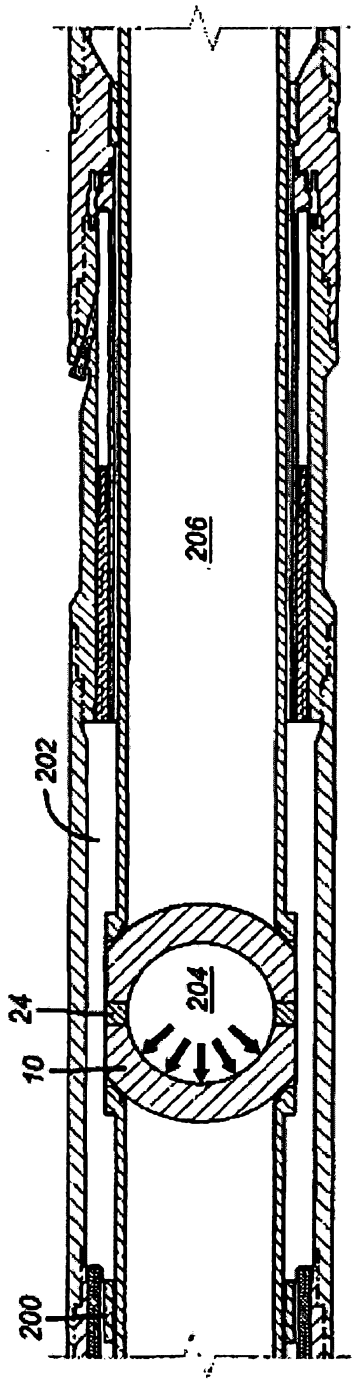


FIG. 12

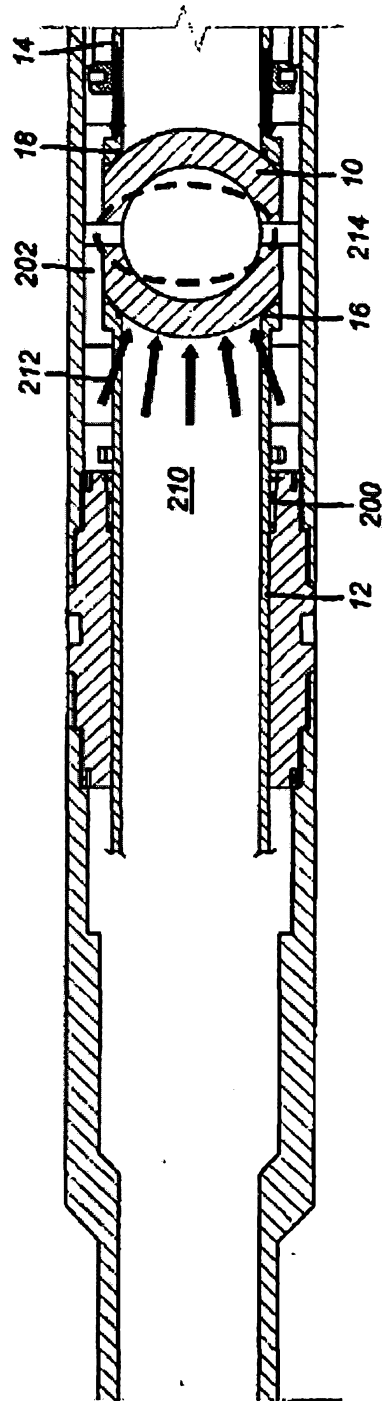


FIG. 13

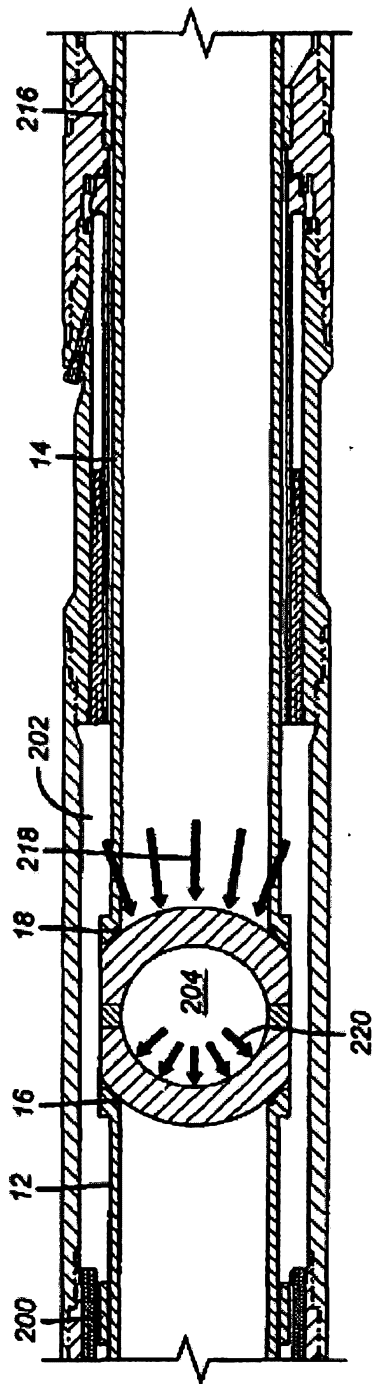


FIG. 14

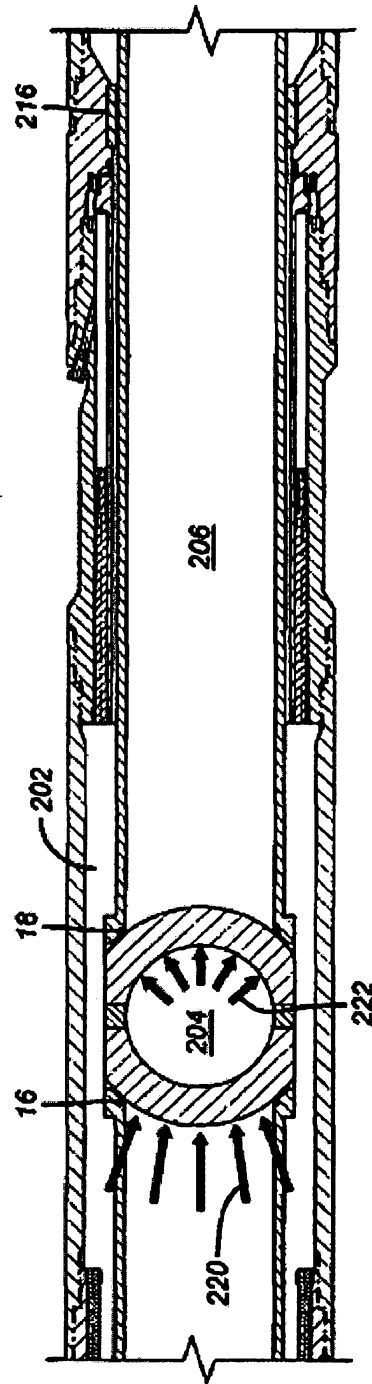


FIG. 15