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

(11) PI 1000939-6 B1

BRPI1000939B1

(22) Data do Depósito: 22/03/2010

(45) Data de Concessão: 29/10/2019

(54) Título: FERRAMENTA DE POÇO

(51) Int.Cl.: E21B 34/10; E21B 49/08.

(52) CPC: E21B 34/101; E21B 34/102; E21B 49/08.

(30) Prioridade Unionista: 25/03/2009 US 12/410,785.

(73) Titular(es): HALLIBURTON ENERGY SERVICES, INC..

(72) Inventor(es): ADAM D. WRIGHT; ADAM H. MARTIN; PAUL D. RINGGENBERG.

(57) Resumo: FERRAMENTA DE POÇO. A presente invenção provê uma ferramenta de poço com atuação combinada de múltiplas ferramentas, incluindo pelo menos duas válvulas e um atuador, que atua sobre cada uma das válvulas, uma válvula posicionada longitudinalmente entre a outra válvula e o atuador, e a outra válvula operável em resposta ao movimento de umdispositivo de operação provocado pelo atuador. Uma outra ferramenta de poço inclui uma válvula com um elemento de fechamento que se move, quando a válvula opera, sendo que o volume de uma câmara aumenta e um volume de outra câmara diminui, quando o elemento de fechamento se move,e o diferencial de pressão entre as câmaras sendo substancialmente igual a zero, quando o elemento de fechamento se move. Uma outra ferramenta de poço inclui pelo menos dois elementos de fechamento de válvula, quesão os únicos componentes móveis da ferramenta que são expostos a uma primeira porção de passagem de fluxo interna, quando o elemento de fechamento impede uma comunicação fluida entre as primeira e segunda porções de passagem de fluxo interna.

"FERRAMENTA DE POÇO"

Histórico da Invenção

[0001] A presente invenção se relaciona a um equipamento e às operações realizadas em poços subterrâneos e, como será descrito abaixo no exemplo, a presente invenção, mais particularmente, provê uma ferramenta de poço para atuação combinada de múltiplas válvulas.

[0002] Sabe-se na técnica como operar múltiplas válvulas, em operações de teste de formação para prover porções de fluxo e circulação, e fechamento para testes. No entanto, desafortunadamente, a operação de múltiplas válvulas no passado tipicamente requeriam mecanismos de atuação múltiplos (ou não) com a tendência de formar depósitos, que se formavam no interior das válvulas, quando estas estavam fechadas.

[0003] Por conseguinte, deve ser apreciado que é necessário introduzir melhoramentos na técnica de atuar ferramentas de poço tendo múltiplas válvulas.

Sumário da Invenção

[0004] Na descrição que será dada abaixo, provêem-se ferramentas de poço com aspectos que solucionam pelo menos um problema da técnica anterior. Um exemplo está descrito abaixo, no qual um atuador de ferramenta de poço é capaz de operar confiavelmente múltiplas válvulas. Outro exemplo será descrito adiante no qual o atuador e seus componentes móveis são isolados de uma porção carregada de fragmentos de uma passagem de fluxo interna.

[0005] Em um aspecto, a presente invenção provê uma ferramenta de poço incluindo pelo menos duas válvulas e um atuador que atua sobre cada uma destas válvulas entre suas

configurações aberta e fechada. Uma das válvulas é posicionada longitudinalmente entre a outra válvula e o atuador, sendo que a válvula oposta ao atuador a partir da primeira válvula é operável em resposta ao movimento de um dispositivo de operação provocado pelo atuador.

[0006] Em outro aspecto, provê-se uma ferramenta de poço incluindo uma válvula com um elemento de fechamento que se move, quando a válvula opera entre suas configurações aberta e fechada. O volume de uma primeira câmara aumenta e o volume de uma segunda câmara diminui, quando o elemento de fechamento se move. Um diferencial de pressão entre as primeira e segunda câmaras é substancialmente igual a zero, quando o elemento de fechamento se move.

[0007] Em ainda outro aspecto, provê-se uma ferramenta de poço incluindo uma passagem de fluxo interna que se estende através da ferramenta de poço. Uma válvula seletivamente permite e impede uma comunicação fluida entre uma primeira porção longitudinal da passagem de fluxo interna e a parte externa da ferramenta de poço, sendo que a válvula inclui um primeiro elemento de fechamento. Uma outra válvula seletivamente permite e impede uma comunicação fluida entre a primeira porção e uma segunda porção longitudinal da passagem de fluxo interna, sendo que a válvula inclui um segundo elemento de fechamento. Os primeiro e segundo elementos de fechamento são os únicos componentes móveis da ferramenta de poço que são expostos à primeira porção de passagem de fluxo, quando o segundo elemento de fechamento impede uma comunicação fluida entre as primeira e segunda porções de passagem de fluxo.

[0008] Estes e outros aspectos, vantagens, e benefícios

serão aparentes àqueles habilitados na técnica através de uma leitura atenta da descrição detalhada dos exemplos representativos, que se seguem, e fazendo referência aos desenhos anexos, onde elementos similares são indicados usando os mesmos números de referência ao longo das diversas figuras.

Descrição Resumida dos Desenhos

[0009] A figura 1 é uma vista esquemática em seção transversal de um sistema de poço incorporando princípios da presente invenção;

[0010] A figura 2 é uma vista esquemática em seção transversal em escala ampliada de uma ferramenta de poço utilizável no sistema da figura 1, sendo que tal ferramenta de poço incorpora os princípios da presente invenção;

[0011] A figura 3 é uma vista esquemática adicional em seção transversal em escala ampliada de uma seção de válvula da ferramenta de poço;

[0012] As figuras 4A e 4B são vistas esquemáticas adicionais em seção transversal em escala ampliada da seção de válvula em configuração de circulação;

[0013] As figuras 5A e 5B são vistas esquemáticas em seção transversal em uma configuração de fechamento;

[0014] As figuras 6A e 6B são vistas esquemáticas em seção transversal de uma seção de válvula em uma configuração de fluxo;

[0015] A figura 7 é uma vista esquemática adicional em seção transversal em escala ampliada de uma válvula de esfera da ferramenta de poço, tomada ao longo da linha 7-7 da figura 4B;

[0016] As figuras 8A e 8B são vistas esquemáticas em seção

transversal da ferramenta de poço, sendo que a seção de válvula está em uma configuração de fluxo;

[0017] As figuras 9A e 9B são vistas esquemáticas em seção transversal da seção de válvula em uma configuração de fechamento;

[0018] As figuras 10A e 10B são vistas esquemáticas em seção transversal da seção de válvula em uma configuração de circulação.

Descrição Detalhada da Invenção

[0019] Representativamente ilustrada na figura 1, provê-se um sistema de poço 10 que incorpora princípios da invenção. No sistema 10, uma coluna tubular 12 (tal como, coluna de furação, coluna de produção, coluna de injeção, etc..) está instalada em um furo de poço 14 revestido com um revestimento 16 e cimento. Em outros exemplos, o furo de poço 14 pode ser não-revestido ou furo aberto.

[0020] Uma ferramenta de poço 20 é interconectada à coluna tubular 12. A ferramenta de poço 20 inclui pelo menos uma seção de válvula 22 e um atuador 24. Como descrito mais detalhadamente mais adiante, o atuador 24 é usado para operar múltiplas válvulas da seção de válvula 22.

[0021] Uma das válvulas é usada para seletivamente permitir e impedir uma comunicação fluida entre uma passagem de fluxo interna 26, que se estende longitudinalmente através da ferramenta de poço 20 e coluna tubular 12, e o annulus 28 formado radialmente entre a coluna tubular e o furo de poço 14. A outra válvula é usada para seletivamente permitir e impedir uma comunicação fluida entre as porções superior e inferior da passagem de fluxo 26.

[0022] Em um aspecto único do sistema 10 o atuador 24 é

posicionado sob a seção de válvula 22, mas o atuador 24 ainda é capaz de operar ambas válvulas. Em outro aspecto único do sistema 10, o atuador 24 não tem qualquer parte móvel exposta à passagem de fluxo 26 acima das válvulas, quando as válvulas estão fechadas.

[0023] Desta maneira, o depósito que se acumula acima da válvula que fecha a passagem de fluxo 26 não impede a operação do atuador 24. Nos exemplos que serão descritos adiante, os elementos de fechamento das válvulas são os únicos componentes móveis da ferramenta de poço 20, que são expostos à passagem de fluxo 26 acima da válvula que fecha a passagem de fluxo.

[0024] Em ainda outro aspecto único do sistema 10, uma das válvulas inclui um elemento de fechamento balanceado à pressão e volume. Este elemento de fechamento também, em sua maior parte, é isolado da passagem de desvio 26.

[0025] Neste ponto, deve ser notado que o sistema de poço 10, representado na figura 1, trata-se meramente de um exemplo de uma ampla variedade de sistemas que poderia incorporar os princípios da invenção. Por exemplo, o furo de poço 14 não precisa ser necessariamente vertical, como mostrado na figura 1, nem revestido, cimentado, etc..

[0026] Em adição, a ferramenta 20 poderia ser usada em outros sistemas, mantendo os princípios da presente invenção. O uso da ferramenta de poço 20 em operações para teste de formação será descrito adiante, mas saliente-se que a ferramenta de poço não se limita ao uso somente em operações de teste de formação.

[0027] Referindo-se adicionalmente agora à figura 2, na qual se ilustra representativamente uma vista em seção

transversal em escala ampliada da seção de válvula 22 e de uma parte superior do atuador 24. Nesta vista pode ser visto que a seção de válvula 22 inclui uma válvula de luva deslizante 30 e uma válvula de esfera 32.

[0028] A válvula de luva 30 está representada em uma configuração aberta na figura 2. Nesta configuração, provê-se uma comunicação fluida entre a passagem de fluxo 26 e o annulus 28 externo à ferramenta de poço 20. Um elemento de fechamento tipo luva da válvula 30 pode se mover pela ação do atuador 24 para fechar a válvula e, por conseguinte, impedir uma comunicação fluida entre a passagem de fluxo 26 e annulus 28, como será descrito mais detalhadamente a seguir.

[0029] A válvula 32 está representada em uma configuração fechada na figura 2. Nesta configuração, a comunicação fluida é impedida entre as porções superior e inferior 26a, 26b da passagem de fluxo 26. Um elemento de fechamento tipo esfera da válvula 32 pode ser movida pela atuação do atuador 24 para abrir a válvula e permitir uma comunicação fluida entre as porções superior e inferior 26a, 26b da passagem de fluxo 26, como será descrito mais detalhadamente a seguir.suas

[0030] Deve ser notado que o atuador 24 é posicionado sob a seção de válvula 22, e a válvula entre o atuador e a outra válvula 30. Com o atuador 24 posicionado sob a válvula 32, um depósito, formado na porção de passagem de fluxo 26a acima da válvula, quando a mesma estiver fechada, não contata nenhuma parte móvel do atuador. Ademais, os elementos de fechamento das válvulas 20, 32 são os únicos componentes móveis da seção de válvula, que são expostos à porção de passagem de fluxo 26a, quando a válvula 32 estiver fechada, daí minimizando o risco de mal funcionamento das válvulas.

[0031] Neste exemplo, o atuador 24 pode ser do tipo descrito no pedido de patente co-pendente U.S. N° de série 12/352901 depositada em 13 de janeiro de 2009, que pode ser controlado com um controlador eletro-hidráulico do tipo descrito no pedido de patente co-pendente U.S. N° de série 12/352892 depositada em 13 de janeiro de 2009. Sendo que a totalidade destes pedidos de patente está incorporada nesta por referência. No entanto, outros tipos de atuadores e controladores poderão ser usados sem sair dos princípios da presente invenção.

[0032] No atuador descrito no pedido de patente U.S. N° de série 12/352901 referenciado acima, um membro de operação 34 é móvel em três posições longitudinais distintas. A seção de válvula 22 descrita nesta pode usar aquelas três posições longitudinais do membro de operação 34 para operar as válvulas 32 entre as suas configurações aberta e fechada.

[0033] Referindo-se adicionalmente agora à figura 3, na qual se ilustra representativamente uma vista em seção transversal de escala ampliada adicional da seção de válvula 22. Nesta vista, o elemento de fechamento de luva 36 da válvula 30 e o elemento de fechamento de esfera 38 da válvula 32 podem ser vistos em maiores detalhes.

[0034] O elemento de fechamento de luva 36, com forma geralmente anular, é recebido de modo reciprocante entre um mandril interno 40 e um alojamento externo 42. Na posição superior, como representado na 3, o elemento de fechamento 36 permite uma comunicação fluida entre a porção de passagem de fluxo superior 26a e annulus 28. No entanto, quando o membro de operação 34 se move para baixo, um dispositivo de operação alongado 44 engata o elemento de fechamento 36 que também se

move para baixo, impedindo uma comunicação fluida entre a passagem de fluxo 26 e annulus 28.

[0035] O elemento de fechamento de luva 36 separa duas câmaras anulares 46, 48 formadas radialmente entre o mandril interno 40 e o alojamento externo 42. Em um aspecto único da válvula 30, os volumes das câmaras 46, 48 se alteram, quando o elemento de fechamento 36 se move, mas as câmaras são balanceadas à pressão (i.e. o diferencial de pressão entre as câmaras é substancialmente zero) através da passagem 50 formada através do elemento de fechamento, qual passagem deve prover uma comunicação fluida entre as câmaras.

[0036] Por exemplo, quando o elemento de fechamento 36 se move para baixo, como na figura 3, o volume da câmara 46 aumenta e o volume da câmara 48 diminui, e vice-versa, quando o elemento de fechamento se move para cima. Preferivelmente, as câmaras 46, 48 são cheias de um lubrificante viscoso (tal como uma graxa) para ajudar a remover os fragmentos das câmaras durante operação.

[0037] Deve ser notado que, embora este movimento longitudinal exemplar do elemento de fechamento de luva 36 seja usado para abrir e fechar a válvula 30, outros tipos de movimento (tal como, rotacional, helicoidal etc.) podem ser usados, se desejado. Ademais, não sendo preciso que o elemento de fechamento 36 seja tipo luva ou anular, e, ademais, outros tipos de elemento de fechamento e outros tipos de válvula podem ser usados sem sair dos princípios da presente invenção.

[0038] O elemento de fechamento de esfera 38 gira para seletivamente abrir e fechar a válvula 32. O elemento de fechamento 38 gira entre assentos anulares 52, que são presos

acima e abaixo do elemento de fechamento por meio de membros em forma C 54. Neste exemplo, utilizam-se três membros igualmente circunferencialmente espaçados 54 (figura 7), mas outros arranjos também poderiam ser usados, se desejado.

[0039] Os membros de operação 56 incluem lóbulos que engatam as aberturas 58 no elemento de fechamento 38 (figura 7), de modo que o movimento para cima e para baixo faça o elemento de fechamento girar entre as posições fechada e aberta. Trata-se de uma vantagem substancial da configuração da válvula 32 descrita que todos os membros em forma de C 54, membros de operação 56, e o dispositivo de operação 44 se acomodem no estreito espaço anular formado radialmente entre o elemento de fechamento 38 e o alojamento externo 42.

[0040] Os membros de operação 56 engatam uma luva de operação 60 que é liberavelmente presa ao membro de operação 34, como será descrito mais detalhadamente. Essencialmente, a luva de operação 60 e os membros de operação 56 se movem junto com o membro de operação 34, entre apenas duas de suas três posições.

[0041] Quando a válvula 30 está aberta e a válvula 32 fechada, como na figura 3, o movimento para baixo do membro de operação 34, ou seja, da posição superior para a posição intermediária, faz o elemento de fechamento 34 passar para a posição fechada, mas impede qualquer movimento do elemento de fechamento 38. No entanto, um movimento adicional para baixo do membro de operação 34, da posição intermediária para a posição inferior, faz o elemento de fechamento 38 passar para a posição aberta. O movimento para cima do membro de operação produz o mesmo movimento dos elementos de fechamento 36, 38, como descrito acima, mas no sentido inverso.

[0042] Referindo-se adicionalmente agora às figuras 4A e 4B, nas quais se ilustra representativamente uma vista em seção transversal adicional em escala ampliada da seção de válvula 22 e a porção superior do atuador 24, onde detalhes adicionais das válvulas 30, 32 podem ser claramente vistas junto com detalhes de um dispositivo de travamento liberável 62, que seletivamente permite e impede um movimento relativo entre o dispositivo de operação 44 e a luva de operação 60.

[0043] Na configuração das figuras 4A e 4B, o elemento de fechamento de luva 36 se encontra na posição aberta, e o elemento de fechamento de esfera 38 na posição fechada, como nas figuras 2 e 3. No entanto, quando o membro de operação 34 se move para baixo, o dispositivo de operação 44 igualmente se move para baixo, que faz o elemento de fechamento 36 também se mover para baixo. Assim, deve ser apreciado que o dispositivo de operação 44 provê uma conexão mecânica direta entre o atuador 24 e o elemento de fechamento 36 longitudinalmente através do elemento de fechamento 38 da válvula 32.

[0044] O membro de operação 34 também é conectado a uma luva de travamento de esfera 64 que prende as esferas 66 nas aberturas 68 formadas radialmente através da luva. As esferas 66 também são recebidas em um recesso radialmente reduzido 70, que se estende longitudinalmente ao longo de um mandril interno 72, que também suporta um assento inferior 52 sob o elemento de fechamento 38.

[0045] Referindo-se adicionalmente agora às figuras 5A e 5B, nas quais se ilustra representativamente a seção de válvula 22, depois de o membro de operação 34 se mover para baixo para a posição intermediária, a uma distância

suficiente para mover o elemento de fechamento 36, para impedir uma comunicação fluida entre a passagem de fluxo 26 e annulus 28. Deve ser notado que o elemento de fechamento 38 permanece na posição fechada, sem nenhum movimento do elemento de fechamento 38 provocado pelo movimento para baixo do membro de operação 34.

[0046] As esferas 66, no entanto, alcançaram a extremidade inferior do recesso 70 e agora são movidas radialmente para fora, engatando um recesso radialmente alargado 74 formado em um dispositivo de operação 76 conectado à luva de operação 60. Como descrito acima, a luva 60 está engatada com os membros de operação 56, que, por sua vez, engatam o elemento de fechamento 38 para girá-lo.

[0047] Deve ser apreciado que um movimento adicional para baixo do membro de operação 34 produz um movimento para baixo do dispositivo de operação 44, luva de travamento 64, dispositivo de operação 76 (devido ao engate das esferas 66 com o recesso 74), e luva de operação 60. Assim, o dispositivo de travamento 62 agora impede um movimento relativo entre os dispositivos de operação 44, 76 na configuração das figuras 5A, 5B.

[0048] Em adição, uma extremidade superior radialmente alargada 78 da luva de travamento 68 contatou a extremidade inferior radialmente reduzida para dentro 80 do dispositivo de operação 76, daí impedindo o movimento para baixo da luva de travamento 64 em relação ao dispositivo de operação 76. Este engate provê uma força substancial para trazer a luva de operação 60 para baixo, para abrir a válvula de esfera 32, para prover uma força, que é requerida para abrir uma válvula de esfera fechada, tipicamente maior que a força requerida

para fechar uma válvula de esfera aberta. O engate entre as esferas 66 e recesso 68 não trava liberavelmente a luva de travamento 64 e o dispositivo de operação 76 em relação a um movimento para cima e para baixo de um em relação ao outro, mas o engate entre a luva de travamento e o dispositivo de operação garante uma força suficiente para mover para baixo a luva de operação 60, quando necessário.

[0049] Deve ser notado que o movimento para baixo do elemento de fechamento 36 da válvula 30 diminuiu o volume de câmara 48, mas aumentou o volume da câmara 46. No entanto, as câmaras 46, 48 permanecem balanceadas à pressão, em razão da comunicação fluida provida pela passagem 20.

[0050] Referindo-se adicionalmente agora às figuras 6A, 6B, nas quais se ilustra representativamente a seção de válvula 22, depois de o membro de operação 34 se mover adicionalmente para baixo da posição intermediária para a posição inferior. A luva de operação 60, por conseguinte, se move para baixo, abrindo o elemento de fechamento 38 e permitindo uma comunicação fluida através da passagem de fluxo 26.

[0051] A operação do dispositivo de travamento 62 e dispositivos de operação 44, 76, permite uma vantagem funcional e proteção com respeito ao teste de poço convencional, onde a válvula 30 sempre assume uma posição fechada, impedindo uma comunicação fluida entre a passagem 26 e annulus 28, antes de abrir a válvula 32. Esta proteção de projeto elimina uma potencial liberação de hidrocarbonetos no annulus 28 e a subsequente contaminação do reservatório, quando se tenta operar ferramentas no annulus (a ferramenta tem sempre que se mover para a posição intermediária, na qual

ambas válvulas 30, 32 estão fechadas, antes de as mesmas serem capazes de abrir a válvula de esfera ou portas de circulação).

[0052] O dispositivo de travamento 62 continua para impedir um movimento relativo entre os dispositivos de operação 44, 76 na configuração das figuras 6A, 6B, devido ao engate das esferas 66 no recesso 74. Em adição, permanece o engate de contato entre a luva de travamento 64 e o dispositivo de operação 76.

[0053] O dispositivo de operação 44 de novo se move para baixo (em relação à configuração das figuras 5A, 5B), daí adicionalmente movendo para baixo o elemento de fechamento de luva 36, mas o elemento de fechamento 26 ainda impedindo uma comunicação fluida entre a passagem de fluxo 26 e annulus 28. Ademais, o volume da câmara 48 de novo diminui, em razão do movimento para baixo do elemento de fechamento 36, contudo, as câmaras permanecem equilibradas à pressão.

[0054] Deve ser notado que um diferencial de pressão com um transiente relativamente pequeno entre as câmaras 46, 48 pode ser induzido pelo movimento do dispositivo de operação 36 (devido, por exemplo, à restrição de fluxo através da passagem 50), mas este diferencial de pressão preferivelmente não deve ser substancial. Em adição, o movimento do elemento de fechamento 36 não é causado por qualquer diferencial entre as câmaras 46, 48, mas, ao invés, qualquer diferencial de pressão seria causado pelo movimento do elemento de fechamento 36.

[0055] Referindo-se adicionalmente agora à figura 7, na qual se ilustra representativamente a válvula de esfera 32 em seção transversal. Nesta vista, o engate entre os membros

de operação 56 e o elemento de fechamento de esfera 38 pode ser visto mais claramente, junto com a maneira como, membros de operação 56, dispositivo de operação 44, e membros 54 são posicionados em um espaço anular relativamente pequeno entre o elemento de fechamento 38 e o alojamento externo 42. Trata-se de uma vantagem substancial da configuração das figuras 2 a 7, que o dispositivo de operação 44 usado para transmitir força do atuador 24 para a válvula de luva 30 se estenda longitudinalmente através da válvula de esfera 32 adjacente ao elemento de fechamento 38, de modo que um único atuador pode ser usado efetivamente para operar ambas válvulas 30, 32.

[0056] Referindo-se adicionalmente agora às figuras 8A e 8B, nas quais se ilustra uma outra construção da ferramenta de poço 20, na qual não se utiliza o dispositivo de travamento liberável 62. Ao invés, duas válvulas 30, 32 são operadas de modo independente, usando o movimento dos dois pistões do atuador 24.

[0057] No pedido de patente U.S. N° de série 12/352901 referenciada acima, dois pistões são descritos para produzir três posições longitudinais distintas do membro de operação. Os pistões podem ser movidos separadamente. Na construção das figuras 8A, 8B, um pistão é conectado a um membro de operação anular 82 e o outro conectado a múltiplos membros em forma de haste 84.

[0058] O membro de operação 82 é conectado à luva de operação 60 e assim um movimento para cima e para baixo do membro de operação 82 é usado para abrir e fechar o elemento de fechamento 38 (através da conexão entre a luva de operação 60 e os membros de operação 56, e a conexão entre os membros

de operação 56 e o elemento de fechamento de esfera 38). Os membros de operação 84 são conectados ao dispositivo de operação 44, e, portanto, sendo usado o movimento para cima e para baixo dos membros de operação 84 para abrir e fechar o elemento de fechamento de luva 36 (pela conexão entre o dispositivo de operação 44 e o elemento de fechamento 36).

[0059] Como nas figuras 8A e 8B, a válvula 30 está fechada e a válvula 32 aberta, permitindo uma comunicação fluida através da passagem de fluxo 26, mas impedindo comunicação fluida entre a passagem de fluxo e annulus 28 externo à seção de válvula 22.

[0060] Referindo-se adicionalmente agora às figuras 9A e 9B, nas quais se ilustra representativamente a ferramenta 20 em uma configuração na qual a válvula 32 está fechada em razão do movimento para cima do membro de operação 82. Este movimento para cima do membro de operação 82 provoca um movimento para cima da luva de operação conectada 60 e membros de operação 56, daí passando o elemento de fechamento 38 para a posição fechada.

[0061] Deve ser notado que o elemento de fechamento 36 não se moveu e permaneceu na posição fechada. Isto se deve ao fato de os membros de operação 84 não precisarem necessariamente se mover, quando o membro de operação 82 se move.

[0062] Referindo-se adicionalmente agora às figuras 10A e 10B, nas quais se ilustra representativamente a seção de válvula 22 em uma configuração na qual a válvula 32 permanece fechada, e a válvula 30 é fechada com o movimento para cima dos membros de operação 84. Este movimento para cima dos membros de operação provoca um movimento para cima do

dispositivo de operação 44, daí movendo para cima o elemento de fechamento 36 para a posição aberta.

[0063] O elemento de fechamento 38 permanece na posição fechada, uma vez que o membro de operação 82 não se moveu para baixo. De novo, isto se deve ao fato de o membro de operação 82 não necessariamente se mover quando os membros de operação 82 se movem. Assim, são usados os pistões do atuador 24 para operar modo independente as válvulas 30, 32.

[0064] A operação das configurações das figuras 2 a 6B e 8A 10B em ordem inversa àquela descrita acima é feita invertendo a ordem das etapas descritas acima.

[0065] Agora, pode ser plenamente apreciado que a presente especificação provê muitos avanços à técnica de operar múltiplas válvulas em poços. Nos exemplos da ferramenta de poço 20 descritos acima, o dispositivo de operação 44 provê uma conexão mecânica através e pela válvula de esfera 32 entre o atuador 24 e a válvula de luva 30. Nenhum componente móvel diferente dos elementos de fechamento 36, 38 é exposto à passagem de fluxo 62 acima da válvula de esfera fechada 32. O dispositivo de travamento 62 na configuração das figuras 2-6B provê operação das duas válvulas 30, 32, usando o movimento de qualquer membro de operação 34 do atuador 24.

[0066] A especificação acima descreve uma ferramenta de poço 20 incluindo pelo menos uma primeira e segunda válvulas 30, 32 e um atuador 24, que atua sobre cada uma das primeira e segunda válvulas 30, 32, entre suas configurações aberta e fechada. A segunda válvula 32 sendo posicionada longitudinalmente entre a primeira válvula 30 e o atuador 24, e a primeira válvula 30 operável em resposta ao movimento de um primeiro dispositivo de operação 44 provocado pelo atuador

24.

[0067] O primeiro dispositivo de operação 44 pode se estender longitudinalmente através da segunda válvula 32, do atuador 24 para a primeira válvula 30.

[0068] A segunda válvula pode compreender uma válvula de esfera. A segunda válvula pode ser operável em resposta ao movimento de um segundo dispositivo de operação 76 provocado pelo atuador 24.

[0069] A ferramenta de poço 20 também pode incluir um dispositivo de travamento liberável 62, que trave liberavelmente os primeiro e segundo dispositivos de operação 44, 76 em relação ao movimento de um em relação ao outro. O dispositivo de travamento 62 pode impedir o movimento relativo entre os primeiro e segundo dispositivos de operação 44, 76, quando a segunda válvula 32 opera entre suas configurações aberta e fechada. O dispositivo de travamento 62 permite um movimento relativo entre os primeiro e segundo dispositivos de operação 44, 76, quando a primeira válvula opera entre suas configurações aberta e fechada.

[0070] A especificação acima também descreve uma ferramenta de poço 20 incluindo uma primeira válvula 30 com um primeiro elemento de fechamento 36, que se move quando a primeira válvula 30 opera entre as configurações aberta e fechada. O volume da primeira câmara 46 aumenta e o volume da segunda câmara 48 diminui, quando o primeiro elemento de fechamento 36 se move. O diferencial de pressão entre as primeira e segunda câmaras 46, 48 é substancialmente igual a zero, quando o primeiro elemento de fechamento 36 se move.

[0071] A primeira válvula 30 adicionalmente inclui uma passagem 50 provendo uma comunicação fluida entre as primeira

e segunda câmaras, quando o primeiro elemento de fechamento 36 se move. A passagem 50 pode ser formada através do primeiro elemento de fechamento 36.

[0072] A ferramenta de poço 20 também pode incluir uma segunda válvula 32 e um atuador 24, que atua sobre cada uma das primeira e segunda válvulas 30, 32, entre suas configurações aberta e fechada. A segunda válvula 32 pode ser posicionada longitudinalmente entre a primeira válvula 30 e o atuador 24. A primeira válvula 30 pode ser operável em resposta a um movimento de um primeiro dispositivo de operação 44 provocado pelo atuador 24.

[0073] A especificação acima também descreve uma ferramenta de poço 20 incluindo uma passagem de fluxo interna 26 se estendendo através da ferramenta 20; uma primeira válvula 30 que permite e impede uma comunicação fluida entre uma primeira porção longitudinal 26a da passagem de fluxo interna 26 e uma parte externa (annulus 28) da ferramenta de poço 20, sendo que a primeira válvula 30 inclui um primeiro elemento de fechamento 36; e uma segunda válvula 32 que seletivamente permite e impede uma comunicação fluida entre a primeira porção 26a e uma segunda porção longitudinal 26b da passagem de fluxo interna 26, sendo que a segunda válvula 32 inclui um segundo elemento de fechamento 38. Os primeiro e segundo elementos de fechamento 36, 38 são os únicos componentes móveis da ferramenta de poço, que são expostos à primeira porção de passagem de fluxo 26a, quando o segundo elemento de fechamento 38 impede uma comunicação fluida entre as primeira e segunda porções de passagem de fluxo 26a, 26b.

[0074] A ferramenta 20 também pode incluir um atuador 24, que atue sobre cada sobre cada uma das primeira e segunda

válvulas 30, 32, entre as configurações aberta e fechada, a segunda válvula 32 sendo posicionada longitudinalmente entre a primeira válvula e o atuador 24, e a primeira válvula 30 sendo operável em resposta ao movimento de um primeiro dispositivo de operação 44 provocado pelo atuador 24. O primeiro dispositivo de operação 44 pode se estender longitudinalmente através da segunda válvula 32, do atuador 24 para a primeira válvula 30.

[0075] O primeiro elemento de fechamento 36 pode se mover, quando a primeira válvula opera entre suas configurações aberta e fechada, e o volume de uma primeira câmara 46 pode aumentar e o volume de uma segunda câmara 48 pode diminuir, quando o primeiro elemento de fechamento se move. O diferencial de pressão entre as primeira e segunda câmaras 46, 48 pode ser substancialmente igual a zero quando o primeiro elemento de fechamento 36 se move. A primeira válvula 30 pode adicionalmente incluir uma passagem 50 para prover uma comunicação fluida entre as primeira e segunda câmaras 46, 48, quando o primeiro elemento de fechamento 36 se move.

[0076] Deve ser entendido que os vários exemplos descritos acima podem ser usados em várias orientações tal como inclinada horizontal vertical etc. e em várias configurações, sem sair dos princípios da invenção. As configurações ilustradas nos desenhos são representadas e descritas meramente com intuito de exemplo de aplicações úteis dos princípios da invenção, que não se limitam a quaisquer detalhes especificados nestas configurações.

[0077] Na descrição acima dos exemplos representativos, termos direcionais, tais como "acima", "abaixo", "superior",

"inferior", etc. são usados por força de conveniência em relação aos desenhos anexos. Em geral, os termos direcionais "acima", "superior", "para cima", e similares se referem à direção para a superfície ao longo do furo de poço, enquanto os termos "abaixo", "inferior", "para baixo" etc. se referem à direção se afastando da superfície ao longo do furo.

[0078] Com certeza, aqueles habilitados na técnica poderiam através de uma leitura atenta das configurações representativas prontamente apreciar que muitas modificações, adições, substituições, deleções, e outras mudanças poderão ser feitas a estas configurações específicas, e que tais mudanças seriam ainda englobadas no escopo dos princípios da invenção. Por conseguinte, a especificação detalhada deve ser claramente entendida como sendo provida meramente com intuito de ilustração e exemplo, sendo que o espírito e escopo da presente invenção serão limitados apenas pelas reivindicações anexas e seus equivalentes.

REIVINDICAÇÕES

1. Ferramenta de poço, caracterizada pelo fato de compreender:

- uma passagem de fluxo longitudinal interno (26) incluindo pelo menos uma primeira e segunda válvulas (30,32); e

- um atuador (24) que atua sobre cada uma das primeira e segunda válvulas (30, 32) entre suas configurações aberta e fechada, a segunda válvula (32) seletivamente permitindo e impedindo o fluxo entre as porções superior e inferior (26a, 26b) da passagem de fluxo longitudinal (26) da ferramenta de poço, a segunda válvula (32) sendo posicionada longitudinalmente entre a primeira válvula (30) e o atuador (24), e a primeira válvula (30) sendo operável em resposta ao movimento de um primeiro dispositivo de operação (44) provocado pelo atuador (24), sendo que o primeiro dispositivo de operação (44) se estende longitudinalmente através da segunda válvula (32), do atuador para a primeira válvula (30).

2. Ferramenta, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de a segunda válvula (32) compreender uma válvula de esfera.

3. Ferramenta, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 ou 2, caracterizada pelo fato de a segunda válvula (32) ser operável em resposta ao movimento de um dispositivo de operação (76) provocado pelo atuador.

4. Ferramenta, de acordo com a reivindicação 3, caracterizada pelo fato de adicionalmente compreender um dispositivo de travamento liberável (62) para travar com possibilidade de liberação os primeiro e segundo dispositivos (44, 76) em relação ao movimento de um em relação ao outro.

5. Ferramenta, de acordo com a reivindicação 4, caracterizada pelo fato de o dispositivo de travamento impedir o movimento relativo entre os primeiro e segundo dispositivos de operação (44, 76), quando a segunda válvula (32) opera entre suas configurações aberta e fechada.

6. Ferramenta, de acordo com a reivindicação 5, caracterizada pelo fato de o dispositivo de travamento (62) também permitir um movimento relativo entre os primeiro e segundo dispositivos de operação (44, 76), quando a primeira válvula (30) opera entre suas configurações aberta e fechada.

7. Ferramenta de poço, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de:

- a primeira válvula (30), incluir um primeiro elemento de fechamento (36), que se move quando a primeira válvula (30) opera entre suas configurações aberta e fechada;
- um volume de uma primeira câmara (46) aumenta e um volume de uma segunda câmara (48) diminui quando o primeiro elemento de fechamento (36) se move, e
- sendo que o diferencial de pressão entre as primeira e segunda câmaras (46, 48) é substancialmente zero, quando o primeiro elemento de fechamento se move.

8. Ferramenta, de acordo com a reivindicação 5, caracterizada pelo fato de a primeira válvula (30) adicionalmente incluir uma passagem (50) que provê uma comunicação fluida entre as primeira e segunda câmaras (46, 48), quando o primeiro elemento de fechamento se move (36).

9. Ferramenta, de acordo com a reivindicação 8, caracterizada pelo fato de a passagem ser formada através do primeiro elemento de fechamento.

10. Ferramenta, de acordo com a reivindicação 7,

caracterizada pelo fato de adicionalmente compreender uma segunda válvula (32), e um atuador (24) que atua em cada uma das primeira e segunda válvulas (30, 32) entre suas configurações aberta e fechada, a segunda válvula (32) sendo posicionada longitudinalmente entre a primeira válvula (30) e o atuador (24), e a primeira válvula (30) sendo operável em resposta a um movimento de um primeiro dispositivo de operação (44) provocado pelo atuador (24).

11. Ferramenta, de acordo com a reivindicação 10, caracterizada pelo fato de (i) o primeiro dispositivo de operação (44) se estender longitudinalmente através da segunda válvula (32), do atuador (24) para a primeira válvula (30); e/ou (ii) a segunda válvula (32) compreender uma válvula de esfera tendo um segundo elemento de fechamento; e/ou (iii) a segunda válvula (32) ser operável em resposta ao movimento de um segundo dispositivo de operação (76) provocado pelo atuador.

12. Ferramenta, de acordo com a reivindicação 11, caracterizada pelo fato de adicionalmente compreender um dispositivo de travamento liberável (62), que liberavelmente trava os primeiro e segundo dispositivos de operação (44, 76) em relação ao movimento de um em relação ao outro.

13. Ferramenta de poço, de acordo com a reivindicação 1 caracterizada pelo fato de - a primeira válvula (30), que seletivamente permite e impede uma comunicação fluida entre uma primeira porção longitudinal (26a) da passagem de fluxo interna (26) e uma parte externa da ferramenta de poço, a primeira válvula (30) incluindo um primeiro elemento de fechamento (36); e

- uma segunda válvula (32), que seletivamente permite e

impede uma comunicação fluida entre a primeira porção (26a) e uma segunda porção longitudinal (26b) da passagem de fluxo interna (26), a segunda válvula (32) incluindo um segundo elemento de fechamento (38), e sendo que os primeiro e segundo elementos de fechamentos (36, 38) são os únicos componentes móveis da ferramenta de poço (20) que são expostos à primeira porção de passagem de fluxo (26a), quando o segundo elemento de fechamento (38) impede uma comunicação fluida entre as primeira e segunda porções de passagem de fluxo (26a, 26b).

14. Ferramenta, de acordo com a reivindicação 13, caracterizada pelo fato de o primeiro elemento de fechamento (36) se mover, quando a primeira válvula (30) opera entre suas configurações aberta e fechada, sendo que o volume de uma primeira câmara (46) aumenta e o volume de uma segunda câmara (48) diminui, quando o primeiro elemento de fechamento (36) se move, sendo que o diferencial de pressão entre as primeira e segunda câmaras (46, 48) é substancialmente zero, quando o primeiro elemento de fechamento (36) se move.

15. Ferramenta, de acordo com a reivindicação 14, caracterizada pelo fato de a primeira válvula (30) adicionalmente incluir uma passagem (50) para prover uma comunicação fluida entre as primeira e segunda câmaras (46, 48), quando o primeiro elemento de fechamento (30) se move.

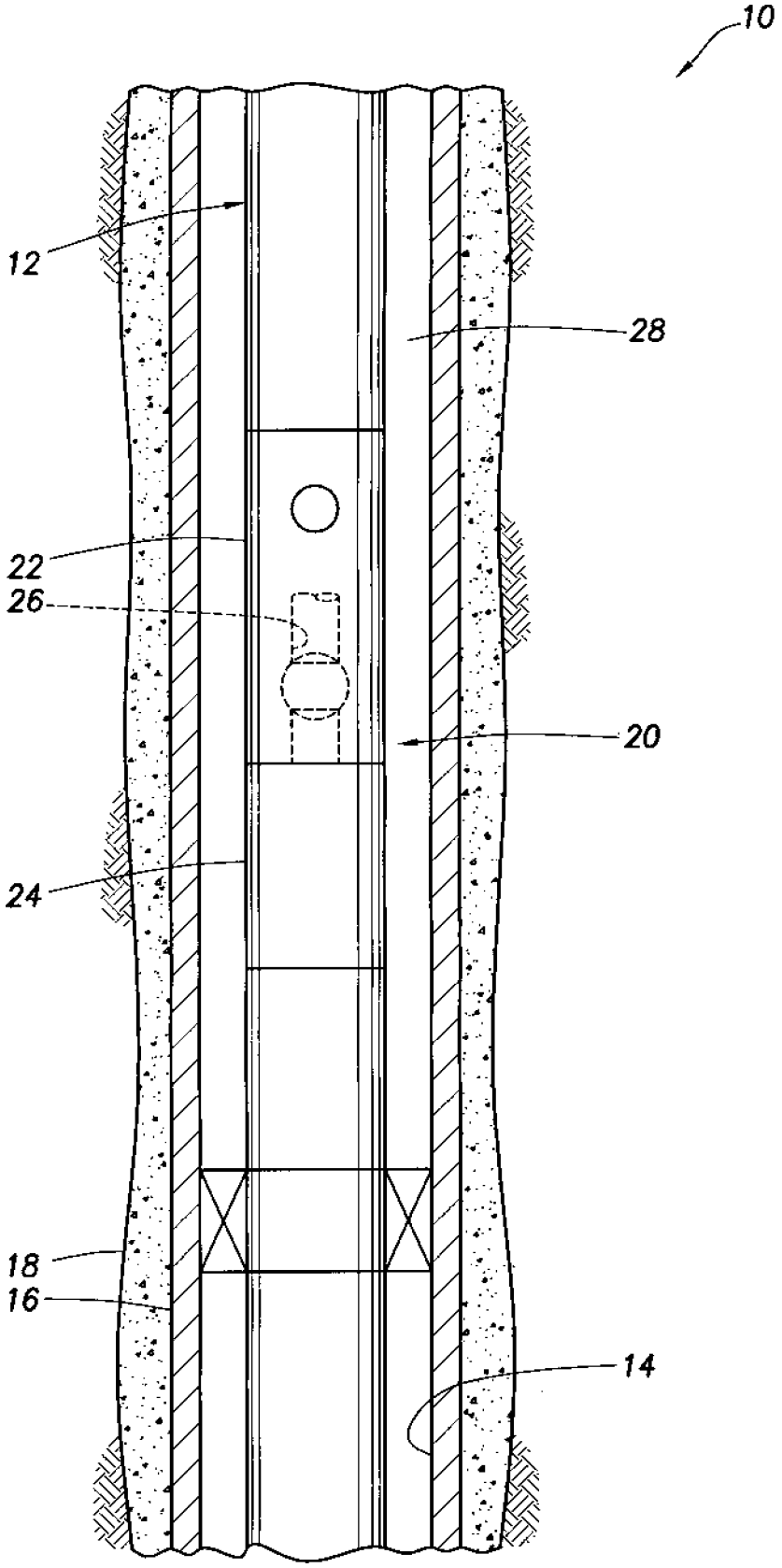


FIG.1

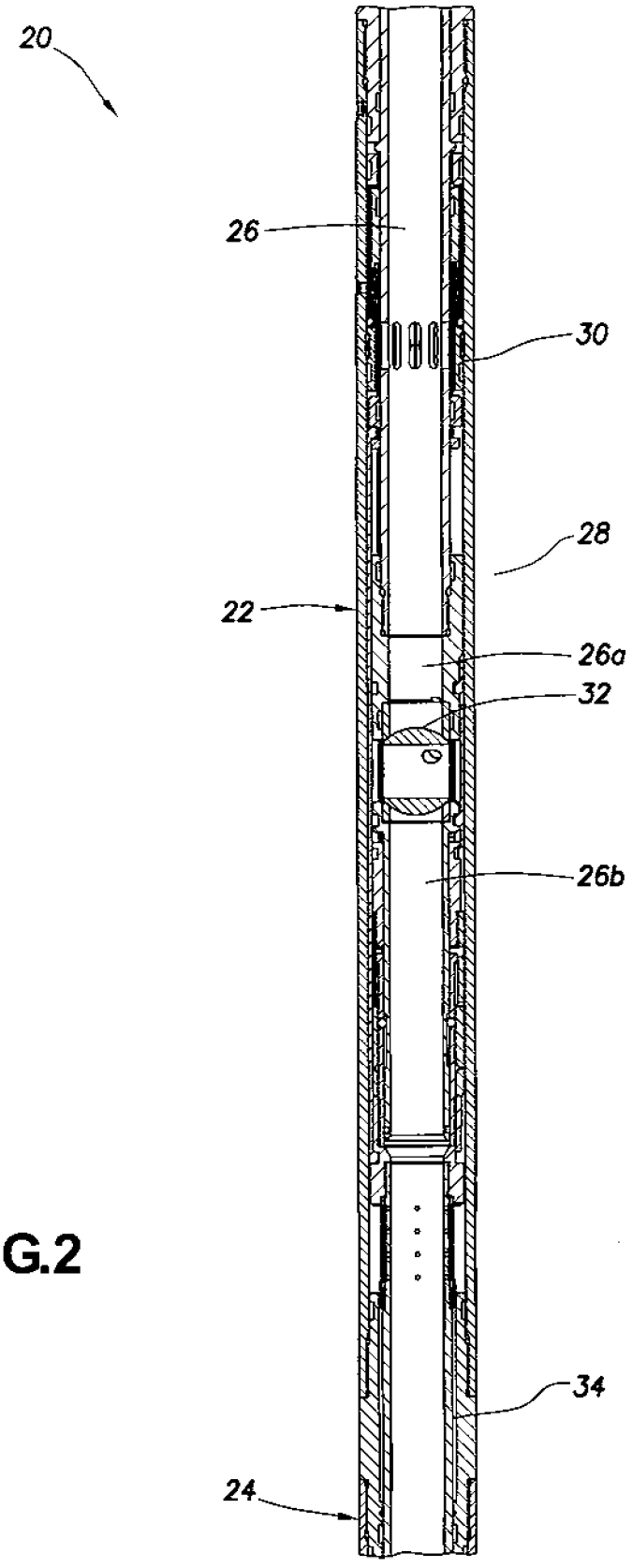


FIG.2

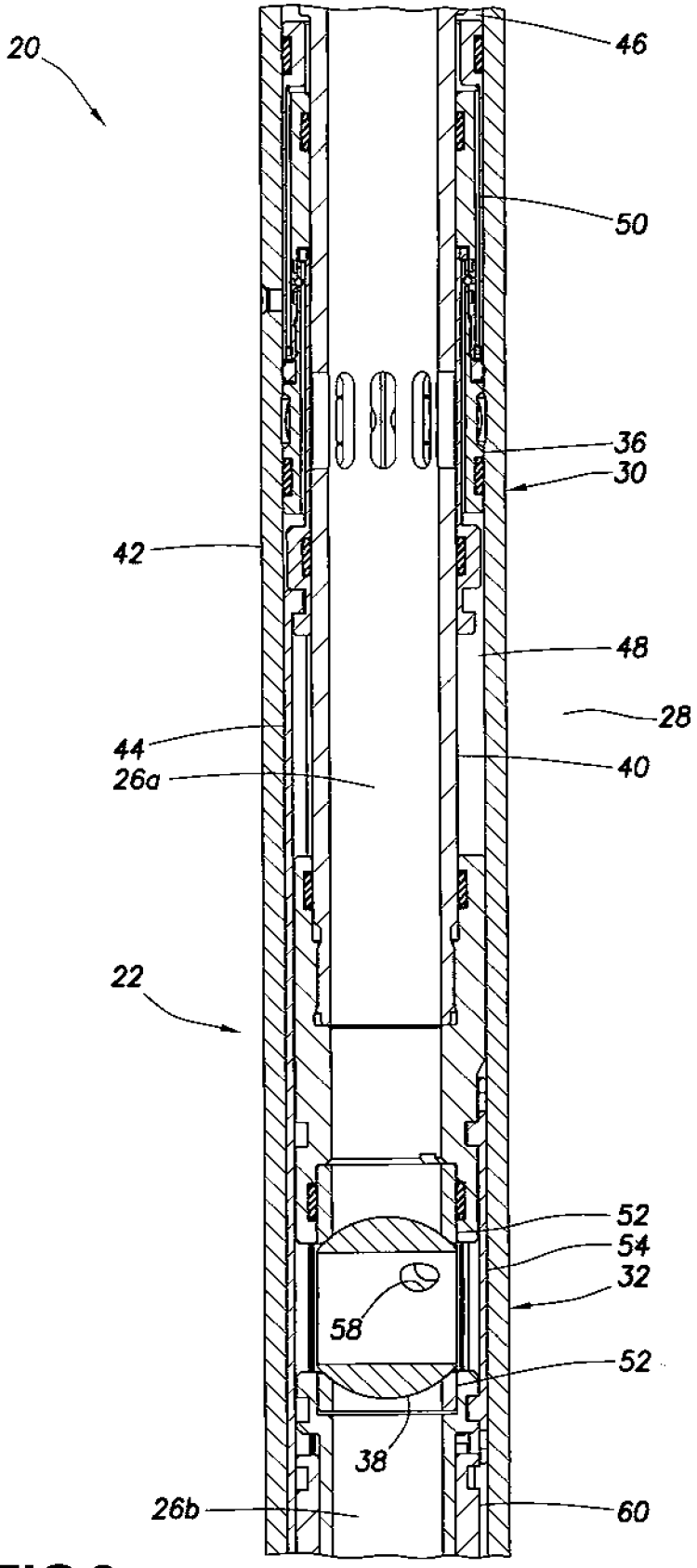


FIG.3

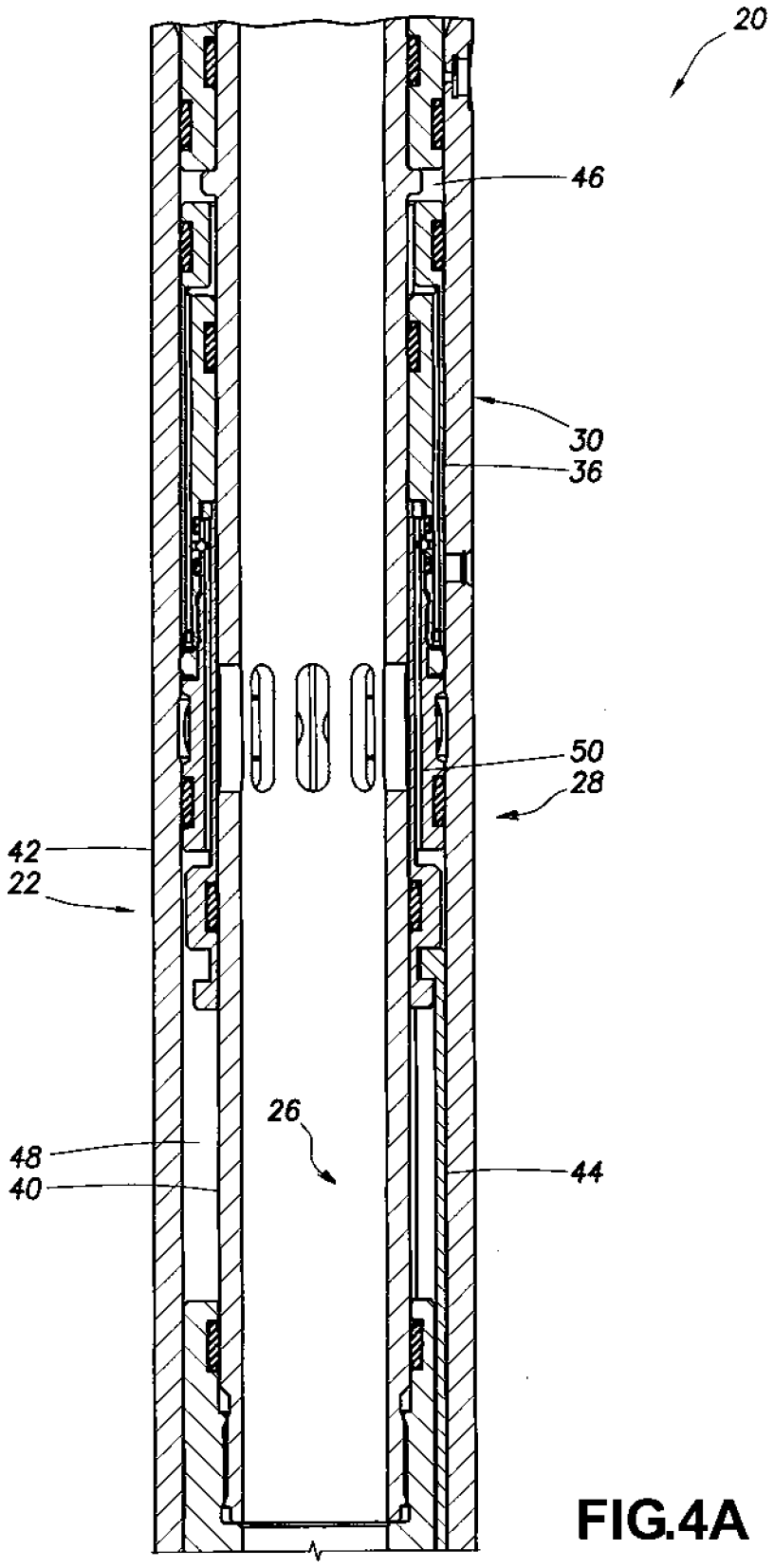


FIG.4A

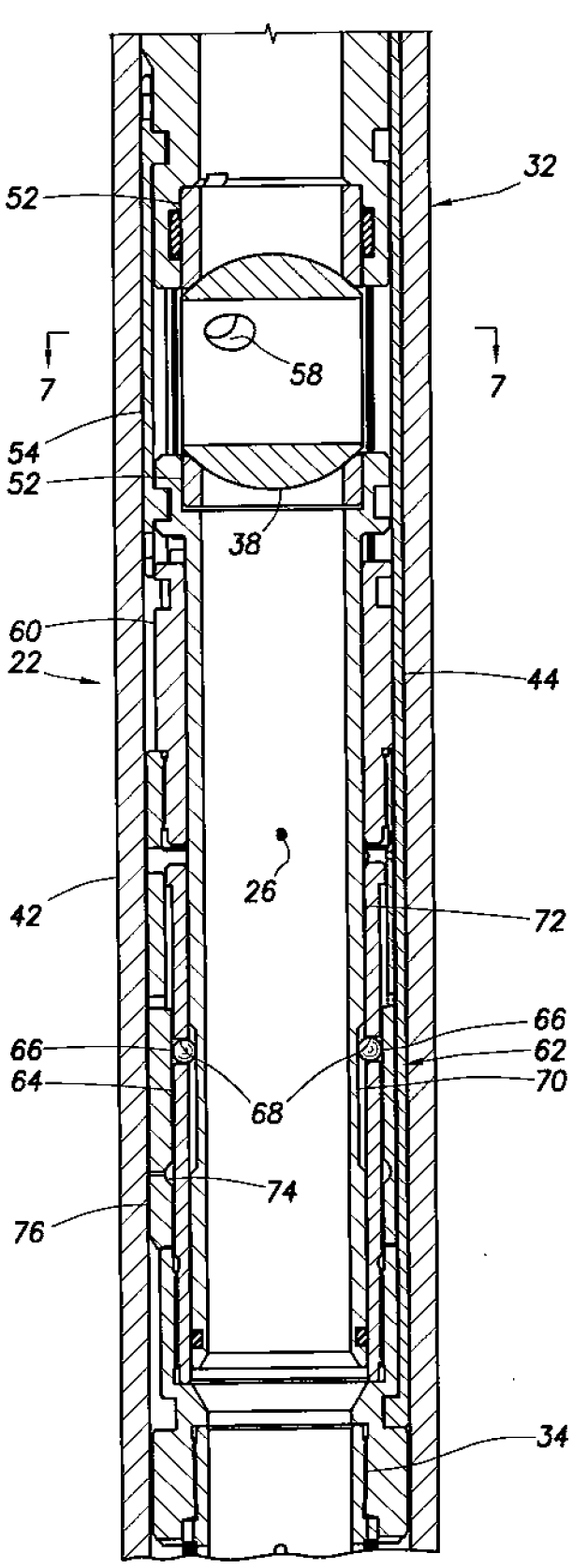


FIG.4B

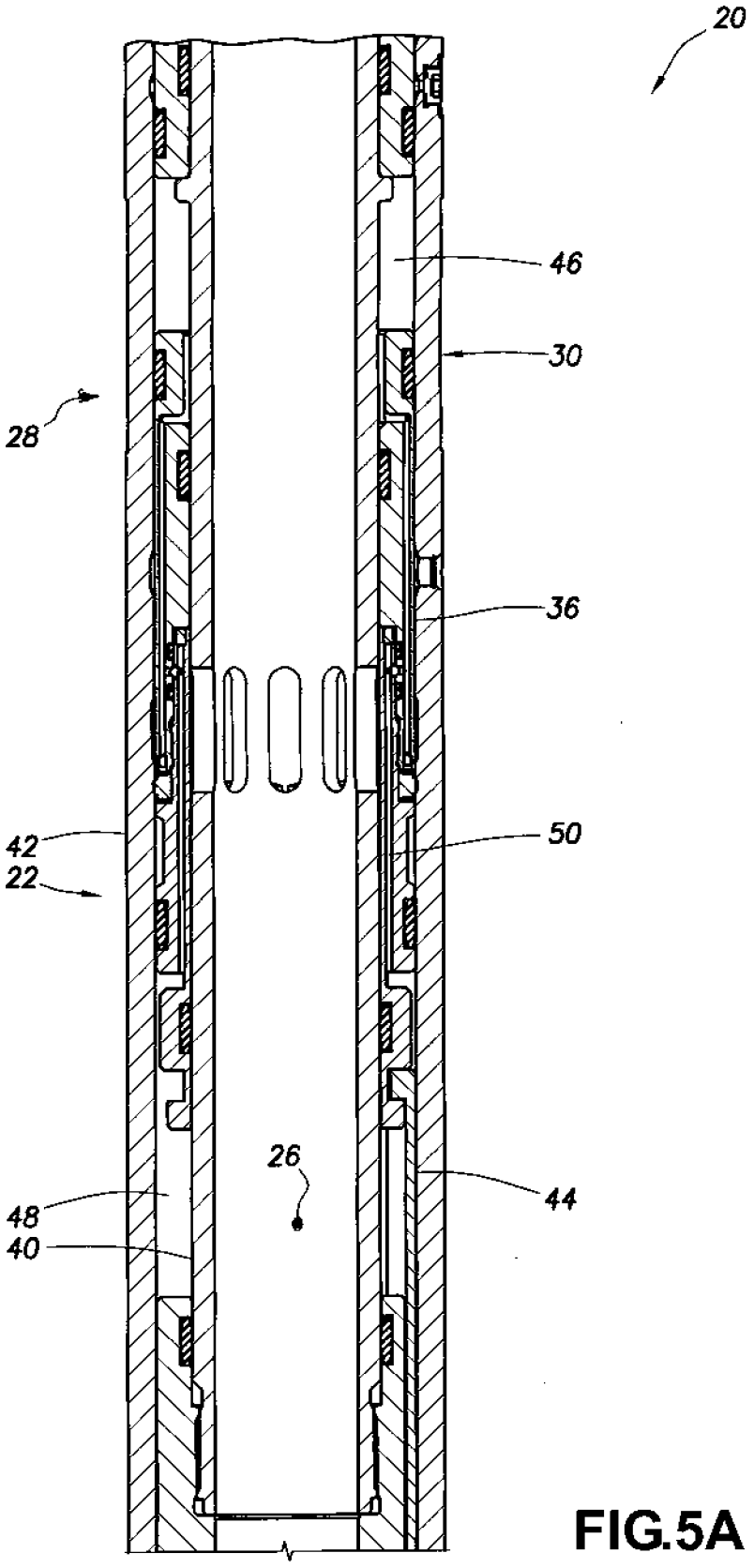


FIG.5A

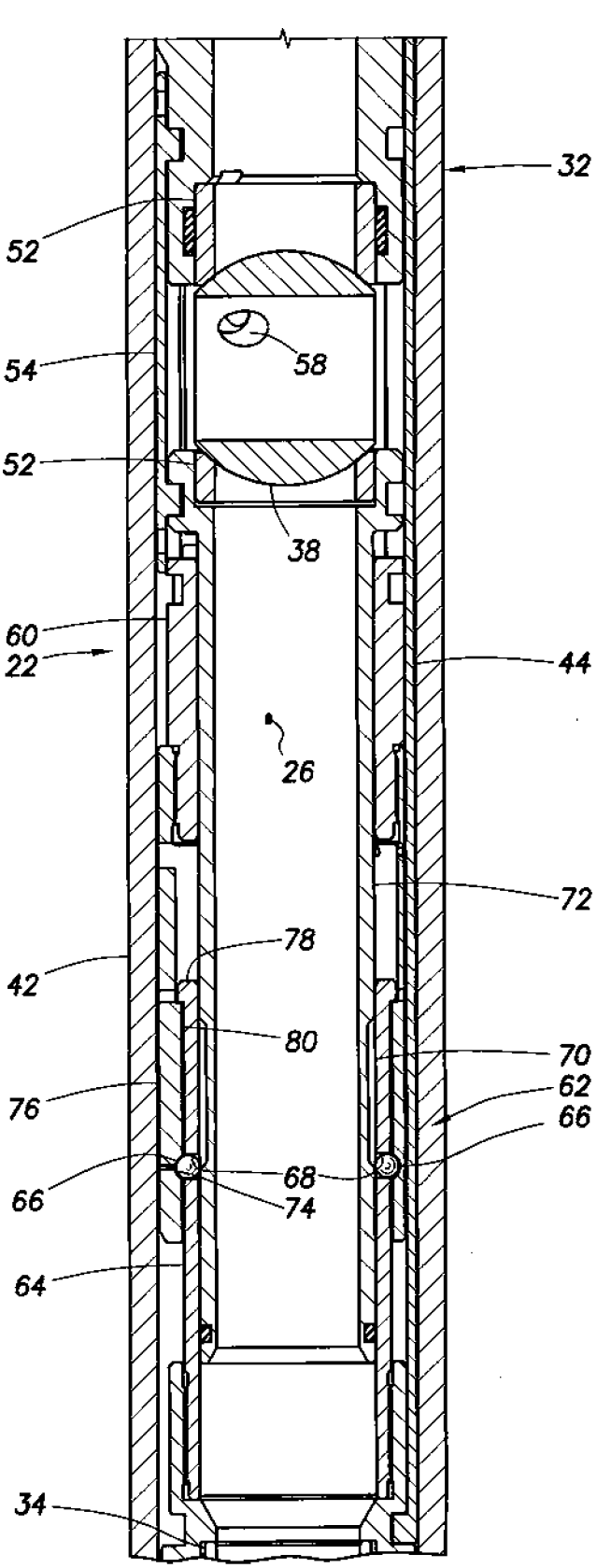


FIG.5B

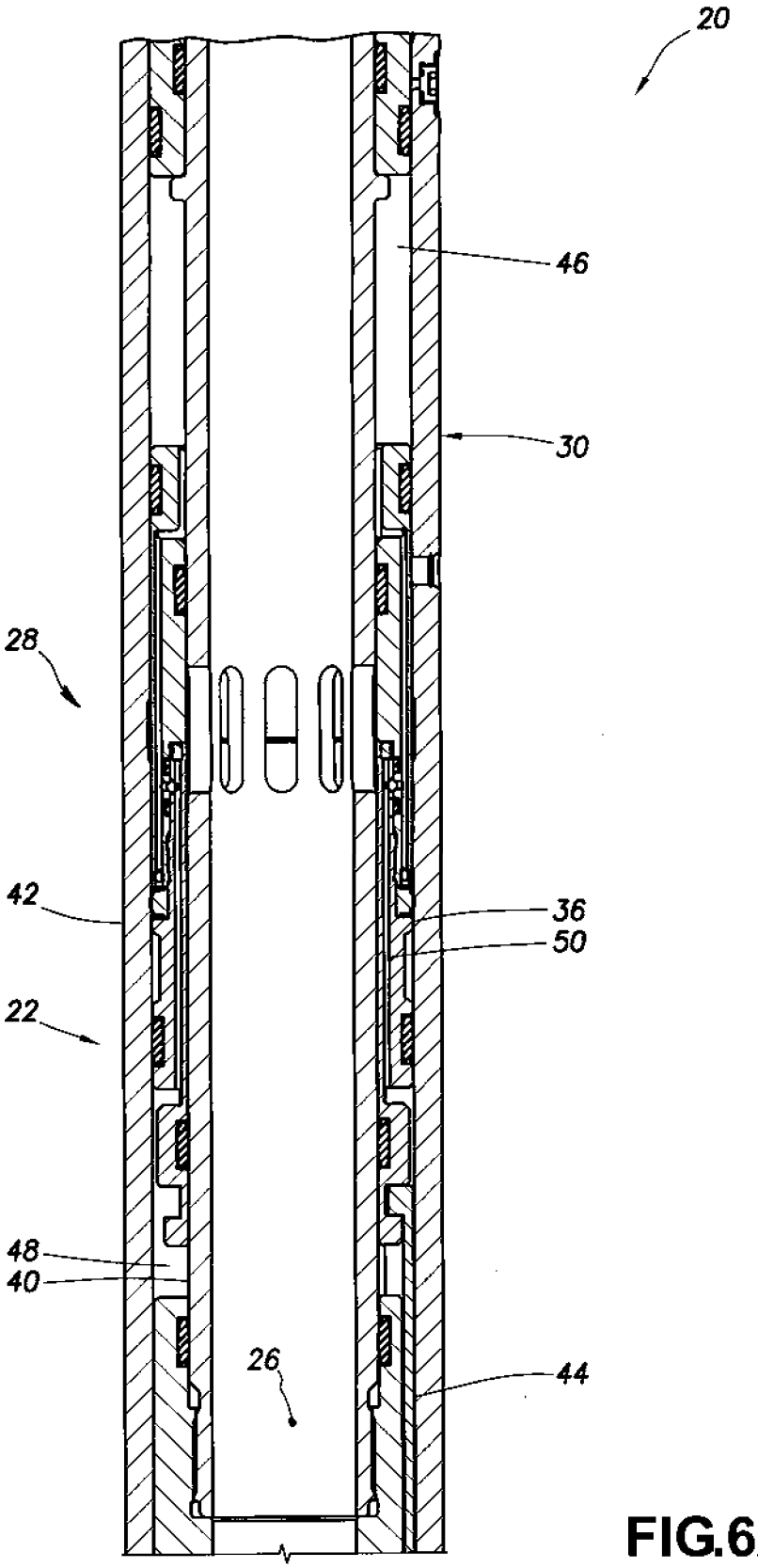


FIG.6A

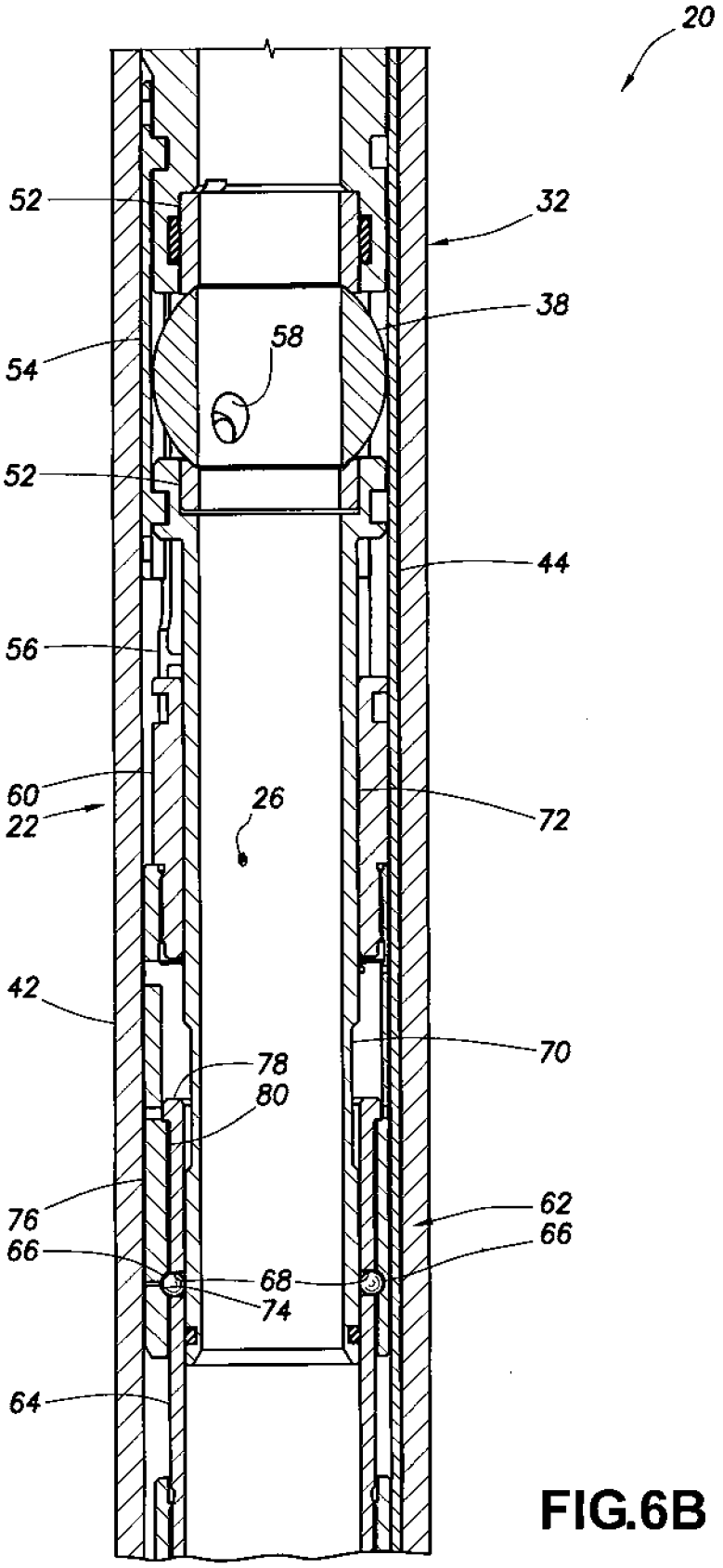


FIG.6B

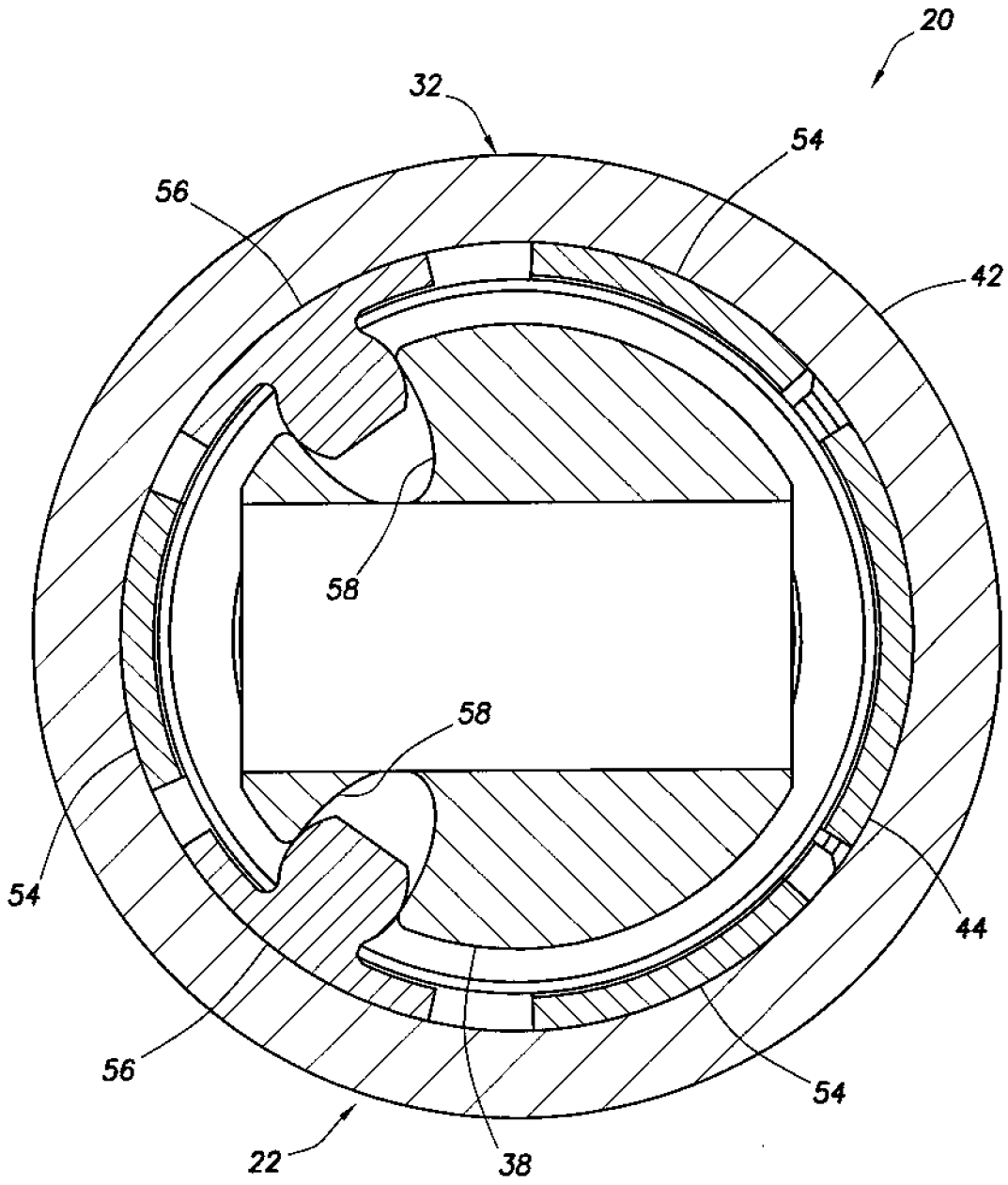


FIG.7

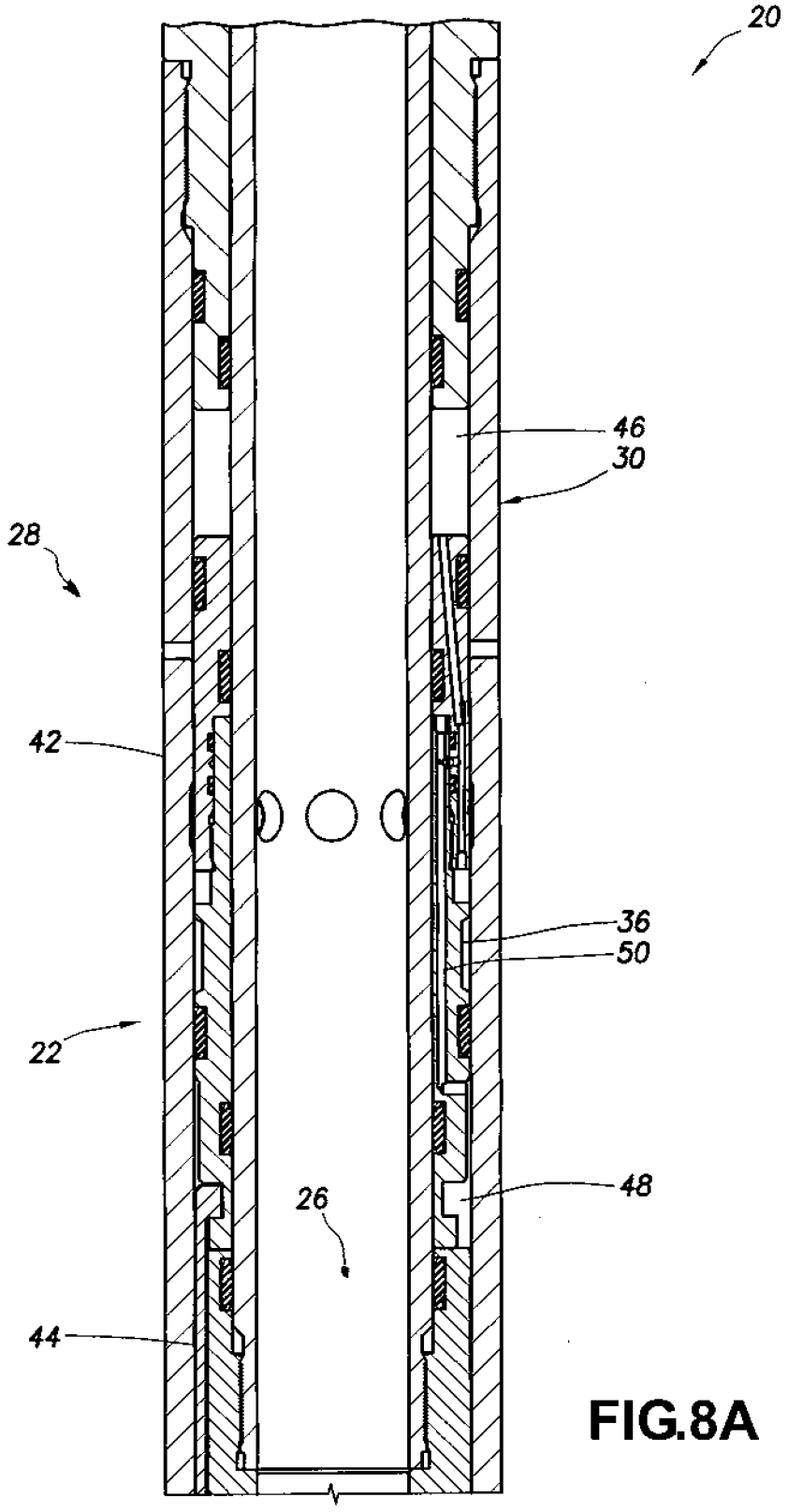


FIG.8A

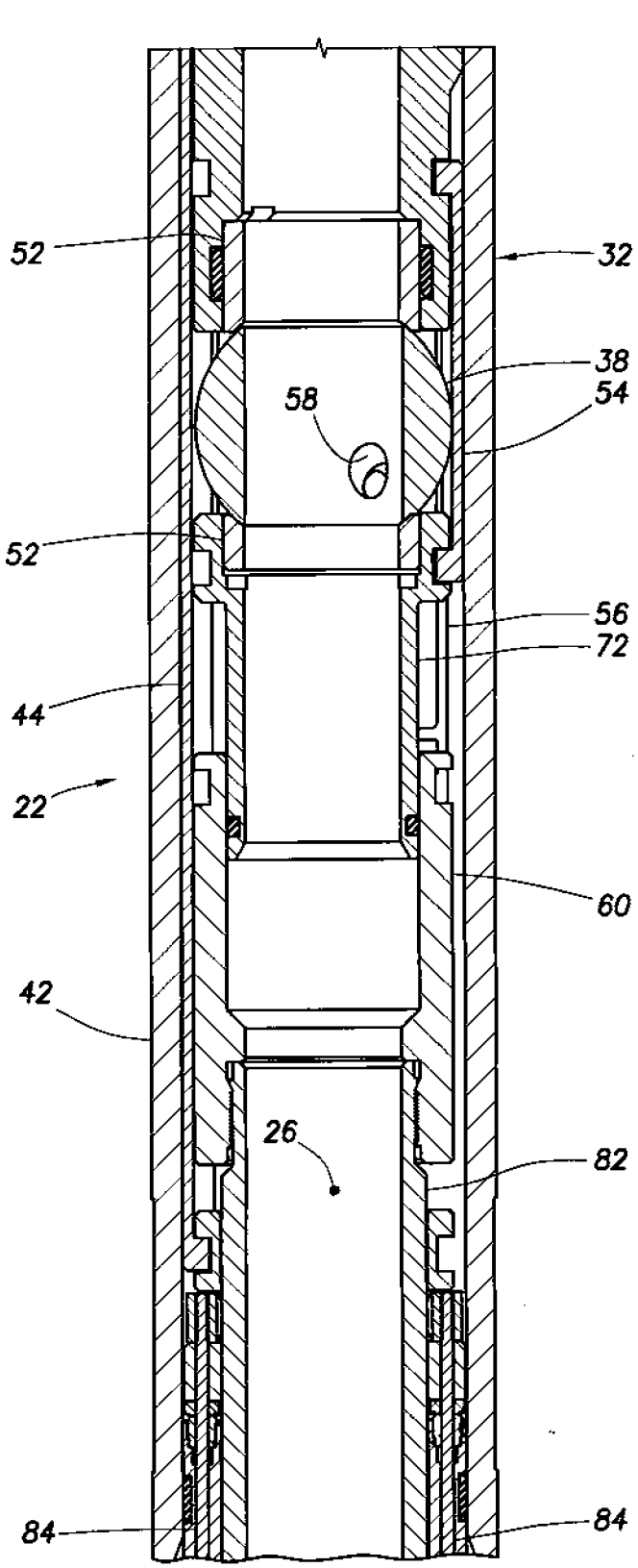


FIG.8B

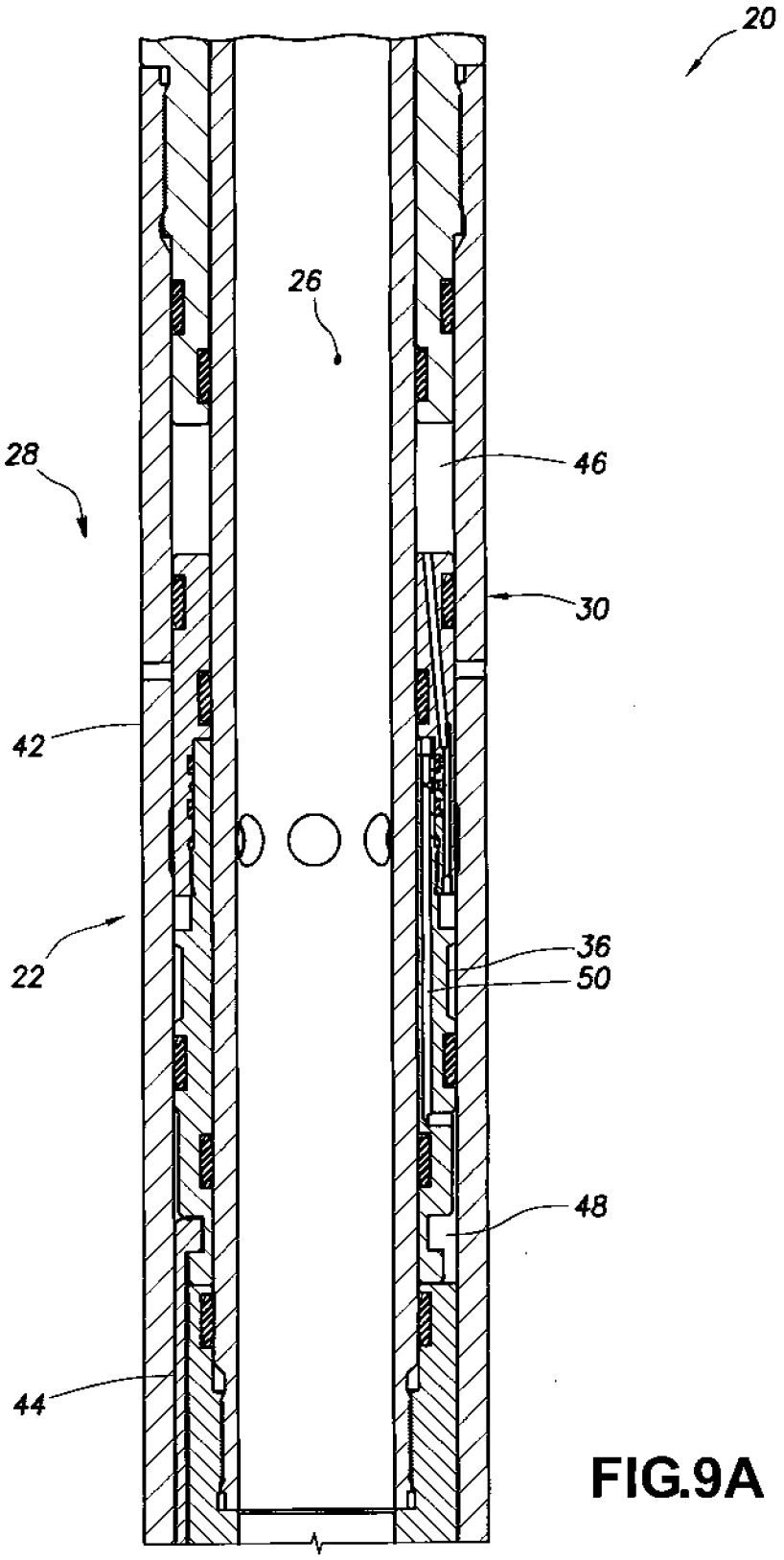


FIG.9A

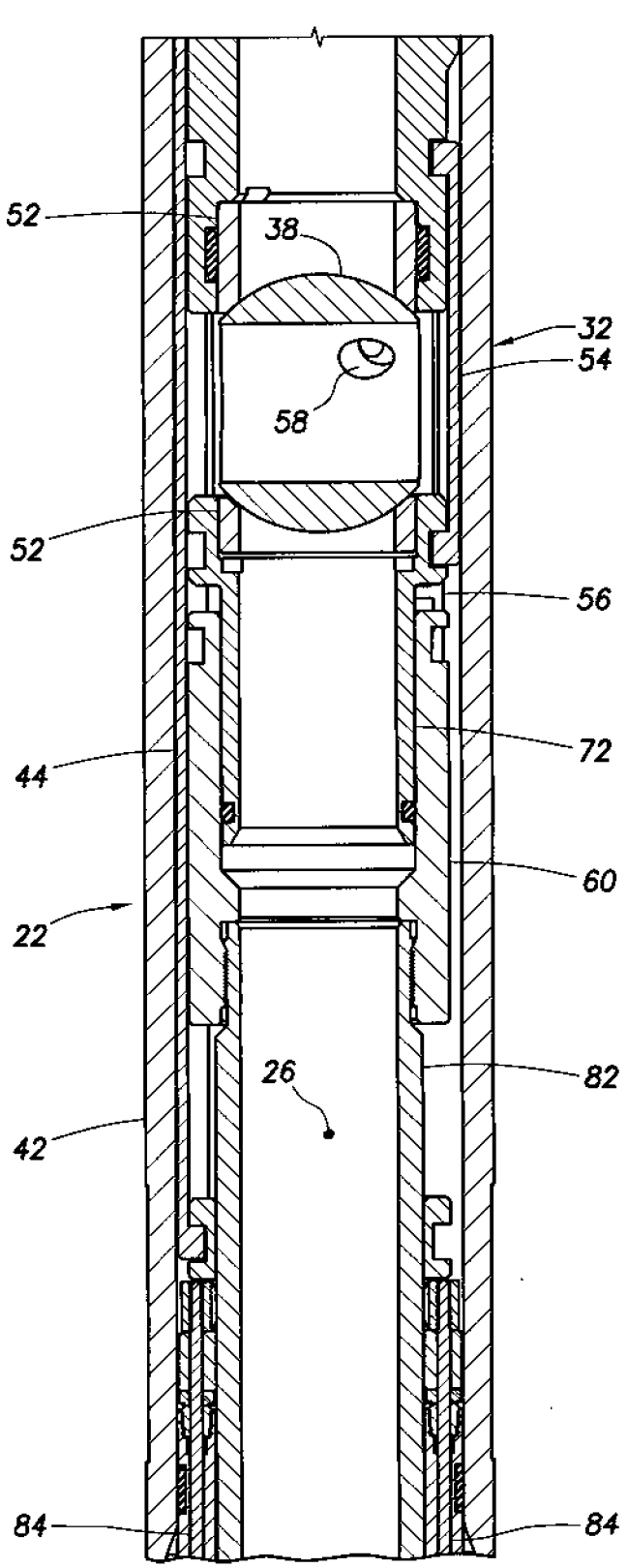


FIG.9B

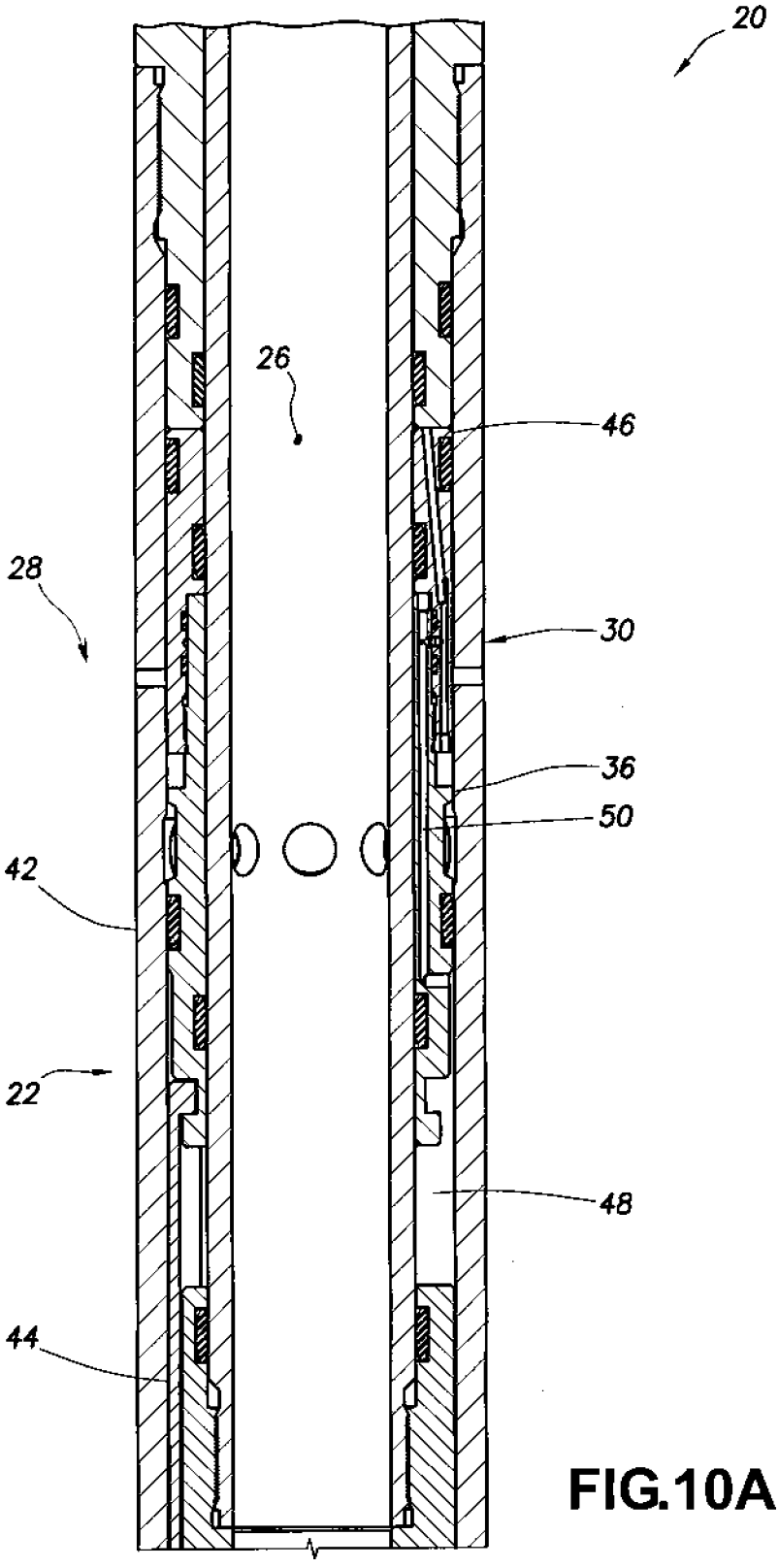


FIG.10A

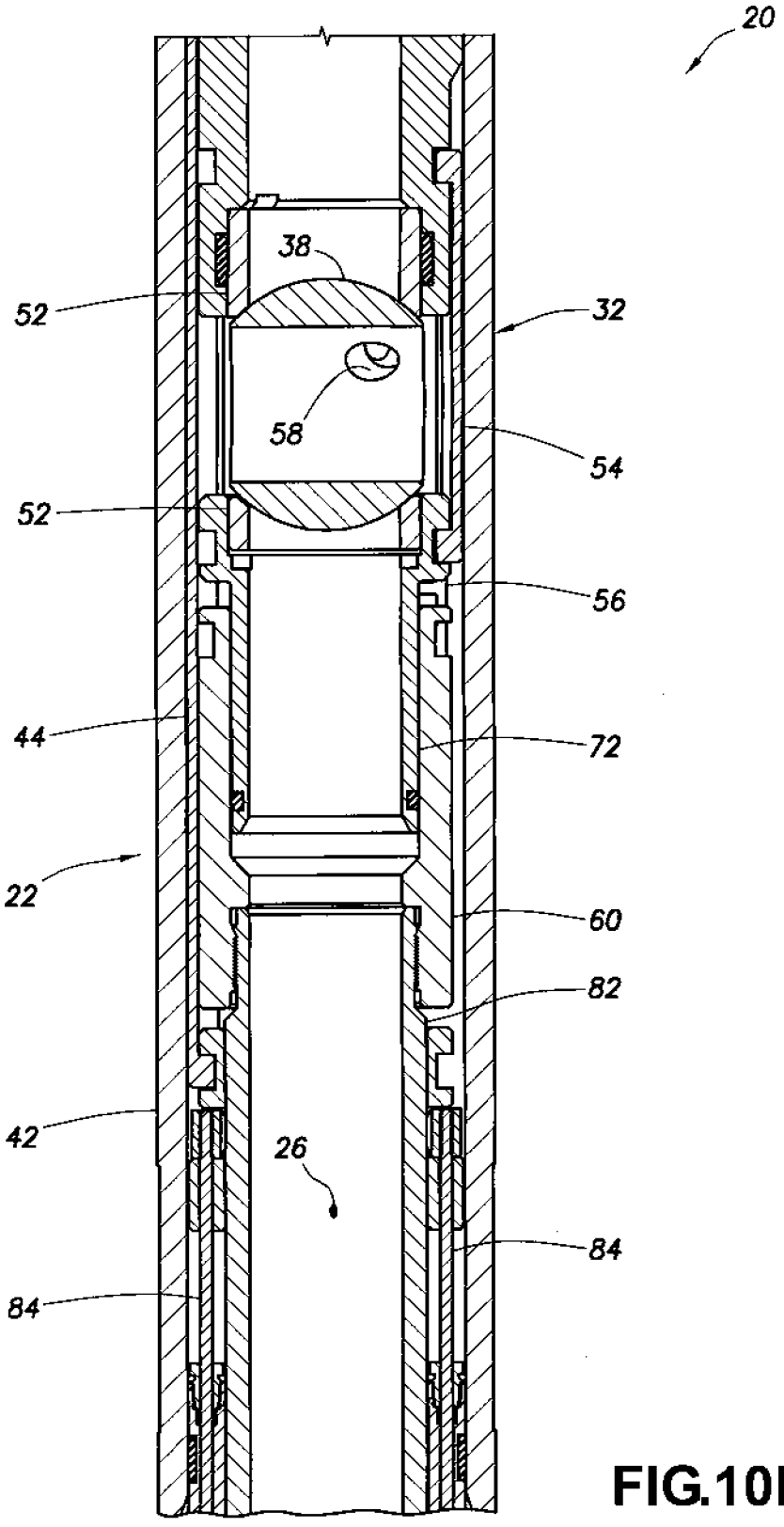


FIG.10B