



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

(11) PI 1000177-8 B1



(22) Data do Depósito: 07/01/2010

(45) Data de Concessão: 10/12/2019

(54) Título: MÉTODO PARA ATUAR PELO MENOS UMA FERRAMENTA DE POÇO E ATUADOR MULTIPOSIÇÃO

(51) Int.Cl.: E21B 34/06.

(30) Prioridade Unionista: 13/01/2009 US 12/352,901.

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

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

(57) Resumo: MÉTODO PARA ATUAR PELO MENOS UMA FERRAMENTA DE POÇO E ATUADOR MULTIPOSIÇÃO. A presente invenção provê um método para atuar uma ferramenta de poço usando primeira e segunda fontes de pressão, incluindo as etapas de: colocar uma câmara de atuador em comunicação com a primeira fonte de pressão, daí deslocando o pistão de uma primeira posição para uma segunda posição; e, então, colocar outra câmara em comunicação com a segunda fonte de pressão, daí deslocando o pistão para uma terceira posição. Um atuador multiposição inclui um membro operativo que se desloca para operar uma ferramenta de poço, uma primeira posição do membro operativo correspondendo a uma fonte de pressão em comunicação com uma câmara e outra fonte de pressão em comunicação com outra câmara, uma segunda posição do membro operativo correspondendo à mesma fonte de pressão em comunicação com ambas câmaras, e uma terceira posição do membro operativo correspondendo às fontes de pressão conectadas a câmaras opostas àquelas da primeira posição.

"MÉTODO PARA ATUAR PELO MENOS UMA FERRAMENTA DE POÇO E ATUADOR MULTIPOSIÇÃO"

Histórico da Invenção

[0001] A presente invenção se relaciona geralmente a um equipamento usado em operações realizadas em conexão com um poço subterrâneo, e uma configuração descrita nesta provê um atuador hidráulico multiposição.

[0002] Muitos atuadores usados para operar ferramentas de furo de poço incluem um pistão que é deslocado para frente e para trás entre duas posições, em resposta à pressão diferencial aplicado ao pistão em direções alternadas. Por exemplo, uma válvula pode ser aberta, deslocando o pistão em uma direção, e fechada deslocando o pistão na direção oposta.

[0003] Infelizmente, usar este tipo de atuador geralmente requer que cada ferramenta de poço seja operada usando um atuador individual, e que cada atuador seja suprido com pressão a partir de fontes de pressão por múltiplas linhas. Isto aumenta a complexidade e o custo e reduz a confiabilidade de sistemas que requerem a operação de múltiplas ferramentas de poço. Ademais, limitações inerentes de espaço disponível (envelope do projeto) são facilmente excedidas, quando se usam métodos tradicionais que provêem uma linha de controle para cada posição de atuador.

[0004] Mesmo se apenas uma única ferramenta de poço for operada usando tal atuador, o operador tipicamente se limita a apenas duas configurações da ferramenta de poço que correspondem a duas posições do pistão no atuador.

[0005] Por conseguinte, deve ser apreciado que se requerem avanços na técnica de prover atuadores multiposição para operação com ferramentas de furo de poço.

Sumário da Invenção

[0006] Na presente invenção são providos atuadores e correspondentes métodos para resolver pelo menos um problema na técnica. Um exemplo é descrito abaixo no qual se conseguem pelo menos três posições de um atuador, controlando a pressão em apenas duas linhas conectadas ao atuador. Outro exemplo será descrito abaixo, no qual múltiplas ferramentas de poço são atuadas usando um único atuador com múltiplas posições.

[0007] Em um aspecto, provê-se um método para atuar pelo menos uma ferramenta de poço usando fontes de pressão relativamente alta e baixa. O método inclui as etapas de: colocar uma câmara de um atuador para ferramenta de poço em comunicação com a fonte de alta pressão, daí deslocando um pistão de uma primeira posição para uma segunda posição; e, então, colocar uma outra câmara do atuador em comunicação com a fonte de baixa pressão, daí deslocando o pistão da segunda posição para uma terceira posição.

[0008] Em outro aspecto, a presente invenção provê um atuador multiposição para atuar pelo menos uma ferramenta de poço usando fontes de pressão relativamente alta e baixa. O atuador inclui múltiplas câmaras no atuador, e um membro operativo que se desloca para operar a ferramenta de poço. Uma primeira posição do membro operativo corresponde à fonte de baixa pressão em comunicação com a primeira câmara e a fonte de alta pressão em comunicação com a segunda câmara, uma segunda posição do membro operativo corresponde à fonte de alta pressão em comunicação com ambas câmaras, e uma terceira posição do membro operativo corresponde à fonte de alta pressão em comunicação com a primeira câmara e a fonte de baixa pressão em comunicação com a segunda câmara.

[0009] Em ainda outro aspecto, provê-se um atuador multiposição para atuar pelo menos uma ferramenta de poço usando fontes de pressão relativamente alta e baixa. O atuador inclui múltiplas câmaras no atuador, e um pistão que desloca o membro operativo para operar a ferramenta de poço. O pistão tem uma primeira posição no atuador que corresponde à fonte de baixa pressão em comunicação com a primeira câmara e a fonte de alta pressão em comunicação com a segunda câmara. O pistão tem uma segunda posição no atuador que corresponde à fonte de alta pressão em comunicação com ambas câmaras. O pistão tem uma terceira posição no atuador que corresponde à fonte de alta pressão em comunicação com a primeira câmara e a fonte de baixa pressão em comunicação com a segunda câmara.

[0010] Estes e outros aspectos, vantagens, e benefícios da presente invenção serão aparentes àqueles habilitados na técnica através de uma leitura minuciosa da descrição detalhada, que se segue, em conexão com os desenhos anexos, onde elementos similares serão indicados com os mesmos números de referência nas diversas figuras.

Descrição Resumida dos Desenhos

[0011] A figura 1 é uma vista esquemática parcialmente em corte transversal de um sistema de poço, incorporando princípios da presente invenção;

[0012] A figura 2 é um diagrama de círculo hidráulico esquemático para um sistema de controle, que pode ser usado no sistema de poço da figura 1;

[0013] As figuras 3A a 3C são vistas esquemáticas em corte transversal de um atuador utilizável no sistema de controle da figura 2, e no sistema de poço da figura 1, o atuador

incorporando princípios da presente invenção; e

[0014] A figura 4 é uma vista esquemática em corte transversal de uma outra configuração do atuador.

Descrição Detalhada da Invenção

[0015] Deve ser entendido que as várias configurações descritas nesta podem ser usadas em várias orientações, tal como inclinada, invertida, horizontal, vertical, etc. e em várias configurações, dentro princípios da invenção. Sendo que, as configurações descritas nesta têm um propósito meramente exemplar de aplicações úteis dos princípios da invenção, que não se limitam a qualquer detalhe específico destas configurações.

[0016] Na descrição que se segue de configurações representativas da presente invenção, termos direcionais, tal como, "acima", "abaixo", "superior", "inferior", etc. são usados por força de conveniência, com referência aos desenhos anexos. Em geral, os termos "acima", "superior", "para cima", e similares se referem à direção para a superfície ao longo de um furo de poço, e "abaixo", "inferior", e "para baixo", e similares se referem à direção oposta à superfície.

[0017] Como representativamente ilustrado na figura 1, a especificação provê um sistema de poço que incorpora os princípios da presente invenção. No sistema de poço 10 se realiza um teste de coluna de furação usando, em parte, ferramentas de poço 44, 46 para controlar o fluxo entre uma passagem de fluxo interna 48 de uma coluna tubular 50, em uma seção anular (*annulus*) 52 formada entre a coluna tubular e um furo de poço 54, e uma formação 57 intersectada pelo furo de poço. O furo de poço 54 pode ser encamisado (figura 1) ou descamisado.

[0018] Um sistema de controle de atuador 12 é interconectado na coluna tubular 50. O sistema de controle 12 é usado para controlar a operação de um atuador 18 para as ferramentas de poço 44, 46 durante o teste da coluna de furação. O sistema de controle 12 pode ter um projeto convencional, e, por conseguinte, não precisa ser descrito adicionalmente nesta, mas uma válvula de controle esquemática 14, que pode ser usada para controlar a operação das ferramentas de poço 44, 46 via atuador 18, está representada na figura 2.

[0019] Alternativamente, o sistema de controle para controlar a operação de ferramentas de poço 44, 46 é visto no Pedido de Patente "MODULAR ELECTRO-HYDRAULIC CONTROLLER FOR WELL TOOL", Protocolo 2008-IP-016830 U1 US, cuja descrição inteira está incorporada nesta por esta referência.

[0020] O sistema de controle 12 controla a operação dos atuadores, aplicando seletivamente pressão aos pistões do atuador 18. Com este propósito, a coluna tubular 50 também pode incluir as fontes de pressão 20, 22.

[0021] Por exemplo, uma fonte de pressão relativamente baixa pode ser uma câmara atmosférica ou o lado de baixa pressão de uma bomba. Uma fonte de pressão relativamente alta pode ser uma câmara de gás pressurizada, pressão hidrostática no poço, ou o lado de alta pressão de uma bomba. Qualquer tipo de fonte de pressão pode ser usado, e não é necessário para qualquer das fontes de pressão que seja interconectada à coluna tubular 50, dentro dos princípios da presente invenção. Por exemplo, se uma pressão hidrostática for usada como fonte de pressão, a seção anular 52 ou a passagem 48 serve como fonte de pressão.

[0022] A ferramenta de poço 44 está representada na figura 1 como uma válvula de circulação e a ferramenta de poço 46 como válvula de teste. No entanto, a atuação de qualquer outro tipo de ferramenta de poço pode ser controlada usando o sistema de controle 12.

[0023] Neste ponto, deve ser reiterado que o sistema de poço 10 se trata de meramente um exemplo de aplicação dos princípios da invenção. Não sendo necessário que um teste de coluna de furação seja realizado no sistema de controle 12 que deve ser interconectado na coluna tubular 50 para prover uma comunicação fluida entre a formação 56, a passagem 48 e a seção anular 52 que deve ser controlada, ou para os furos de poço 44 e 46 que devem ser atuados. Os princípios da invenção não se limitam, de modo algum, aos detalhes do sistema de poço 10.

[0024] Referindo-se adicionalmente à figura 2, o diagrama de circuito hidráulico esquemático do sistema de controle 12 está representativamente ilustrado separado do sistema de poço 10. Nesta vista, pode ser visto que a válvula de controle 14 do sistema de controle 12 está interconectada entre as fontes de pressão 20 e 22 e as respectivas primeira e segunda câmaras 24, 26 no atuador 18.

[0025] Como representado na figura 2, outra fonte de pressão 16 está mostrada em comunicação contínua com uma terceira câmara 28, e a fonte de pressão 20 em comunicação fluida contínua com as quarta e quinta câmaras 30, 32 do atuador. No entanto, a operação do atuador 18 pode ser controlada direcionando as pressões das fontes de pressão 20, 22 para as primeira e segunda câmaras 24, 26 através de apenas duas linhas 34, 36, que se estendem entre a válvula de

controle 14 e o atuador 18.

[0026] A fonte de pressão 16 preferivelmente é meramente uma pressão baixa na câmara 28, por exemplo, a câmara 28 pode ser uma câmara selada em pressão atmosférica (ou outra pressão relativamente baixa), sem conectar uma fonte de pressão separada 16 a esta câmara. Alternativamente, a câmara pode se comunicar com a fonte de baixa pressão 22, em qual caso a fonte de pressão 16 corresponde à fonte de pressão 22.

[0027] No exemplo da figura 2, a primeira fonte de pressão 20 será descrita como uma fonte de alta pressão e a segunda fonte de pressão 22 como fonte de baixa pressão. Em outras palavras, a primeira fonte de pressão 20 provê uma pressão aumentada em relação à pressão provida pela segunda fonte de pressão 22.

[0028] Por exemplo, a primeira fonte de pressão 20 pode suprir pressão hidrostática e a segunda fonte de pressão 22 pode suprir pressão substancialmente atmosférica. A condição preferível é que um diferencial de pressão entre as primeira e segunda fontes de pressão 20, 22 seja mantido pelo menos durante a operação do atuador 18. A câmara 28 preferivelmente está em uma pressão mais baixa que a pressão suprida pela primeira fonte 20.

[0029] Quando se deseja deslocar um membro operativo 38 e atuar as ferramentas de poço 44, 46, a válvula de controle 14 coloca as primeira e segunda câmaras 24, 26 em comunicação com as fontes de pressão apropriadas. Por exemplo (como representado na figura 3A), uma primeira posição do membro operativo 38 pode corresponder à fonte de alta pressão 20 em comunicação com a segunda câmara 26 e a fonte de baixa pressão 22 em comunicação com a primeira câmara 24. O membro

operativo 38 pode ser deslocado da primeira posição para uma segunda posição (como representado na figura 3B) que corresponde à fonte de alta pressão em comunicação com ambas, primeira e segunda câmaras 24, 26. O membro operativo 38 pode ser deslocado da segunda posição para uma terceira posição (como representado na figura 3C), que corresponde à fonte de alta pressão em comunicação com a primeira câmara 24 e a fonte de baixa pressão em comunicação com a segunda câmara 26.

[0030] Preferivelmente, o membro operativo 38 pode ser deslocado de qualquer uma de suas três posições para qualquer uma de suas outras duas posições, em qualquer ordem, meramente operando a válvula de controle 14 para colocar cada uma das fontes de pressão 20, 22 em comunicação com a respectiva câmara das câmaras 24, 26. Por exemplo, o membro operativo 38 pode ser deslocado da terceira posição para a segunda posição da segunda posição, da segunda posição para qualquer uma das primeira ou terceira posições, e da segunda posição para a primeira posição.

[0031] Assim, deve ser apreciado que pode ser controlada a pressão em apenas nas duas linhas 34, 36 para produzir mais que duas posições do membro operativo 38. Isto constitui uma vantagem única do atuador 18 em relação aos projetos anteriores de atuador, ajudando sistemas de atuador multifunção com um mínimo de hardware.

[0032] No exemplo da figura 2, o deslocamento do membro operativo 38 entre as primeira e segunda posições pode ser usado para abrir e fechar seletivamente a ferramenta de poço 46, e o deslocamento do membro operativo entre as segunda e terceira posições pode ser usado para abrir e fechar

seletivamente a ferramenta de poço 44. No sistema de poço da figura 1, as ferramentas de poço 44, 46 são válvulas que são operadas para permitir ou impedir fluxo.

[0033] No entanto, outras ferramentas de poço poderiam ser operadas usando as múltiplas posições do membro operativo 38 produzidas pelo atuador 18. Por exemplo, um restritor choke pode ser operado para várias posições de restrição de fluxo por um atuador 18, sendo que um vedante (packer), suspensor ou plugue podem ser ativados e liberados de uma ferramenta móvel, ou uma ferramenta vedante de cascalho (gravel packing), multiposição pode ser operada, etc.. Assim, deve ser claramente entendido que os princípios da invenção não se limitam a qualquer tipo ou número de ferramenta(s) de poço descrito aqui, como sendo operadas pelo atuador 18.

[0034] Referindo-se adicionalmente às figuras 3A a 3C, onde estão representativamente ilustradas vistas ampliadas em corte transversal de um exemplo do atuador 18. A figura 3A corresponde à primeira posição do membro operativo 38, a figura 3B corresponde à segunda posição do membro operativo, e a figura 3C corresponde à terceira posição do membro operativo, como descrito acima.

[0035] Neste exemplo, o membro operativo 38 compreende uma extremidade superior de um primeiro pistão 40 disposto reciprocavelmente no atuador 18. Um segundo pistão também se encontra disposto reciprocavelmente no atuador 18. Para maior clareza de ilustração e descrição, o pistão e membro operativo 38 estão representados na figura 2, constituindo apenas uma única estrutura, e o pistão 42 está representado na figura 2, constituindo apenas uma única estrutura, mas qualquer ou todos estes poderiam compreender múltiplas

estruturas, dentro dos princípios da presente invenção.

[0036] O primeiro pistão é recebido de modo selado nos furos 58, 60, 62, 64 com os respectivos selos 66, 68, 70, 72. O segundo pistão 42 é recebido de modo selado nos furos 74, 76 com os respectivos selos 78, 80. O primeiro pistão 40 é recebido de modo selado em um furo 82 no segundo pistão 42 com um selo 84.

[0037] Os furos 58, 60 definem uma primeira área superficial A1 no primeiro pistão 40, que é exposta à primeira câmara 24, os furos 64, 76 definem uma segunda área superficial A2 no segundo pistão 42, que é exposta à segunda câmara 26, os furos 62, 82 definem uma terceira área superficial A3 no primeiro pistão, que é exposta à terceira câmara 28, os furos 74, 82 definem uma quarta área superficial A4 no segundo pistão, que é exposta à terceira câmara 28, os furos 60, 62 definem uma quinta área superficial A5 no primeiro pistão, que é exposta à quarta câmara 30, e os furos 74, 76 definem uma sexta área superficial no segundo pistão, que é exposta à quinta câmara 32.

[0038] Preferivelmente, a área superficial A1 deve ser igual à soma das áreas superficiais A3 e A5 e a área superficial A2 igual à soma das áreas superficiais A4 e A6. Também é preferível que a área superficial A2 seja maior que a área superficial A1, e que a área superficial A4 seja maior que a área superficial A3.

[0039] Na configuração da figura 3A, a fonte de alta pressão 20 se encontra em comunicação com a primeira câmara 26, e que a fonte de baixa pressão 22 se encontra em comunicação com a primeira câmara 24, fazendo baixar

o primeiro pistão 40 (com a câmara 30 em comunicação com que a fonte de alta pressão 20, e que ambas câmaras 24, 28 tendo pressões relativamente baixas), e baixar o segundo pistão (com as câmaras 26, 32 em comunicação com uma fonte de alta pressão 20 e que a câmara 28 tendo uma pressão relativamente baixa). Deve ser notado que o curso do pistão 40 é limitado por um encosto provido pelo furo de selo 62. Assim, o membro operativo 38 e o pistão 40 se encontram na primeira posição.

[0040] Na configuração da figura 3B, ambas câmaras 24, 26 estão em comunicação com a fonte de alta pressão 20. Isto faz subir o primeiro pistão 40 para contactar o segundo pistão (com as câmaras 24, 40 em comunicação com a fonte de alta pressão 20, e a câmara 28 tendo uma pressão relativamente baixa). No entanto, o segundo pistão 42 impede que o primeiro pistão suba ainda mais, devido ao contato entre o segundo pistão 42 e um encosto 86 no primeiro pistão. O primeiro pistão 40 não pode deslocar o segundo pistão 42 para cima, uma vez que a área superficial A4 no segundo pistão é maior que a área superficial A3 no primeiro pistão. Assim, o membro operativo 38 é deslocado para a segunda posição com o pistão 40.

[0041] Na configuração da figura 3C, a primeira câmara 24 se encontra em comunicação com a fonte de alta pressão 20 e a segunda câmara se encontra em comunicação com a fonte de baixa pressão 22. Isto faz subir o primeiro pistão 40 (com as câmaras 24, 30 em comunicação com a fonte de alta pressão 20 e a câmara 28 tendo uma pressão relativamente baixa) e faz subir o segundo pistão 42 (com a câmara 32 em comunicação com a fonte de alta pressão e as câmaras 26, 28 tendo pressões relativamente baixas). Assim, o membro operativo 38 sobe

adicionalmente com o pistão 40 seguindo para a terceira posição.

[0042] Referindo-se adicionalmente à figura 4, outra configuração do atuador 18 está representativamente ilustrada. Nesta configuração, o membro operativo 38 é conectado à extremidade inferior do primeiro pistão 40, o membro operativo é deslocado para operar uma outra ferramenta de poço 88, e os pistões 40, 42 têm a forma de elementos cilíndricos sólidos, ao invés de elementos anulares, como representado nas figuras 3A a 3C. Caso contrário, a operação do atuador 18 da figura 4 é a mesma operação do atuador das figuras 3A a 3C.

[0043] A ferramenta de poço 88 pode ser qualquer tipo de ferramenta de poço, tal como vedante (packer), plugue, suspensor, dispositivo de controle de fluxo, ferramenta móvel, ferramenta de ajuste, etc.. A configuração da figura 4 demonstra que são possíveis várias configurações para o atuador 18 dentro dos princípios da presente invenção.

[0044] Agora pode ser plenamente apreciado que a especificação provê muitas vantagens com respeito à técnica de atuar ferramentas em furos de poço. Por exemplo, o atuador 18 pode ser operado para deslocar o membro operativo 38 para mais que duas posições, controlando a pressão em apenas duas linhas 34, 36, sendo que a pressão é suprida a partir de duas fontes de pressão 20, 22. Este aspecto é especialmente importante, quando o espaço de projeto é limitado, que é comum em aplicações de ferramenta de furo de poço. Com certeza, outros números de posição, linhas, e fontes de pressão poderão vir a serem usados, se desejado.

[0045] A especificação acima descreve um método para atuar

pelo menos uma ferramenta de poço 44, 36, 48 usando primeira e segunda fontes de pressão 20, 22. O método inclui as etapas de: colocar uma primeira câmara 24 de um atuador 18 para as ferramentas de pressão 44, 46, 48 em comunicação com a primeira fonte de pressão 20, daí deslocando um primeiro pistão 40 de uma primeira posição para uma segunda posição; e, então, colocar uma segunda câmara 26 do atuador 18 em comunicação com a segunda fonte de pressão 22, daí deslocando o primeiro pistão 40 da segunda posição para uma terceira posição.

[0046] Um segundo pistão 42 pode impedir o deslocamento do primeiro pistão 40 para a terceira posição até a segunda câmara 26 ser colocada em comunicação com a segunda fonte de pressão 22. Uma terceira câmara 28 pode estar em uma pressão relativa mais baixa em relação à primeira fonte de pressão 20 em cada uma das primeira, segunda, e terceira posições do primeiro pistão 40. Cada um dos primeiro e segundo pistões 40, 42 pode ser exposto à terceira câmara 28, enquanto o primeiro pistão 40 se encontra em cada uma das primeira, segunda, e terceira posições.

[0047] A segunda câmara 26 pode estar em comunicação com a primeira fonte de pressão 20, durante a etapa de colocar a primeira câmara 24 em comunicação com a primeira fonte de pressão 20.

[0048] O método também pode incluir as etapas de operar uma primeira ferramenta de poço 46 em resposta ao deslocamento do primeiro pistão 40 da primeira posição para a segunda posição, e operar uma segunda ferramenta de poço 44 em resposta ao deslocamento do primeiro pistão 40 da segunda posição para a terceira posição.

[0049] A especificação acima também provê um atuador multiposição 18 para atuar pelo menos uma ferramenta de poço 44, 46, 48 usando primeira e segunda câmaras 20, 22. O atuador 18 inclui uma primeira e segunda câmaras 24, 26 no atuador 18, e um membro operativo 38, que se desloca para operar as ferramentas de poço 44, 46, 48. Uma primeira posição do membro operativo 38 corresponde à segunda fonte de pressão 22 em comunicação com a primeira câmara 24 e a primeira fonte de pressão 20 em comunicação com a segunda câmara 26. Uma segunda posição do membro operativo 38 corresponde à primeira fonte de pressão 20 em comunicação com cada uma das primeira e segunda câmaras 24, 26. Uma terceira posição do membro operativo 38 corresponde à primeira fonte de pressão 20 em comunicação com a primeira câmara 24 e a segunda fonte de pressão 22 em comunicação com a segunda câmara 26.

[0050] A primeira fonte de pressão 20 pode suprir uma pressão mais alta que a segunda fonte de pressão 22.

[0051] O atuador 18 também pode incluir primeiro e segundo pistões 40, 42. O primeiro pistão 40 pode ser exposto à primeira câmara 24, e o segundo pistão 42 pode ser exposto à segunda câmara 26.

[0052] O atuador 18 também pode incluir uma terceira câmara 28 em uma pressão mais baixa relativa primeira fonte de pressão 20, em cada uma das primeira, segunda, e terceira posições do membro operativo 38. Os primeiro e segundo pistões 40, 42 podem ser expostos à terceira câmara 28 em cada uma das primeira, segunda, e terceira posições do membro operativo 38.

[0053] O atuador 18 também pode incluir quarta e quinta

câmaras 30, 32 em comunicação com a primeira fonte de pressão 20, em cada uma das primeira, segunda, e terceira posições do membro operativo 38. O primeiro pistão 40 pode ser exposto à quarta câmara 30, em cada uma das primeira, segunda, e terceira posições do membro operativo 38, e o segundo pistão pode ser exposto à quinta câmara 32 de cada uma das primeira, segunda, e terceira posições do membro operativo 38.

[0054] A especificação acima também provê um atuador multiposição 18 para atuar pelo menos uma ferramenta de poço 44, 46, 48 usando as primeira e segunda fontes de pressão 20, 22, com o atuador multiposição 18 usando as primeira e segunda fontes de pressão 24, 26 no atuador 18, e um primeiro pistão 40, que desloca o membro operativo 38 para operar a(s) ferramenta(s) de poço 40, 46, 88. O primeiro pistão 40 tem uma primeira posição no atuador 18 que corresponde à segunda fonte de pressão 22 em comunicação com a primeira câmara 24 e a primeira fonte de pressão 20 em comunicação com a segunda câmara 26. O primeiro pistão 40 tem uma segunda posição no atuador 18 que corresponde à primeira fonte de pressão 20 em comunicação com cada uma das primeira e segunda câmaras 24, 26. O primeiro pistão 40 tem uma terceira posição no atuador 18 que corresponde à primeira fonte de pressão 20 em comunicação com a primeira câmara 24 e a segunda fonte de pressão 22 em comunicação com a segunda da 26.

[0055] A segunda posição pode se localizar entre as primeira e terceira posições.

[0056] O primeiro pistão 40 pode ter uma primeira área superficial A1 exposta à primeira câmara 24. O atuador 18 pode incluir um segundo pistão 42 tendo uma segunda área superficial A2 exposta à segunda câmara 26. A segunda área

superficial A2 pode ser maior que a primeira área superficial A1.

[0057] O primeiro pistão 40 pode ser levado a contatar o segundo pistão 42, daí impedindo o deslocamento do primeiro pistão 40 para a terceira posição, quando o primeiro pistão 40 estiver na segunda posição.

[0058] Os primeiro e segundo pistões 40, 42 podem ser expostos à segunda fonte de pressão 22, em cada uma das primeira, segunda, e terceira posições no primeiro pistão 40.

[0059] O primeiro pistão 40 pode ter uma terceira área superficial A3 exposta a uma baixa pressão relativa à primeira fonte de pressão 20. O segundo pistão 42 pode ter uma quarta área superficial A4 exposta à baixa pressão relativa à primeira fonte de pressão 20. A quarta área superficial A4 pode ser maior que a terceira área superficial A3.

[0060] O primeiro pistão 40 pode ter uma quinta área superficial A5 exposta à primeira fonte de pressão 20 e o segundo pistão 42 pode ter uma sexta área superficial A6 exposta à primeira fonte de pressão 20. A diferença entre as primeira e quinta áreas superficiais A1, A5, no primeiro pistão 40 pode ser menor que a diferença entre a segunda e sexta áreas superficiais A2, A6, no segundo pistão 42.

[0061] Com certeza, aqueles habilitados na técnica prontamente apreciarão, através da leitura minuciosa da descrição, que muitas modificações, adições, substituições, deleções, e outras mudanças poderão ser feitas às configurações específicas, e que tais mudanças ainda estarão contidas no escopo dos princípios da invenção. Por exemplo, embora o atuador 18 tenha sido ser descrito acima como

atuador hidráulico, o mesmo poderia operar com outros fluidos (incluindo gases), por exemplo, ser um atuador pneumático, etc. Portanto, a descrição detalhada deve ser claramente entendida como tendo sido dada apenas com propósito de ilustração e exemplo, sendo que o espírito e escopo da presente invenção serão limitados apenas pelas reivindicações anexas e seus equivalentes.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para atuar pelo menos uma ferramenta de poço, usando uma primeira e segunda fontes de pressão (20, 22), caracterizado pelo fato de compreender as etapas de:

- colocar uma primeira câmara (24) de um atuador (18) de uma ferramenta de poço (44, 46, 88) em comunicação com uma primeira fonte de pressão (20), daí deslocando um primeiro pistão (40) de uma primeira posição para uma segunda posição;
- colocar então uma segunda câmara (26) do atuador (18) em comunicação com a segunda fonte de pressão (22), daí deslocando o primeiro pistão (40) da segunda posição para uma terceira posição;
- operar uma primeira ferramenta de poço (44, 46, 88) em resposta ao deslocamento do primeiro pistão (40) da primeira posição para a segunda posição, e operar uma segunda ferramenta de poço em resposta ao deslocamento do primeiro pistão (40) da segunda posição para a terceira posição.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de um segundo pistão (42) impedir o deslocamento do primeiro pistão (40) para a terceira posição, até a segunda câmara (26) ser colocada em comunicação com a segunda fonte de pressão (22).

3. Método, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de uma terceira câmara (28) se encontrar em uma pressão mais baixa em relação à primeira fonte de pressão (20) em cada uma das primeira, segunda, e terceira posições do primeiro pistão (40), e de cada um dos primeiro e segundo pistões (40, 42) (40, 42) ser exposto à terceira câmara (28), enquanto o primeiro pistão (40) se encontra em cada uma das primeira, segunda, e terceira posições.

4. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a segunda câmara (26) se encontrar em comunicação com a primeira fonte de pressão (20), durante a etapa de colocar a primeira câmara (24) em comunicação com a primeira fonte de pressão (20).

5. Atuador multiposição, para atuar pelo menos uma ferramenta de poço (44, 46, 88) usando as primeira e segunda fontes de pressão (20, 22), caracterizado pelo fato de compreender:

- primeira, segunda e terceira câmaras (24, 26, 28) no atuador (18); e
- um membro operativo (38) que se desloca para operar a ferramenta de poço (44, 46, 88), sendo que uma primeira posição do membro operativo (38) corresponde à segunda fonte de pressão (22) em comunicação com a primeira câmara (24) e a primeira fonte de pressão (20) em comunicação com a segunda câmara (26), uma segunda posição do membro operativo (38) corresponde à primeira fonte de pressão (20) em comunicação com cada uma das primeira, segunda e terceira câmaras (24, 26, 28), e uma terceira posição do membro operativo (38) corresponde à primeira fonte de pressão (20) em comunicação com a primeira e a terceira câmaras (24, 28) a segunda fonte de pressão (22) em comunicação com a segunda câmara (26).

6. Atuador, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de a primeira fonte de pressão (20) suprir uma pressão mais alta que a segunda fonte de pressão (22).

7. Atuador, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de adicionalmente compreender primeiro e segundo pistões (40, 42), sendo que o primeiro pistão (40) é exposto à primeira câmara (24) e o segundo pistão (42) é exposto à segunda câmara (26).

8. Atuador, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de adicionalmente compreender uma quarta câmara (30) em uma pressão mais baixa em relação à primeira fonte de pressão (20) em cada uma das primeira, segunda, e terceira posições do membro operativo (38), sendo que os primeiro e segundo pistões (40, 42) são expostos à quarta câmara (30) em cada uma das primeira, segunda, e terceira posições do membro operativo (38).

9. Atuador, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de adicionalmente compreender uma quinta câmara (32) em comunicação com a primeira fonte de pressão (20), em cada uma das primeira, segunda, e terceira posições do membro operativo (38), e sendo que o segundo pistão (42) é exposto à quinta câmara (32), em cada uma das primeira, segunda, e terceira posições do membro operativo (38).

10. Atuador multiposição, para atuar pelo menos uma ferramenta de poço (44, 46, 88) usando primeira e segunda fontes de pressão (20, 22), caracterizado pelo fato de compreender:

- primeira e segunda câmaras (24, 26) no atuador (18); e
- um primeiro pistão (40) que se desloca para operar a ferramenta de poço (44, 46, 88), sendo que o primeiro pistão (40) tem uma primeira posição no atuador (18), que corresponde à segunda fonte de pressão (22) em comunicação com a primeira câmara (24) e a primeira fonte de pressão (20) em comunicação com a segunda câmara (26), o primeiro pistão (40) tendo uma segunda posição no atuador (18), que corresponde à primeira fonte de pressão (20) em comunicação com cada uma das primeira e segunda câmaras (24, 26), e sendo que o deslocamento do primeiro pistão é limitado por um

segundo pistão, e o primeiro pistão (40) tendo uma terceira posição no atuador (18), que corresponde à primeira fonte de pressão (20) em comunicação com a primeira câmara (24) e a segunda fonte de pressão (22) em comunicação com a segunda câmara (26), sendo que o primeiro pistão (40) tem uma primeira área superficial (A1) exposta à primeira câmara (24) e sendo que o segundo pistão (42) tem uma segunda área superficial (A2) exposta à segunda câmara (26), e sendo que os primeiro e segundo pistões (40, 42) são expostos à segunda fonte de pressão (22) em cada uma das primeira, segunda, e terceira posições do primeiro pistão (40).

11. Atuador, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de a segunda posição ser localizada entre as primeira e terceira posições.

12. Atuador, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de a segunda área superficial (A2) ser maior que a primeira área superficial (A1).

13. Atuador, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de o primeiro pistão (40) ser levado a contatar o segundo pistão (42), daí impedindo o deslocamento do primeiro pistão (40) para a terceira posição, quando o primeiro pistão (40) se encontra na segunda posição.

14. Atuador, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de o primeiro pistão (40) ter uma terceira área superficial (A3) exposta a uma pressão mais baixa relativa à primeira fonte de pressão (20), e o segundo pistão (42) ter uma quarta área superficial (A4) exposta a uma pressão mais baixa relativa à primeira fonte de pressão (20).

15. Atuador, de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de a quarta área superficial (A4) ser maior que a

terceira área superficial (A3).

16. Atuador, de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de o primeiro pistão (40) ter uma quinta área superficial (A5) exposta à primeira fonte de pressão (20), e o segundo pistão (42) ter uma sexta área superficial (A6) exposta à primeira fonte de pressão (20).

17. Atuador, de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de uma diferença entre as primeira (A1) e quinta (A5) áreas superficiais no primeiro pistão (40) ser menor que a diferença entre as segunda (A2) e sexta (A6) áreas superficiais no segundo pistão (42).

1/6

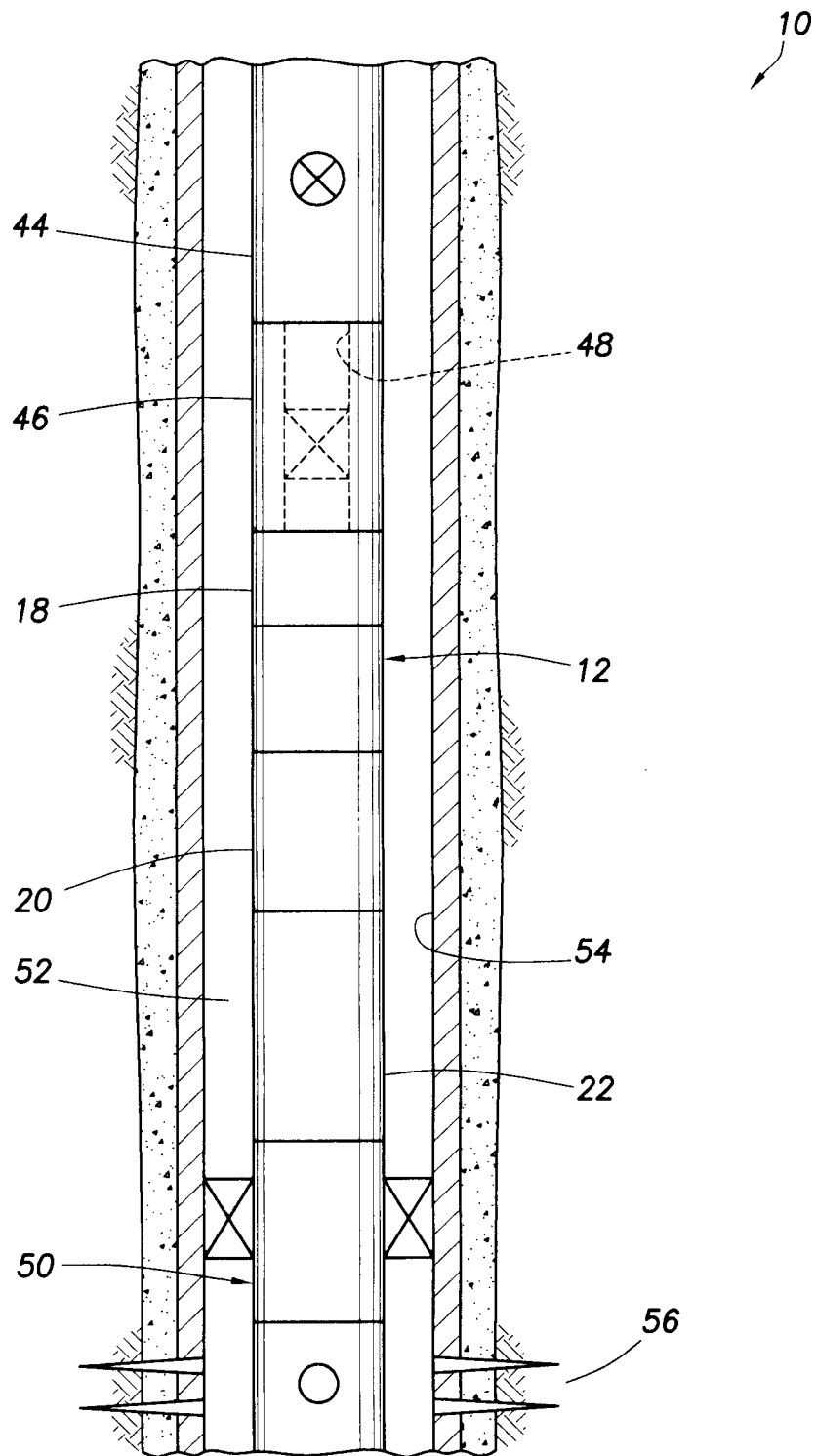


FIG.1

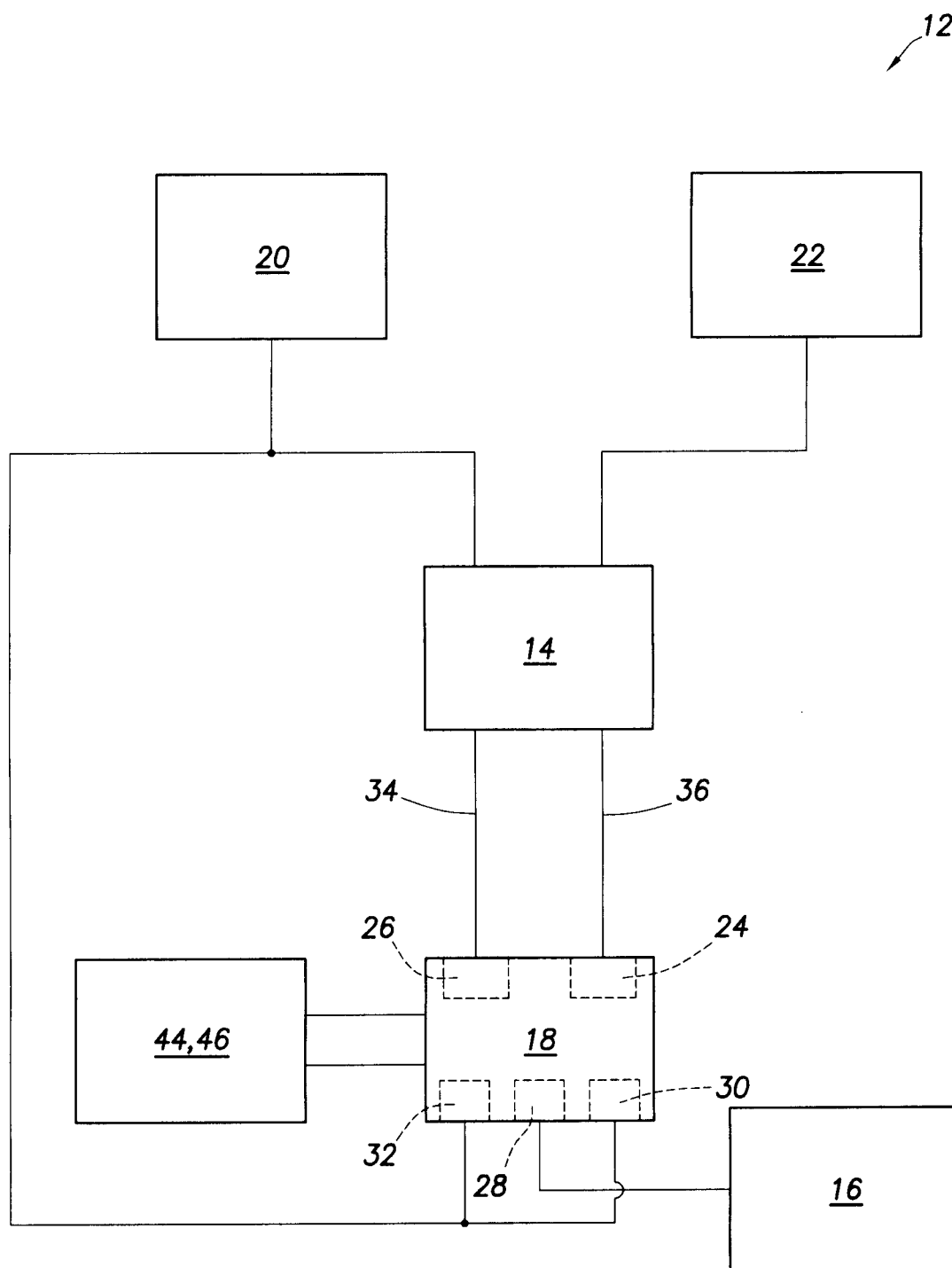


FIG.2

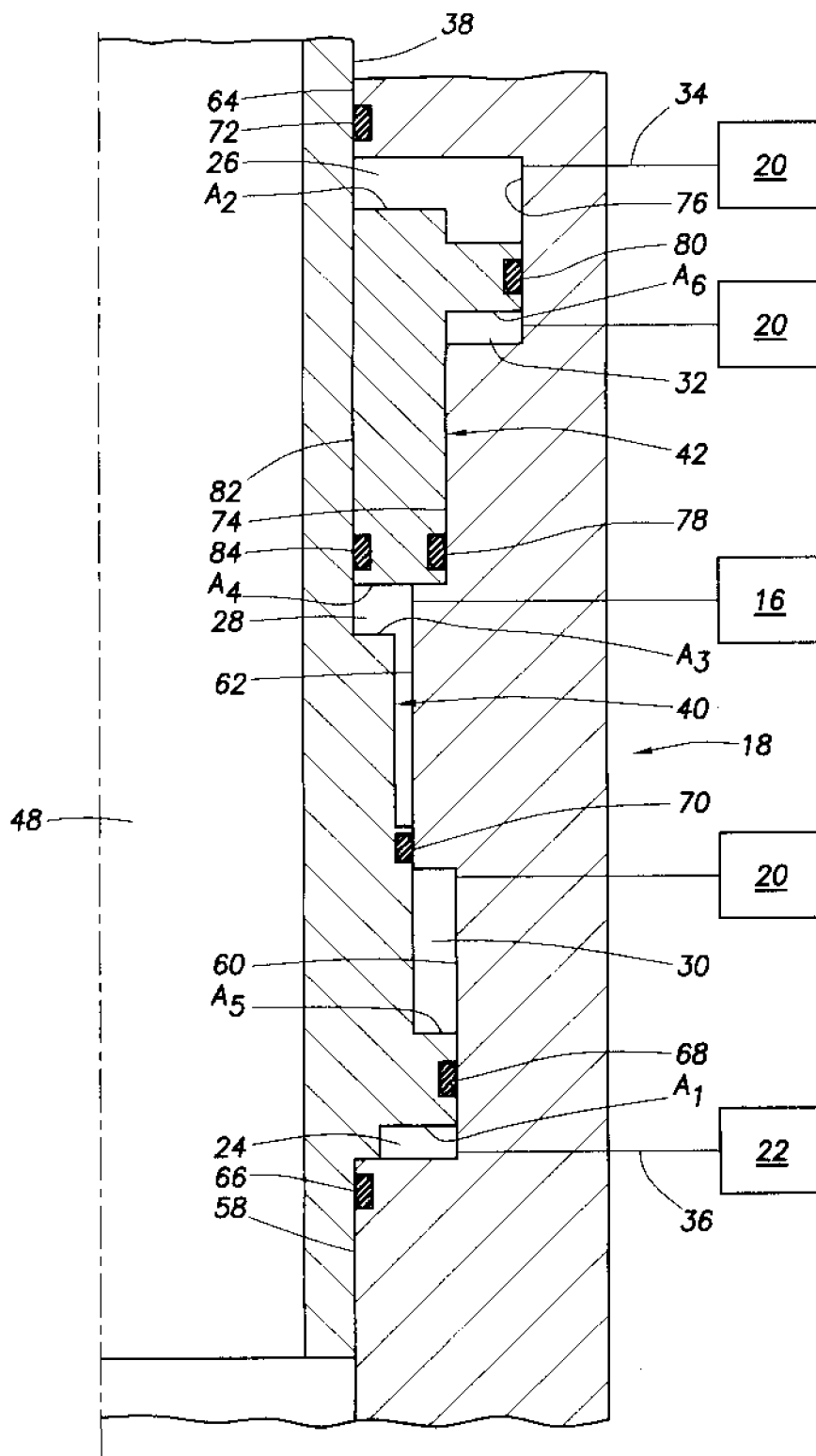


FIG.3A

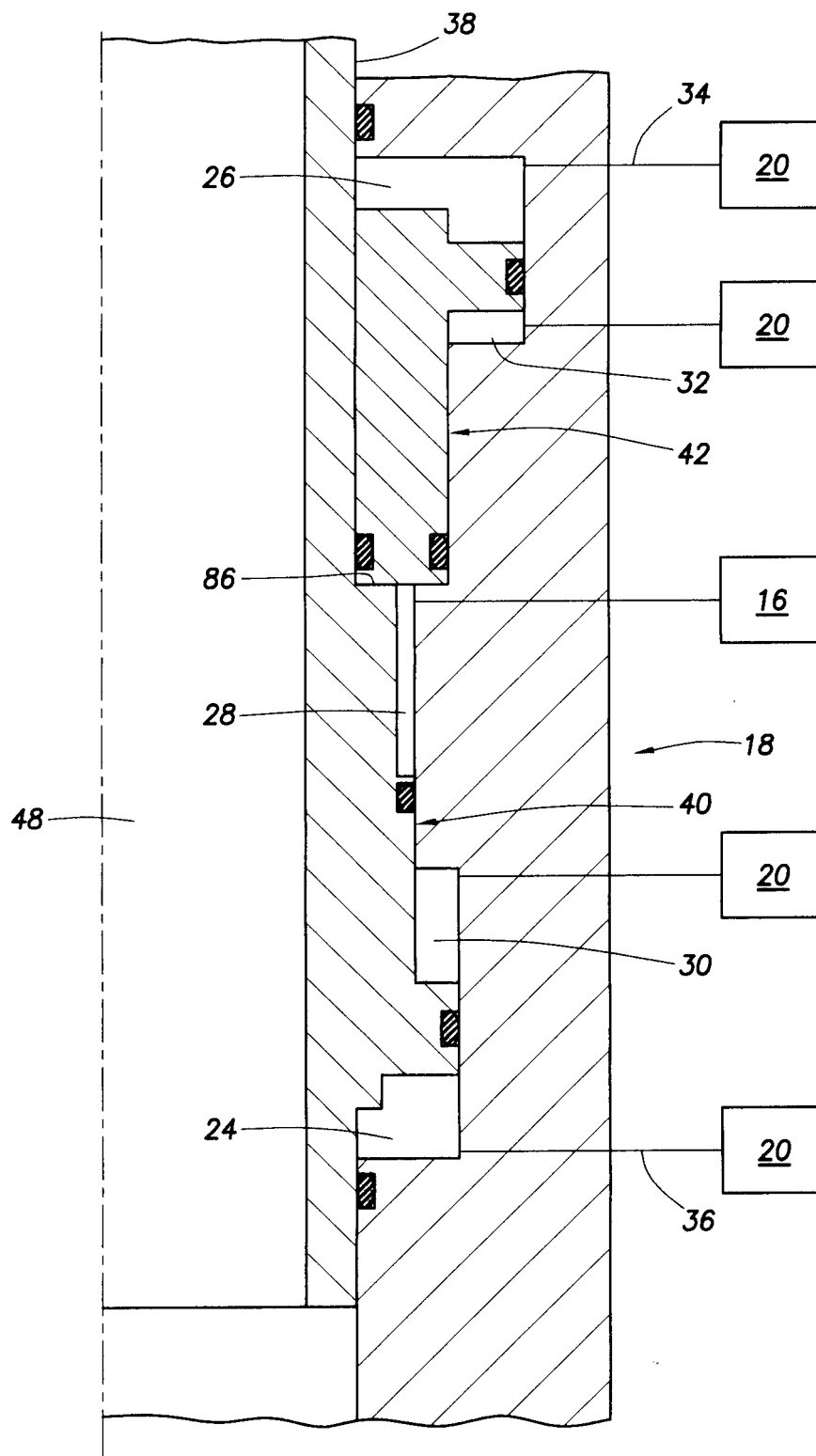


FIG.3B

5/6

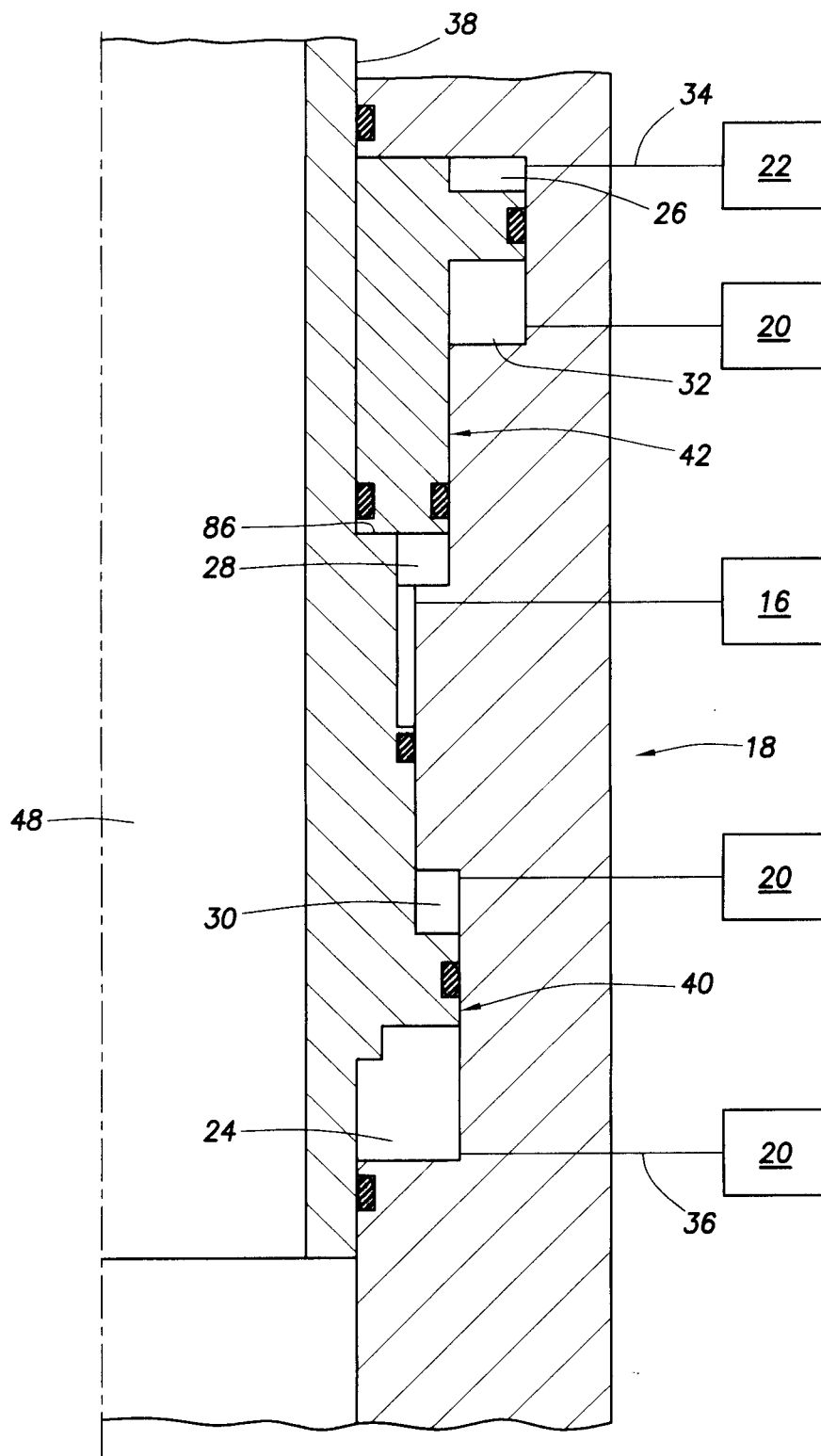


FIG.3C

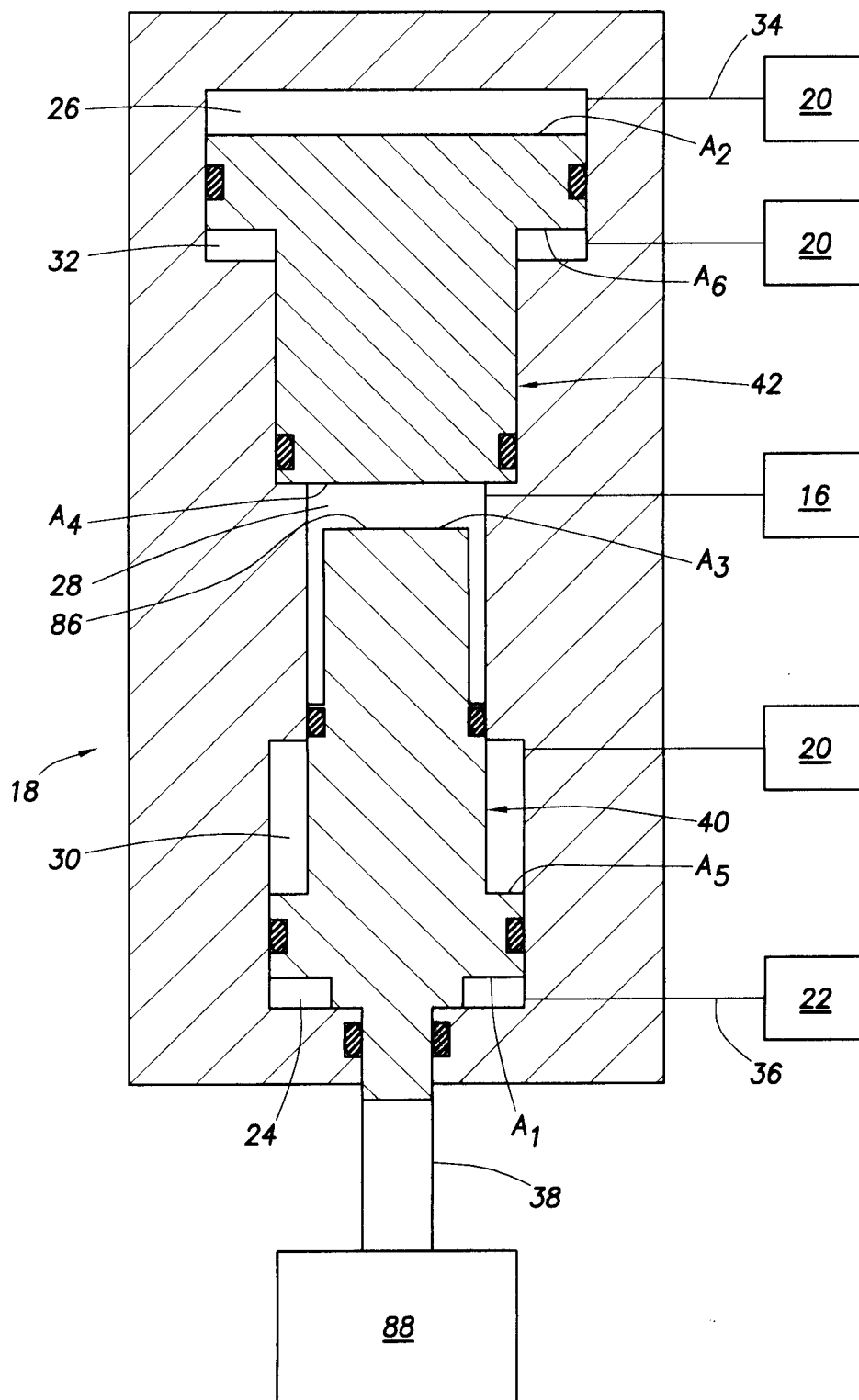


FIG.4