



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

(11) PI 1010729-0 B1



(22) Data do Depósito: 09/06/2010

(45) Data de Concessão: 21/01/2020

(54) Título: SISTEMA DE CONTROLE PARA UMA FERRAMENTA SUBTERRÂNEA

(51) Int.Cl.: E21B 34/10; E21B 21/10; F16K 31/122.

(30) Prioridade Unionista: 10/06/2009 US 12/481,740.

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

(72) Inventor(es): KEVIN R. PLUNKETT; JOHN D. LINDEMANN.

(86) Pedido PCT: PCT US2010037996 de 09/06/2010

(87) Publicação PCT: WO 2010/144593 de 16/12/2010

(85) Data do Início da Fase Nacional: 12/12/2011

(57) Resumo: SISTEMA DE CONTROLE PARA UMA FERRAMENTA SUBTERRÂNEA A invenção refere-se a uma ferramenta de fundo de poço que é hidráulicamente ativada através de um sistema de controle que apresenta um pistão com haste que tem dupla ação. O orifício do pistão é um único componente de alojamento com uma cavidade anular para prover acesso a todos os orifícios de pistão para mover os pistões em uma primeira direção. O componente de alojamento que tem o orifício do pistão também inclui uma luva interna em uma passagem no alojamento. Uma segunda conexão do sistema de controle se comunica com um espaço anular vedado definido entre a luva e a parede de alojamento que detém a luva. Uma série de orifícios radiais se comunicam a partir do espaço anular para dentro de cada orifício do pistão no lado oposto de cada vedação de pistão a partir da cavidade anular, de modo que cada pistão tenha dupla ação com um orifício em um único componente de alojamento.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**SISTEMA DE CONTROLE PARA UMA FERRAMENTA SUBTERRÂNEA**".

CAMPO DA INVENÇÃO

[001] O campo da invenção são sistemas de controle de pressão hidráulica subterrânea para ferramentas e, mais particularmente, sistemas de controle que usam pistões com haste com dupla execução para encurtar o comprimento geral da ferramenta.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

[002] Em várias ocasiões, as ferramentas que são localizadas em um local subterrâneo bem profundo, tal como um furo de poço, precisam ser operadas, em determinados momentos, a partir da superfície. Isso é tipicamente feito dispondo-se pequenas linhas hidráulicas adjacentes a uma coluna de produção e conectando as linhas a um ou mais pistões de operação que, por sua vez, são conectados a um componente móvel na ferramenta. No caso de uma válvula de isolamento de fundo de poço, por exemplo, a válvula pode ser operada seletivamente entre uma posição aberta e uma posição fechada a partir da superfície. Há opções como para estranguladores onde posições intermediárias também são possíveis entre totalmente aberta e totalmente fechada.

[003] Há vários critérios que afetam o projeto de um sistema de controle para uma aplicação em particular. Na maioria aplicações o espaço é um prêmio em um local de furo de poço e quanto mais espaço for destinado ao sistema de controle, menos espaço resta para uma passagem direta na ferramenta, tal como uma válvula. Também há a questão do comprimento total, assim como a escolha entre a utilização de um pistão anular ou um ou mais pistões com haste. Enquanto certas opções servem favoravelmente a alguns critérios, elas também criam questões em outros critérios, o que encarece a dita opção e, em alguns casos, a torna impraticável. Por exemplo, um pistão anular po-

de ser usado em uma válvula de fundo de poço que pode ser bem curto e com dupla ação, conforme ilustrado na publicação US 2008/0110632. O problema é que o pistão anular 26 ocupa muito espaço e torna mais prática a utilização de pistões com haste. Os pistões anulares sofrem grande atrito de vedação devido ao tamanho das vedações associado aos mesmos. Os pistões com haste têm vedações muito pequenas e, correspondentemente, há menos atrito de vedação a ser superado com o sistema hidráulico.

[004] Um modo de se empregar os pistões com haste é em pares opostos, onde cada conjunto de pistões com haste é de execução individual. É importante lembrar que não é conveniente ter tubulação de linhas de controle na parte externa de um alojamento de ferramenta para alcançar as câmeras de pistão com haste. O que se faz frequentemente é projetar dois componentes de alojamento para criar uma câmara anular que se comunique com um lado do grupo de pistões com haste. Para permitir o movimento inverso, outro grupo de pistões com haste é orientado de forma oposta, com sua própria conexão de linha de controle, de modo que, dependendo de qual linha de controle está pressurizada, o componente de ferramenta de fundo de poço é impelido a se mover em direções opostas. Em um aperfeiçoamento do projeto da publicação US 2008/0110632, o pistão anular 26 foi substituído por pares de pistões com haste opostos, conforme descrito no pedido US número de série 12/054.809, depositado em 25 de março de 2008. A figura 1 ilustra uma versão simplificada do sistema de controle usado nesse pedido, para facilitar a compreensão da presente invenção.

[005] Em uma aplicação para girar uma esfera 90° entre uma posição aberta e uma posição fechada, foi mostrada uma correção de deslocamento que engata a esfera que gira de um modo desviado, onde a esfera foi fixada para rotação em torno de seu centro. Confor-

me mostrado na figura 1, a esfera 10 é conectada distante do centro em 12 por uma corrediça de deslocamento 14. A esfera 10 também é fixada em torno de seu centro para rotação, e essa conexão não é mostrada, apenas para simplificar o desenho. Uma câmara anular 16 é formada à medida que as roscas 18 e 20 são compostas para conectar os componentes 22 e 24. Uma conexão de linha de controle 26 direciona a pressão de fluido para a câmara 16 e daí para os orifícios individuais do pistão com haste, como em 28 e 30. Os pistões como 32 e 34 têm vedações de pistão como em 36 e 38, de modo tal que a pressão aplicada na conexão de linha de controle 26 irá deslocar todos os pistões com haste superiores, como em 32 e 34, em série. Uma vez que todos os pistões, como 32 e 34, são conectados à corrediça 14, o acionamento dos pistões com haste superiores faz a esfera girar 90°. Também é provido um conjunto de imagem de espelho de pistões inferiores 40 e 42 conectados em uma extremidade oposta da corrediça 14 e é acionado para mover na direção oposta dos pistões 32 e 34 quando é aplicada pressão hidráulica na conexão 44 que leva para a câmara anular 46 que se comunica com todos os orifícios do pistão, como 48 e 50. Uma vez que os pistões 40 e 42 têm vedações 52 e 54, a pressão aplicada na conexão 44 resulta no movimento oposto da esfera 10 do que aquele na pressão aplicada à conexão 26.

[006] Uma questão referente a esse projeto é que ele torna o comprimento total da ferramenta muito longo, porque há conjuntos duplicados de pistões opostos que são de ativação individual, enquanto são dispostos de extremidade a extremidade para simplificar o design e evitar o desperdício de espaço necessário para outros componentes.

[007] O problema ao tentar fazer com que o pistão com haste tenha dupla ação é ilustrado na figura 2. A solução desse problema é um dos objetivos da presente invenção. Antes de entrar em detalhes sobre o motivo pelo qual o design da figura 2 é um problema, é importante

ressaltar, novamente, que a tubulação externa das linhas de controle que acessam cada orifício do pistão com haste da parte externa do local onde se aloja a ferramenta é desaprovada porque pode ser facilmente dobrada, danificada ou mesmo rachada quando a ferramenta é regulada para a posição desejada no furo de poço através de tubulares circundantes com uma folga mínima. Para fazer com que os pistões com haste tivessem ação dupla antes de ser desenvolvida a presente invenção, acreditava-se que seria necessário ter outra conexão de alojamento que pudesse definir uma segunda câmara anular, conforme mostrado na figura 2. Isso significava que o orifício do pistão cobriria dois componentes rosqueados. O problema que surge com o dito design é que não há modo confiável de garantir que as partes em um orifício de pistão individual em duas partes de alojamento adjacentes criem uma segunda câmara anular que estaria, de fato, alinhada de modo que o pistão não entrasse em um lado sem saída. A figura 2 ilustra esse problema. Como antes, existe uma câmara anular superior 16' feita por roscas de partes de alojamento adjacentes 22'e 24'. Porém, para criar uma segunda câmara anular 56 um novo componente de alojamento 58 terá que ser conectado ao componente 22 nas roscas 60 e 62. Para fazer com que o dito design funcione, a parte superior do orifício do pistão 64 no componente 22 teria que se alinhar perfeitamente à parte inferior do orifício do pistão 66 no componente 58. É claro que uma vedação fixa adicional, tal como 68 e 70 através da qual um respectivo pistão com haste faz um movimento alternado precisaria ser acrescida a cada pistão, assim como uma conexão externa para uma linha de controle na câmara 56 para fazer com que o sistema tenha dupla ação.

[008] Assim é apresentado o problema solucionado pela presente invenção. Como um projeto de pistão com haste pode ter dupla ação sem requerer uma outra conexão de alojamento para uma câmara

anular que se comunique com todos os orifícios do pistão com haste no outro lado de uma vedação de pistão a partir da conexão da linha 26' de modo a evitar a questão do alinhamento do orifício do pistão descrita com relação à figura 2. A presente invenção consegue prover acesso aos mesmos orifícios do pistão com haste no lado oposto das vedações de pistão internamente, sem a necessidade de outro componente de alojamento, de modo a levantar a questão do alinhamento do orifício. Os versados na técnica irão compreender melhor a invenção a partir da descrição da modalidade preferida e dos desenhos associados enquanto entendem que o escopo total da invenção é dado pelas reivindicações em anexo. Enquanto o foco da modalidade preferida é uma válvula de isolamento de fundo de poço para ilustrar o conceito, será reconhecido que uma ampla variedade de outras ferramentas que são operadas com linhas de controle hidráulicas também pode se beneficiar da presente invenção.

SUMARIO DA INVENÇÃO

[009] Uma ferramenta de fundo de poço é hidraulicamente acionada através de um sistema de controle que apresenta um pistão com haste que tem dupla ação. O orifício do pistão é um componente de alojamento com uma cavidade anular para prover acesso a todos os orifícios de pistão para mover os pistões em uma primeira direção. O componente de alojamento que tem o orifício do pistão também inclui uma luva interna em uma passagem no alojamento. Uma segunda conexão do sistema de controle se comunica com um espaço anular vedado definido entre a luva e a parede de alojamento que detém a luva. Uma série de orifícios radiais se comunicam a partir do espaço anular para dentro de cada orifício do pistão no lado oposto de cada vedação de pistão a partir da cavidade anular, de modo que cada pistão tenha dupla ação com o orifício em um único componente de alojamento.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0010] A figura 1 ilustra um sistema de controle que usa pistões opostos, de execução individual que pode girar uma esfera entre uma posição aberta e uma posição fechada;

A figura 2 ilustra o problema de se fazer pistões com haste de dupla ação ilustrando-se que uma segunda cavidade requer uma segunda junta de alojamento, de modo que um orifício de pistão individual está em juntas de alojamento adjacentes, tornando muito difícil o alinhamento do orifício do pistão;

A figura 3 é uma vista em close mostrando como os pistões com haste são feitos com dupla ação com um orifício de pistão em um componente individual de alojamento, para evitar a questão do alinhamento mostrada na figura 2;

A figura 4 é a vista da figura 3 que mostra como o sistema de controle é integrado com uma válvula de isolamento de fundo de poço como uma aplicação possível;

A figura 5 é a vista da figura 1 que mostra os detalhes da válvula de isolamento de fundo de poço equipada com pistões opostos com atuação individual; e

A figura 6 mostra como seria uma válvula de isolamento da figura 5 com pistões com haste com dupla ação e é usada para mostrar a diminuição no comprimento na ferramenta, possibilitada pela utilização de pistões com haste de dupla ação.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA MODALIDADE PREFERIDA

[0011] A figura 3 mostra um dos vários pistões 70, cada um disposto em um orifício separado 72, onde todo o orifício 72 se estende em uma única peça de alojamento 74. Um componente de alojamento superior 76 é conectado ao componente 74 na parte interna com vedação em dois níveis 78 e 80 e uma rosca externa em dois níveis 82 e 84. Entre eles se situa uma câmara anular 86 que se comunica com a parte superior de todos os orifícios do pistão com haste 72. A pressão

aplicada através da conexão hidráulica 88 à qual está conectada uma linha de controle a partir da superfície (não mostrada) empurra os pistões 70 em sua vedação superior 90. O pistão 70 se estende através de uma vedação estacionária 92 e é conectado à extremidade 94 a uma corrediça 96. Conforme mostrado na figura 6, uma esfera 98 está em uma estrutura estacionária 100 e pode girar no lugar em torno de um eixo fixo 102. A corrediça 96 é conectada a uma esfera 98, em um local distante do eixo central de articulação 102. O movimento da corrediça 96 gira a esfera 98, preferivelmente 90° entre a posição fechada e a posição aberta. O acionamento dos pistões 70 move a corrediça 96 em direções opostas para abrir e fechar a passagem 104. A estrutura 100 mantém luvas opostas 106 e 108 presas contra a esfera para manter as superfícies de vedação 110 e 112 contra a esfera 98. As vedações 114 e 116 vedam a parte externa das luvas 106 e 108, respectivamente, de modo que, com a esfera 98 na posição da figura 6 nenhum vazamento passe pela esfera 98.

[0012] Com referência novamente à figura 3, um componente de alojamento 76 em uma segunda conexão de linha de controle 118 à qual outra linha de controle da superfície (não mostrada) é conectada. A conexão 118 leva a uma passagem radial 120 que se comunica com um espaço anular 122 entre a luva 106 e a parede interna 124 dos componentes do alojamento 74 e 76. O espaço anular 122 é definido entre a vedação 126 que quase não está perceptível na figura 3, mas pode ser melhor vista na figura 6, na extremidade superior e na vedação 114 na extremidade inferior. Entre as vedações 114 e 126 existem passagens radiais que levam ao espaço anular 122 para cada orifício de pistão 72, mas no lado oposto da vedação do pistão 90 do que o fluido hidráulico da conexão 88.

[0013] Os versados na técnica verão claramente que os orifícios do pistão com haste 72 estão em um componente de alojamento 74

para remover as questões de alinhamento discutidas em conexão com a figura 2. Cada pistão com haste 70 tem dupla ação dentro dos limites de um componente com alojamento individual 74. O que torna tudo isso possível é a utilização de uma passagem interna anular 122 em torno da luva 106 que provê acesso a cada um dos orifícios de pistão 72 no lado traseiro do pistão 70 provido de uma série de orifícios radiais 128 que levam a um orifício do pistão 72 no lado oposto da vedação do pistão 90. Como resultado, o comprimento total de uma determinada ferramenta pode ser substancialmente encurtado, como pode ser visto comparando-se as figuras 5 e 6. Na figura 6, com todos os pistões com haste 70 localizados acima da esfera 98, a luva inferior 108 é consideravelmente mais curta do que sua parte oposta 108' na figura 5 usando-se pistões opostos de ativação individual 32 e 34 acima da esfera 10 e pistões opostos 40 e 42 abaixo da esfera 10. Em essência, a luva 108 na figura 6 não mais cobre um conjunto de pistões que não estão mais lá e pode, como resultado, se tornar mais curta. O comprimento total da ferramenta também pode ser encurtado.

[0014] Uma variedade de ferramentas que operam em fundo de poço com linhas de controle pode se beneficiar dos pistões com haste de dupla ação enquanto reduzem o comprimento total. As ditas ferramentas podem incluir válvulas de subsuperfície, luvas de deslizamento, ferramentas com orifício ou qualquer outra ferramenta com movimento oposto é usada para suas posições de operação. Em essência, a presente invenção permite a criação de um espaço interno anular adjacente a um componente de alojamento que tem um pistão com haste e leva a vantagem de que ter um espaço anular para ter acesso a todos os orifícios de pistão com haste provendo-se, simplesmente, passagens radialmente perfuradas nos orifícios do pistão em um lado oposto de uma vedação de pistão no mesmo orifício de pistão. Uma solução simples permite que o orifício do pistão esteja em um compo-

nente de alojamento individual e ainda permita uma ação dupla para encurtar o comprimento total da ferramenta.

[0015] A descrição acima é ilustrativa das modalidades preferidas, e muitas modificações podem ser feitas pelos versados na técnica sem que se afastem do escopo da invenção a ser determinado pelo escopo literal e equivalente das reivindicações em anexo.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema de controle para uma ferramenta subterrânea, **caracterizado pelo fato de que** compreende:

um alojamento (74, 76) com multicomponente tendo uma passagem (104) no mesmo, e um membro móvel;

pelo menos um pistão com haste (70) com ação dupla, acionado hidráulicamente, em um orifício de pistão (72) em uma parede (124) do dito alojamento (74, 76) e conectado ao dito membro móvel para mover o membro móvel para abrir e fechar a passagem (104) no alojamento (74, 76);

o dito orifício de pistão (72) disposto totalmente na parede (124) de um componente individual do dito alojamento (74, 76).

2. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que**:

o dito pistão (70) compreende uma vedação (90, 92) que divide o dito orifício de pistão (72) em um primeiro e segundo componente de volume variável;

acesso em um dos ditos componentes de volume é através do dito componente individual do dito alojamento (74, 76).

3. Sistema, de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado pelo fato de que**:

uma luva (106, 108) é disposta na passagem (104) do alojamento (74, 76) para definir um espaço anular (122) entre a luva (106, 108) e o alojamento (74, 76);

o dito espaço anular (122) levando a uma passagem (104) através de do dito componente individual e para dentro de um dos ditos componentes de volume variável do dito orifício do pistão (72).

4. Sistema, de acordo com a reivindicação 3, **caracterizado pelo fato de que**:

o dito alojamento (74, 76) compreende uma primeira cone-

xão hidráulica (88) que leva a um espaço anular (122) em uma parede (124) do dito alojamento (74, 76) e se comunica com o dito primeiro componente de volume variável do dito orifício do pistão (72).

5. Sistema, de acordo com a reivindicação 4, **caracterizado pelo fato de que:**

o dito alojamento (74, 76) compreende uma segunda conexão hidráulica (88) que leva o dito espaço anular (122) definido pela dita luva (106, 108) e para dito segundo componente de volume variável do dito orifício de pistão (72).

6. Sistema, de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado pelo fato de que:**

o dito componente de alojamento individual (74, 76) contém uma passagem radial (120) que conecta o dito espaço anular (122) ao dito segundo componente de volume variável do dito orifício de pistão (72).

7. Sistema, de acordo com a reivindicação 6, **caracterizado pelo fato de que:**

o dito espaço anular (122) compreende vedações de extremidade opostas para comunicar pressão aplicada a dita segunda conexão hidráulica (88) através do dito espaço anular (122) e dita passagem radial (120) em dito segundo componente de volume variável do dito orifício do pistão (72).

8. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que:**

o dito membro móvel é uma corrediça (96) que opera uma esfera (98) entre uma posição aberta e uma posição fechada do dito alojamento (74, 76).

9. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que:**

o dito pelo menos um pistão de ação dupla (70), acionado

hidraulicamente, compreende uma pluralidade de pistões (70), cada um em seu próprio orifício (72), onde todos os ditos orifícios de pistão (72) estão em uma parede (124) de um componente individual do dito alojamento (74, 76).

10. Sistema, de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado pelo fato de que:**

todos os ditos orifícios de pistão (72) estão em comunicação fluida em um primeiro lado dos respectivos pistões (70) nos ditos orifícios (72) através de uma primeira conexão (88) na parte externa do dito alojamento (74, 76);

todos os orifícios do pistão (72) estão em comunicação fluida em um segundo lado dos respectivos pistões (70) nos ditos orifícios (72) através de uma segunda conexão (88) na parte externa do dito alojamento (74, 76).

11. Sistema, de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado pelo fato de que:**

as primeira e segunda conexões (88) estão em um componente de alojamento (74, 76) adjacente ao dito componente individual que aloja os ditos orifícios de pistão (72).

12. Sistema, de acordo com a reivindicação 11, **caracterizado pelo fato de que:**

a dita primeira conexão (88) em comunicação com uma câmara anular (86) definida entre os ditos componentes de alojamento (74, 76) individual e adjacente que também está em comunicação fluida com um primeiro lado dos ditos pistões (70) nos ditos orifícios de pistão (72).

13. Sistema, de acordo com a reivindicação 12, **caracterizado pelo fato de que:**

a dita segunda conexão (88) de comunicação com uma passagem vedada (122) no dito alojamento (74, 76) que leva a um se-

gundo lado de todos os ditos pistões (70) nos ditos orifícios de pistão (72).

14. Sistema, de acordo com a reivindicação 13, **caracterizado pelo fato de que:**

a dita passagem vedada (122) é uma passagem anular definida entre uma luva (106, 108) em um orifício (72) nos ditos componentes de alojamento (74, 76) individuais e adjacentes.

15. Sistema, de acordo com a reivindicação 14, **caracterizado pelo fato de que:**

o dito componente de alojamento (74, 76) individual compreende um orifício (128) da dita passagem vedada (122) para cada um dos ditos segundos lados do ditos pistões (70) nos ditos orifícios de pistão (72).

16. Sistema, de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado pelo fato de que:**

ditos orifícios de pistão (72) são dispostos paralelos um ao outro na parede do dito componente de alojamento (74, 76) individual.

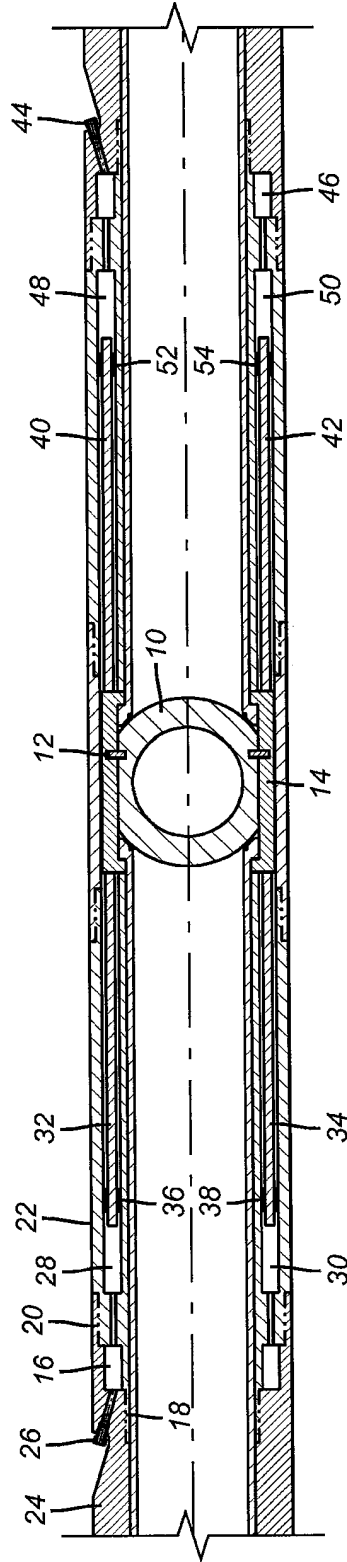


FIG. 1

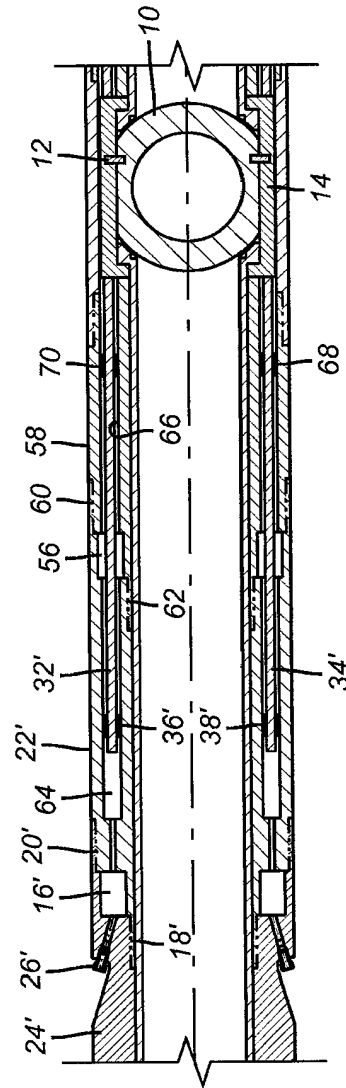
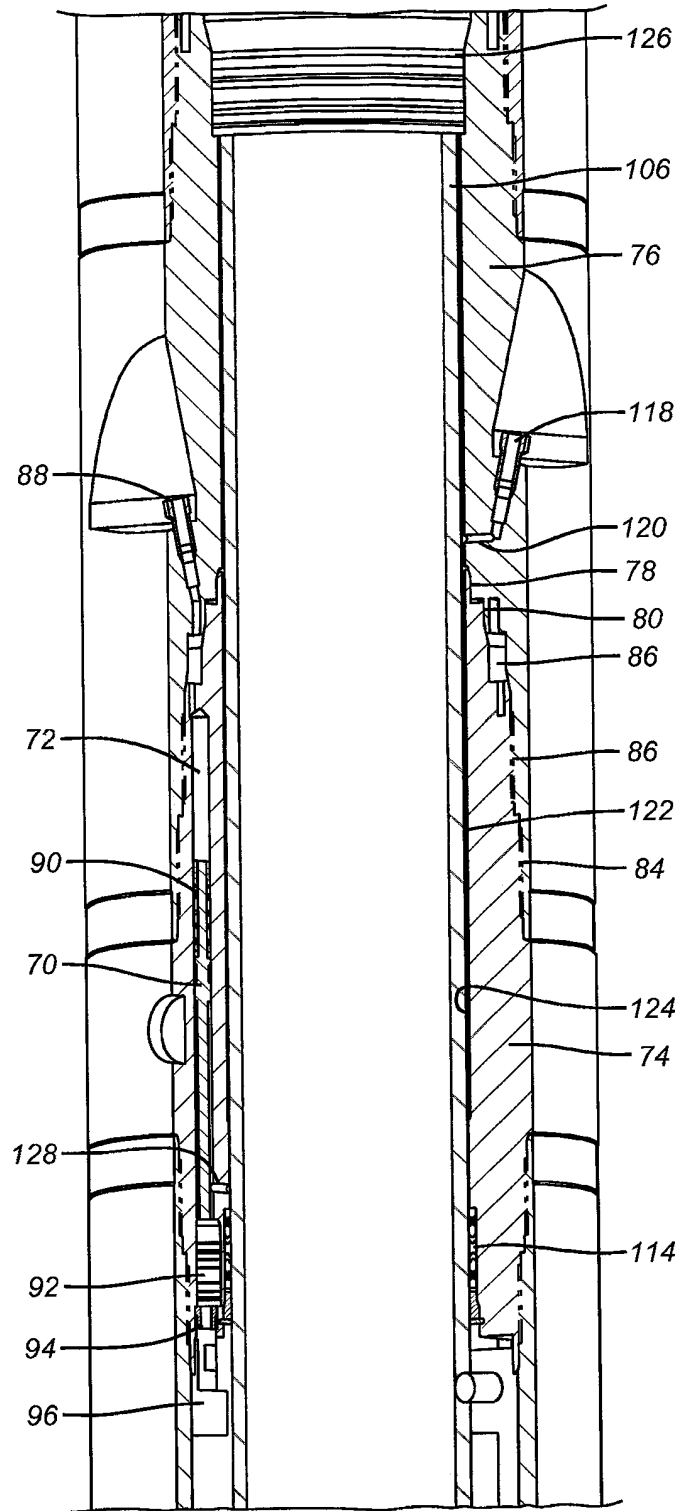


FIG. 2

**FIG. 3**

3/4

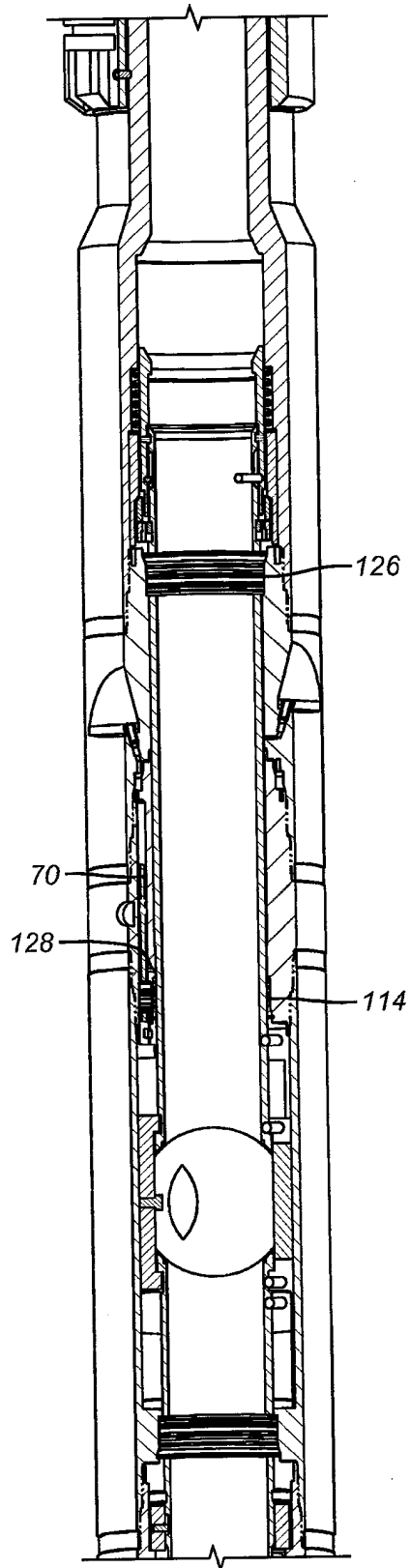


FIG. 4

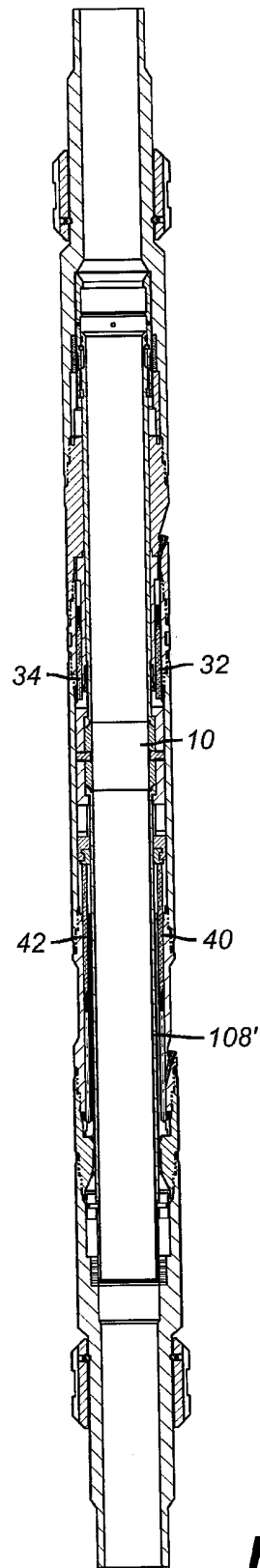


FIG. 5

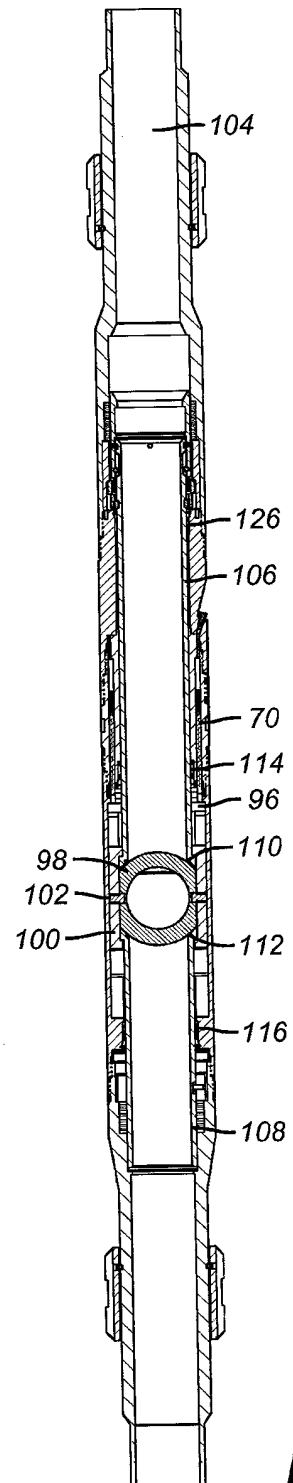


FIG. 6