



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

(11) PI 0907406-6 B1



(22) Data do Depósito: 19/02/2009

(45) Data de Concessão: 26/02/2019

(54) Título: FERRAMENTA DE FUNDO DE POÇO ACIONÁVEL POR PRESSÃO E MÉTODO PARA ACIONÁ-LA

(51) Int.Cl.: E21B 23/00; E21B 33/1295; E21B 41/00.

(30) Prioridade Unionista: 27/02/2008 GB 0803527.1.

(73) Titular(es): WEATHERFORD TECHNOLOGY HOLDINGS, LLC.

(72) Inventor(es): STEWART CHRISTIE; NIAL LIPP.

(86) Pedido PCT: PCT GB2009050162 de 19/02/2009

(87) Publicação PCT: WO 2009/106875 de 03/09/2009

(85) Data do Início da Fase Nacional: 19/07/2010

(57) Resumo: "FERRAMENTA DE FUNDO DE POÇO ACIONAR V EL POR PRESSA- O E MÉTODO PARA ACIONÁ-LA". A presente invenção refere-se a uma ferramenta de fundo de poço acionável por pressão, tal como um obturador, e a um método para acioná-la que tipicamente usa uma linha de controle para dar início a uma mudança de configuração na ferramenta em que a linha de comunicação abre-se entre o orifício 10 passante da ferramenta e o atuador responsivo à pressão, permitindo assim que o atuador responsivo à pressão seja definido pela pressão fluida de fundo de poço aplicada pelo orifício passante. Portanto, a pressão da linha de controle é usada para "disparar" o acionamento da ferramenta, ao passo que a pressão 15 do orifício passante é usada defini-la. A vantagem deste mecanismo de acionamento é que a ferramenta pode ser definida mesmo quando a pressão alimentada pela linha de controle for insuficiente para acionar ou definir a ferramenta por completo e, em certas concretizações, é possível definir a ferramenta usando - 20 se uma pressão de tubulação muito maior do que poderia ser alimentada pela linha de controle, permitindo assim a definição mais confiável e instantânea do que ocorre com ferramentas definidas usando- (...).

Relatório Descritivo da Patente de Invenção
para **“FERRAMENTA DE FUNDO DE POÇO ACIONÁVEL
POR PRESSÃO E MÉTODO PARA ACIONÁ-LA”**.

A presente invenção se refere a uma ferramenta
5 de fundo de poço acionável por pressão e a um método para
acioná-la.

Há dois métodos convencionais comuns para
definir ferramentas de fundo de poço por meio de pressão: o
método de tubulação e o método de linha de controle.

10 O método de tubulação para definir ferramentas
de fundo de poço é realizado expondo-se um atuador dentro da
ferramenta a uma pressão fluida advinda da tubulação de fundo de
poço. Quando o operador deseja definir a ferramenta, um
dispositivo de vedação, tal como um conjunto vedador, é
15 colocado no orifício passante da tubulação abaixo da ferramenta
de fundo de poço para ativá-la. O fluido na tubulação acima do
conjunto vedador é então pressurizado, fazendo com que o
aumento da pressão fluida seja comunicado ao atuador para
definir assim a ferramenta. Este é um método rápido e confiável
20 para acionar uma ferramenta de fundo de poço. No entanto, o
método de tubulação para definir ferramentas de fundo de poço é
indiscriminado. O uso dele pode ser indesejado quando uma
coluna de tubulação possui várias ferramentas acionáveis por
pressão. Além disso, o esquema como atuador é constantemente
25 exposto a pressões de tubulação pode resultar no acionamento

premature da ferramenta quando houver aumentos involuntários na pressão da tubulação.

Já o método de linha de controle para acionar ferramentas de fundo de poço envolve a comunicação com um atuador dentro da ferramenta por meio de uma linha de controle a partir da superfície. Assim, o fluido pressurizado pode seletivamente descer pela linha de controle para expor o atuador a uma pressão mínima predeterminada e definir a ferramenta. Embora este método elimine o risco do acionamento acidental da ferramenta, a quantidade de fluido pressurizado que pode ser alimentada é limitada pelo volume de fluido transportado por uma linha de controle de orifício tipicamente estreito localizada na parede da coluna de tubulação ou ligada a ela. Logo, a definição da ferramenta demora bem mais para ser realizada visto que há um atraso inevitável até que o fluido pressurizado se acumule em uma quantidade suficiente para acionar a ferramenta.

De acordo com um primeiro aspecto da invenção, propomos uma ferramenta de fundo de poço acionável por pressão, a ferramenta sendo caracterizada por compreender:

um atuador responsivo à pressão disposto para acionar a ferramenta de fundo de poço quando da exposição a uma pressão mínima predeterminada;

uma linha de comunicação capaz de transmitir pressão fluida de fundo de poço ao atuador responsivo à pressão;

e

um disparador adaptado para mudar a configuração da ferramenta entre uma primeira configuração, em que a linha de comunicação é substancialmente isolada contra fluidos, e uma segunda configuração, que permite que a comunicação fluida ao longo da linha de comunicação ative o atuador responsivo à pressão.

De acordo com um segundo aspecto da invenção, propomos um método para acionar uma ferramenta de fundo de poço, o método sendo caracterizado por compreender:

(a) dispor de um atuador responsivo à pressão, uma linha de comunicação capaz de comunicar pressão de fundo de poço ao atuador responsivo à pressão e um disparador adaptado para mudar a configuração da ferramenta entre uma primeira configuração, em que a linha de comunicação é substancialmente isolada contra fluidos, e uma segunda configuração, que permite a comunicação fluida ao longo da linha de comunicação para acionar o atuador responsivo à pressão;

(b) substancialmente isolar a linha de comunicação contra fluidos na primeira configuração;

(c) descer a ferramenta ao fundo do poço;

(d) acionar o disparador para mudar a configuração da ferramenta para a segunda configuração e, assim, permitir que a pressão fluida de fundo de poço acione o atuador responsivo à pressão por meio da linha de comunicação; e

(e) acionar a ferramenta de fundo de poço.

A ferramenta de fundo de poço acionável por pressão compreende um orifício passante e a linha de comunicação é capaz de transmitir pressão fluida de fundo de poço do orifício passante ao atuador responsivo à pressão. Antes da etapa (d), o método pode incluir a etapa de aumentar a pressão fluida dentro do orifício passante da ferramenta.

O disparador pode ser acionável por meios remotos. Ele pode ser acionável pela superfície. Como alternativa, o disparador pode ser acionável de uma fonte no fundo do poço.

O disparador pode ser seletivamente acionável entre as configurações primeira e segunda para mover seletivamente o atuador responsivo à pressão a fim de acionar a ferramenta de fundo de poço.

Pelo menos parte da ferramenta pode ser munida de vedações para substancialmente isolar a linha de comunicação contra fluidos na primeira configuração.

Pelo menos um dentre o disparador e o atuador responsivo à pressão pode ser alojado dentro de uma parede lateral da ferramenta. De preferência, ambos são dispostos dentro de uma parede lateral da ferramenta.

O atuador responsivo à pressão pode compreender uma câmara e um pistão atuador encerrado dentro da câmara e móvel dentro dela.

A linha de comunicação pode estender-se entre o orifício passante e a câmara. A linha de comunicação pode

estender-se perpendicularmente ao sentido de movimento do pistão atuador dentro da câmara.

O pistão atuador pode ser munido de duas unidades de vedação afastadas uma da outra ao longo dele para vedá-lo dentro da câmara. Na primeira configuração, as unidades de vedação podem se localizar de ambos os lados da linha de comunicação dentro da câmara para substancialmente isolar a linha de comunicação contra fluidos.

O disparador pode ser acionável para iniciar o movimento do pistão atuador dentro da câmara. O disparador pode ser acionável para passar o pistão atuador da primeira configuração para a segunda movendo o pistão atuador por um comprimento predeterminado de modo que ambas as unidades de vedação se localizem do mesmo lado da linha de comunicação.

O disparador pode compreender uma linha de controle ou uma linha de fluido com uma abertura na câmara. A linha de fluido pode seletivamente alimentar uma quantidade de fluido hidráulico à câmara para mover o pistão atuador vedado dentro dela. A linha de fluido pode ser conectada a um depósito de fluido hidráulico de uma fonte remota. A fonte remota pode ser uma fonte na superfície ou no fundo do poço como uma bomba ou reservatório.

A abertura da linha de fluido dentro da câmara pode ser afastada da linha de comunicação.

O disparador também pode incluir um pistão disparador vedado dentro da câmara. O pistão disparador pode ter um comprimento menor do que o pistão atuador.

O pistão disparador pode ser vedado dentro da câmara entre a abertura da linha de fluido e a linha de comunicação. A câmara pode ser munida de um batente para o pistão disparador a fim de restringir o movimento dele a uma área da câmara definida entre a linha de comunicação e a abertura para a linha de fluido. O pistão disparador pode ser movido controlando-se o abastecimento de fluido hidráulico pela abertura.

O pistão disparador pode agir sobre o pistão atuador para movê-lo entre as configurações primeira e segunda.

A ferramenta acionável por pressão pode ser uma ferramenta escolhida dentre o grupo composto por: obturadores; elementos infláveis; ferramentas de agarramento; guias; válvulas; luvas corrediças e outros dispositivos de controle de fluxo.

Conforme usado no presente documento, o termo “fundo de poço” refere-se ao espaço dentro de qualquer conduto prolongado e inclui todos os furos do poço e furos de sonda como os usados na indústria de petróleo e gás.

Agora, descreveremos algumas concretizações da invenção com referências às Figuras em anexo, nas quais:

A Fig. 1 é uma vista em corte ao longo de uma primeira concretização de uma ferramenta de fundo de poço acionável por pressão;

As Figs. de 2 a 4 são vistas em corte detalhadas ao longo da ferramenta da Fig. 1 ilustrando as partes esquerda, média e direita, respectivamente;

A Fig. 5 é uma vista em corte ao longo da linha X-X ilustrada na Fig. 3;

As Figs. 6a e 6b são vistas em corte consecutivas ao longo da metade superior de uma segunda concretização de uma ferramenta de fundo de poço acionável por pressão;

As Figs. 7a e 7b são vistas em corte consecutivas ao longo da metade superior de uma terceira concretização de uma ferramenta de fundo de poço acionável por pressão;

As Figs. 8a e 8b são vistas em corte consecutivas ao longo da metade superior de uma quarta concretização de uma ferramenta de fundo de poço acionável por pressão;

As Figs. 9a e 9b são vistas em corte consecutivas ao longo da metade superior de uma quinta concretização de uma ferramenta de fundo de poço acionável por pressão;

A Fig. 10 ilustra uma vista em corte ao longo de uma sexta concretização de uma ferramenta de fundo de poço acionável por pressão;

As Figs. de 11a a 11e ilustram vistas em corte transversal ao longo de vários pontos da Fig. 10;

As Figs. 12 e 13a ilustram vistas em corte consecutivas ao longo das partes superior e inferior da Fig. 10, respectivamente;

As Figs. 13b e 13c ilustram vistas detalhadas de partes da Fig. 13a;

A Fig. 14 ilustra uma vista em corte do aparelho da Fig. 10 definido em uma tubulação de bitola ampla;

5 A Fig. 15 ilustra uma vista em corte do aparelho da Fig. 10 definido em uma tubulação de bitola estreita e visto de um plano diferente do da Fig. 14;

A Fig. 16 ilustra uma vista em corte transversal da tubulação da Fig. 10;

10 A Fig. 17 ilustra uma vista em corte ao longo da linha D-D da Fig. 16;

A Fig. 18 ilustra uma vista em corte transversal da tubulação da Fig. 10;

15 A Fig. 19 ilustra uma vista em corte ao longo da linha E-E da Fig. 18;

A Fig. 20 ilustra uma vista em corte transversal da tubulação da Fig. 10;

A Fig. 21 ilustra uma vista em corte ao longo da linha F-F da Fig. 20;

20 A Fig. 22 ilustra uma vista em corte transversal da tubulação da Fig. 10; e

A Fig. 23 ilustra uma vista em corte ao longo da linha G-G da Fig. 20.

25 A Fig. 1 ilustra uma ferramenta de fundo de poço acionável por pressão indicada como um todo pelo número 18. A ferramenta de fundo de poço 18 da presente concretização

é um obturador 18. O obturador 18 tem um corpo tubular substancialmente cilíndrico 10 com um orifício passante 11 e um eixo longitudinal 14. As extremidades do corpo 10 são tipicamente dispostas para se ligarem a extensões adjacentes da tubulação em uso para que a ferramenta 18 possa fazer parte de uma coluna de tubulação de fundo de poço (não-ilustrado). As Figs. de 2 a 4 ilustra vistas em corte detalhadas e consecutivas da ferramenta 18.

Os desenhos representam as concretizações da esquerda para a direita, sendo que a extremidade esquerda das figuras é a mais perto da superfície. A extremidade superior 10e do corpo 10 ilustrada do lado esquerdo da Fig. 2 é, portanto, posicionada o mais perto da superfície quando em uso. Um orifício cilíndrico 12 estende-se através de uma parede lateral do corpo 10 em paralelo ao eixo longitudinal 14. Quando a extremidade 10e é acoplada a uma extensão da tubulação adjacente em uma coluna de tubulação, uma extremidade 12e do orifício cilíndrico 12 entra em comunicação fluida com uma linha de controle de fluido hidráulico que percorre a extensão adjacente do tubo, seja a partir da superfície ou de uma fonte de fundo de poço alternativa.

Uma parte externa do corpo 10 é munida de uma rampa anelar 102 com corte transversal em forma de cunha com a extremidade afunilada da rampa 102 levando a um recesso anelar 10r que hospeda um mecanismo de ativação indicado como um todo pelo número 300. Guias 100 com frisos de agarramento

dentados externos são retidas no exterior do corpo 10 por duas colunas de guia 250 fixadas por parafusos de cabeça cilíndrica 210 na extremidade superior do corpo 10 e, na extremidade inferior, a um cone inferior 30. Na extremidade superior, um anel de resíduos 140 circunda o parafuso de cabeça cilíndrica 210 e a 5 coluna de guia 250 para limitar substancialmente a entrada de sujeira. Um retentor de guia 90 é fixado a uma parte externa do corpo 10 usando-se um parafuso de pressão 200 e sobrepõe o anel de resíduos 140 para substancialmente restringir o movimento 10 axial das guias 100 durante sua ativação.

A extremidade superior do cone inferior 30 tem uma rampa anelar 101 com corte transversal em forma de cunha cuja parte afunilada volta-se para a parte afunilada da rampa anelar 102. Uma superfície interna das guias 100 é afunilada e 15 corresponde ao declive das rampas anelares 101, 102, fazendo com que o movimento das rampas anelares 101, 102 em direção uma à outra conduza a guia 100 para cima das rampas 101, 102 e radialmente para fora. Um anel de guia 130 estende-se em torno das guias 100 e as retém nas posições ilustradas nas Figs. 1 e 2 a 20 fim de garantir que elas não se movam sem querer radialmente para fora e que o perfil externo da ferramenta 18 não se prenda ou raspe quando for descido ao fundo do poço antes do uso.

Um alojamento de pistão oco geralmente cilíndrico 80 (ilustrado nas Figuras 3 e 4) estende-se coaxialmente 25 em relação ao corpo 10 e tem um diâmetro interno maior do que o diâmetro externo do corpo 10. O alojamento de pistão 80 é retido,

em sua extremidade superior 80e, ao lado do cone inferior 30 por um parafuso de cisalhamento 82. O alojamento de pistão 80 tem um degrau anelar que se estende para dentro 80s, definindo assim um espaço anelar delimitado pelo degrau anelar 80s, o interior do alojamento de pistão 80, a extremidade inferior do cone inferior 30 e o exterior do corpo 10. Um pistão anelar 270 encontra-se dentro do espaço anelar. O pistão 270 é temporariamente ligado ao alojamento de pistão 80 por um parafuso de cisalhamento 240. O parafuso de cisalhamento 240 permite que o pistão 270 seja retido na posição ilustrada na Fig. 3 enquanto a ferramenta 80 é descida ao fundo do poço antes do acionamento. Um anel de travamento do pistão anelar 20 é atarraxado a uma superfície interna do alojamento de pistão 80 e estende-se radialmente para dentro rumo ao pistão 270. O anel de travamento do pistão 20 tem uma protuberância anelar 21 e o pistão 270 tem uma parte cooperante 23 que se engata a ela quando ambas são alinhadas, mantendo assim o pistão anelar 270 e o anel de travamento 20 engatados com segurança após a ativação da ferramenta 18.

A Fig. 3 ilustra o local do corte X-X na Fig. 5. O corpo 10 tem canais radiais equidistantes 81 em torno do orifício passante 11 que se estendem através do corpo 10 a partir do orifício passante 11 conforme ilustra a Fig. 5. Os canais radiais 81 são radialmente afastados do orifício cilíndrico 12 e, portanto, não podemos vê-los no corte ao longo da ferramenta 18 ilustrado na Fig. 3. O pistão 270 circunda os canais radiais 81 e, com isso,

obstrui as extremidades externas dos canais 81 em uma primeira configuração antes do acionamento da ferramenta 18.

Uma extremidade inferior do pistão 270 é vedada em contato com o alojamento do pistão 80 por vedações em forma de anel em O externas axialmente afastadas 220 localizadas em ranhuras anelares na superfície externa do pistão 270. A extremidade inferior do pistão 270 também é vedada em contato com o corpo 10 de ambos os lados dos canais radiais 81 por vedações em forma de anel em O internas 280 localizadas em ranhuras anelares dentro do pistão 270. Abaixo do degrau anelar 80s, o alojamento do pistão 80 é vedado em contato com o corpo 10 por uma vedação em forma de anel em O 288 localizado em uma ranhura anelar no interior do alojamento do pistão 80. Cada ranhura anelar no pistão 270 e no alojamento do pistão 80 que acomoda as vedações em forma de anel em O 220, 280, 288 é opcionalmente munida de suportes (não-ilustrados) para que as vedações 220, 280, 288 suportem anéis de borracha 220, 280, 288 e encerrem qualquer lacuna de extrusão anelar, restringindo assim a extrusão da borracha das vedações 220, 280, 288.

O orifício cilíndrico 12 que se estende através do corpo 10 tem uma passagem que se estende radialmente e leva a uma abertura 16, colocando o orifício cilíndrico em comunicação fluida com uma câmara 22 definida por uma extremidade do pistão 270, parte do interior do alojamento do pistão 80 e o degrau anelar 80s.

Um anel de bitola superior 110 e um anel de bitola inferior 120 são ligados a sapatas 190 e a um anel de suporte do elemento de gaxeta 150 localizados em uma parte externa do alojamento do pistão 80. Um elemento de gaxeta 170 é retido entre os anéis de suporte do elemento de gaxeta 150. O elemento de gaxeta 170 incorpora um anel de reforço do elemento centralmente disposto 160 vedado em contato com o exterior do alojamento do pistão 80 por uma vedação em forma de anel em O 180.

Rumo à extremidade inferior, o alojamento do pistão 80 é acoplado ao corpo 10 por um parafuso de cisalhamento 241. Um alojamento de liberação 40 é parcialmente revestido pelo anel de bitola inferior 120 e mantém um anel de retenção 50 ligado à parte inferior externa do alojamento do pistão 80. O alojamento de liberação 40 tem um retentor anelar de cisalhamento 60 ligado a ele por meio de um parafuso fixador 200. O retentor anelar de cisalhamento 60 permite que um anel de cisalhamento 260 seja retido entre o alojamento de liberação 40 e um anel-batente 70 localizado rumo à extremidade inferior 10e do corpo 10. O anel de cisalhamento 260 da presente concretização pode resistir a uma força de cisalhamento de 31.751 kg.

Antes do uso, a ferramenta 18 é ligada nas extremidades superior e inferior 10e a extensões de tubulação adjacentes a fim de incorporar a ferramenta 18 em uma coluna de ferramenta (não-ilustrado). Na extremidade superior 10e, o corpo 10 é conectado ao tubo adjacente, fazendo com que o orifício

cilíndrico 12 entre em comunicação fluida com um suprimento controlado de fluido, seja ele advindo da superfície ou de uma fonte de fundo de poço.

A coluna de ferramenta que detém a ferramenta 5 18 é então descida em um poço revestido (não-ilustrado), criando assim um ânulo (não-ilustrado) entre o exterior da coluna de ferramenta e a carcaça que reveste o poço. A ferramenta é descida em uma primeira configuração, também chamada de configuração 10 pré-acionamento, ilustrada nas Figs. de 1 a 4, com os canais radiais 81 (Fig. 5) substancialmente isolados contra fluidos pelas vedações em forma de anel em O 280. Depois que a ferramenta 18 é posicionada no poço, aumentos na pressão dentro do orifício passante 11 da coluna de tubulação não a acionarão, pois os 15 canais radiais 81 encontram-se substancialmente obstruídos pelo pistão 270, que tem vedações 280 de ambos os lados dos canais radiais 81. As vedações 280 impedem substancialmente a comunicação entre o fluido pressurizado no orifício passante 11 e o espaço anelar em torno do corpo 10. Como resultado, a pressão 20 sobre o pistão 270.

Quando o operador quiser acionar a ferramenta 18, um dispositivo vedador, tal como um conjunto vedador (não-ilustrado), é tipicamente colocado na tubulação à montante da ferramenta 18 (isto é, verticalmente abaixo da ferramenta 18). O 25 dispositivo vedador cria uma vedação ao longo do orifício passante 11 da coluna de tubulação. O fluido no orifício passante

11 da coluna de tubulação é, então, pressurizado de modo a aumentar o diferencial de pressão entre o orifício passante 11 da coluna de tubulação e o exterior da ferramenta 18. Em seguida, o operador libera um fornecimento controlado de fluido hidráulico pelo orifício cilíndrico 12 advindo da superfície ou de uma fonte de fundo de poço distinta. O fluido hidráulico desloca-se ao longo do orifício cilíndrico 12, através da abertura 16 e chega à câmara 22. A pressão do fluido dentro da câmara 22 age sobre o degrau anelar 80s do alojamento do pistão 80 entre os anéis 288 e 220. A pressão fluida dentro da câmara 22 também age sobre a extremidade inferior do pistão 270 entre os anéis 220 e 280. Em decorrência do aumento de pressão na câmara 22, que age sobre o alojamento do pistão 80 e o pistão 270 em direções opostas, o parafuso de cisalhamento 240 que liga o pistão 270 ao alojamento do pistão 80 cisalha, permitindo assim o movimento do pistão 270 para cima.

Depois de o pistão 270 se mover por uma distância curta (para cima), fazendo com que a vedação em forma de anel em O interna 280 mova-se além da linha de corte X-X na Fig. 3, os canais radiais 81 entram em comunicação fluida com a câmara 22. Como resultado, o fluido pressurizado do orifício passante 11 enche a câmara 22 e conduz o pistão 270 rumo ao cone inferior 30. Com isso, o parafuso de cisalhamento 82 que liga o cone inferior 30 ao alojamento do pistão 80 se parte imediatamente. Neste momento, a pressão de tubulação do orifício passante 11 age sobre o pistão 270 para que ele conduza o

cone inferior 30 para cima. Assim, a rampa anelar 101 do cone inferior 30 é conduzida rumo à rampa anelar 102 localizada no exterior do corpo 10. O movimento convergente das rampas anelares 101, 102 conduz o lado inferior das guias 100 para fora visto que seu movimento axial é restrito. O anel de retenção 130 se parte e os frisos de agarramento externos e dentados das guias 100 movem-se radialmente até que se engatem à carcaça para fixar mecanicamente a ferramenta 18 nela.

Ao mesmo tempo, depois que a pressão de tubulação do orifício passante 11 enche a câmara 22, o alojamento do pistão 80 é impulsionado para baixo visto que a pressão da tubulação age sobre o degrau anelar 80s entre os anéis 220, 288. O cisalhamento do parafuso de cisalhamento 82 que liga o alojamento do pistão 80 ao cone inferior 30, bem como o cisalhamento do parafuso de cisalhamento 241 que liga o alojamento do pistão 80 ao corpo 10, permite o movimento axial do alojamento do pistão 80 em relação ao corpo 10. Com isso, o elemento de gaxeta 170 expande-se e preenche o ânulo entre a ferramenta 18 e a carcaça para criar uma vedação confiável ao longo do ânulo e, assim, isolá-lo.

A protuberância anelar 21 do anel de travamento do pistão 20 engata-se à parte cooperante 23 no pistão 270, fazendo com que, após um grau de movimento relativo do alojamento do pistão 80 e do pistão anelar 270, os dois se travem, impedindo qualquer tipo de retorno.

De acordo com o método descrito acima para acionar a ferramenta 18, a pressão oriunda da fonte controlada alimentada pelo orifício cilíndrico 12 é usada para “disparar” o acionamento da ferramenta 18. Já a pressão da tubulação é usada para defini-la. A vantagem deste mecanismo de acionamento é que a ferramenta 18 pode ser definida mesmo quando a pressão alimentada pela linha de controle for insuficiente para acionar ou definir por completo a ferramenta 18. Além disso, a concretização tem a vantagem de que as guias 100 e o elemento de gaxeta 170 são definidos usando a pressão da tubulação, o que, em geral, é mais confiável e instantâneo do que definir as ferramentas 18 usando somente a pressão da linha de controle.

Além disso, o fato de a pressão da tubulação não agir constantemente sobre o mecanismo de acionamento interno da ferramenta 18 tem a vantagem de que oscilações na pressão de tubulação antes do acionamento não terão efeito na ferramenta 18 até que o operador decida que ela está pronta para ser definida e, com isso, “dispare” o processo usando a pressão fluida da linha de controle por meio do orifício cilíndrico 12.

O uso do pistão 270 e do cone inferior 30 afastados é vantajoso visto que o cone inferior afastado 30 remove a carga inicial do pistão 270. Portanto, a lacuna entre o pistão 270 e o cone inferior 30 permite que a pressão da linha de controle distribuída pelo orifício cilíndrico 12 atue simplesmente como um disparador movido a princípio pela pressão da linha de controle. A definição da ferramenta 18 só é concluída quando a

pressão da tubulação preenche a câmara 22 para conduzir o pistão 270 ao cone inferior 30 a fim de concluir o processo de acionamento. Isso tem a vantagem de que a pressão da tubulação é responsável por todo o acionamento e definição da ferramenta de fundo de poço e o fluido da linha de controle simplesmente “dispara” a etapa de acionamento ou definição. O uso da pressão de tubulação para definir a ferramenta 18 permite o acionamento quase que simultâneo (ainda que parcialmente sequencial) das guias 100 e do elemento de gaxeta 170. Isso é vantajoso em comparação a definir a ferramenta 18 usando somente a pressão da linha de controle, que provavelmente levaria bem mais tempo para preencher a câmara 22 com fluido pressurizado e começar o acionamento da ferramenta.

As Figs. 6a e 6b ilustram uma segunda concretização da invenção. Todos os componentes iguais têm o mesmo número de referência. A diferença principal entre a concretização das Figs. 6a e 6b e a concretização anterior é que não há cone inferior 30 na ferramenta das Figs. 6a e 6b. O cone inferior 30 é substituído por um maior comprimento do pistão 276, que não é temporariamente fixado ao alojamento do pistão 80 ou ao corpo 10 usando-se parafusos de cisalhamento. A disposição das vedações em forma de anel em O interna 220 e externas 280 também é um pouco diferente, apesar de equivalente do ponto de vista funcional. Usando-se um pistão 276 maior sem qualquer divisão entre ele, simplificamos a estrutura da ferramenta. A pressão da linha de controle pelo orifício cilíndrico

12 começa a iniciar o processo de definição da guia 100. No entanto, ele é concluído pela pressão da tubulação depois que a pressão do orifício passante 11 adentra a câmara 22 e age sobre os anéis 220, 280 para conduzir o pistão 276 para cima. O restante do mecanismo de definição da ferramenta é o mesmo descrito anteriormente.

A vantagem da estrutura simplificada da segunda concretização é que ela oferece um mecanismo de acionamento interno mais compacto e permite diminuir o comprimento da ferramenta como um todo.

As Figs. 7a e 7b ilustram uma terceira concretização da invenção com números de referência iguais aplicados a componentes iguais. A concretização da Fig. 7b difere da primeira concretização, pois disponibilizamos um pistão anelar 277 de comprimento menor para obstruir os canais radiais 81. O pistão 277 é acoplado ao corpo 10 pelo parafuso de cisalhamento 242. Quando da exposição da câmara 22 à pressão da linha de controle, o parafuso de cisalhamento 242 parte-se e o pistão disparador 277 move-se por influência da pressão da linha de controle rumo a um pistão atuador 272 distinto para iniciar o acionamento das guias 100 depois que a câmara 22 recebe a pressão do orifício passante 11 pelos canais radiais 81.

Uma vantagem da terceira concretização é que, diminuindo o comprimento do pistão disparador 277, reduzimos bastante o volume de fluido necessário pela linha de controle para movê-lo e “disparar” o processo de acionamento já que a pressão

da linha de controle só é necessária para mover um pistão anelar curto 277 por uma distância curta antes de a pressão da tubulação preencher a câmara 22 para definir a ferramenta.

Em todas as concretizações anteriores, a pressão da tubulação mistura-se à pressão da linha de controle no orifício cilíndrico 12. Isso ocorre porque não há vedações que isolem os canais radiais 81 e a abertura 16 do orifício cilíndrico 12 contra fluidos depois que qualquer uma das vedações em forma de anel em O 280 do pistão 270, 276, 277 se move axialmente além dos canais radiais 81 que comunicam o orifício passante 11 com a câmara 22. É possível incluir uma válvula de retenção na ferramenta 18 rumo à superfície ou em uma bomba de fundo de poço que alimenta o fluido hidráulico advindo de uma fonte de fundo de poço.

As concretizações quarta e quinta ilustradas nas Figs. 8a, 8b, 9a e 9b substancialmente impedem a mistura da pressão da linha de controle com a pressão da tubulação isolando-se com vedações a abertura 16 dos canais radiais 81.

As Figs. 8a e 8b ilustram uma quarta concretização alternativa da invenção. Mais uma vez, todos os componentes iguais têm os mesmos números de referências que os já usados. Conforme ilustra a Fig. 8b, um pistão disparador 278 é vedado na câmara 22 por vedações em forma de anel em O externa 221 e interna 281. Um pistão atuador 273 distinto do pistão disparador 278 é vedado de ambos os lados dos canais radiais 81 por vedações em forma de anel em O interna 220 e

externas 280 da mesma forma que previamente descrito. Um batente para o pistão disparador 271 é fixado ao exterior do corpo 10 e localiza-se entre o pistão disparador 278 e o pistão atuador 273. Quando o operador deseja ativar a ferramenta das Figs. 8a e 8b, o fluido pressurizado é alimentado ao longo do orifício cilíndrico 12 e entra na câmara 22 pela abertura 16. O pistão disparador 278 move-se axialmente para cima até que um degrau anelar nele entra em contato com o batente 271, que impede qualquer movimento dele mais adiante. Parte do pistão disparador 278 conduz o pistão atuador 273, fazendo com que as vedações em forma de anel em O internas 280 não se encontrem mais de ambos os lados dos canais radiais 81, permitindo assim que a pressão de tubulação do orifício de passagem 11 aja sobre o pistão atuador 273 e, assim, defina as guias 100 da ferramenta 18. Depois que os canais radiais 81 são descobertos, a pressão da tubulação é impedida de se misturar à pressão da linha de controle graças às vedações externa 221 e interna 281 do pistão disparador 278. O suprimento contínuo do fluido da linha de controle pelo orifício cilíndrico 12 pode agir sobre o degrau anelar 80s para definir o elemento de gaxeta 170.

As Figs. 9a e 9b ilustram uma quinta concretização. A quinta concretização é parecida com as concretizações ilustradas nas Figs. 8a e 8b. A única diferença é que a abertura 16 do orifício cilíndrico 12 que faz o contato da pressão da linha de controle com a câmara 22 encontra-se mais

afastada dos canais radiais 81 para diminuir a chance de a pressão da linha de controle e a pressão da tubulação se misturarem.

As concretizações quarta e quinta são vantajosas, pois eliminam a chance de uma possível via de vazamento para a pressão de tubulação ao longo da linha de controle para a superfície. Deve-se compreender que também é possível usar válvulas de retenção na linha de controle nas concretizações quarta e quinta. No entanto, a necessidade de válvulas de retenção na linha de controle é removida pelo isolamento da abertura 16 dos canais radiais 81.

As Figuras de 10 a 23 ilustram uma sexta concretização de um obturador 318. Na sexta concretização 318, recursos iguais têm o mesmo número de referência que nas concretizações anteriores, mas acrescidos por 300. O obturador 318 tem um corpo tubular substancialmente cilíndrico 310 com um orifício passante 311 e um eixo longitudinal 314. A superfície externa do corpo 310 culmina em um ombro 310 voltado para a extremidade inferior 310L do corpo 310.

Sobre o ombro 310s, o corpo 310 tem uma parte de maior diâmetro e, abaixo do ombro, uma parte de diâmetro reduzido adaptada para receber os componentes anelares do obturador sobre ela, os quais são retidos em contato com o ombro 310s. Um orifício cilíndrico 312 estende-se axialmente através de uma parede lateral do corpo 310 em paralelo ao orifício passante 311.

Os lados da superfície externa da parte inferior 310L são geralmente retos e paralelos e as rampas são estabelecidas por componentes cônicos anelares instalados na parte inferior 310L para cooperar com guias que se engatam à

5 carcaça

Uma unidade de guia anelar superior 400 e cone 402 encontra-se disposta em primeiro lugar no corpo 310, seguida por um elemento obturador resiliente 470 e uma unidade de guia inferior 440 e cone inferior 330. Cada um dos cones 402 e 330

10 tem um par de rampas anelares com corte transversal em forma de cunha com as extremidades afuniladas das rampas dos respectivos cones de costas para um recesso anelar 310r que acomoda o elemento resiliente 470 entre os cones 302, 330. As guias 400, 440 têm frisos de agarramento externos e dentados com perfis

15 assimétricos com uma superfície lisa na face voltada para o recesso e uma superfície íngreme do outro lado, de costas para o recesso. As guias 400, 440 são retidas no exterior do corpo 310 por dois anéis da guia 430 e têm faces internas inclinadas que cooperam com as rampas nas faces externas dos cones 400, 440

20 da mesma forma que nas concretizações anteriores. Nesta concretização, as extremidades finas das rampas nas superfícies internas das guias são voltadas para o recesso 310r e, as rampas nos cones 300, 340, em uma orientação oposta às rampas das concretizações anteriores.

25 Um alojamento do pistão oco geralmente cilíndrico 380 estende-se coaxialmente em relação ao corpo 310 e

tem um diâmetro interno maior do que o diâmetro externo do corpo 310 com uma câmara anelar 322 alojando um pistão anelar 570. O pistão 570 é temporariamente ligado ao alojamento do pistão 380 por um parafuso de cisalhamento 540 para manter o pistão 570 fixo durante a descida antes do acionamento. Opcionalmente, o pistão 570 também pode ser fixado com pinos de teste 541, que atravessam o alojamento do pistão 380 e o pistão 570 e fazem contato com a superfície externa do corpo 310 para reter o pistão durante o teste de fabricação, mas que são removidos antes da instalação em um poço, permitindo que o pistão 570 deslize dentro da câmara anelar 322 após o parafuso de cisalhamento 540 se partir.

O alojamento do pistão 380 é fixado em sua extremidade inferior ao corpo 310, tipicamente por meio de um anel de travamento e uma tampa de rosca. A extremidade superior do pistão anelar 570 é recebida dentro de um espaço anelar escareado na extremidade inferior de um cone anelar 600 que é deslizado sobre a parte inferior do corpo 310L após a unidade de cone inferior e guia e antes do pistão 570 e do alojamento do pistão 380. A superfície interna do espaço anelar tem uma ranhura interna 601 adjacente à extremidade superior do espaço anelar que culmina em um ombro 602 voltado para baixo. O cone inferior 600 é tipicamente fixado no corpo 310 por meio de parafusos de cisalhamento 601 (vide Fig. 11c).

O pistão 570 tipicamente tem um mecanismo de travamento para conectá-lo ao cone. O mecanismo de travamento

tipicamente tem a forma de uma ranhura externa 571 na superfície externa do pistão 570 localizada em sua extremidade superior, a qual é recebida dentro do espaço anelar dentro da extremidade inferior do cone 600. Um anel de pressão tendencioso para fora 572 encontra-se dentro da ranhura externa 571 e é tipicamente incapaz de expandir-se radialmente para fora da ranhura 571 graças à superfície inferior do cone 600, conforme melhor ilustra a Fig. 13c.

O cone 600 transfere forças axiais do pistão 570 às guias 400, 440 e ao elemento obturador resiliente 470 e tipicamente tem um mecanismo que controla o movimento relativo do cone 600 e do corpo 310. Nesta concretização, o mecanismo é um mecanismo de catraca que restringe o movimento em um sentido, mas o permite no sentido oposto. O mecanismo de catraca desta concretização, um anel de travamento do cone radialmente segmentado 620 é disposto dentro do orifício do cone 600 entre o cone 600 e o corpo 310 e impossibilitado de realizar movimentos axiais em relação ao cone 600 por um parafuso fixador 602. O anel de travamento do cone 620 tem dentes de catraca de bitola fina 621 em sua superfície interna, que podem engatar-se a uma rosca externa no corpo 310, e dentes de catraca grossos 622 em sua superfície externa, que podem engatar-se aos dentes de bitola grossa na superfície interna do cone 600. Os dentes internos finos 621 impedem o movimento relativo entre o cone 600 e o corpo 310 somente quando são pressionados com firmeza contra a rosca externa no corpo 310. O

anel de travamento 620 é tende levemente para fora, contra os dentes externos grossos, e, portanto, os dentes internos finos 621 são apenas levemente engatados ao corpo 310 quando o anel 620 se expande.

5 O perfil dos dentes externos grossos 622 é assimétrico e permite que os segmentos separados do anel de travamento 620 saiam levemente da conexão com o corpo 310 quando o anel estiver se movendo para cima com o cone 600, o que permite que o cone 600 mova-se para cima da superfície
10 externa do corpo 310 no sentido da seta B na Fig. 13a. Qualquer força no sentido oposto, isto é, forças para baixo, são determinadas pelos dentes externos grossos assimétricos a comprimir o anel de travamento 620 em conexão com o corpo 310, impedindo o movimento descendente por parte do cone 600
15 em relação ao corpo 310.

O orifício passante da tubulação 311 é conectado à câmara anelar 322 que hospeda o pistão 570 por canais radiais 381, que emergem entre vedações 580 que vedam o pistão 570 dentro da câmara anelar 322. O orifício cilíndrico 312
20 é conectado à câmara anelar 322 que hospeda o pistão pelos canais 313, que emergem na câmara anelar atrás (isto é, abaixo) da vedação mais inferior 580. Os canais 313 são afastados axialmente dos canais 381, como se pode observar melhor nas Figs. 13a e 23, que ilustram o surgimento do canal de tubulação
25 381 entre as vedações 580.

Portanto, na sexta concretização, o pistão 570 é configurado para empurrar o cone 600 para cima contra as guias 440 para ativar as guias 400, 440 e o elemento obturador 470 de acordo com a sequência de ativação a seguir.

5 Depois que a ferramenta 318 é colocada no poço, aumentos na pressão dentro do orifício passante 311 da coluna de tubulação não a acionarão, pois os canais radiais 381 encontram-se substancialmente obstruídos pelo pistão 570, que tem vedações 580 de ambos os lados dos canais radiais 381. Os
10 anéis 580 substancialmente impedem a comunicação entre o fluido pressurizado no orifício passante 311 e o espaço anelar em torno do corpo 310. Os anéis 580 são opcionalmente suportados dentro de suas ranhuras. Como resultado, a pressão no orifício passante 311 da coluna de tubulação não tem efeito sobre o pistão
15 570.

 Como nas concretizações anteriores, depois que a pressão de definição chega à tubulação, o operador libera um suprimento controlado de fluido hidráulico, oriundo da superfície ou de uma fonte de fundo de poço separada, pelo orifício
20 cilíndrico 312. A pressão fluida dentro da câmara 322 cisalha os parafusos de cisalhamento 540 que ligam o pistão 570 ao alojamento do pistão 380, movendo o pistão 570 no sentido ascendente (no sentido da seta B). O pistão 570 sobe uma pequena distância graças à pressão do fluido advindo do orifício
25 312 até a vedação em forma de anel inferior 580 mover-se para cima dos canais radiais 381, permitindo assim a comunicação

fluida entre a câmara 322 atrás (por exemplo, abaixo) do pistão 570 e o orifício 311 da tubulação. Como resultado, o fluido pressurizado advindo do orifício passante 311 preenche a câmara 322 atrás do pistão 570 e o conduz para cima no sentido da seta B e para dentro do espaço anelar na parte inferior do cone 600. A face superior do pistão encosta-se ao ombro 601, transferindo a força atrás do pistão 570 para o cone 600. Ao mesmo tempo, as ranhuras 601, 571 são alinhadas e o anel de pressão 572 pode se expandir, impedindo assim o movimento descendente por parte do pistão 570 em relação ao cone 600. O movimento ascendente do cone 600 empurrado pelo pistão 570 tipicamente cisalha os parafusos de cisalhamento 601 que ligam o cone 600 ao corpo 310 e a pressão de tubulação advinda do orifício passante 311 age sobre o pistão 570 para conduzir o cone 600 para cima no sentido da seta B.

A superfície superior do cone 600 empurra a superfície inferior da guia inferior 440 para cima, o que comprime as unidades de guia e cone, e comprime o elemento obturador resiliente 470 entre elas, conduzindo assim as guias sobre as rampas e comprimindo o elemento resiliente 470, o que faz com que ele se expanda radialmente. Opcionalmente, as guias 400, 440 podem ser fixadas ao corpo 310 por parafusos de cisalhamento 403, que impedem o movimento axial prematuro das guias 400, 440. Assim, o movimento convergente das rampas conduz as guias 400, 440 radialmente para fora. Os anéis de retenção 430 expandem-se e/ou quebram-se e os frisos de agarramento externos

e dentados das guias 400, 440 movem-se radialmente até que se engatem à carcaça para fixar mecanicamente a ferramenta 318 nela. Conforme ilustram as Figs. 14 e 15, a ferramenta 318 pode ser definida em uma série de diâmetros de carcaça diferentes.

5 O anel de travamento do pistão 620 com o perfil dos dentes assimétrico determina a força de reação descente das guias comprimidas e ativadas radialmente para dentro para fixar o cone 600 com mais segurança no corpo 310 para que o elemento obturador ativado 470 e as guias 400, 440 continuem na posição
10 definida mesmo no caso de uma redução na pressão da tubulação que atua sobre o pistão 570.

De acordo com o método descrito acima para acionar a ferramenta 318, a pressão relativamente baixa oriunda da fonte controlada alimentada pelo orifício cilíndrico 312 é usada
15 para “disparar” o acionamento da ferramenta 318. Já a pressão de tubulação é usada para defini-la. Ambas as forças agem sobre o mesmo transmissor de força, isto é, o pistão 570 e o cone 600, não obstante as diferentes fontes da força. A vantagem deste mecanismo de acionamento é que a ferramenta 318 pode ser
20 definida mesmo quando a pressão alimentada pela linha de controle 312 for insuficiente para acionar ou definir a ferramenta 318 por completo. Além disso, a concretização tem a vantagem de que as guias 400, 440 e o elemento de gaxeta 570 são definidos usando-se a pressão de tubulação, o que, como já mencionado, em
25 geral é mais confiável e instantâneo do que ter ferramentas definidas usando-se somente a pressão da linha de controle. Além

disso, o fato de que a pressão de tubulação não atuar constantemente sobre o mecanismo de acionamento interno da ferramenta 318 tem a vantagem de que oscilações na pressão de tubulação antes do acionamento não terão efeito na ferramenta 5 318 até que o operador decida que ela está pronta para ser definida e, com isso, “dispare” o processo usando a pressão fluida da linha de controle pelo orifício cilíndrico 312.

Também é possível fazer várias combinações das concretizações descritas.

10 Embora todas as concretizações descrevam o uso do mecanismo de acionamento com as etapas de disparo e acionamento usadas para definir guias e elementos de gaxeta, deve-se compreender que o conceito geral e o método da invenção podem ser usados com qualquer ferramenta de fundo de 15 poço acionável por pressão.

Outras aplicações em que é possível implementar o amplo conceito da invenção incluem: obturadores; elementos infláveis; ferramentas de agarramento; válvulas; luvas corredeiras e outros dispositivos de controle de fluxo.

20 É possível fazer modificações e aprimoramentos sem com isso divergir do âmbito da invenção.

REIVINDICAÇÕES

1. Ferramenta de fundo de poço acionável por pressão, a ferramenta (18, 318) sendo **caracterizada** por compreender:

um pistão atuador responsivo à pressão (270, 276, 277, 570) disposto para mover axialmente em uma câmara (22, 322) para acionar a ferramenta de fundo de poço (18, 318) quando da exposição a uma pressão predeterminada;

uma linha de comunicação (81, 381) capaz de transmitir pressão fluida de fundo de poço ao pistão atuador responsivo à pressão (270, 276, 277, 570); e

um disparador (12, 312, 277, 278) adaptado para mudar a configuração da ferramenta (18, 318) entre uma primeira configuração, em que a linha de comunicação (81, 381) é substancialmente isolada contra fluidos, e uma segunda configuração, que permite que a comunicação fluida ao longo da linha de comunicação (81, 381) para acionar o pistão atuador responsivo à pressão (270, 276, 277, 570),

em que a ferramenta de fundo de poço acionável por pressão (18, 318) compreende um orifício passante (11) em comunicação com uma fonte de pressão fluida de fundo de poço, e em que a linha de comunicação (81, 381) é configurada para transmitir pressão fluida de fundo de poço do orifício passante (11) para a câmara (22, 322) para acionar o pistão atuador responsivo à pressão (270, 276, 277, 570) dentro da câmara quando a ferramenta (18, 318) estiver na segunda configuração, e

em que o pistão atuador (270, 276, 277, 570) é vedado dentro da câmara (22, 322) e em que o disparador (12, 312, 277, 278) fornece pressão fluida para a câmara através de uma linha de controle (12, 312) radialmente espaçada do orifício passante (11, 311) tendo uma abertura (16) na câmara para mover o pistão atuador vedado dentro dela.

2. Ferramenta de fundo de poço acionável por pressão, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada** pelo fato de o disparador (12, 312, 277, 278) ser seletivamente acionável para seletivamente mover o pistão atuador responsivo à pressão (270, 276, 277, 570) de modo a acionar a ferramenta de fundo de poço (18, 318), e

em que o pistão atuador (270, 276, 277, 570) possui pelo menos duas unidades de vedação (220, 280), axialmente espaçadas uma da outra ao longo do pistão atuador (270, 276, 277, 570) para vedar o pistão atuador (270, 276, 277, 570) dentro da câmara (22, 322), e em que as unidades de vedação (220, 280) são localizadas em ambos os lados da linha de comunicação (81, 381) dentro da câmara (22, 322) para substancialmente isolar contra fluidos a linha de comunicação (81, 381), e

em que o disparador (12, 312, 277, 278) é seletivamente acionável para mover o pistão atuador (270, 276, 277, 570) a partir da primeira para a segunda configuração através do movimento do pistão atuador (270, 276, 277, 570) através de um comprimento predeterminado de tal modo que ambas as unidades de vedação (220, 280) se localizem em um lado da linha de comunicação (81, 381).

3. Ferramenta de fundo de poço acionável por pressão, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizada** pelo fato de que a abertura (16) da linha de controle dentro da câmara (22, 322) é axialmente espaçada da abertura da linha de comunicação (81, 381) dentro da câmara.

4. Ferramenta de fundo de poço acionável por pressão, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, **caracterizada** pelo fato de que o disparador inclui um pistão disparador (277, 278) adaptado para atuar sobre o pistão atuador responsivo à pressão (270, 276, 277, 570) a fim de mover o pistão atuador responsivo à pressão (270, 276, 277, 570) entre as primeira e segunda configurações.

5. Ferramenta de fundo de poço acionável por pressão, de acordo com a reivindicação 4, **caracterizada** pelo fato de que o pistão disparador (277, 278) está localizado na câmara (22, 322) entre a abertura (16) da linha de controle na câmara e a abertura da linha de comunicação (81, 381) na câmara,

em que a ferramenta (18, 318) possui um batente para pistão disparador (271) a fim de restringir o movimento do pistão disparador (277, 278) dentro de uma área da câmara (22, 322) definida entre a linha de comunicação (81, 381) e a abertura (16) para a linha de controle na câmara, e

em que o pistão disparador (277, 278) é móvel em resposta ao suprimento de fluido hidráulico através da abertura (16) da linha de controle (12, 312) na câmara (22, 322), e

em que o pistão disparador (277, 278) é móvel em resposta ao fornecimento de fluido hidráulico pela abertura (16) para a linha de controle (12, 312) na câmara (22, 322), e

em que o pistão disparador (277, 278) é espaçado axialmente do pistão atuador (270, 276, 277, 577).

6. Ferramenta de fundo de poço acionável por pressão, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 5, **caracterizada** pelo fato de que as respectivas posições do pistão atuador responsivo à pressão (270, 276, 277, 570) nas primeira e segunda configurações da ferramenta (18, 318) são afastadas uma da outra, e o pistão atuador responsivo à pressão (270, 276, 277, 570) é movido axialmente para uma distância entre as duas posições antes do acionamento da ferramenta (18, 318) na segunda configuração.

7. Ferramenta de fundo de poço acionável por pressão, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 6, **caracterizada** pelo fato de que o pistão atuador responsivo à pressão (270, 276, 277, 570) tem

um mecanismo de travamento (571) para impedir seu movimento após a ferramenta (18, 318) estar na segunda configuração.

8. Método para acionar uma ferramenta de fundo de poço, o método sendo **caracterizado** por compreender:

a) dispor de um pistão atuador responsivo à pressão (270, 276, 277, 570), uma linha de comunicação (81, 381) capaz de comunicar pressão de fundo de poço ao pistão atuador responsivo à pressão (270, 276, 277, 570), e um disparador (12, 312, 277, 278) adaptado para mudar a configuração da ferramenta (18, 318) entre uma primeira configuração, em que a linha de comunicação (81, 381) é substancialmente isolada contra fluidos, e uma segunda configuração, que permite a comunicação fluida ao longo da linha de comunicação (81, 381) para acionar o pistão atuador responsivo à pressão (270, 276, 277, 570);

b) substancialmente isolar a linha de comunicação (81, 381) contra fluidos na primeira configuração;

c) descer a ferramenta (18, 318) ao fundo do poço;

d) acionar o disparador (12, 312, 277, 278) para mudar a configuração da ferramenta (18, 318) para a segunda configuração e, assim, permitir que a pressão fluida de fundo de poço, a partir do orifício passante (11, 311), acione o pistão atuador responsivo à pressão (270, 276, 277, 570) por meio da linha de comunicação (81, 381), quando a ferramenta está na segunda configuração; e

e) acionar a ferramenta de fundo de poço (18, 318),

em que o método inclui vedar o pistão atuador (270, 276, 277, 570) dentro de uma câmara (22, 322), e fornecer pressão fluida na câmara através de uma linha de controle (12, 312) radialmente espaçada a partir do orifício passante (11, 311), a linha de controle tendo uma abertura (16) na câmara para mover o pistão atuador vedado dentro dela.

9. Método, de acordo com a reivindicação 8, **caracterizado** por incluir:

aumentar a pressão fluida dentro do orifício passante (11) da ferramenta (18, 318); e

usar a pressão aumentada advinda do orifício passante (11) para acionar a ferramenta (18, 318) por meio da linha de comunicação (81, 381).

10. Método, de acordo com a reivindicação 8 ou 9, **caracterizado** por incluir:

proporcionar um pistão disparador (277, 278);

fornecer pressão através da linha de controle (12, 312) para mover o pistão disparador (277, 278) contra o pistão atuador responsivo à pressão;

espaçar o pistão disparador (277, 278) do pistão atuador responsivo à pressão (270, 276, 277, 570); e

mover o pistão disparador (277, 278) por meio da pressão da linha de controle antes que o pistão disparador (277, 278) se engate ao pistão atuador responsivo à pressão (270, 276, 277, 570).

11. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 8 a 10, **caracterizado** por incluir mover o pistão atuador responsivo à pressão (270, 276, 277, 570) para uma distância dentro da câmara (22, 322) antes que ele chegue à segunda configuração, de modo que as posições do pistão atuador responsivo à pressão (270, 276, 277, 570) nas primeira e segunda configurações sejam afastadas uma da outra.

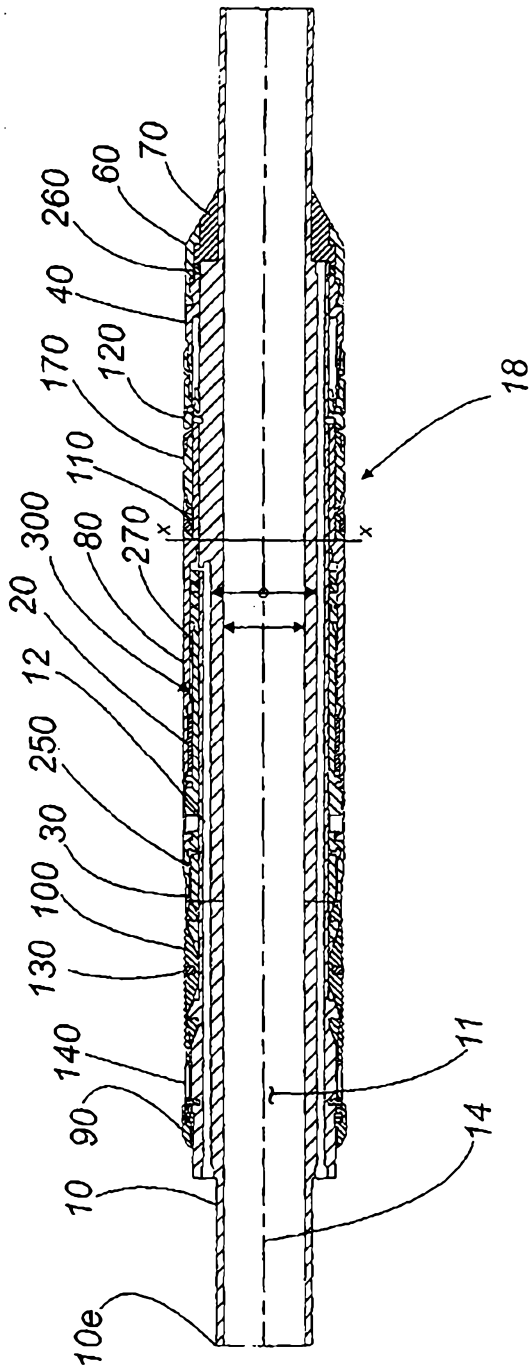


Fig. 1

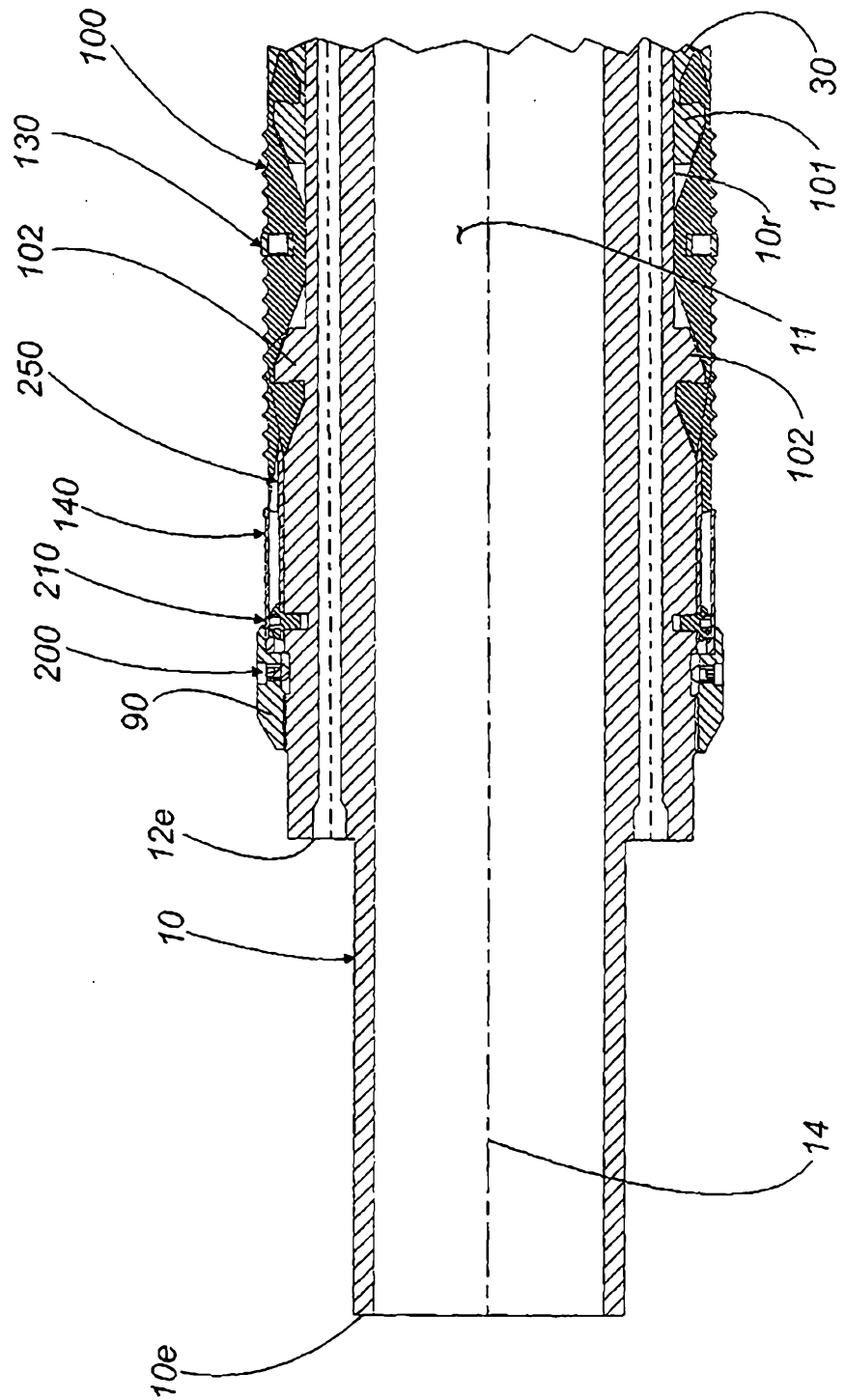


Fig. 2

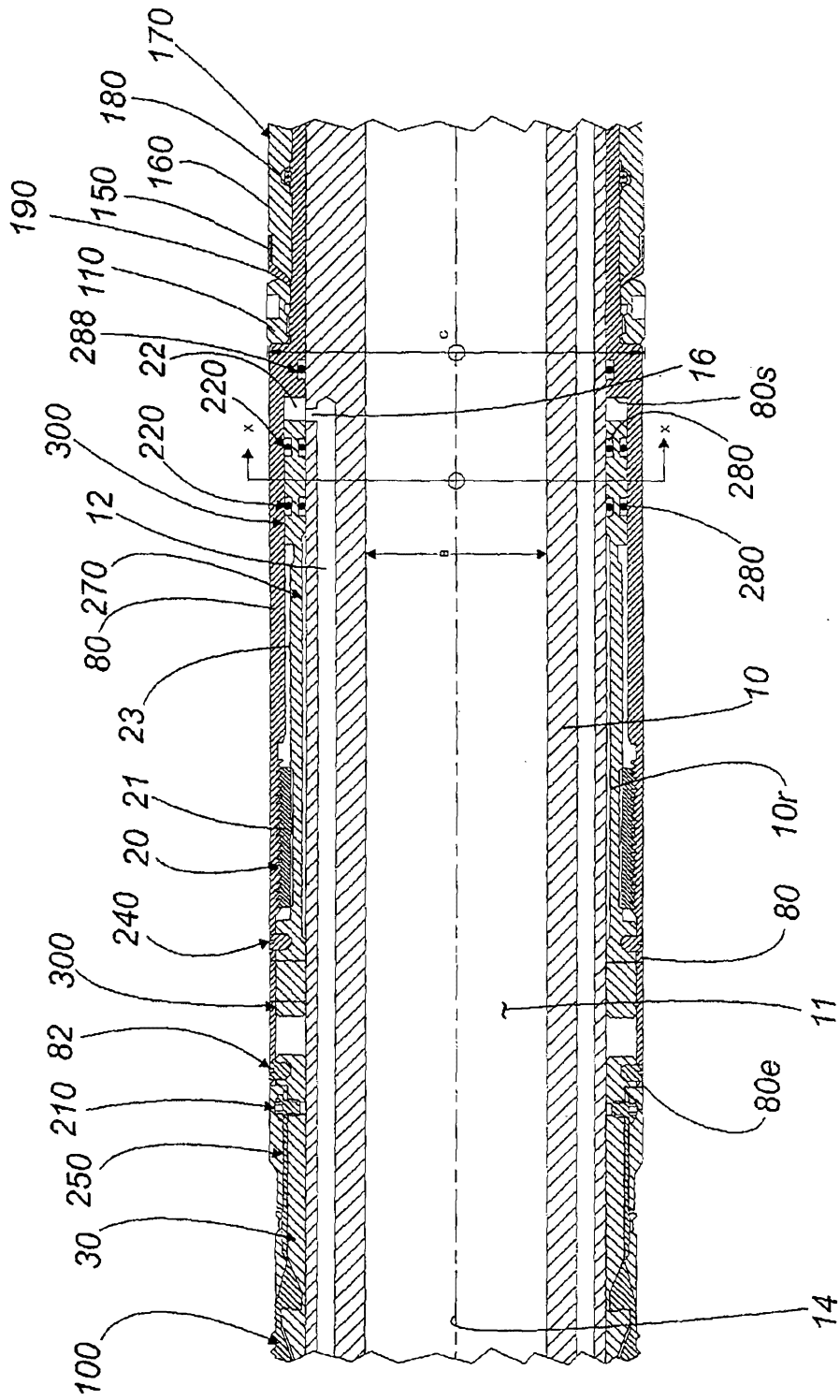


Fig. 3

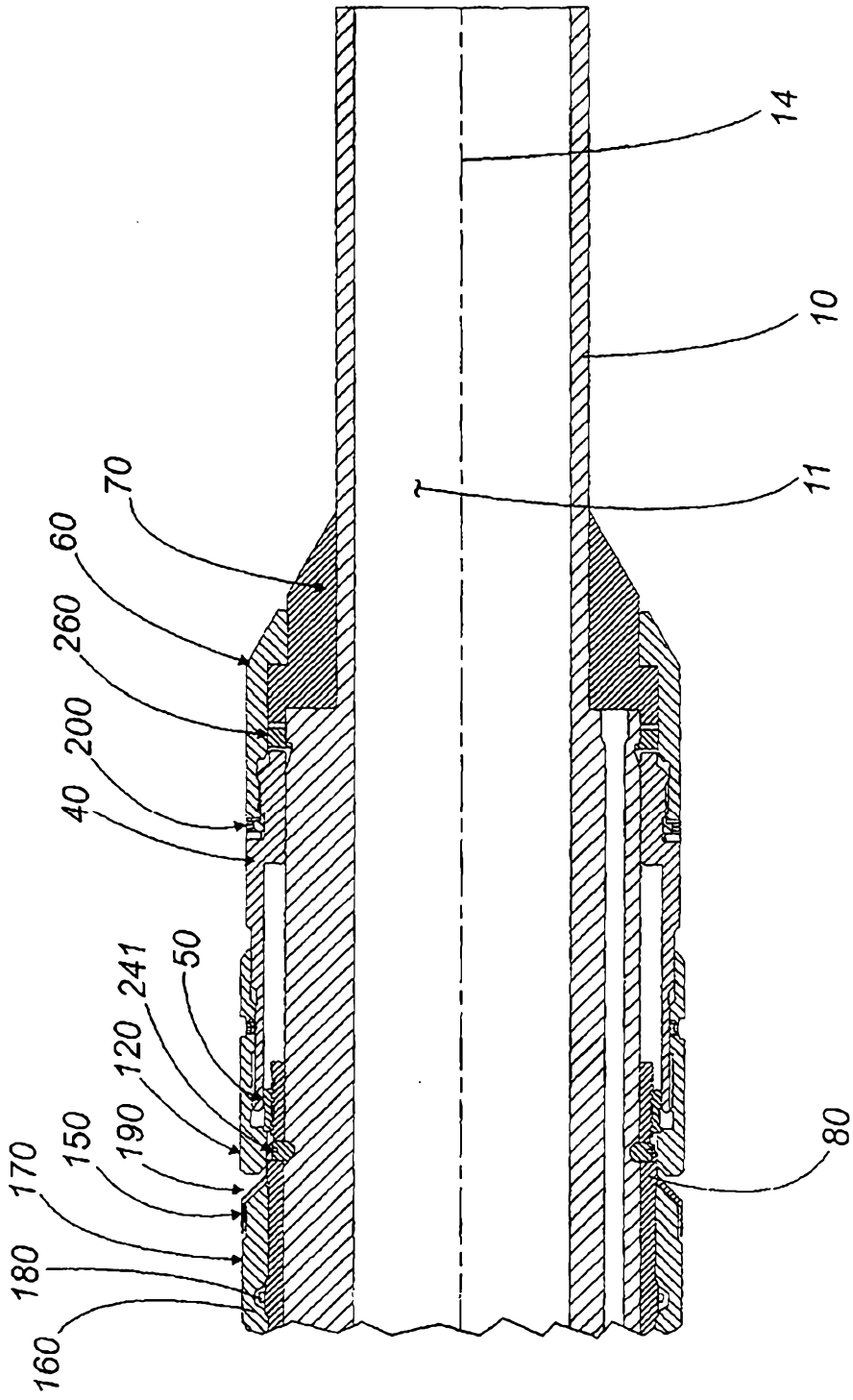


Fig. 4

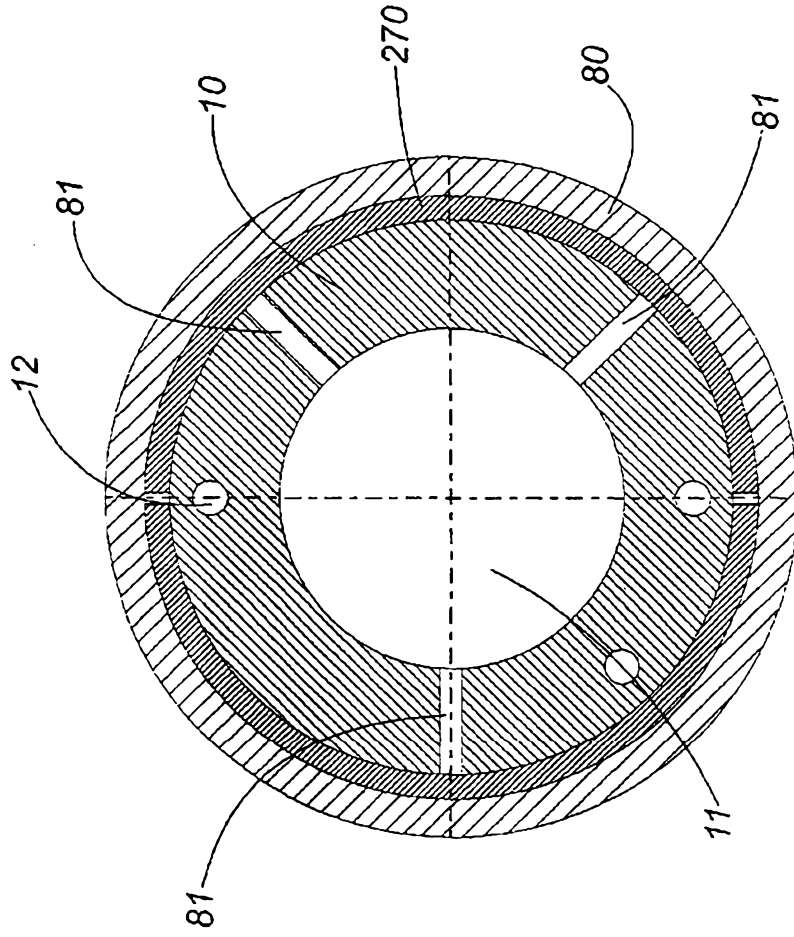


Fig. 5

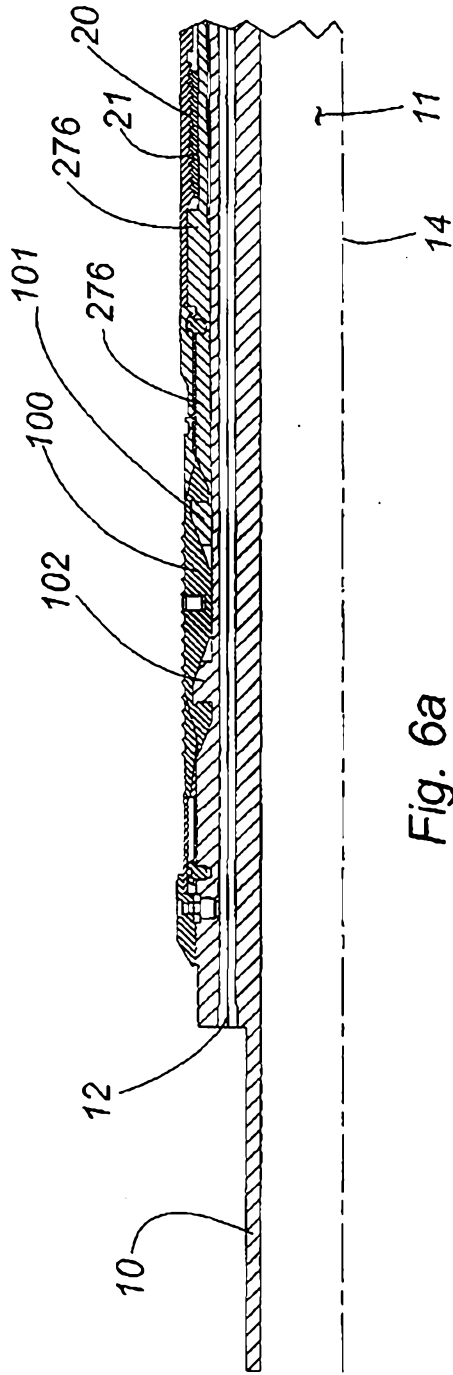


Fig. 6a

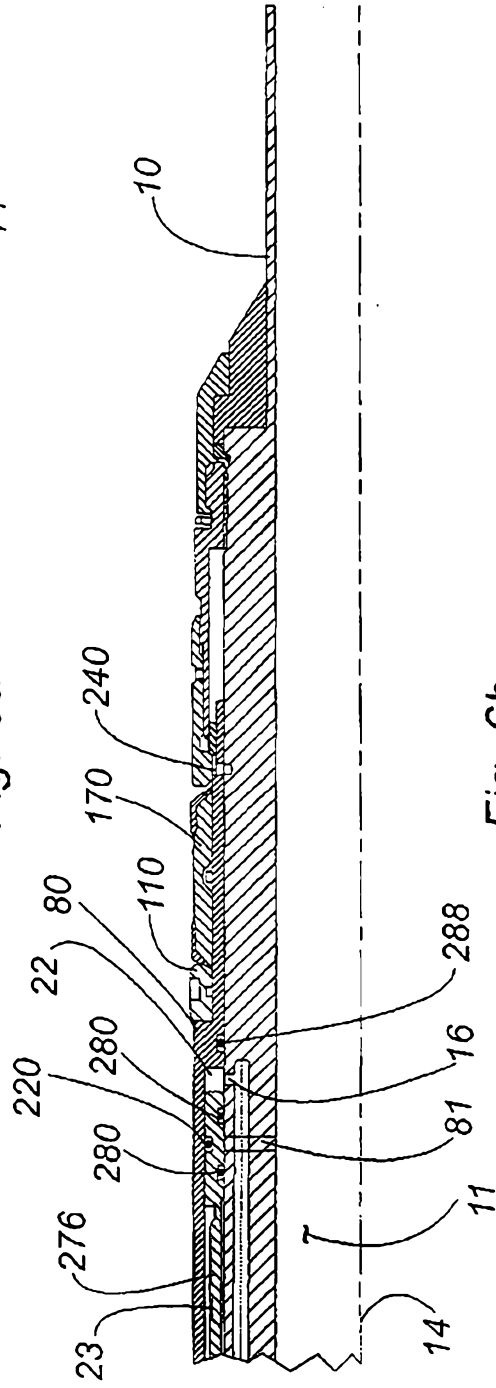


Fig. 6b

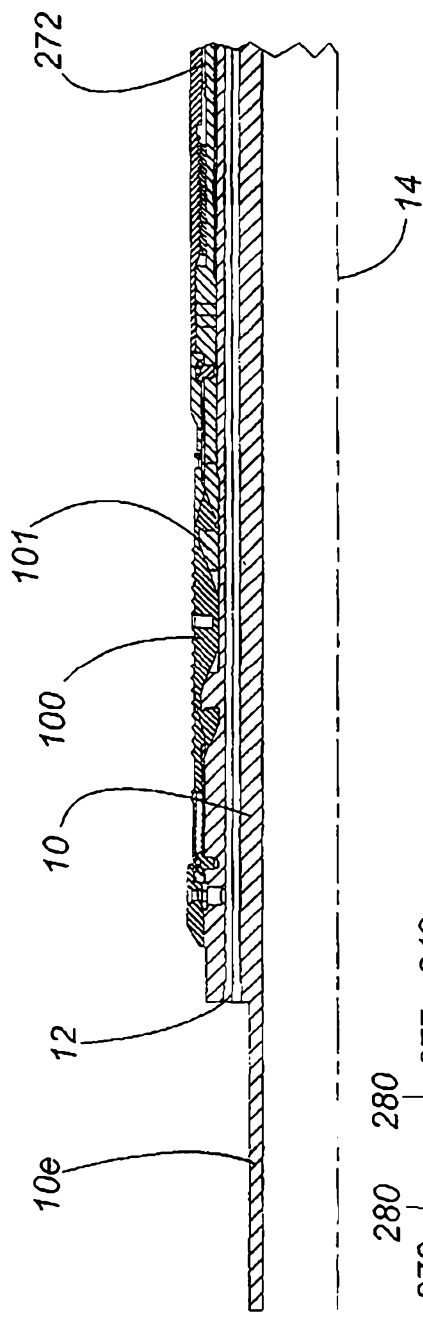


Fig. 7a

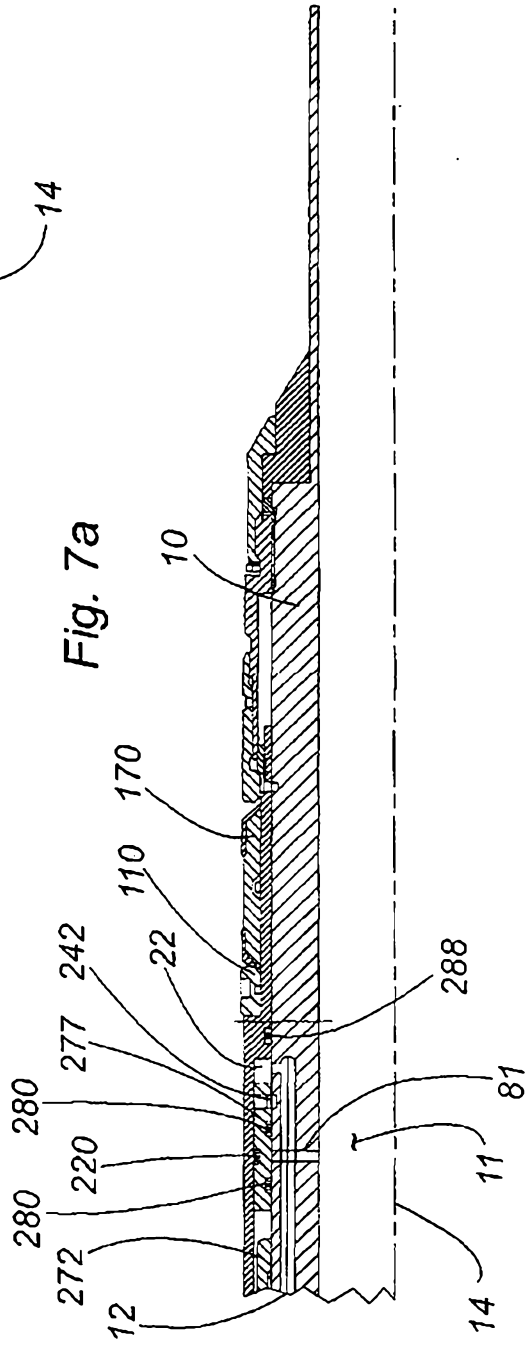


Fig. 7b

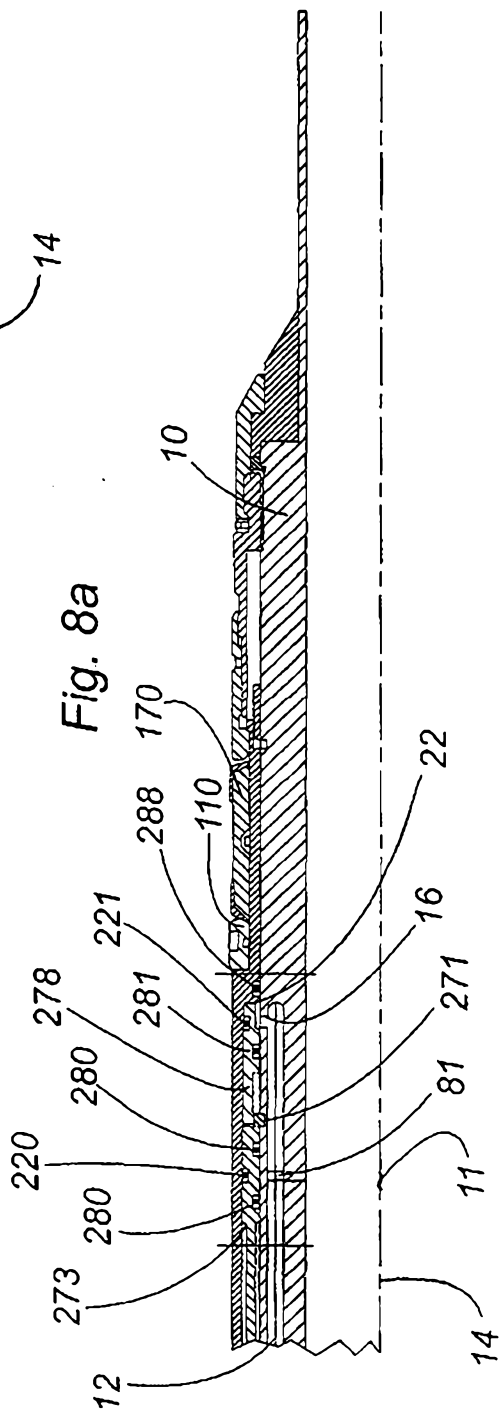
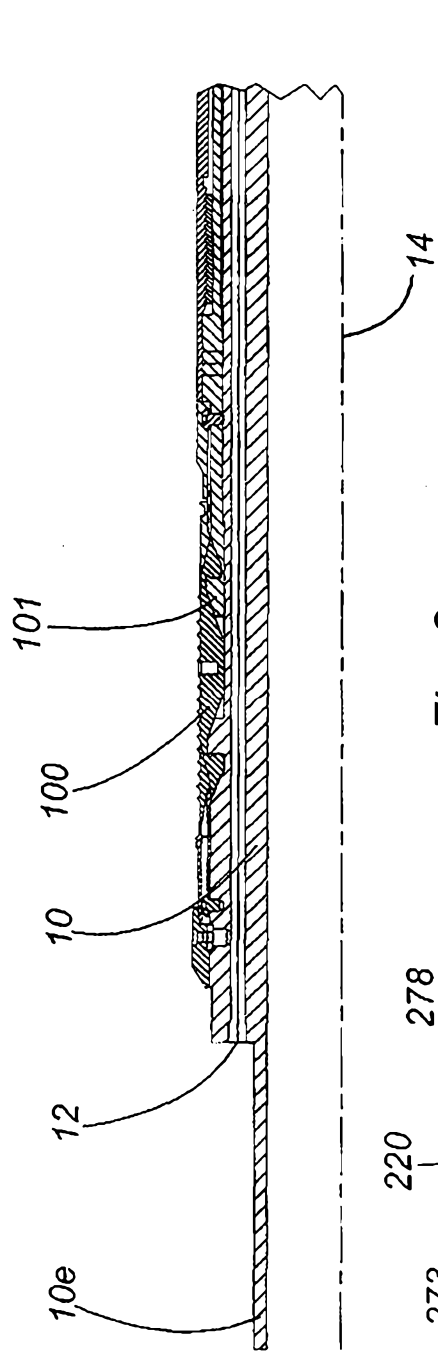


Fig. 8a

Fig. 8b

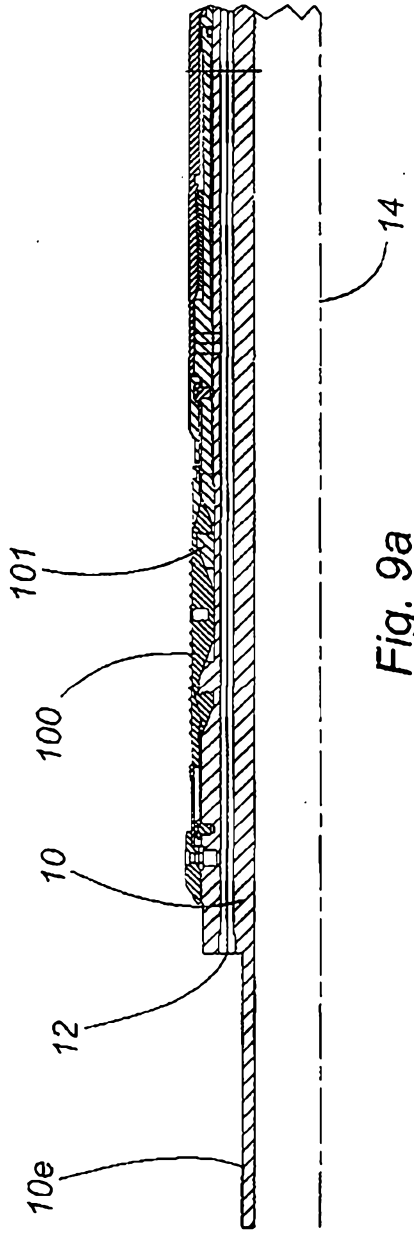


Fig. 9a

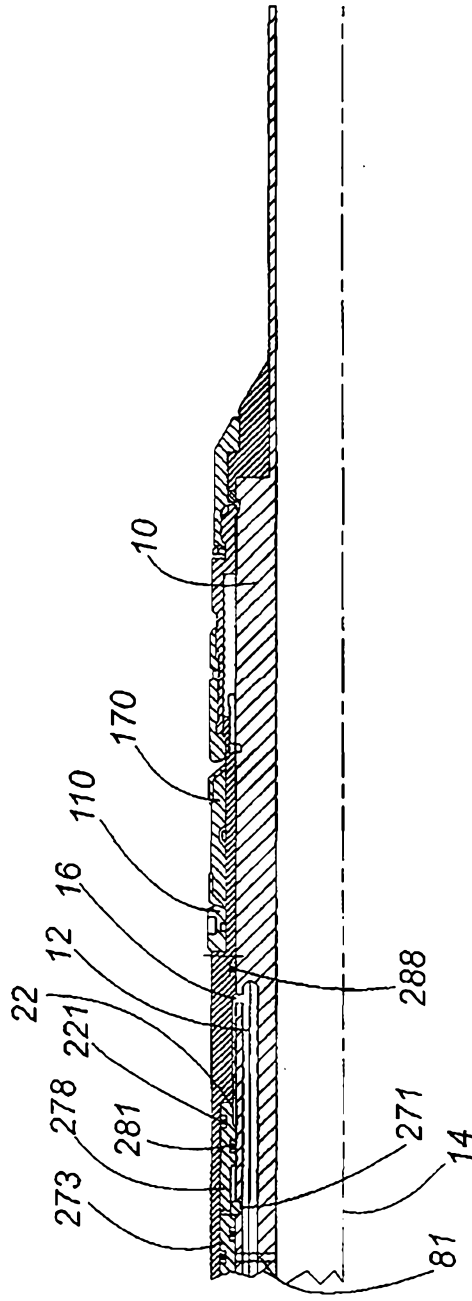


Fig. 9b

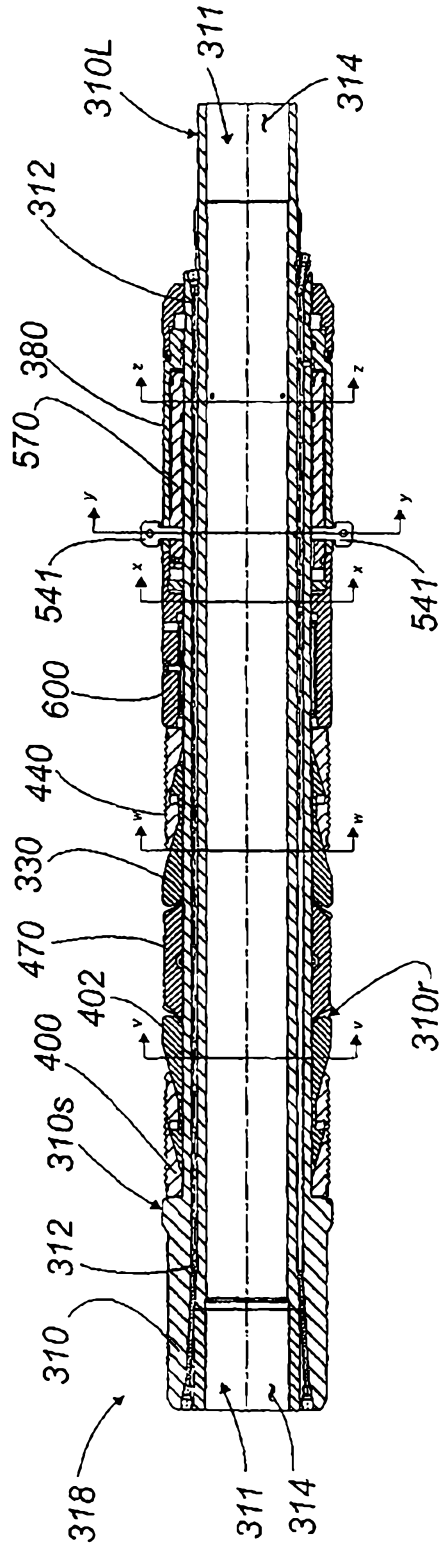


Fig. 10

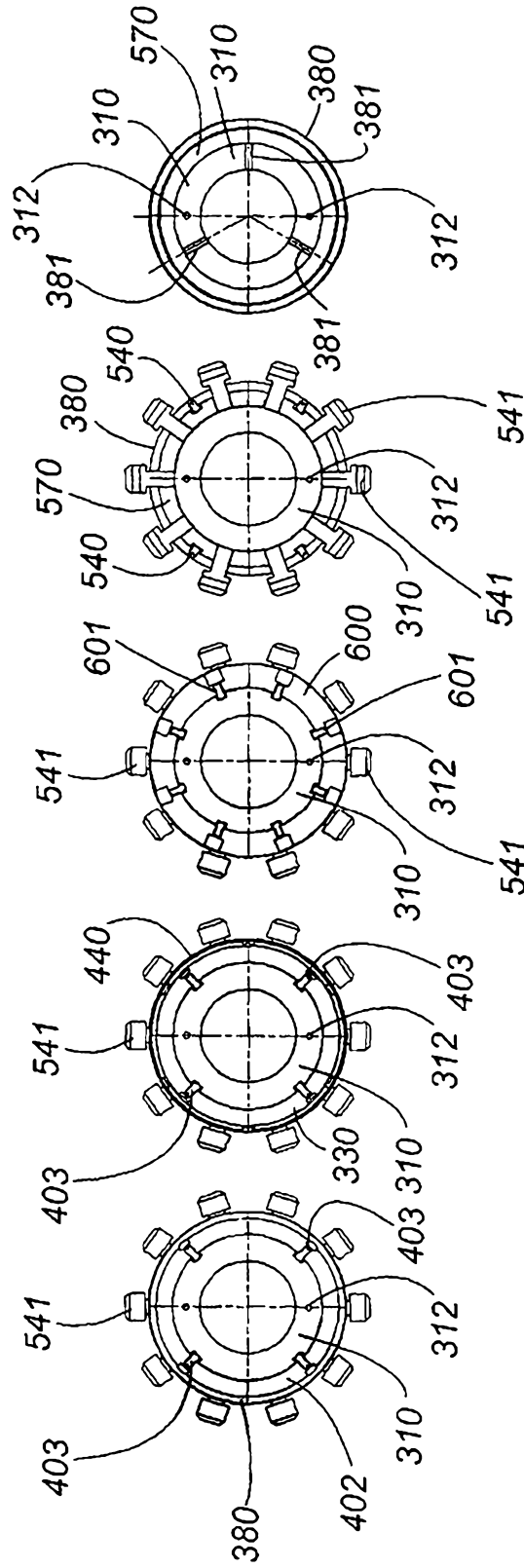


Fig. 11a Fig. 11b Fig. 11c Fig. 11d Fig. 11e

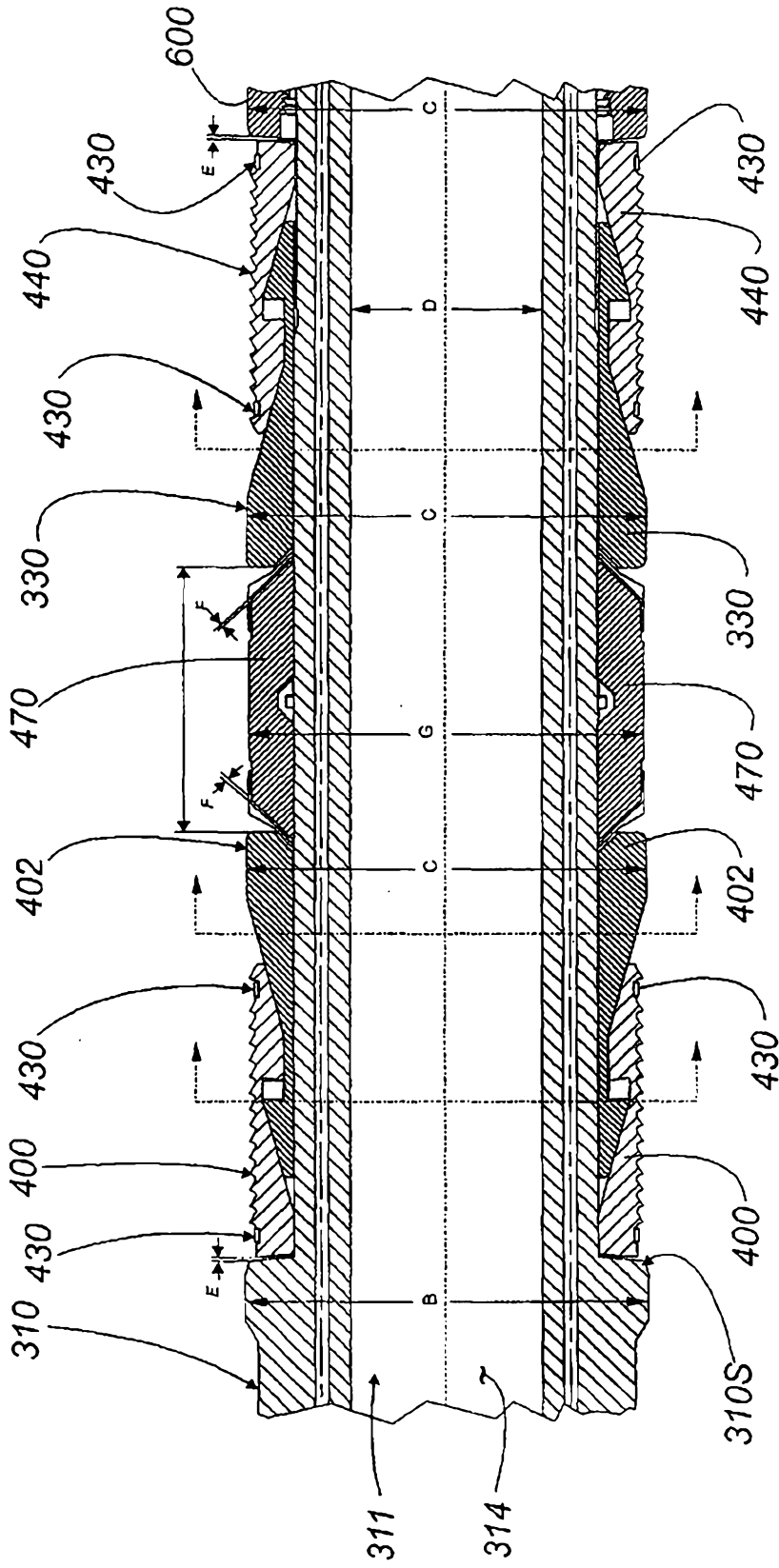


Fig. 12

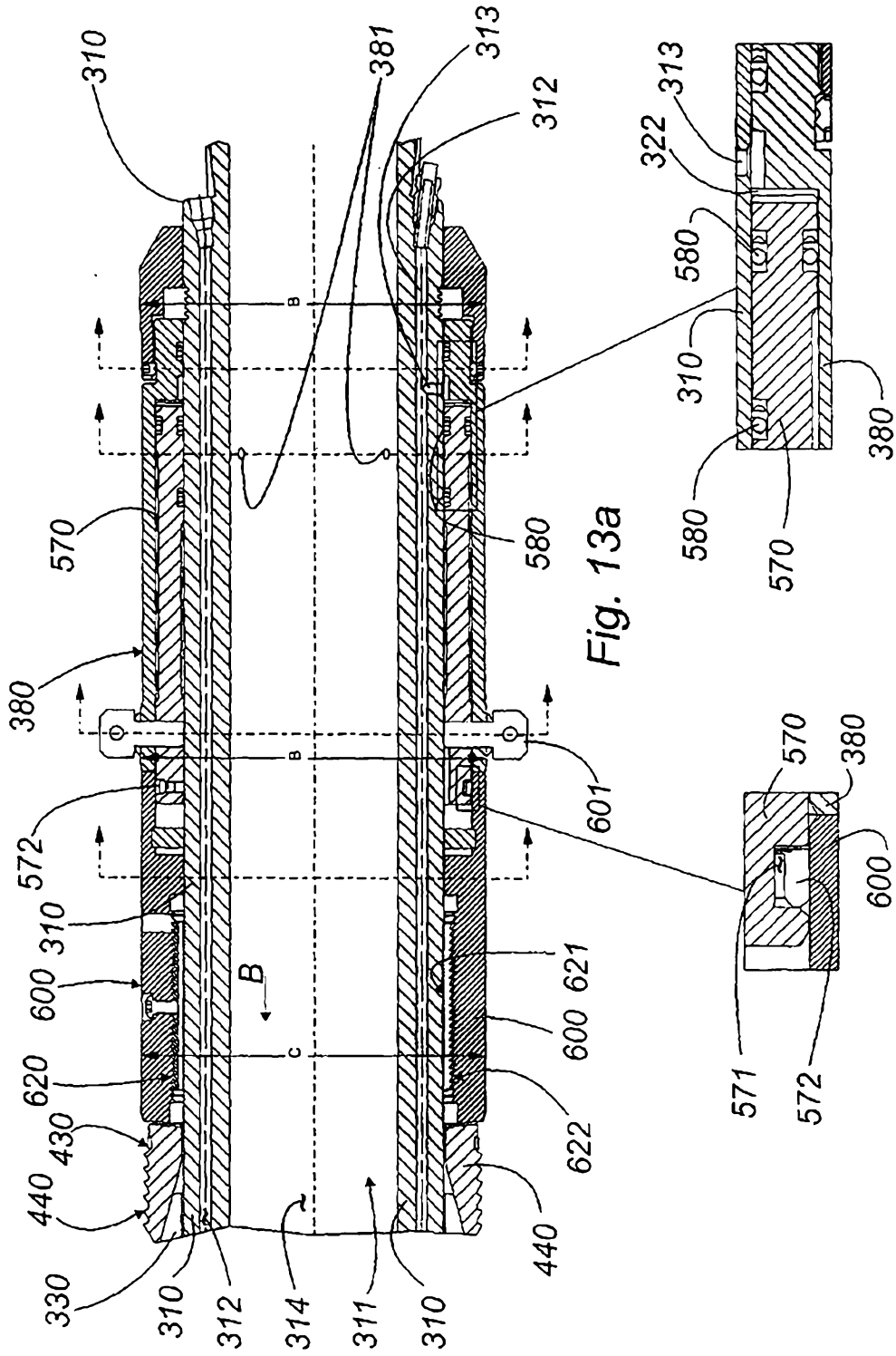


Fig. 13a

Fig. 13b

Fig. 13c

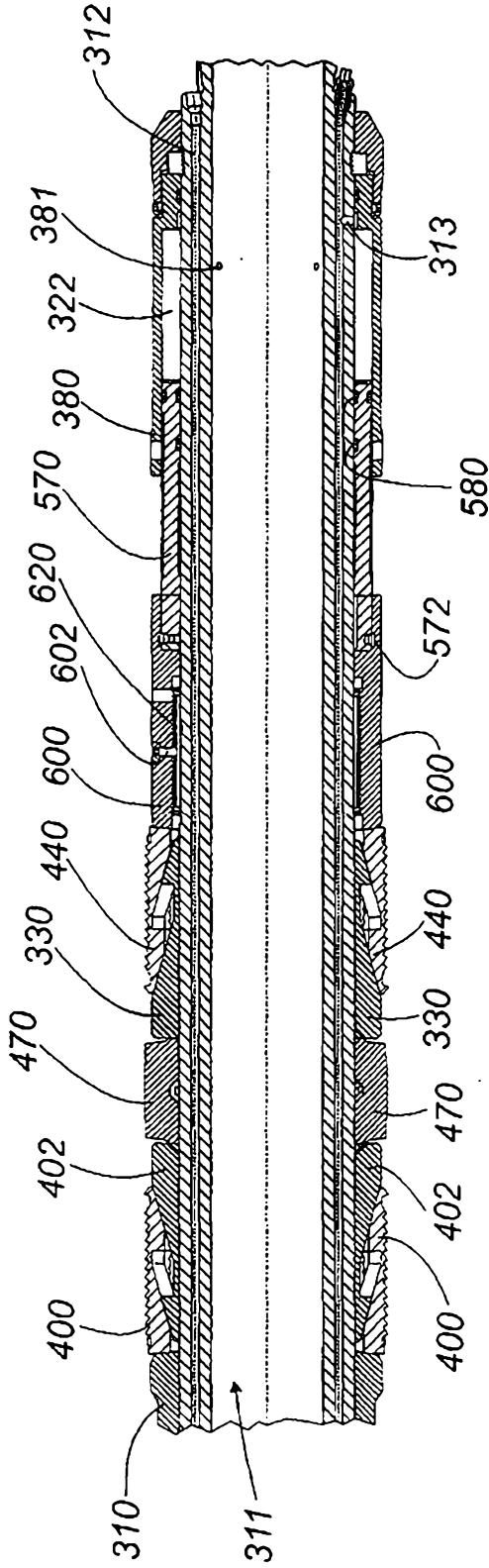


Fig. 14

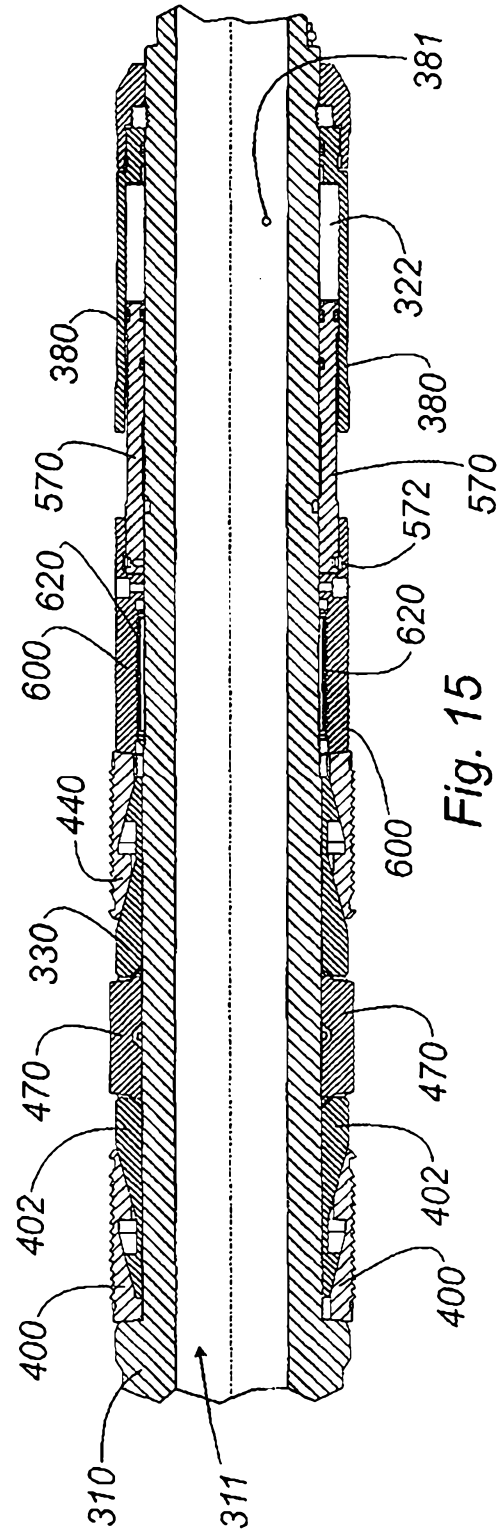


Fig. 15

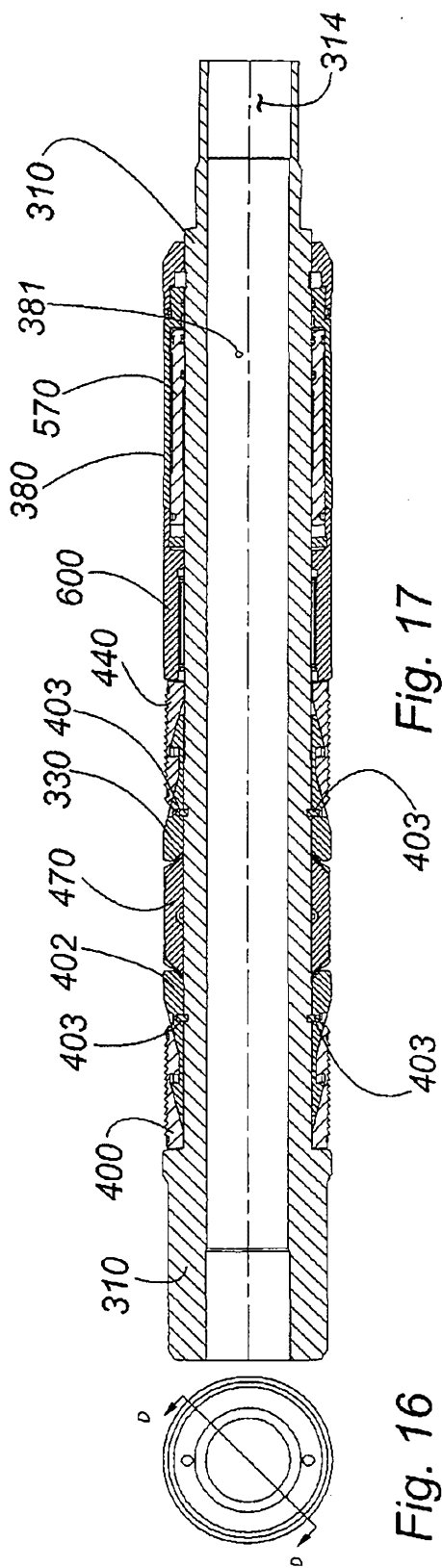


Fig. 17

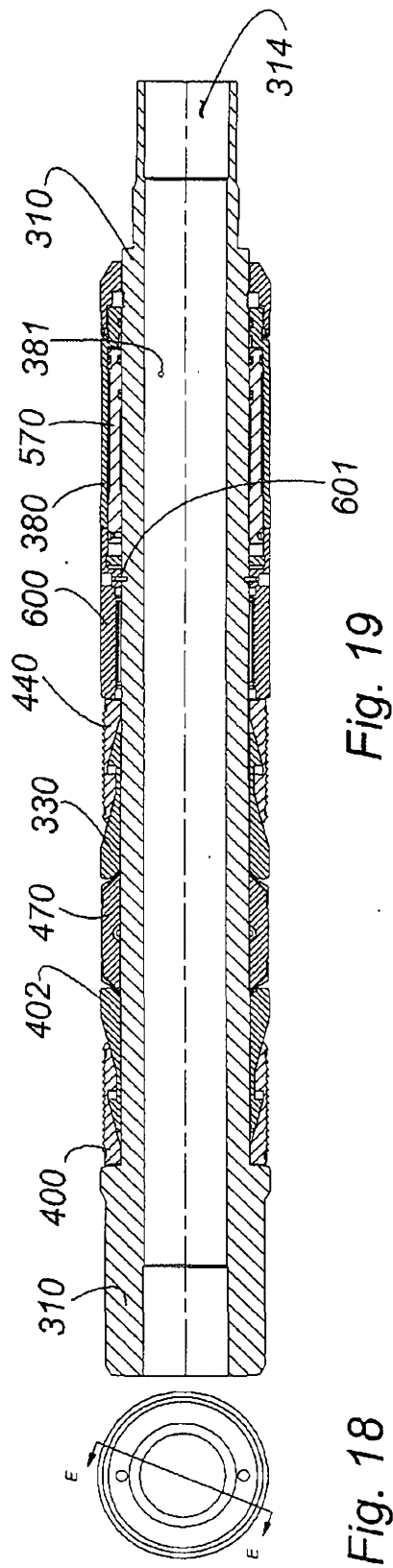


Fig. 19

Fig. 18

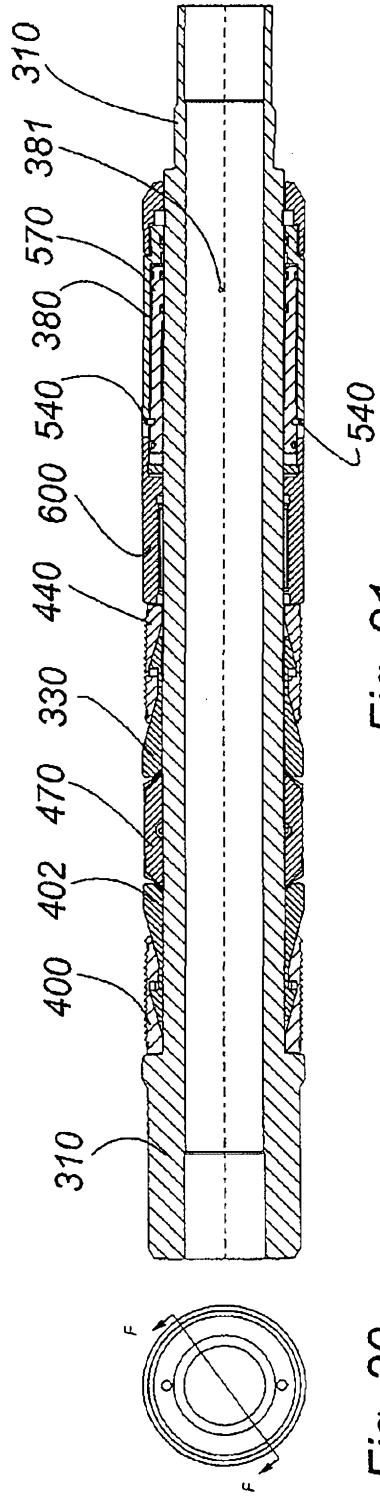


Fig. 20

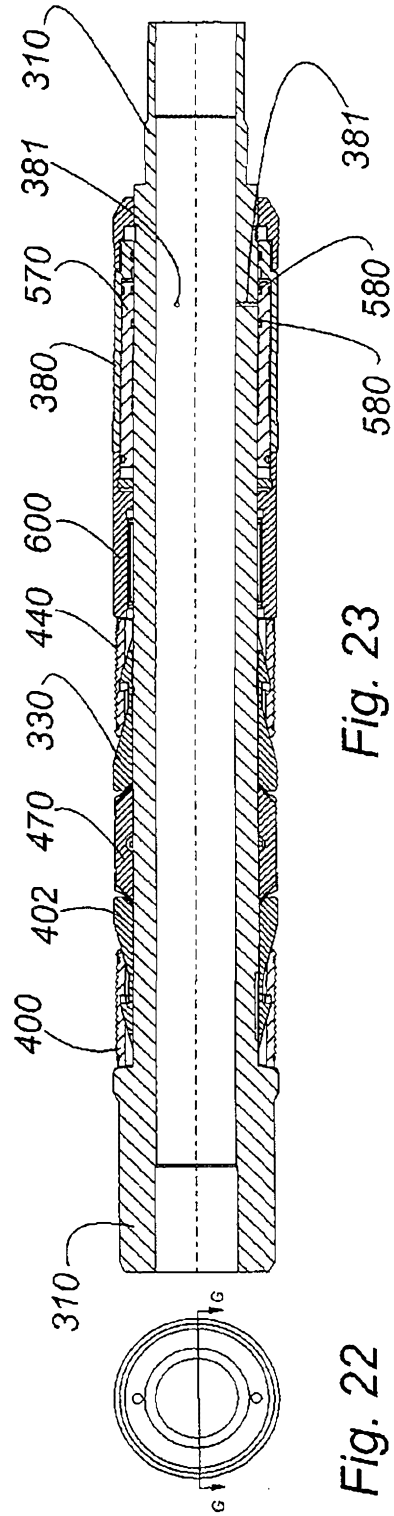


Fig. 21

Fig. 22

Fig. 23