



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

(11) PI 1007067-2 B1



(22) Data do Depósito: 27/01/2010

(45) Data de Concessão: 30/07/2019

(54) Título: APARELHO PARA CONTROLAR O FLUXO DE FLUIDOS DE FUNDO DE POÇO

(51) Int.Cl.: E21B 34/10.

(30) Prioridade Unionista: 27/01/2009 GB 0901257.6.

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

(72) Inventor(es): ANDREW ELRICK; DAVID JENNER.

(86) Pedido PCT: PCT GB2010050126 de 27/01/2010

(87) Publicação PCT: WO 2010/086654 de 05/08/2010

(85) Data do Início da Fase Nacional: 22/07/2011

(57) Resumo: APARELHO PARA CONTROLAR O FLUXO DE FLUIDOS DE FUNDO DE POÇO A invenção refere-se a um aparelho para controlar o fluxo de fluidos de fundo de poço, o aparelho compreendendo: um corpo tendo um furo transpassante e pelo menos um orifício se estendendo através de uma parede lateral do corpo para permitir comunicação fluida entre o furo transpassante e um exterior do corpo; um dispositivo de controle de fluxo para controlar o fluxo de fluidos através do orifício e arranjado para mudar a configuração entre uma configuração fechada, na qual o fluxo de fluido através do orifício é restrito e uma configuração aberta, na qual o fluxo de fluido através do orifício é permitido; um mecanismo atuador associado ao dispositivo de controle de fluxo para atuação seletiva do dispositivo de controle de fluxo para mudar a configuração do dispositivo de controle de fluxo entre as configurações fechada e aberta; um dispositivo de travamento para travar a configuração do dispositivo de controle de fluxo, e um mecanismo de destravamento para destravar o dispositivo de travamento e para permitir que o mecanismo atuador mude a configuração do dispositivo de controle de fluxo.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"APARELHO PARA CONTROLAR O FLUXO DE FLUIDOS DE FUNDO DE POÇO"**.

A presente invenção refere-se a um aparelho e a um método para controlar o fluxo de fluidos de fundo de poço. Tipicamente, a invenção se refere a um aparelho e a um método para controlar o influxo de fluidos de produção ricos em hidrocarbonetos para a tubulação de produção em um poço de óleo ou gás.

Na recuperação de hidrocarbonetos de uma formação subterrânea, um furo de sondagem é perfurado e a tubulação de produção é descida no poço para permitir a produção de hidrocarbonetos de várias zonas da formação. Zonas diferentes podem ser mais ricas em hidrocarbonetos do que outras, e é comum equipar a tubulação de produção com dispositivos de controle de influxo para produzir fluidos de algumas zonas, e não de outras. Para este fim, a tubulação de produção tem um número de orifícios através dos quais hidrocarbonetos podem ser produzidos, frequentemente rodeados por filtros de areia que restringem a entrada de partículas da formação, tais como rochas e areia, acima de um tamanho determinado, através de cada orifício e para a tubulação e, de modo a isolar zonas produtivas da formação, o anulo entre o furo de sondagem e a tubulação de produção é normalmente isolado por um obturador na região de transição entre cada zona para restringir, substancialmente, o fluxo cruzado de hidrocarbonetos entre qualquer uma zona e uma zona adjacente. Desse modo, é possível produzir de uma zona de uma formação, onde os fluidos de produção podem ser muito ricos em hidrocarbonetos, e impedir a produção de outra zona, na qual os fluidos de produção podem conter mais água ou fluidos corrosivos, e podem ser menos econômicos ou mais difíceis ou perigosos de produzir.

De acordo com um primeiro aspecto da invenção, é provido um aparelho para controlar o fluxo de fluidos de fundo de poço, o aparelho compreendendo: um corpo tendo um furo transpassante, com pelo menos um orifício se estendendo através de uma parede lateral do corpo para permitir comunicação de fluido entre o furo transpassante e um exterior do

corpo, um dispositivo de controle de fluxo para controlar o fluxo de fluidos através do orifício e arranjado para mudar a configuração entre uma configuração fechada, na qual o fluxo de fluido através do orifício é restrito, e uma configuração aberta, na qual o fluxo de fluido através do orifício é permitido;

5 e um mecanismo atuador, associado ao dispositivo de controle de fluxo, para atuação seletiva do dispositivo de controle de fluxo para mudar a configuração do dispositivo de controle de fluxo entre as configurações fechada e aberta; um dispositivo de travamento para travar a configuração do dispositivo de controle de fluxo, e um mecanismo de destravamento para

10 destravar o dispositivo de travamento, e para permitir que o mecanismo atuador mude a configuração do dispositivo de controle de fluxo.

O dispositivo de controle de fluxo, opcionalmente, pode ser disposto inicialmente na configuração fechada para obturar, substancialmente, o orifício.

15 O dispositivo de controle de fluxo também pode ser atuável em uma pluralidade de configurações intermediárias entre as configurações aberta e fechada. As configurações intermediárias podem permitir um grau de comunicação fluida, entre o furo transpassante e o exterior do corpo, de modo que a área do orifício fique restrita até um determinado grau em

20 relação à posição totalmente aberta. Desse modo, o fluxo de fluido através do orifício pode ser bloqueado para controlar o fluxo de fluidos no fundo de poço.

O dispositivo de controle de fluxo pode compreender uma luva deslizante.

25 Opcionalmente, o dispositivo de controle de fluxo pode controlar primeiro e segundo (ou mais) orifícios, tipicamente afastados um do outro e controlar, tipicamente, o influxo de fluidos para a tubulação de produção de duas zonas de produção em uma formação subterrânea. O primeiro orifício pode ser capaz de se comunicar com uma primeira zona de produção e o

30 segundo orifício pode ser capaz de se comunicar com uma segunda zona de produção. De preferência, as primeira e segunda zonas de produção são zonas separadas distintas dentro da formação.

O corpo pode ser um corpo tubular. O segundo orifício pode ser afastado axialmente em relação ao primeiro orifício. O corpo tubular pode ser provido com conexões de extremidade apropriadas para permitir a ligação do aparelho como parte de uma coluna de tubos.

5 O mecanismo atuador pode compreender um dispositivo resiliente, como uma mola, tipicamente uma mola espiral, embora outros tipos de dispositivos resilientes possam funcionar igualmente bem, como uma mola a gás, ou um material elastomérico. A mola, tipicamente, solicita o dispositivo de controle de fluxo para a configuração aberta.

10 O dispositivo de travamento, tipicamente, pode travar o dispositivo de controle de fluxo em uma configuração, tipicamente a configuração fechada, contra a tendência da mola de forçar o dispositivo de controle de fluxo para a configuração aberta.

O dispositivo de travamento pode compreender um pino ou
15 parafuso de cisalhamento. O pino de cisalhamento, opcionalmente, pode travar o dispositivo de controle de fluxo no tubo, na configuração fechada, impedindo, tipicamente, a movimentação axial dos dois e mantendo o orifício fechado.

O mecanismo de destravamento pode ser operado por pressão,
20 e, opcionalmente, pode compreender um pistão configurado para se mover sob pressão, tipicamente dentro do furo transpassante, para remover, destruir ou mudar a configuração do dispositivo de travamento. O dispositivo de travamento pode compreender um pino de cisalhamento conectado, tipicamente, entre o corpo e o pistão. O pistão, opcionalmente, pode ser
25 formado como parte do dispositivo de controle de fluxo, provendo-se, tipicamente, o dispositivo de controle de fluxo na forma de uma luva adaptada para obturar o orifício, com um número de diferentes áreas vedadas sobre a luva.

Tipicamente, a remoção ou o disparo do dispositivo de trava-
30 mento para destravar o dispositivo de controle de fluxo permite que o dispositivo de controle de fluxo se mova sob a solicitação do mecanismo atuador, como a mola, da configuração fechada para a configuração aberta.

O corpo pode ser acoplado a uma ou mais porções de tela fendada. A tela fendada, tipicamente, pode ter uma extensão radial maior que o corpo. Em modos de realização onde haja mais de um orifício, uma primeira porção de tela fendada, opcionalmente, pode se comunicar com um primeiro orifício e se estender axialmente em uma direção, e uma segunda porção de tela fendada pode se comunicar com um segundo orifício e se estender axialmente em uma direção oposta. As porções da tela fendada podem ser filtros de areia.

Um primeiro caminho de fluxo de fluido pode ser definido entre a primeira porção de tela fendada e o primeiro orifício e um segundo caminho de fluxo de fluido pode ser definido entre a segunda porção de tela fendada e o segundo orifício. O primeiro caminho de fluxo de fluido pode ser arranjado para permitir o fluxo de fluidos através do mesmo em direção oposta em relação ao fluxo de fluidos através do segundo caminho de fluxo de fluido.

A porção de tela fendada pode ser incorporada como parte de uma subtela de retenção de areia. Cada extremidade do corpo pode ser acoplada a uma subtela de retenção de areia. A tela fendada pode ser coaxial com o corpo. O tamanho da malha de tela fendada pode ser determinado de acordo com o tamanho máximo aceitável de partículas da formação se deslocando através dos orifícios e para o furo transpassante.

Um isolador pode ser provido sobre o exterior do corpo localizado, opcionalmente, entre os primeiro e segundo orifícios. O isolador pode, substancialmente, isolar fluidicamente orifícios adjacentes pela obturação de um anel externo envolvendo o aparelho. O isolador pode compreender um obturador. O obturador pode ser expansível por contato com fluidos de fundo de poço, ou pode ser inflável. O obturador pode ser um obturador de ajuste hidráulico ou pode ser ajustado por outro tipo de sinal, por exemplo, RFID.

O mecanismo atuador pode ser arranjado para atuar a movimentação do dispositivo de controle de fluxo para a configuração aberta.

O dispositivo de controle de fluxo pode ser solicitado para a configuração aberta. O dispositivo de controle de fluxo pode ser retido na configuração fechada pelo dispositivo de travamento. O dispositivo de

controle de fluxo pode ser retido inicialmente na configuração fechada, restringindo-se a movimentação do dispositivo de controle de fluxo em relação ao corpo. O mecanismo de destravamento pode ser arranjado para remover a restrição do dispositivo de travamento e permitir a movimentação
5 relativa do dispositivo de controle de fluxo e o corpo, de modo que o dispositivo de controle de fluxo se mova da configuração fechada para a configuração aberta sob a força do mecanismo atuador.

O mecanismo atuador pode ser acomodado por, pelo menos, um dente o corpo ou o dispositivo de controle de fluxo.

10 O dispositivo de controle de fluxo pode ser vedado contra o corpo e a movimentação relativa do dispositivo de controle de fluxo e o corpo pode ser limitada à direção axial.

Tipicamente, a invenção permite o uso de pressão de tubulação para destravar um mecanismo de travamento entre um dispositivo de controle de fluxo e um tubo, para mudar a configuração do dispositivo de
15 controle de fluxo de uma posição travada para uma configuração destravada, e para armazenar energia em um dispositivo de atuação, tipicamente como resultado da pressurização, para abrir um orifício no tubo forçando uma mudança de configuração no dispositivo de controle de fluxo de uma
20 configuração fechada para uma configuração aberta, após a remoção da pressão de tubulação manter o dispositivo de controle de fluxo na configuração destravada, e liberar a energia armazenada no dispositivo de atuação.

De acordo com um segundo aspecto da invenção é provido um método de produção de fluidos de uma formação ao redor de um furo de sondagem em uma formação subterrânea, o método compreendendo:
25

(a) prover um tubular no furo de sondagem, o tubo tendo um furo transpassante e pelo menos um orifício se estendendo através de uma parede lateral do tubo;

(b) obturar o orifício, configurando um dispositivo de controle de
30 fluxo em uma configuração fechada para restringir a passagem de fluidos através da mesma e para o furo transpassante do tubo,

(c) travar o dispositivo de controle de fluxo na posição fechada

contra a solicitação de um dispositivo resiliente;

(d) destravar o dispositivo de controle de fluxo da posição fechada, permitindo, desse modo, que ele mude a configuração para uma configuração aberta, permitindo, desse modo, a passagem de fluidos através do orifício e para o furo transpassante do tubo; e

(e) recuperar fluidos do furo transpassante do tubo.

Características e etapas do primeiro aspecto da invenção também podem ser aplicáveis ao segundo aspecto da invenção quando apropriado.

O aparelho e método dos primeiro e segundo aspectos da invenção são especialmente, mas não exclusivamente, adequados para uso em poços desviados ou horizontais.

Modos de realização da presente invenção serão descritos agora com referência às figuras anexas, nas quais:

a Figura 1 é uma vista seccional de um aparelho em uma configuração fechada;

as Figuras 2-5 são vistas seccionais detalhadas de porções sequenciais da Figura 1; e

a Figura 6 é uma vista seccional do aparelho da Figura 1 em uma configuração aberta;

as Figuras 7-10 são vistas seccionais detalhadas de porções sequenciais da Figura 6.

Um modo de realização do aparelho 10 para controlar o fluxo de fluidos de fundo de poço é mostrado em uma configuração fechada nas figuras 1 a 5. O aparelho 10 compreende um dispositivo de controle de fluxo na forma de uma luva de controle de fluxo vazada, geralmente cilíndrica 50, envolta por um corpo externo vazado, geralmente cilíndrico, na forma de um tubular externo 100. A luva de controle de fluxo 50 fica alojada dentro de um furo transpassante 100t no tubular externo 100 e tem um furo transpassante 46 concêntrico ao furo transpassante 100t do tubular externo 100. A luva de controle de fluxo 50, opcionalmente, pode compreender vários comprimentos individuais de tubos unidos, mas neste exemplo, é constituída por uma luva

única. O tubular externo 100, neste exemplo, pode compreender uma luva única, mas, neste exemplo, o tubular externo 100 é composto de porções conectadas sequencialmente de alojamento externo compreendendo uma subtela de retenção de areia 110, um alojamento de pistão 150 e um subtopo 128. Tipicamente, as porções de alojamento 110-150 são conectadas mútua e rigidamente neste modo de realização, por exemplo, por meio de roscas entre subtela de retenção de areia 110 e o alojamento de pistão 150 e por parafusos de trava entre os componentes restantes e o subtopo 128. Os parafusos de trava, facilmente removíveis, permitem a remoção do subtopo 128 para manutenção ou substituição de componentes. Em outros modos de realização o alojamento externo pode incluir diferentes componentes de alojamento cunidos.

Uma extremidade direita 10L do aparelho 10, mostrada nos desenhos nas figuras 1 e 6, fica localizada a montante (por exemplo, mais distante no fundo de poço) de uma extremidade esquerda 10u do aparelho, no uso. Por conseguinte, a extremidade esquerda 10u do aparelho 10, nas Figuras 1 e 6, é a parte do aparelho 10 mais próxima da superfície, no uso.

O tubular externo 100 envolve um tubular interno 102 coaxial com furo transpassante 100t do tubular externo 100 e com o furo transpassante 46 da luva de controle de fluxo 50. A extremidade inferior do tubular interno 102 é vantajosamente configurada para se conectar a uma coluna de tubulação abaixo do tubular externo 100, a qual pode incluir outros dispositivos similares ao aparelho 10, aqui descrito, de modo que várias peças de aparelho 10 possam ser mutuamente encadeadas.

Começando na extremidade a montante (mais baixa) mostrada nas figuras 1 e 2, a subtela de retenção de areia 150, que faz parte do tubular externo 100, porta um comprimento de tela de retenção de areia adjacente 151, e o furo transpassante 100t, do tubular interno 102, é adaptado para ser conectado a uma coluna de tubulação de produção abaixo do aparelho, como é conhecido na técnica. A tela de retenção de areia 151 admite fluidos de produção da zona de reservatório imediatamente fora da tela de retenção de areia para um canal anular 120 entre o tubular interno

102 e o tubular externo 100, se estendendo paralelo ao eixo do furo transpassante 46. Os fluidos produzidos não podem passar através do tubular interno 102 e, como resultado, escoam para o canal anular 120. A extremidade inferior do tubular interno 102 tem orifícios para conectar fluidicamente a formação fora do aparelho com um interior do tubular externo 100 via o canal anular 120. Tipicamente, o furo anular 33 interconecta os furos axiais 120, mas, em vez disso, seria possível ter um único orifício radial para cada furo axial 120.

O tubular interno 102 tem orifícios. Tipicamente, os orifícios 200, na luva de controle de fluxo de tubo interno, correspondem ao diâmetro interno do tubular interno 102, e podem variar em diferentes modos de realização. Neste exemplo, o diâmetro externo é, tipicamente, 10,147 centímetros. Tipicamente, o diâmetro da luva de controle de fluxo corresponde ao diâmetro interno do furo interno da subtela de retenção de areia 110 e, neste exemplo, é 10,165 centímetros. Claramente, os diâmetros destas seções podem ser variados em diferentes modos de realização da invenção.

Entre as porções superior e inferior 51, 55 há um ombro voltado para cima 56. Uma mola 122 fica localizada em uma cavidade anular 126 entre o ombro 56 e o anel elástico 140 de modo que a mola 122 seja retida entre o ombro 56 e a face superior do anel elástico 140. O pistão 133 tem um furo radial no qual é recebido um pino de cisalhamento 127. A extremidade interna do pino de cisalhamento 127 é rosqueada através do alojamento de pistão 150 em um recesso de modo que quando o pino de cisalhamento 127 está encaixado ao recesso, a luva fica axialmente imóvel dentro do furo. O pino de cisalhamento 127 é adaptado para cisalhar na interface entre a superfície interna do alojamento de pistão 150 e a superfície externa do pistão 133 permitindo que este deslize axialmente dentro do alojamento de pistão 150.

Quando desencaixado do pino de cisalhamento 127, o pistão 133 é deslizável no ânulo 126 do tubo externo 150, entre um ombro anular voltado para cima 56 formado na luva de controle de fluxo 50.

Quando o aparelho 10 está na configuração fechada mostrada

nas Figuras 1-5, a luva de controle de fluxo 50 é retida pelo pino de cisalhamento 127 em uma posição na qual a mola 122 é comprimida no interior da cavidade 126, e a extremidade superior da luva de controle de fluxo 50 fecha os orifícios 200. Vedações anulares 34 são providas em ranhuras sobre uma
5 superfície interna da subtela de retenção de areia 110 para isolar fluidicamente os orifícios 200 do furo transpassante 132 na configuração fechada, de modo que quando a luva de controle de fluxo 50 cobrir os orifícios 200, as vedações impeçam a comunicação fluida entre o interior do furo 100t e a formação fora do aparelho 10.

10 Quando o pino de cisalhamento 127 é desencaixado da luva de controle de fluxo 50, esta é forçada pela mola 122 para a configuração aberta no interior da cavidade 126, como mostrado nas Figuras 6-10, com a mola 122 expandida dentro da cavidade anular 126 e a porção superior 55 da luva de controle de fluxo 50 empurrada para cima pela força da mola 122
15 contra o ombro superior 61. Esta movimentação axial da luva interna para cima, no furo 100t do tubular externo 100, descobre os orifícios 200, como mostrado na figura 6, e permite comunicação fluida (indicada pelas setas na figura 6) entre o interior do furo 100t e a formação fora do aparelho 10. Tipicamente o pistão 133 tem um orifício com válvula 131 (figura 4) permitindo equalização de pressão entre a cavidade 126 no interior da luva 150 e
20 o furo de mola, de modo que as travas de pressão não afetem a movimentação da mola 122 ou da luva de controle de fluxo dentro da cavidade 50.

Além disso, a subtela de retenção de areia 110, opcionalmente, tem uma extremidade de caixa interna com rosca 112 para permitir que o
25 furo transpassante 100t seja conectado a um comprimento de tubo adjacente acima da subtela de retenção de areia 110.

Antes do uso, as extremidades externas do pino externo do aparelho 10 são, cada uma, unidas a subtelas de retenção de areia (não mostradas). Cada subtela de retenção de areia compreende uma porção de tela
30 fendada que permite que hidrocarbonetos sejam produzidos através da mesma, mas que, substancialmente, restringe a entrada de pedras e areias. A subtela de retenção de areia acoplada à extremidade superior 101 se

estende axialmente a jusante (em direção à superfície).

O interior do aparelho 10 é unido, por cada extremidade, a comprimentos de tubo (não mostrados) com conexões de pinos que se encaixam às conexões de caixas com rosca em cada extremidade. Os
5 comprimentos individuais de tubos são unidos e vedados uns aos outros para formar a tubulação vazada contínua referida como tubulação de produção. Por todo seu comprimento, a tubulação de produção pode incorporar várias subtelas de retenção de areia e aparelhos associados 10. Outros dispositivos de fundo de poço também podem ser incorporados à
10 tubulação de produção conforme o caso. O aparelho 10 fica localizado em uma posição predeterminada ao longo da tubulação de produção de modo que, uma vez descido, a tela fendada adjacente das subtelas de retenção de areia fique posicionada nas respectivas zonas de produção da formação circundante que contêm reservatórios de hidrocarbonetos de interesse.

15 Uma vez que o poço esteja pronto para ser completado, a tubulação de produção contendo o aparelho 10 e as subtelas de retenção de areia é descida no fundo de poço com a luva de controle de fluxo 50 na posição fechada, na qual que os orifícios 200 são substancialmente obturados pela luva de controle de fluxo 50 para restringir o fluxo de fluido
20 para o furo transpassante 46. O aparelho 10 é arranjado de modo que a subtela de retenção de areia conectada à extremidade superior 10u tenha uma região de tela fendada se estendendo axialmente a jusante em uma zona de hidrocarboneto a jusante de uma formação. A subtela de retenção de areia, opcionalmente acoplada à extremidade superior 10u, é arranjada,
25 tipicamente, com uma região de tela fendada em uma zona a montante separada da formação. Uma vez que o aparelho 10 fique localizado no fundo de poço no local mais adequado, os obturadores, opcionalmente localizados entre as telas, são expandidos para vedar o ânulo, por exemplo, permitindo que os hidrocarbonetos sejam absorvidos pelos obturadores expansíveis, ou
30 inflando obturadores infláveis para isolar fluidicamente as zonas de reservatório a montante e a jusante. Opcionalmente, neste momento, fluido pode ser circulado através da coluna com os orifícios fechados, de modo

que os fluidos circulantes passem através do furo 100t e através da extremidade inferior aberta da coluna permitindo, desse modo, que operações de limpeza e testes sejam executados antes dos orifícios serem abertos.

5 Quando toda a coluna está na posição desejada e um operador deseja mover o aparelho 10 para a configuração aberta e iniciar a produção através das subtelas de retenção de areia, a coluna é plugada no fundo, geralmente deixando-se cair uma bola ou um dardo em um coletor (não mostrado) no fundo da coluna, ou pela ativação de uma válvula de palheta
10 ou similar, tipicamente durante a circulação do fluido na coluna; vários métodos diferentes de fechar a coluna seriam aceitáveis para uso com a presente invenção. A pressão no furo transpassante 46, 100t é, em seguida, aumentada. Normalmente, o primeiro limiar de pressão atingido ativa obturadores de ajuste hidráulico, por exemplo, a 20,68MPa. A pressão continua a
15 aumentar para ativar as luvas de controle de fluxo.

A pressão ambiente no interior do furo transpassante 46 da luva de controle de fluxo 50 está atuando sobre uma área maior na extremidade a jusante (superior) da luva de controle de fluxo 50 do que em sua extremidade a montante (inferior) devido à diferença no diâmetro externo 44
20 da porção inferior da luva de controle de fluxo 50 nas vedações 34 e o diâmetro externo 64 da porção superior da luva de controle de fluxo 50. O diferencial nas áreas vedadas cria um efeito de pistão e força a luva de controle de fluxo 50 a se mover para baixo (para a esquerda nos desenhos) quando pressão suficiente é mantida no furo 46. No entanto, quando a luva
25 de controle de fluxo 50 é conectada ao tubular externo 100 por meio do pino de cisalhamento 127, o pino de cisalhamento 127 atua como uma restrição para restringir a movimentação relativa do tubular externo 100 e a luva de controle de fluxo 50.

À medida que a pressão do fluido aumenta dentro dos furos
30 100t, 46, o mesmo acontece com a força líquida descendente aplicada à luva de controle de fluxo 50 como resultado do diferencial de pressão decorrente de duas áreas diferentes de pistão 44, 64. Quando a força líquida

descendente atinge a resistência ao cisalhamento do pino de cisalhamento, os pinos de cisalhamento 127 cisalham, tipicamente, a uma pressão acima do limiar de pressão necessário para ativar os obturadores, por exemplo, 20,68MPa. Tipicamente a pressão de cisalhamento alcançada pode ficar

5 significativamente acima da classe de cisalhamento dos pinos, para assegurar que todos os pinos na coluna sejam cisalhados e cada um dos orifícios destravados. Tipicamente, a pressão aplicada é, aproximadamente 6,89Mpa acima da classe de pino de cisalhamento. Uma vez que os pinos de cisalhamento 127 ancorando o tubular externo 100 à luva de controle de

10 fluxo 50 tenham sido cisalhados, a restrição restringindo anteriormente a movimentação da luva de controle de fluxo 50 em relação ao tubular externo 100 é removida. Como resultado do diferencial de pressão criado pelo maior diâmetro 44 em relação ao diâmetro 64, a luva de controle de fluxo 50 é forçada pela alta pressão de fundo de poço na direção descendente e pode

15 continuar a se mover para baixo até que o fundo da porção inferior 51 se apoie contra a face superior do ombro 131s, o que a impede de se deslocar ainda mais.

Áreas de pistão são tipicamente relativas e a resistência ao cisalhamento do pino de cisalhamento é escolhida em conjunto com a

20 resistência da mola 122, de modo que a força líquida descendente aplicada à luva de controle de fluxo 50 na resistência ao cisalhamento de pino de cisalhamento também seja suficiente para superar a força da mola 122 empurrando a luva de controle de fluxo 50 para cima. Por conseguinte, à medida que a luva de controle de fluxo 50 se move para baixo em relação ao

25 tubo externo 104, ela comprime a mola 122 até que o fundo da porção inferior 51 se apóie contra a face superior do ombro 131s. Essa movimentação para baixo da luva de controle de fluxo 50 não abre os orifícios 200, que permanecem vedados pela porção inferior 51 da luva de controle de fluxo 50. Por conseguinte, a pressão pode ser aumentada para mover as luvas em

30 cada um dos dispositivos na coluna e, simultaneamente, destravar todos os dispositivos de controle de fluxo de suas posições travadas sem abrir os orifícios. Isso é uma vantagem particular, devido ao fato de permitir que toda

a coluna seja destravada sem ser aberta, apesar do fato de alguns dos pinos de cisalhamento poderem cisalhar com forças ligeiramente diferentes. Ela também permite que todos os orifícios sejam abertos ao mesmo tempo, liberando a pressão mantendo as luvas na posição fechada, e permitindo
5 que elas se movam para a posição aberta sob a força das molas. O sistema também pode ser configurado para inflar os obturadores antes ou após a pressão de destravamento ser atingida.

Quando todos os pinos de cisalhamento retendo a luvas internas na coluna foram cisalhados e os obturadores configurados para isolar as
10 zonas desejadas, a pressão pode ser reduzida até que a força de retorno da mola 122 seja capaz de superar a força do pistão diferencial sobre a luva de controle de fluxo 50. Nesse ponto, a luva de controle de fluxo 50 é empurrada para cima pela mola 122 e os orifícios 200 são abertos permitindo comunicação fluida entre a formação e o furo interior 100t da tubulação.

15 Uma vez que esteja na configuração aberta, a produção de hidrocarbonetos pode começar através das subtelas de retenção de areia. Hidrocarbonetos da zona a montante fluirão em direção a jusante (indicada por setas nas figuras) entre a tela 151 e os orifícios 200. Uma vez que os hidrocarbonetos produzidos tenham passado através dos orifícios 200, eles
20 entram no furo transpassante 46 e escoam na direção a jusante, até a tubulação de produção, para a superfície. Os fluidos produzidos através dos orifícios 200 podem, então, ser recuperados do furo interno 100t por métodos conhecidos.

De acordo com o presente modo de realização, o tubular externo
25 100 e a luva de controle de fluxo 50, opcionalmente, são fabricados a partir de componentes separados que são unidos para permitir a movimentação da luva de controle de fluxo 50 e do tubular externo 100 como um único componente. No entanto, opcionalmente, pode ser provido um arranjo multipeças da luva de controle de fluxo 50.

30 Opcionalmente, a luva de controle de fluxo 50 tem um gargalo de pesca 53 para permitir que ela seja atuada mecanicamente de modo a ser móvel em relação ao tubo externo 140, mesmo se a mola 122 falhar ao

movê-la. Por exemplo, um fecho pode ser usado para encaixar o gargalo de pesca 53 sobre a luva de controle de fluxo 50 e o fecho pode ser martelado, abalado ou puxado para mover a luva de controle de fluxo 50, independentemente da mola 122.

5 A presente invenção permite, opcionalmente, que um único mecanismo atuador opere uma luva deslizante para controlar o fluxo de hidrocarbonetos através de dois conjuntos de orifícios axialmente afastados nas respectivas telas. Para habilitar esse desenvolvimento, as localizações relativas dos dois conjuntos de orifícios nas respectivas telas podem ser
10 modificadas de modo que fiquem adjacentes ao mecanismo atuador comum, e a luva de controle de fluxo possa ser estendida para cobrir os dois orifícios. O aparelho modificado permitiria, ainda, que hidrocarbonetos fossem coletados de diferentes zonas em uma formação de hidrocarbonetos devido ao fato da localização da tela fendada se estender axialmente do aparelho,
15 em direções opostas, de ambos os lados. O aparelho, opcionalmente, também inclui um obturador que isola o exterior da tubulação de produção entre os orifícios sobre as respectivas telas e, desse modo, assegura que um conjunto de orifícios sirva uma área da zona de produção e os outros orifícios, sobre a outra tela, sirvam outra área da zona de produção. O
20 resultado é uma economia de custos significativa devido ao fato de um único mecanismo atuador ser necessário para operar e controlar uma única luva de controle de fluxo, mas permitindo, ainda, a produção de duas zonas distintas. Desse modo, o número de mecanismos atuadores necessários para um dado número de luvas e de arranjos de orifícios é cortado pela
25 metade.

 De acordo com o exemplo acima, a luva de controle de fluxo 50 ocupa uma configuração inicial fechada e é, subsequentemente, movida para a configuração aberta. No entanto, essa sequência pode ser invertida, e/ou a luva de controle de fluxo 50 e o tubular externo 100 poderiam ser
30 modificados de modo a permitir que a luva de controle de fluxo 50 seja movida para uma variedade de configurações intermediárias nas quais a luva de controle de fluxo 50 obtura parcialmente os orifícios para, restringir

seletivamente, ou estrangular, mas não interromper completamente, o fluxo de fluidos.

Modificações e melhorias podem ser feitas sem se afastar do escopo da invenção. Por exemplo, pulsos de pressão poderiam ser usados para ativar o sistema, ao invés de um limiar de pressão. Em vez de um pino de cisalhamento o dispositivo de travamento pode ser um pino eutético, uma corda de Kevlar, uma liga de memória de forma, um parafuso ou pino frangível, um parafuso ou pino explosivo, ou uma tampa detonadora. Em alguns modos de realização, o pino pode ser puxado para fora do engate com a luva, por exemplo, com um motor, ao invés de quebrar em um limiar. Vários modos de realização da invenção permitem a vantagem de, quando uma coluna de produção tiver numerosos dispositivos de controle de fluxo, dispostos na mesma, para abrir orifícios que produzam a partir das zonas mais eficiente, então, todos esses orifícios possam ser mutuamente abertos quando o poço estiver pronto para produção, evitando-se complexidades decorrentes de diferentes cisalhamentos de pinos de cisalhamento a forças diferentes. Os orifícios podem, opcionalmente, ser obturados por outros componentes diferentes das luvas. Por exemplo a atuação do mecanismo para mover a luva 102 entre a configuração fechada e aberta pode provocar a movimentação de uma placa, em vez da luva 102, para permitir que os orifícios sejam abertos seletivamente. No exemplo acima, os obturadores, localizados opcionalmente entre telas, são, tipicamente, obturadores infláveis que se expandem com a maior pressão aplicada para acionar a luva 50, mas, no lugar deles, obturadores expansíveis também poderiam ser usados, permitindo que os hidrocarbonetos sejam absorvidos pelos obturadores expansíveis para isolar fluidicamente as zonas a montante e a jusante do reservatório.

Tipicamente as classes de cisalhamento dos parafusos de cisalhamento podem ser as mesmas, de modo que todos os orifícios na coluna possam ser abertos ao mesmo tempo. No entanto, diferentes luvas de controle de fluxo dentro da mesma coluna podem, opcionalmente, ser restringidas por pinos de cisalhamento com diferentes classes, de modo que,

por exemplo, uma parte da coluna com pinos de cisalhamento de classe 13,79Mpa possa ser aberta antes de luvas, em outra parte da coluna, retidas por pinos com classe 17,24Mpa etc.

REIVINDICAÇÕES

1. Aparelho (10) para controlar o fluxo de fluidos de fundo de poço, o aparelho (10) **caracterizado** pelo fato de compreender:

5 um corpo (100) tendo um furo transpassante (100t) e pelo menos um orifício se estendendo através de uma parede lateral do corpo para permitir comunicação fluida entre o furo transpassante (100t) e um exterior do corpo (100);

10 um dispositivo de controle de fluxo (50) para controlar o fluxo de fluidos através do orifício e arranjado a mudar de configuração entre uma configuração fechada, na qual o fluxo de fluido através do orifício é restrito e uma configuração aberta, na qual o fluxo de fluido através do orifício é permitido;

15 um mecanismo atuador associado ao dispositivo de controle de fluxo (50) para atuação seletiva do dispositivo de controle de fluxo (50) para mudar a configuração do dispositivo de controle de fluxo entre as configurações fechada e aberta;

um dispositivo de travamento (127) para travar a configuração do dispositivo de controle de fluxo (50); e

20 um mecanismo de destravamento para destravar o dispositivo de travamento (127) e para permitir que o mecanismo atuador mude a configuração do dispositivo de controle de fluxo (50), em que o mecanismo de destravamento é operado por pressão e compreende um pistão (133) configurado para se mover sob pressão para remover, destruir ou mudar a configuração do dispositivo de travamento, e em que o pistão (133) tem um
25 orifício com válvula (131) para permitir equalização de pressão entre lados axiais opostos do pistão (133).

2. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato do dispositivo de controle de fluxo (50) ser operável para controlar pelo menos um primeiro e segundo orifícios, os dois orifícios afastados um
30 do outro e controlar o influxo de fluidos para a tubulação de produção de duas zonas de produção em uma formação subterrânea.

3. Aparelho, de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado**

pelo fato do primeiro orifício ser capaz de se comunicar com uma primeira zona de produção e segundo orifício ser capaz de se comunicar com uma segunda zona de produção.

4. Aparelho, de acordo com a reivindicação 2 ou 3,
5 **caracterizado** pelo fato do segundo orifício ser afastado axialmente em relação ao primeiro orifício.

5. Aparelho, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, **caracterizado** pelo fato do mecanismo atuador compreender um dispositivo resiliente (122).

10 6. Aparelho, de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado** pelo fato do dispositivo de travamento (127) ser adaptado para travar o dispositivo de controle de fluxo em uma configuração contra a solicitação do dispositivo resiliente (122).

15 7. Aparelho, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, **caracterizado** pelo fato da remoção ou disparo do dispositivo de travamento (127) para destravar o dispositivo de controle de fluxo (50) permitir que o dispositivo de controle de fluxo (50) se mova sob a solicitação do mecanismo atuador da configuração fechada para a configuração aberta.

20 8. Aparelho, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, **caracterizado** pelo fato do corpo ser acoplado a uma ou mais porções de tela fendada.

9. Aparelho, de acordo com a reivindicação 8, **caracterizado** pelo fato da tela fendada ter uma extensão radial maior do que o corpo.

25 10. Aparelho, de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado** pelo fato da primeira porção da tela fendada e o primeiro orifício definirem um primeiro caminho de fluxo de fluido e em que uma segunda porção de tela fendada e o segundo orifício definirem um segundo caminho de fluxo de fluido.

30 11. Aparelho, de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado** pelo fato do primeiro caminho de fluxo de fluido ser arranjado para permitir o fluxo de fluidos através do mesmo em uma direção oposta em relação ao fluxo de fluidos através do segundo caminho de fluxo de fluido.

12. Aparelho, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, **caracterizado** pelo fato de um isolador ser provido sobre o exterior do corpo.

5 13. Aparelho, de acordo com a reivindicação 12, **caracterizado** pelo fato do isolador ser provido entre os primeiro e segundo orifícios.

14. Aparelho, de acordo com a reivindicação 12 ou 13, **caracterizado** pelo fato do isolador isolar fluidicamente, substancialmente, orifícios adjacentes pela obturação de um ânulo externo envolvendo o aparelho.

10 15. Aparelho, de acordo com qualquer uma das reivindicações 12 a 14, **caracterizado** pelo fato do isolador compreender um obturador.

16. Aparelho, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 15, **caracterizado** pelo fato do orifício com válvula (131) permitir equalização de pressão entre duas câmaras arranjadas em lados axiais opostos do pistão (133).

Fig 1

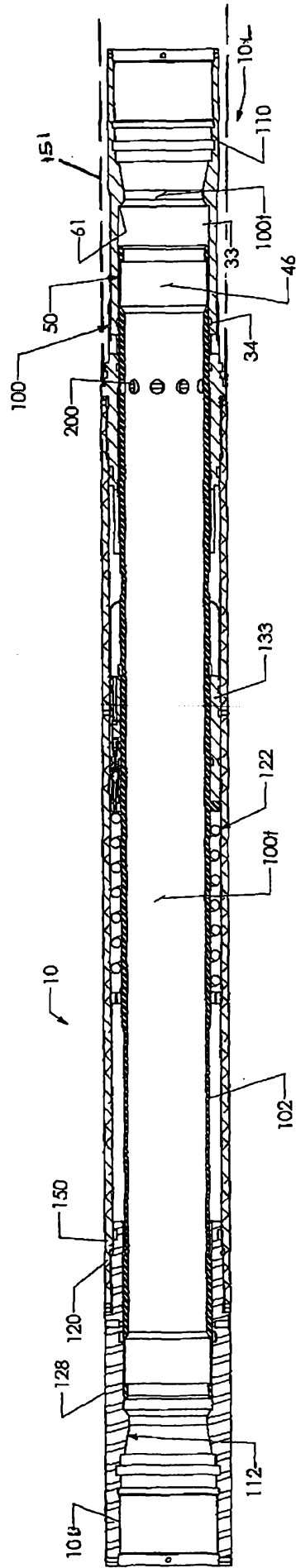
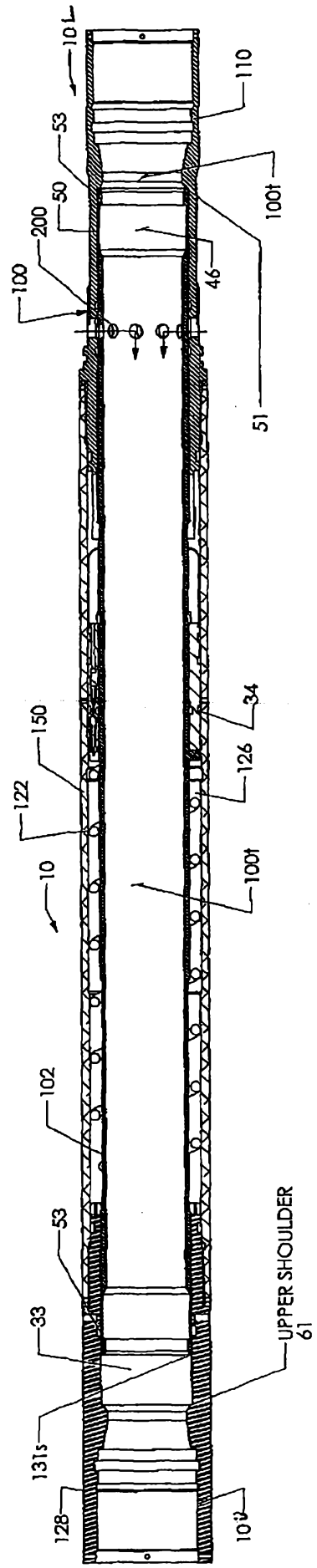


Fig 6



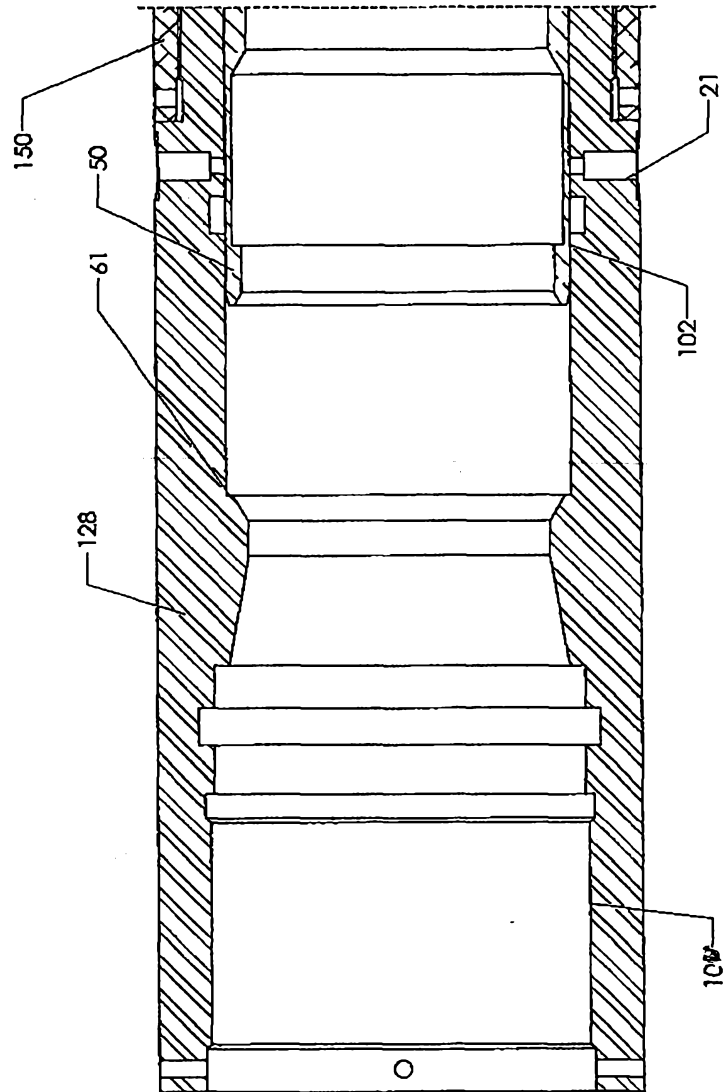


Fig 2

Fig 3

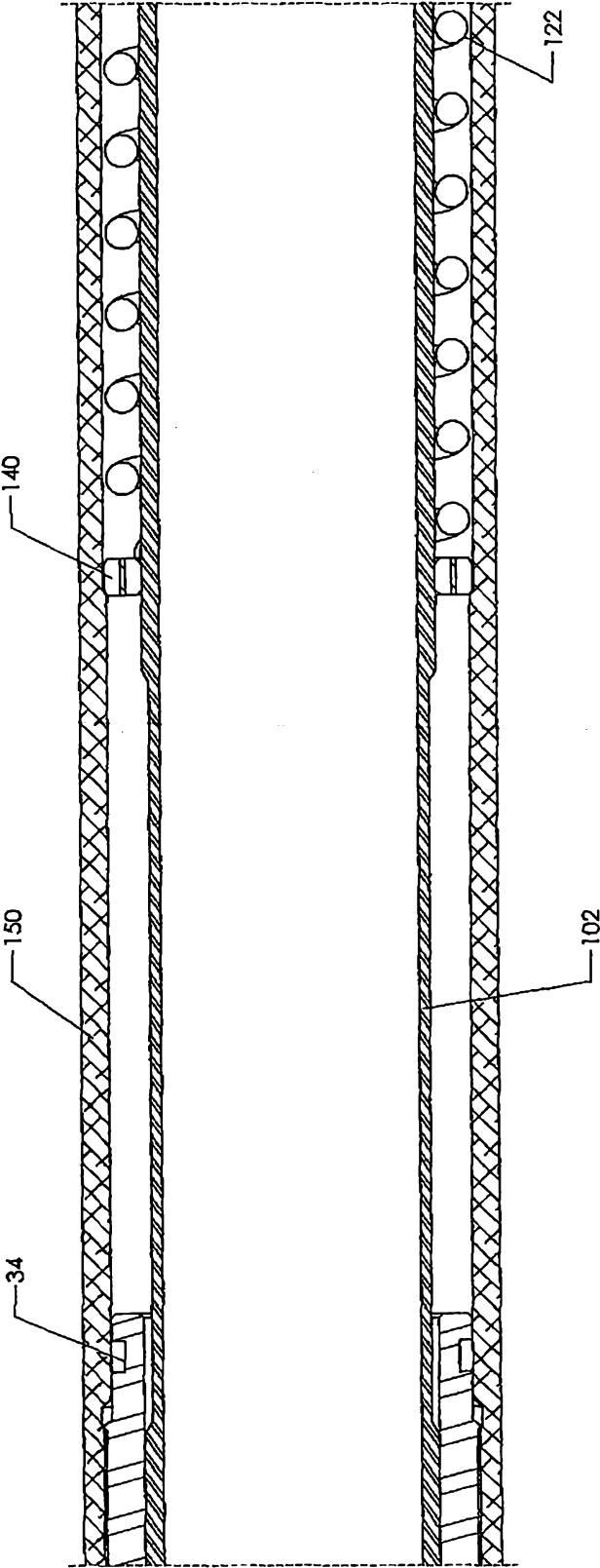


Fig 4

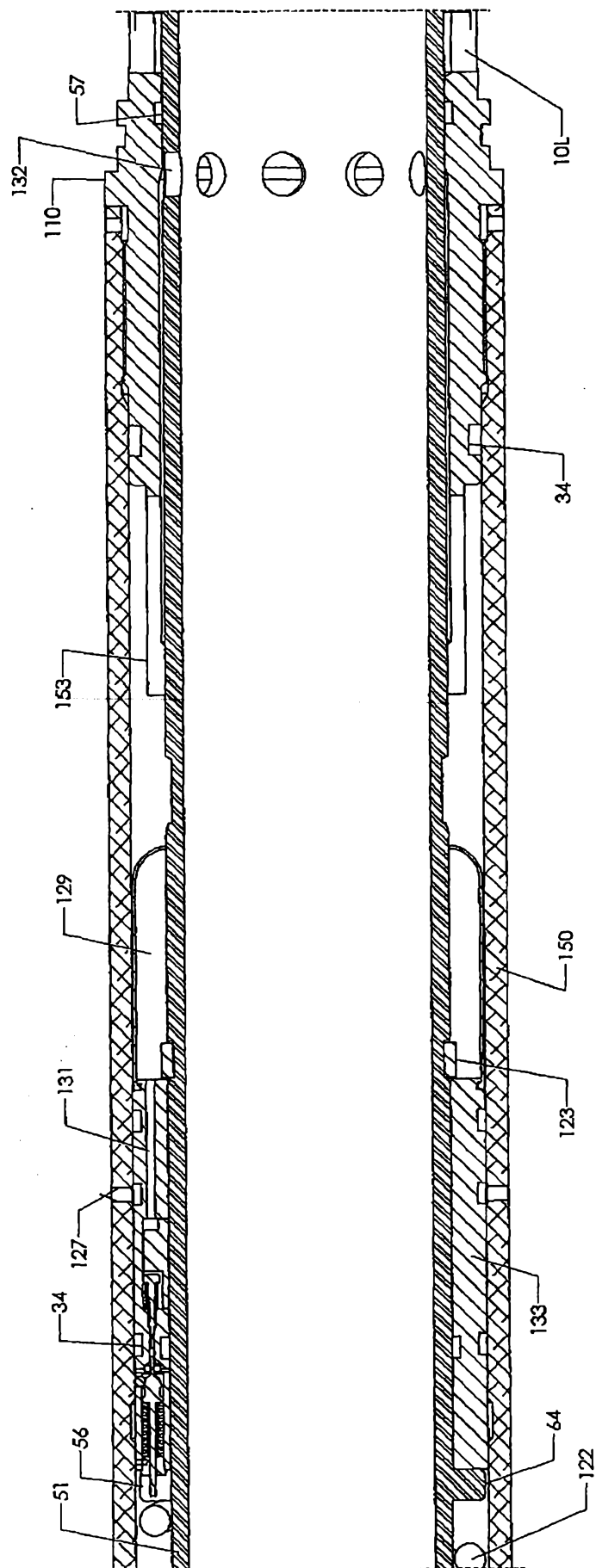
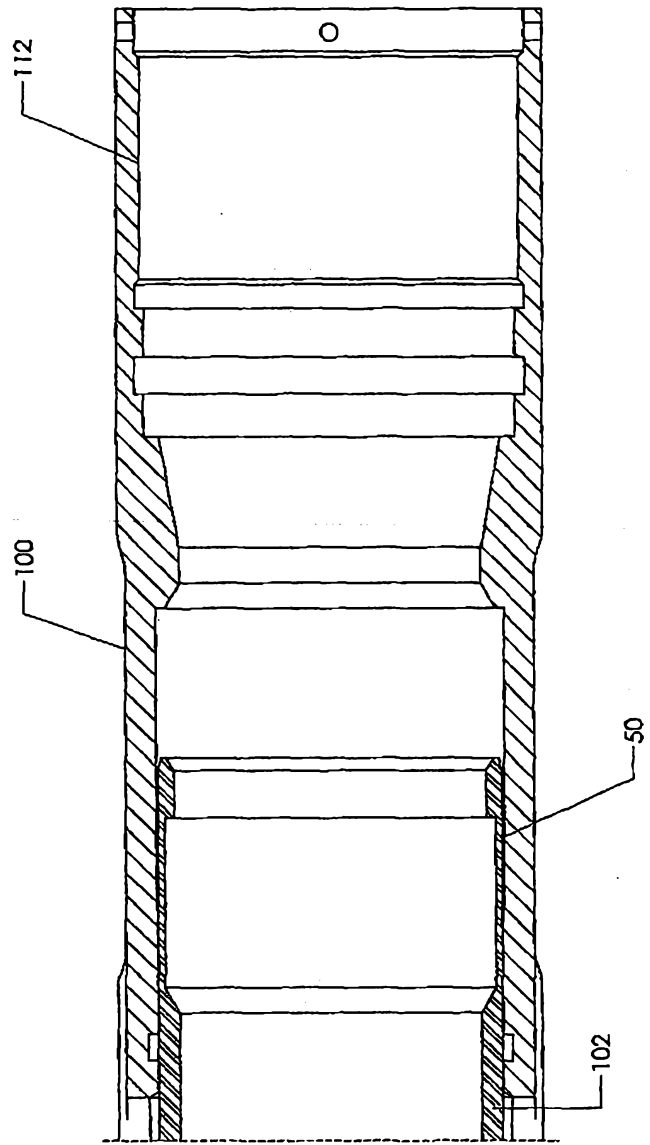


Fig 5



FigZ

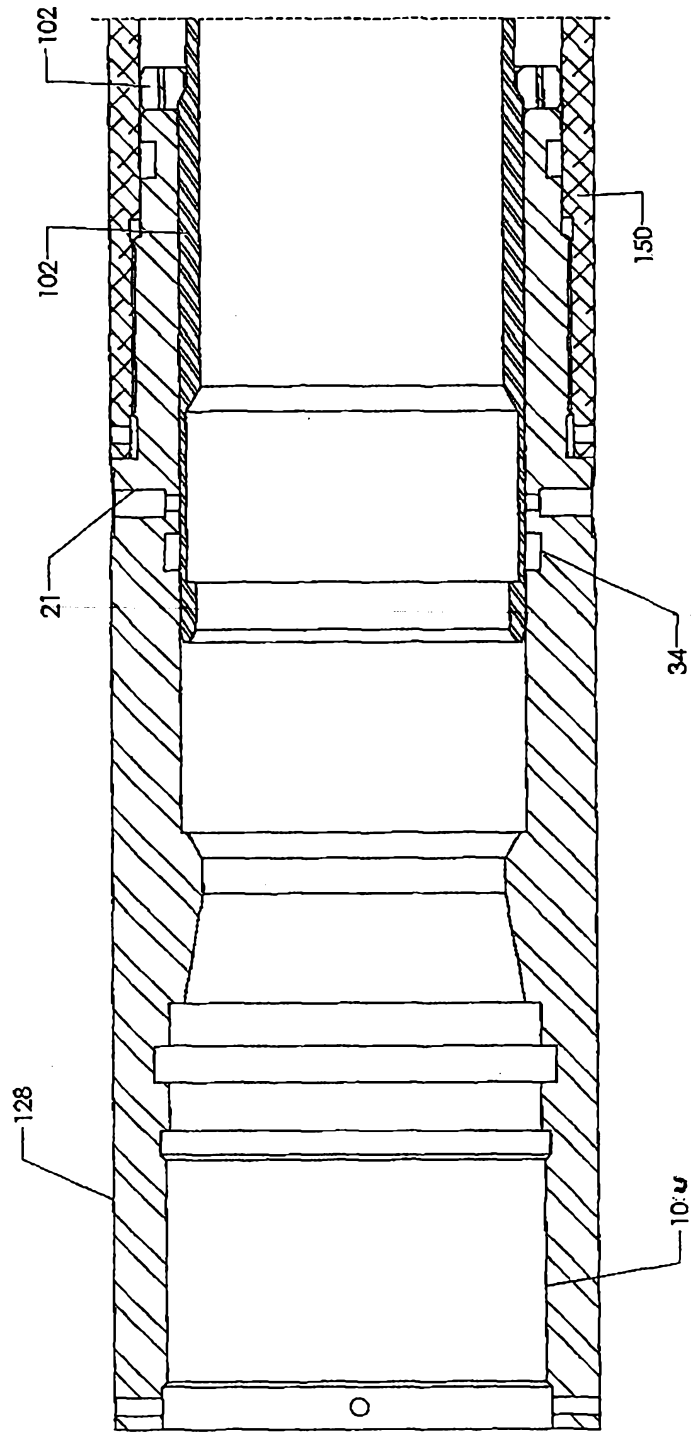


Fig 8

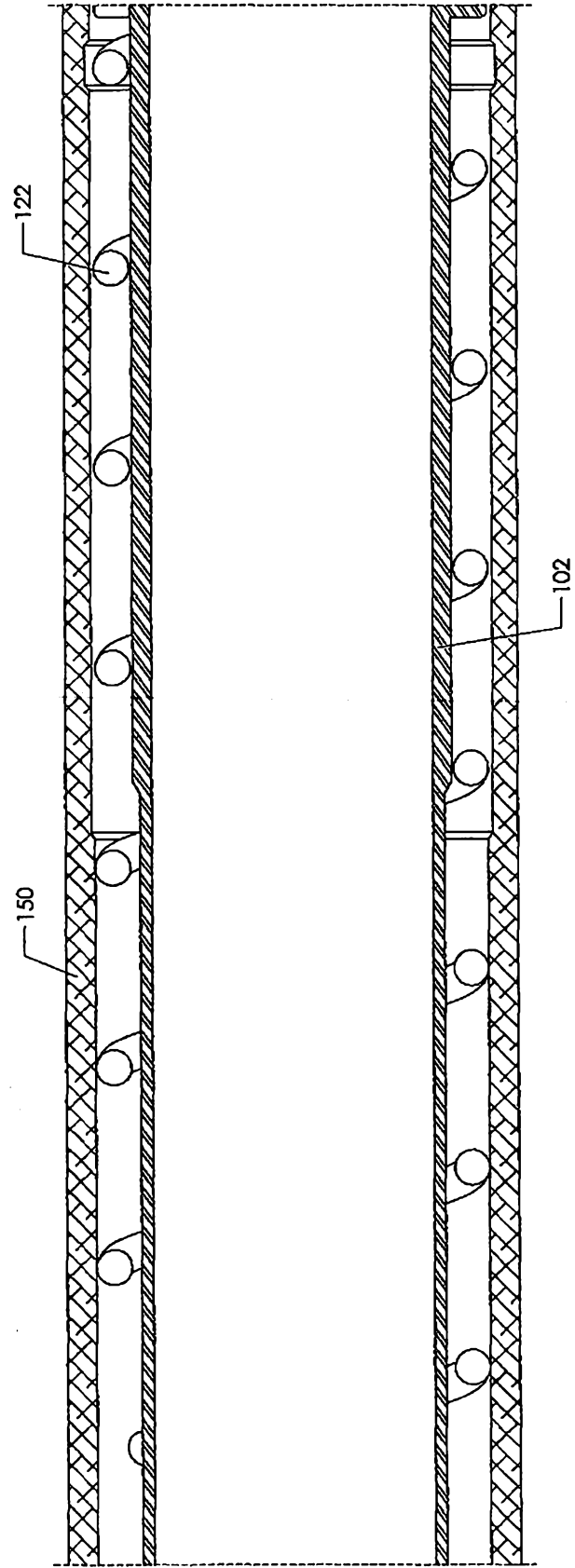
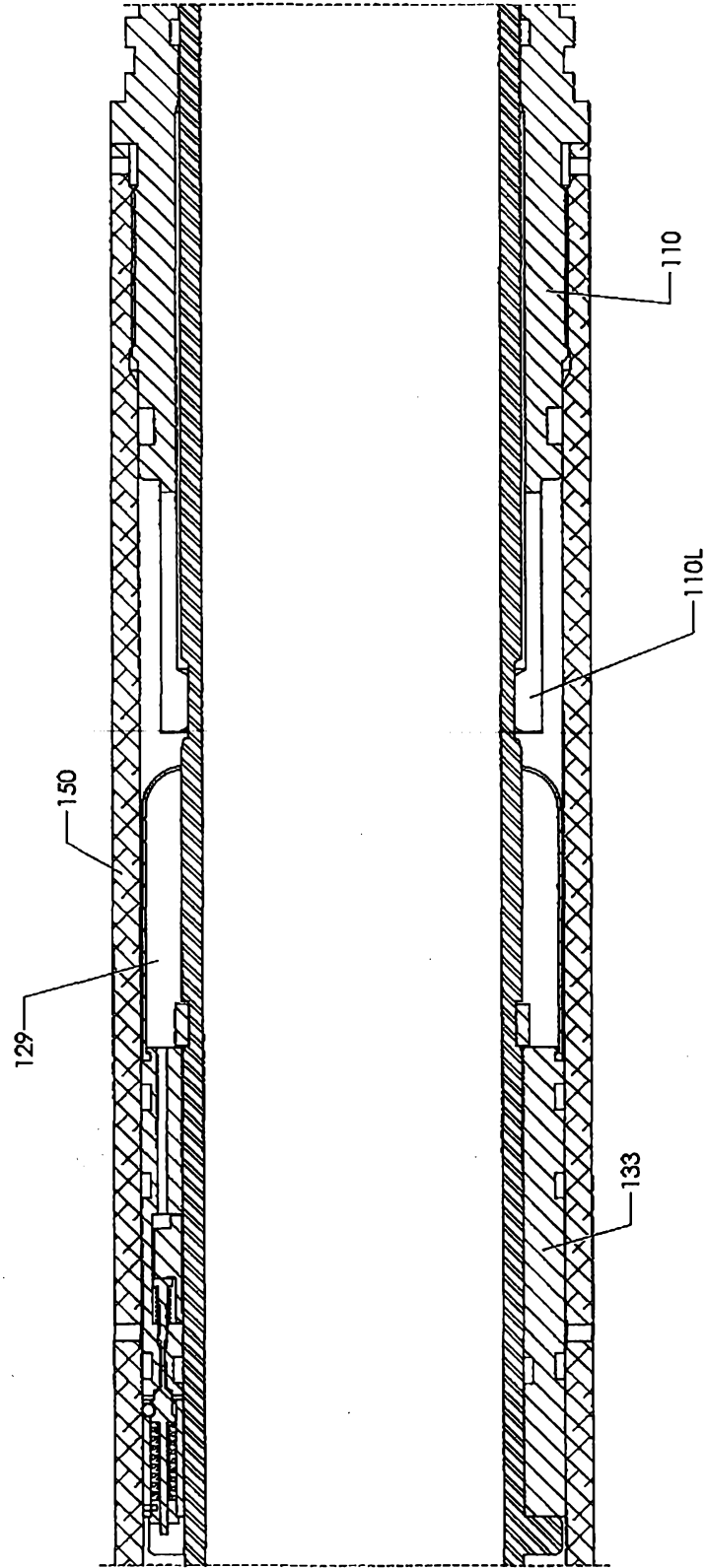


Fig 9



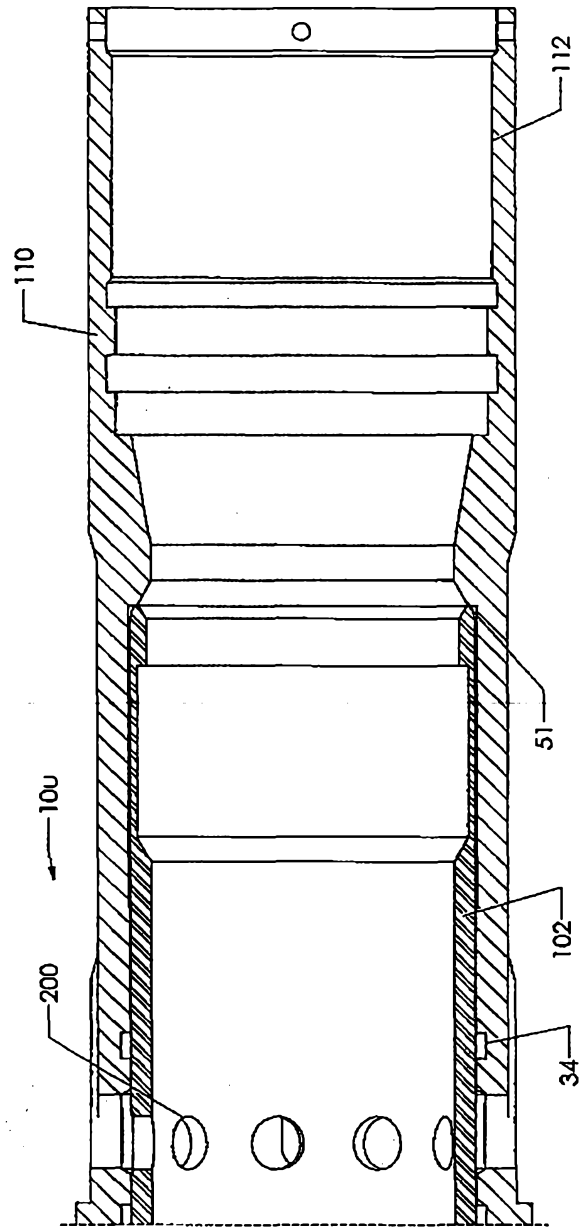


Fig 10