



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

**(11) PI 0918546-1 B1**



**(22) Data do Depósito: 16/09/2009**

**(45) Data de Concessão: 16/04/2019**

---

**(54) Título:** APARELHO AUTOCONTIDO PARA OPERAR REMOTAMENTE UMA ÁRVORE DE PRODUÇÃO SUBMARINA E RETIRAR A SUSPENSÃO DE UM POÇO, E, MÉTODO PARA OPERAR UMA ÁRVORE DE PRODUÇÃO SUBMARINA E RETIRAR A SUSPENSÃO DE UM POÇO

**(51) Int.Cl.:** E21B 23/04; E21B 33/035; E21B 33/043; E21B 33/068; E21B 34/04.

**(30) Prioridade Unionista:** 16/09/2008 GB 0816898.1.

**(73) Titular(es):** EVONATE SYSTEMS LIMITED.

**(72) Inventor(es):** JEFFREY CHARLES EDWARDS.

**(86) Pedido PCT:** PCT GB2009002237 de 16/09/2009

**(87) Publicação PCT:** WO 2010/032019 de 25/03/2010

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 16/03/2011

**(57) Resumo:** APARELHO AUTOCONTIDO PARA OPERAR REMOTAMENTE UMA ÁRVORE DE PRODUÇÃO SUBMARINA E RETIRAR A SUSPENSÃO DE UM POÇO, E, MÉTODO PARA OPERAR UMA ÁRVORE DE PRODUÇÃO SUBMARINA E RETIRAR A SUSPENSÃO DE UM POÇO É descrito um aparelho autocontido (10) para operar remotamente uma árvore de produção submarina (12) e retirar a suspensão de um poço. O aparelho compreende uma ferramenta de operação de árvore (22) adaptada para ser conectada em uma árvore de produção (12), pelo menos uma ferramenta de furo abaixo (22), pelo menos uma das ferramentas sendo uma ferramenta de recuperação de tampão (22), e um dispositivo de implementação de ferramenta (26) em comunicação hidráulica pelo menos com a ferramenta de recuperação de tampão (22) para operar hidráulicamente a ferramenta de recuperação de tampão (22).

“APARELHO AUTOCONTIDO PARA OPERAR REMOTAMENTE UMA ÁRVORE DE PRODUÇÃO SUBMARINA E RETIRAR A SUSPENSÃO DE UM POÇO, E, MÉTODO PARA OPERAR UMA ÁRVORE DE PRODUÇÃO SUBMARINA E RETIRAR A SUSPENSÃO DE UM POÇO”  
CAMPO DA INVENÇÃO

[0001] A presente invenção diz respeito a um aparelho autocontido para operar remotamente uma árvore de produção submarina e retirar a suspensão de um poço, e, a um método para operar uma árvore de produção submarina e retirar a suspensão de um poço.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

[0002] À medida que campos de petróleo existentes em ambientes de águas rasas se esgotam, exploração e desenvolvimento de campo de petróleo em áreas de águas profundas estão se tornando mais comuns. Entretanto, estas áreas de águas profundas provêm desafios, e os custos e o tempo operacional para realizar operações é muito maior que nos ambientes de águas rasas tradicionais. Um exemplo deste é o desdobramento e a instalação de árvores de produção submarinas. Em ambientes relativamente rasos, uma árvore pode ser instalada de forma relativamente rápida. Entretanto, em ambientes de águas profundas, por exemplo, 1.500 metros, o tempo operacional aumenta enormemente. Como plataformas de perfuração que são capazes de operar nesta profundidade custam na ordem de \$ 750.000 por dia, somos desejáveis minimizar o tempo no qual a plataforma é exigida.

[0003] Tradicionalmente, conclusão e desdobramento da árvore eram conduzidos como uma operação de fase única. Entretanto, isto leva à dependência da programação de perfuração em relação à programação de distribuição da árvore. A fim de mitigar esta dependência entre os programas de distribuição da árvore e da perfuração, operações de perfuração e conclusão "em lote" são empreendidas seguidas por um programa de operações de desdobramento de árvore e de limpeza de poço "em lote". Uma

vez que as operações de perfuração e conclusão são finalizadas, o poço é suspenso por um tampão que veda o furo de poço. Quando as operações de desdobramento da árvore e de limpeza do poço ocorrem, a árvore é instalada e a integridade testada, e o tampão é removido. Entretanto, operação em lote pode levar a um considerável período de tempo decorrido entre as conclusões do poço e as operações de limpeza. Embora isto aumente a eficiência das operações da plataforma, isto pode ter um efeito prejudicial na produtividade do poço.

### SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[0004] De acordo com um primeiro aspecto da presente invenção, é provido um aparelho para operar remotamente uma árvore de produção submarina e retirar a suspensão de um poço, o aparelho compreendendo:

uma ferramenta de operação de árvore adaptada para ser conectada em uma árvore de produção;

pelo menos uma ferramenta de furo abaixo, pelo menos uma das ferramentas sendo uma ferramenta de recuperação de tampão; e

um dispositivo de implementação de ferramenta em comunicação hidráulica pelo menos com a ferramenta de recuperação de tampão para operar hidráulicamente a ferramenta de recuperação de tampão.

[0005] Em uma modalidade, é provido um aparelho que pode ser usado para operar uma árvore de produção até a cabeça do poço e retirar a suspensão de o poço pela remoção do tampão de furo abaixo por uma ferramenta. Usar um aparelho autocontido para realizar estas funções permite que as operações sejam realizadas de forma relativamente rápida sem a necessidade da instalação de uma coluna de ascensão.

[0006] Preferivelmente, o aparelho é adaptado para ser abaixado a partir de um navio ou outra embarcação monocasco. Como o aparelho é uma unidade autocontida, ele pode operar a partir de um navio ou embarcação convencionais, e não exige a provisão de uma plataforma ou outro veículo de

desdobramento altamente oneroso.

[0007] Preferivelmente, o aparelho compreende adicionalmente uma interface de controle.

[0008] Preferivelmente, a interface de controle é adaptada para interagir com pelo menos um dispositivo de controle.

[0009] Preferivelmente, o dispositivo de controle é um veículo remotamente operado (ROV). A função de uma interface do ROV é prover uma plataforma para posicionar um ROV e habilitar o ROV a interagir com a ferramenta de recuperação de tampão e o dispositivo de implementação de ferramenta. Usar um veículo remotamente operado para controlar o aparelho reduz a necessidade de cabos elétricos ou linhas hidráulicas para realizar a operação da superfície até o leito do mar.

[00010] Alternativamente, o dispositivo de controle é operado a partir da superfície.

[00011] Preferivelmente, o dispositivo de implementação de ferramenta é hidraulicamente operado.

[00012] Alternativa ou adicionalmente, o dispositivo de controle é operado eletricamente, pneumaticamente ou hidraulicamente / eletricamente ou é operado por qualquer meio adequado.

[00013] Preferivelmente, o dispositivo de implementação de ferramenta compreende pelo menos um guincho.

[00014] Preferivelmente, o / cada guincho é hidraulicamente operado.

[00015] Alternativa ou adicionalmente, o guincho é operado eletricamente, pneumaticamente ou hidraulicamente / eletricamente ou é operado por qualquer meio adequado.

[00016] Preferivelmente, o / cada guincho compreende um tambor do guincho.

[00017] Preferivelmente, o / cada tambor do guincho é acionado por pelo menos um motor hidraulicamente operado.

[00018] Preferivelmente, o / cada tambor do guincho é acionado por pelo menos um motor de pistão hidráulicamente operado.

[00019] Em uma modalidade, há primeiro e segundo guinchos, cada guincho sendo acionado por um motor de pistão hidráulicamente operado.

[00020] Nesta modalidade, cada guincho é adaptado para elevar ou abaixar uma ferramenta hidráulicamente operada no interior de um furo de poço.

[00021] Pelo menos uma das ferramentas pode ser uma ferramenta de operação de tampão.

[00022] Preferivelmente, o dispositivo de implementação hidráulicamente operado é adaptado para ser operado pela saída hidráulica de um ROV.

[00023] Em uma modalidade, um dos ditos guinchos é adaptado para elevar ou abaixar a ferramenta de recuperação de tampão para fora do poço ou para o interior deste.

[00024] Preferivelmente, o dispositivo de implementação de ferramenta compreende adicionalmente pelo menos um elemento de tensão flexível para elevar ou abaixar a pelo menos uma ferramenta.

[00025] O elemento de tensão flexível pode ser uma mangueira. A ferramenta de recuperação de tampão pode ser elevada e abaixada usando a mangueira. A flexibilidade permite que a mangueira seja desdobrada usando o guincho e armazenada no tambor do guincho, desse modo, poupando espaço.

[00026] Preferivelmente, a mangueira é uma mangueira hidráulica. Uma mangueira hidráulica pode ser usada para prover fluido hidráulico à ferramenta de recuperação de tampão.

[00027] Preferivelmente, a mangueira compreende múltiplas camadas ou espirais.

[00028] Em uma modalidade, a mangueira é uma mangueira reforçada com seis fios espirais.

[00029] Preferivelmente, a mangueira tem um tubo com núcleo de náilon. Um tubo com núcleo de náilon tem excelente resistência química.

[00030] Preferivelmente, a mangueira tem uma cobertura de poliuretano. Uma cobertura de poliuretano é extremamente rígida e resistente à abrasão.

[00031] Em uma modalidade, a mangueira tem uma pressão de ruptura de 67,29 MPa (9.760 psi) e uma pressão interna máxima de 179,95 MPa (26.100 psi).

[00032] Alternativamente, a mangueira pode ser uma linha de aço ou qualquer conduíte de pressão adequado.

[00033] Alternativamente, o elemento de tensão flexível pode ser um cabo, particularmente, um cabo metálico. Preferivelmente, o aparelho compreende pelo menos um dispositivo de fixação adaptado para permitir que pelo menos uma linha ou corda seja afixada no aparelho para facilitar a elevação e o abaixamento do aparelho de uma embarcação até o leito do mar.

[00034] Preferivelmente, o aparelho compreende adicionalmente uma parte de armazenamento.

[00035] Preferivelmente, a parte de armazenamento é uma parte de alta pressão.

[00036] Preferivelmente, a parte de armazenamento é adaptada para alojar a / cada ferramenta e, em uso, um tampão de furo abaixo.

[00037] Preferivelmente, a ferramenta de operação de árvore permite, em uso, que o aparelho autocontido comunique com a árvore de produção.

[00038] Preferivelmente, a ferramenta de operação de árvore permite que o aparelho comunique hidraulicamente com a árvore de produção. Um arranjo como este provê um caminho de comunicação hidráulica de um ROV, por meio do aparelho, até o sistema de controle da árvore para habilitar que a árvore seja travada e, subsequentemente, testada em relação à pressão e à função.

[00039] Preferivelmente, o aparelho compreende capturador de ferramenta. O capturador de ferramenta provê proteção contra perda involuntária da ferramenta de recuperação de tampão e/ou, em uso, de um tampão de furo abaixo.

[00040] Preferivelmente, o capturador de ferramenta fica localizado em uma extremidade inferior do conduíte, ou adjacente a ela.

[00041] Preferivelmente, a ferramenta de recuperação de tampão é hidraulicamente acionada.

[00042] Preferivelmente, em uso, a ferramenta de recuperação de tampão é adaptada para aplicar uma força para cima em um tampão para liberar o tampão de um conduíte.

[00043] Preferivelmente, a / cada ferramenta é hidraulicamente acionada.

[00044] De acordo com um segundo aspecto da presente invenção, é provido um aparelho para realizar uma operação no furo abaixo que compreende:

um alojamento adaptado para ser conectado em uma árvore de produção submarina;

pelo menos uma ferramenta hidraulicamente operada para realizar uma operação no furo abaixo;

pelo menos uma mangueira hidráulica flexível, uma mangueira sendo afixada na ferramenta ou em cada uma delas; e

pelo menos um guincho.

[00045] Em pelo menos uma modalidade da invenção, um é provido aparelho autocontido que permite que uma ferramenta desça até um local no furo abaixo e seja operada hidraulicamente. O aparelho pode realizar operações de furo abaixo no leito do mar, eliminando a necessidade de uma coluna de ascensão.

[00046] Preferivelmente, em uso, a / cada ferramenta é adaptada para

ser guinchada até um local no furo abaixo na mangueira.

[00047] De acordo com um terceiro aspecto da presente invenção, é provido um tampão de furo abaixo, o tampão compreendendo:

um alojamento;

pelo menos uma vedação para vedar o tampão em um conduíte; e

pelo menos uma âncora para impedir o movimento relativo entre o tampão e um conduíte;

em que, em uso, o tampão é adaptado para ser liberado de um conduíte pela aplicação de uma força para baixo.

[00048] Em pelo menos uma modalidade da invenção, é provido um tampão de furo abaixo que é liberado de um conduíte, em uso, pela aplicação de uma força para baixo.

[00049] Preferivelmente, a força para baixo é aplicada por pressão hidráulica.

[00050] De acordo com um quarto aspecto da presente invenção, é provido um tampão de furo abaixo, o tampão compreendendo:

um alojamento que compreende uma primeira seção e uma segunda seção;

pelo menos uma vedação para vedar o tampão em um conduíte; e

pelo menos uma âncora para impedir o movimento relativo entre o tampão e um conduíte;

em que, em uso, na aplicação de uma força para baixo, a primeira seção do alojamento se move em relação à segunda seção do alojamento para liberar a / cada vedação do conduíte.

[00051] Em pelo menos uma modalidade da invenção, é provido um tampão no qual a vedação pode ser liberada do conduíte pelo movimento relativo das seções do alojamento do tampão.

[00052] Preferivelmente, na aplicação de uma força para baixo, a primeira seção do alojamento se move para cima em relação à segunda seção do alojamento.

[00053] Em uma modalidade, os elementos de vedação são removidos do furo da vedação pelo movimento da seção superior do tampão para cima.

[00054] Preferivelmente, na aplicação de força para baixo, uma da primeira ou da segunda seção do alojamento permanece estacionária em relação ao conduíte.

[00055] Preferivelmente, a força para baixo é aplicada por pressão hidráulica.

[00056] De acordo com um quinto aspecto da presente invenção, é provido um método para operar uma árvore de produção submarina e retirar a suspensão de um poço, o método compreendendo as etapas de:

conectar um aparelho que compreende uma ferramenta de operação de árvore, pelo menos uma ferramenta, uma das ditas ferramentas sendo uma ferramenta de recuperação de tampão, e um dispositivo de implementação de ferramenta em uma árvore de produção;

operar o dito aparelho e a dita árvore de produção até a cabeça do poço;

afixar a dita árvore de produção na dita cabeça do poço;

testar a integridade da dita árvore de produção;

implementar e operar hidraulicamente uma ferramenta de recuperação de tampão usando um dispositivo de implementação de ferramenta para recuperar um tampão do dispositivo de suspensão de tubulação para retirar a suspensão de o poço.

[00057] Preferivelmente, o método compreende adicionalmente a etapa de armazenar o tampão recuperado em uma parte de armazenamento do aparelho.

[00058] De acordo com um sexto aspecto da presente invenção, é

provido um aparelho para realizar uma operação no furo abaixo que compreende:

um alojamento adaptado para ser conectado em uma árvore de produção submarina;

pelo menos uma ferramenta hidraulicamente operada para realizar uma operação no furo abaixo;

pelo menos um elemento de tensão flexível para elevar ou abaixar a pelo menos uma ferramenta em relação a um local no furo abaixo; e

pelo menos um guincho.

[00059] Entende-se que recursos preferidos ou alternativos de um aspecto da invenção podem ser igualmente aplicáveis em um outro aspecto da invenção, e eles não são repetidos por concisão.

#### DESCRIÇÃO RESUMIDA DOS DESENHOS

[00060] Modalidades da presente invenção serão agora descritas em relação aos desenhos anexos, nos quais:

a figura 1 é uma vista lateral de um aparelho para instalar remotamente uma árvore de produção submarina e retirar a suspensão de um poço de acordo com uma primeira modalidade da presente invenção;

a figura 2 é uma segunda vista lateral do aparelho da figura 1 mostrado afixado em uma árvore de produção;

a figura 3 é uma vista seccional longitudinal do aparelho da figura 1 mostrado afixado em uma árvore de produção e de um dispositivo de suspensão de tubulação com a ferramenta de recuperação mostrada na extensão submarina e o capturador de ferramenta fechada;

a figura 4 é uma vista similar à figura 3, que mostra a ferramenta de recuperação descendo para o interior do dispositivo de suspensão de tubulação, o dispositivo de suspensão de tubulação sendo vedado por um tampão de isolamento;

a figura 5 é uma vista ampliada do tampão de isolamento da

figura 4 mostrado localizado no dispositivo de suspensão de tubulação;

a figura 6 é um vista seccional ampliada através da ferramenta de recuperação do aparelho da figura 1;

as figuras 7 até 12 são uma série de vistas seccionais sequenciais similares à figura 5 que mostram a remoção do tampão de isolamento do dispositivo de suspensão de tubulação pela ferramenta de recuperação;

a figura 13 é uma vista seccional do aparelho da figura 1 mostrando a ferramenta de recuperação e o tampão preso na parte de armazenamento;

a figura 14 é um vista em perspectiva e parcialmente cortada de uma mangueira hidráulica;

a figura 15 é uma vista seccional de uma ferramenta de instalação para o tampão de isolamento da figura 5;

as figuras 16 até 19 são uma série de vistas seccionais sequenciais que mostram a instalação do tampão de isolamento no dispositivo de suspensão de tubulação pela ferramenta de instalação da figura 15; e

a figura 20 é uma vista seccional através de um aparelho para instalar remotamente uma árvore de produção submarina e retirar a suspensão de um poço de acordo com uma segunda modalidade da presente invenção.

#### DESCRIÇÃO DETALHADA DOS DESENHOS

[00061] Primeiramente, em relação às figuras 1, 2 e 3, é mostrado um aparelho, no geral, indicado pelo número de referência 10, para operar uma árvore de produção submarina 12 até um local submarino e retirar a suspensão de um poço 14, de acordo com uma primeira modalidade da presente invenção. O aparelho 10 compreende uma ferramenta de operação de árvore 16 adaptada para ser conectada na árvore de produção 12, uma ferramenta de recuperação de tampão 22 (figura 3) para recuperar um tampão 24 (figura 3), um dispositivo de implementação de ferramenta 26 e um painel de interface

20 adaptado para fazer interface com um veículo remotamente operado (ROV) 18 (figura 3). O painel de interface 20 (mais bem visto na figura 1) inclui inúmeras perfurações 34 adaptadas para serem encaixadas pelo ROV 18. Uma vez encaixado em uma das perfurações, o ROV 18 pode operar o aparelho 10 para realizar inúmeras funções, tal como operar a ferramenta de recuperação de tampão 22.

[00062] O aparelho 10 compreende adicionalmente um submarino de término de corda / fio 19 no qual uma corda ou fio podem ser conectados para abaixar o aparelho 10 e a árvore de produção 12 de uma embarcação monocasco (não mostrada) até o dispositivo de suspensão de tubulação 14.

[00063] De acordo com esta modalidade e, particularmente, em relação à figura 3, o aparelho 10 permite que a árvore de produção 12 desça até o dispositivo de suspensão de tubulação 14 a partir de uma embarcação monocasco, tal como um navio (não mostrado). Então, o ROV 18 pode posicionar e afixar a árvore 12 no dispositivo de suspensão de tubulação 14, e realizar teste de pressão na árvore 12 para garantir que ela esteja instalada com seu propósito. Então, o ROV 18 encaixa e opera o aparelho 10 para remover o tampão de isolamento 24 do dispositivo de suspensão de tubulação 14 para retirar a suspensão de o poço 32, como será descrito com detalhes.

[00064] Em relação à figura 3, o dispositivo de implementação de ferramenta 26 compreende um conjunto de guincho 36. O conjunto de guincho 36 inclui um tambor do guincho 38, cuja rotação eleva e abaixa a ferramenta de recuperação de tampão 22 em uma mangueira hidráulica 40. O tambor do guincho 38 é rotacionado pelos primeiro e segundo motores de pistão 42a, 42b que são energizados por fluido hidráulico bombeado a partir do ROV 18 através de uma das perfurações 34 do ROV localizadas no painel de interface 20. Uma linha hidráulica 44 corre entre o painel de interface 20 e os motores de pistão hidráulicos 42 para transferir o fluido hidráulico do ROV 18 até os motores 42.

[00065] A mangueira hidráulica 40 é mais bem mostrada na figura 14. A mangueira 40 compreende seis camadas ou espirais 41, a camada interna 43 sendo um tubo de náilon para resistência química e a camada externa 45 sendo uma rígida cobertura de poliuretano resistente à abrasão. A mangueira 40 transmite fluido hidráulico do ROV 18, por meio do painel de interface 20, da linha hidráulica 44 e do conjunto de guincho 36, até a ferramenta de recuperação de tampão 22. A operação da ferramenta de recuperação de tampão 22 será descrita no momento oportuno.

[00066] A ferramenta 22 é alojada em uma parte de armazenamento 46. A parte de armazenamento 46 armazena tanto a ferramenta de recuperação 22 quanto o tampão de isolamento 24, uma vez que o tampão 24 foi recuperado do dispositivo de suspensão de tubulação 14. Um capturador de ferramenta 48 é provido em uma extremidade inferior da parte de armazenamento 46 para impedir que a ferramenta 22 ou o tampão de isolamento 24, uma vez recuperados, caiam involuntariamente no interior do dispositivo de suspensão de tubulação 14. O capturador de ferramenta 48 compreende uma charneira 50 que é móvel entre posições abertas e fechadas pela rotação de um acionador de válvula (não mostrado).

[00067] As figuras 5 e 6 mostram vistas seccionais ampliadas do tampão 24 e da ferramenta de recuperação de tampão 22, respectivamente. Em relação à figura 5, o tampão 24 compreende um corpo do tampão 89 com seções superior e inferior 90, 92, uma base do tampão 80, oito grampos de travamento 60, um expansor de grampo 86 e uma luva de equalização do tampão 78. O tampão 24 é preso no dispositivo de suspensão de tubulação 14 pelos grampos de travamento 60. Os grampos 60 encaixam um perfil do dispositivo de suspensão de tubulação 62. O tampão 24 compreende adicionalmente dois conjuntos de vedações 64 que agem como o dispositivo de isolamento primário para vedar o furo de produção do dispositivo de suspensão de tubulação 56.

[00068] Em relação à figura 6, a ferramenta de recuperação 22 compreende um corpo 65, um mandril de ferramenta 72 e uma admissão de fluido hidráulico 70 através da qual fluido hidráulico pode ser bombeado para acionar o mandril de ferramenta 72 para baixo contra uma mola de liberação 71. A ferramenta de recuperação 22 compreende adicionalmente um pino de cisalhamento da ferramenta de recuperação 74 que faz pinagem do mandril 72 em um eixo do acionador 75. O mandril 72 compreende adicionalmente um batente de luva de equalização 73, cujo propósito será descrito com detalhes posteriormente. Na direção da extremidade inferior do mandril 72 estão um conjunto de colarinhos de atração 76 e na direção da extremidade superior há um recesso 77 que é adaptado para cooperar, durante a operação da ferramenta, com um anel de travamento 79 para travar o mandril 72. Novamente, isto será descrito com detalhes posteriormente.

[00069] A operação do aparelho 10 será agora descrita. Primeiramente, em relação à figura 3, o aparelho 10 e a árvore de produção 12 descem de um navio (não mostrado) até o dispositivo de suspensão de tubulação 14. O ROV 18 encaixa na árvore de produção 12 e orienta a árvore 12, de forma que ela possa passar pela colocação final no dispositivo de suspensão de tubulação 14. Uma vez que a árvore 12 é passa pela colocação final no dispositivo de suspensão de tubulação 14, o ROV 18 prende a conexão entre eles.

[00070] A árvore 12 é testada para garantir a integridade do furo de produção 52 e do furo anular 54 pelo ROV 18. O teste do furo de produção é conduzido contra o tampão de isolamento 24, que fica localizado e é travado no furo de produção do dispositivo de suspensão de tubulação 56. Uma vez que estes testes foram satisfatoriamente conduzidos, a árvore de produção 12 é testada pelo ROV 18 para confirmar sua integridade operacional e funcional.

[00071] Uma vez que o programa de teste da árvore de produção foi satisfatoriamente concluído, o poço 32 pode ser retirada a suspensão pela

remoção do tampão de isolamento 24.

[00072] Para retirar a suspensão de o poço 32, o ROV 18 é atracado no painel de interface do aparelho 20. Em relação à figura 4, a válvula de charneira 50 é aberta pela rotação do acionador de válvula (não mostrado) pelo ROV 18 para permitir que a ferramenta de recuperação 22 desça através da árvore de produção 12 até o tampão de isolamento 24. A ferramenta 22 é abaixada através do furo de produção da árvore 52 na mangueira hidráulica 40 por meio do conjunto de guincho 36.

[00073] Agora, em relação à figura 7, a ferramenta de recuperação 22 é abaixada para o interior do tampão 24 até que um ressalto da ferramenta de recuperação 66 passe por colocação final em uma superfície superior do tampão 68.

[00074] Então, em relação à figura 8, pressão hidráulica é aplicada através da admissão hidráulica 70 no mandril 72. À medida que o mandril 72 se move para baixo sob uma pressão hidráulica de cerca de 6,89 MPa (1.000 psi), o pino de cisalhamento da ferramenta de recuperação 74 quebra e o mandril 72 move para trás os colarinhos de atração 76, forçando os colarinhos 76 radialmente para fora debaixo da luva de equalização do tampão 78. Nesta posição, o mandril 72 encaixou a base do tampão 80 e movimento axial adicional em uma direção para baixo é impedido. Aplicação adicional de pressão hidráulica no mandril 72 resultará em pressão para cima sendo aplicada nos componentes do tampão 24.

[00075] Em relação à figura 9, a pressão no mandril de ferramenta 72 aumenta até 13,79 MPa (2.000 psi), forçando a luva de equalização 78 para cima. Isto abre um caminho do fluxo de equalização 82 que permite que a pressão acima e abaixo do tampão 24 equalize. Movimento adicional é resistido pelo batente de luva de equalização 73 que encaixa na borda superior 81 de um recesso do mandril 83. Esta resistência provê tempo para que a pressão equalize antes que a liberação do tampão 24 do dispositivo de

suspensão de tubulação 14 ocorra.

[00076] Agora, em relação à figura 10, a pressão no mandril 72 aumenta até 20,68 MPa (3.000 psi). Nesta pressão, o batente de luva de equalização 73 permite que o expansor de grampo do tampão 86 se mova para cima, devido à ação dos colarinhos de atração 76, e a luva de equalização 78 é forçada para cima, liberando os grampos do tampão 60 do perfil do dispositivo de suspensão de tubulação 62.

[00077] Agora, em relação à figura 11, a pressão no mandril de ferramenta 72 aumenta até 27,58 MPa (4.000 psi) e, nesta pressão, os pinos de cisalhamento do corpo do tampão 88 cisalham, permitindo que o corpo do tampão superior 90 se mova em relação ao corpo do tampão inferior 92, impulsionando as vedações de isolamento primárias 64 para cima, rompendo a vedação entre o dispositivo de suspensão de tubulação 14 e o tampão 24.

[00078] Na figura 12, as vedações do tampão 64 são completamente desencaixadas do dispositivo de suspensão de tubulação 14 que o anel de travamento 79 encaixou no recesso do mandril 77, travando o mandril 72 na direção mostrada na figura 12, e o tampão 24 pode ser recuperado até a superfície.

[00079] Em relação à figura 13, a ferramenta de recuperação 22 e o tampão 24 foram recuperados no interior da parte de armazenamento 46 e a charneira de capturador de ferramenta 50 foi fechada, retendo a ferramenta no tampão 22, 24 no interior da parte de armazenamento.

[00080] O poço 32 foi retirada a suspensão e está pronto para produção. Então, o aparelho 10 pode ser desafixado da árvore de produção 12 pelo ROV 18 e recuperado até a superfície.

[00081] Além de ser hidráulicamente liberado, o tampão 24 também pode ser hidráulicamente instalado. Em relação à figura 15, é mostrada uma ferramenta de instalação 94 para instalar o tampão 24 no dispositivo de suspensão de tubulação 14. A ferramenta de instalação 94 compreende um

corpo 95, uma admissão hidráulica 96, um pistão acionador 97, um anel do pistão 98 e um submarino inferior 100, o submarino inferior 100 sendo pinado de forma liberável no anel do pistão 98 por pinos de cisalhamento 99.

[00082] As etapas para instalar o tampão 24 no dispositivo de suspensão de tubulação 14 serão agora descritas em relação às figuras 16 até 19. Primeiramente, em relação à figura 16, o tampão 24 e a ferramenta de instalação 94 são abaixados para o interior do dispositivo de suspensão de tubulação 14 até que o tampão 24 repouse em um perfil de conexão do dispositivo de suspensão de tubulação 101. Nesta posição, as vedações de isolamento do tampão 64 são encaixadas no dispositivo de suspensão de tubulação 14. Entretanto, os grampos 60, o expansor de grampo 86 e a luva de equalização 78 estão em uma configuração de operação.

[00083] Em relação à figura 17, fluido hidráulico é bombeado através da admissão hidráulica 96 para acionar o pistão acionador 97 para baixo. O pistão acionador 97 age no expansor de grampo 86 e, uma vez que uma pressão suficiente é alcançada, aproximadamente 10,34 MPa (1.500 psi), os pinos de cisalhamento do expansor 102 quebram, permitindo que o expansor 86 se mova para baixo, sob a ação do pistão 97, forçando os grampos 60 para o interior do recesso do dispositivo de suspensão de tubulação 62. O mandril do expansor 86 age na luva de equalização 78, forçando a luva 78 para baixo para fechar os orifícios de equalização 82. Uma vez que os orifícios 82 estão fechados, o poço 32 é isolado.

[00084] Em relação à figura 18, aplicação contínua de pressão hidráulica resulta em uma força para cima sendo gerada contra o anel do pistão 98 e, particularmente, os pinos de cisalhamento 99. Uma vez que a pressão alcança cerca de 20,68 MPa (3.000 psi), os pinos de cisalhamento 99 cisalham, liberando a ferramenta 94 do tampão 24.

[00085] Então, como pode-se ver a partir da figura 19, a ferramenta 94 pode ser removida do tampão 24, deixando o tampão 24 no dispositivo de

suspensão de tubulação 14, o tampão 24 isolando e vedando o poço 32.

[00086] Agora, será feita referência à figura 20, uma vista seccional através de um aparelho, indicado pelo número de referência 110, para operar uma árvore de produção submarina até um local submarino e retirar a suspensão de um poço, de acordo com uma segunda modalidade da presente invenção. O aparelho 110 é predominantemente igual ao aparelho 10 da primeira modalidade, a principal diferença sendo que o dispositivo de implementação de ferramenta 126 do aparelho 110 compreende dois conjuntos de guincho 136a e 136b. O primeiro conjunto de guincho 136a é adaptado para elevar e abaixar uma ferramenta de recuperação de tampão 122 e o segundo conjunto de guincho 136b é adaptado para elevar ou abaixar uma segunda ferramenta 105. A segunda ferramenta 105 pode ser uma ferramenta de recuperação de tampão reserva 122 ou pode servir para uma outra função. Cada conjunto de guincho 136a,b é independentemente controlado por um ROV (não mostrado) através do painel da interface do ROV 120.

[00087] Entende-se que várias modificações e melhorias podem ser feitas na supradescrita modalidade sem fugir do escopo da invenção. Por exemplo, o aparelho pode compreender adicionalmente ferramentas para realizar operações de furo abaixo adicionais, tais como abertura ou fechamento de válvulas. Em uma alternativa adicional, o ROV pode testar a integridade da árvore através do painel de interface do aparelho, o aparelho provendo comunicação hidráulica do painel de interface até a árvore através da ferramenta de operação de árvore.

## REIVINDICAÇÕES

1. Aparelho autocontido (10) para operar remotamente uma árvore de produção submarina e retirar a suspensão de um poço, caracterizado pelo fato de compreender:

uma ferramenta de operação de árvore (22) adaptada para ser conectada em uma árvore de produção (12);

pelo menos uma ferramenta de furo abaixo (22), pelo menos uma das ferramentas sendo uma ferramenta de recuperação de tampão (22); e,

um dispositivo de implementação de ferramenta (26) em comunicação hidráulica pelo menos com a ferramenta de recuperação de tampão (22) para operar hidraulicamente a ferramenta de recuperação de tampão (22).

2. Aparelho autocontido (10) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que é adaptado para ser abaixado a partir de um navio ou outra embarcação monocasco.

3. Aparelho autocontido (10) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente uma interface de controle (20) adaptada para interagir com pelo menos um dispositivo de controle (34), cujo dispositivo de controle (34) é opcionalmente um veículo remotamente operado (18) e é alternativamente operado a partir da superfície.

4. Aparelho autocontido (10) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de implementação de ferramenta (26) compreende pelo menos um guincho (36) compreendendo um tambor do guincho (38), sendo que opcionalmente cada guincho (36) é hidraulicamente operado e o tambor do guincho (38) é acionado por pelo menos um dentre um motor hidraulicamente operado (42), motor de pistão hidraulicamente operado (42), havendo opcionalmente primeiro e segundo guinchos (36), cada um sendo operado por motor de pistão hidraulicamente operado (42), sendo cada guincho adaptado para elevar ou abaixar uma ferramenta

hidraulicamente operada (22) no interior de um furo de poço, onde pelo menos uma das ferramentas é uma ferramenta de operação de tampão, sendo que, opcionalmente, um dos guinchos está adaptado para elevar ou baixar a ferramenta de recuperação de tampão (22) para fora do poço ou para o interior deste.

5. Aparelho autocontido (10) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de implementação de ferramenta (26) compreende adicionalmente pelo menos um elemento de tensão flexível (40) para elevar ou abaixar a pelo menos uma ferramenta (22), cujo elemento de tensão flexível (40) é uma mangueira ou um cabo, particularmente, um cabo metálico.

6. Aparelho autocontido (10) de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que a mangueira é uma mangueira hidráulica (40) que, opcionalmente, compreende múltiplas camadas ou espirais (41), sendo opcionalmente reforçada com seis fios espirais, tendo um tubo com núcleo de náilon (43), contendo opcionalmente uma cobertura de poliuretano (45), tendo uma pressão de ruptura de 67,29 MPa (9.760 psi) e uma pressão interna máxima de 179,95 MPa (26.100 psi).

7. Aparelho autocontido (10) de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que a mangueira é uma linha de aço ou qualquer conduíte de pressão adequado.

8. Aparelho autocontido (10) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado pelo fato de que compreende pelo menos um dispositivo de fixação (19) adaptado para permitir que pelo menos uma linha ou corda seja afixada no aparelho para facilitar a elevação e o abaixamento do aparelho de uma embarcação até o leito do mar, compreende adicionalmente uma parte de armazenamento (46) que é uma parte de alta pressão, sendo que, opcionalmente, a parte de armazenamento (46) é adaptada para alojar cada ferramenta (22) e, em uso, um tampão (24) de furo abaixo.

9. Aparelho autocontido (10) de acordo com qualquer uma das

reivindicações 1 a 8, caracterizado pelo fato de que a ferramenta de operação de árvore (22) permite, em uso, que o aparelho autocontido comunique com a árvore de produção (12).

10. Aparelho autocontido (10) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, caracterizado pelo fato de que a ferramenta de operação de árvore (22) permite que o aparelho comunique hidraulicamente com a árvore de produção (12).

11. Aparelho autocontido (10) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, caracterizado pelo fato de compreender ainda um capturador de ferramenta, que fica, opcionalmente, localizado em uma extremidade inferior do conduíte, ou adjacente a ela.

12. Aparelho autocontido (10) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, caracterizado pelo fato de que, em uso, a ferramenta de recuperação de tampão (22) é adaptada para aplicar uma força para cima em um tampão para liberar o tampão de um conduíte.

13. Aparelho autocontido (10) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 12, caracterizado pelo fato de que cada ferramenta é hidraulicamente acionada.

14. Método para operar uma árvore de produção (12) submarina e retirar a suspensão de um poço, caracterizado pelo fato de compreender as etapas de:

conectar um aparelho autocontido (10) que compreende uma ferramenta de operação de árvore (22), pelo menos uma ferramenta de furo abaixo (22), sendo uma das ferramentas sendo uma ferramenta de recuperação de tampão (22), e um dispositivo de implementação de ferramenta (26), em uma árvore de produção (12);

operar o aparelho e a árvore de produção (12) até uma cabeça do poço;

afixar a árvore de produção (12) na cabeça do poço;

testar a integridade da árvore de produção (12); e,  
implementar e operar hidraulicamente uma ferramenta de recuperação de tampão (22) usando um dispositivo de implementação de ferramenta (26) para recuperar um tampão do dispositivo de suspensão de tubulação para retirar a suspensão de o poço.

15. Método de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente a etapa de armazenar o tampão recuperado em uma parte de armazenamento (46) do aparelho.

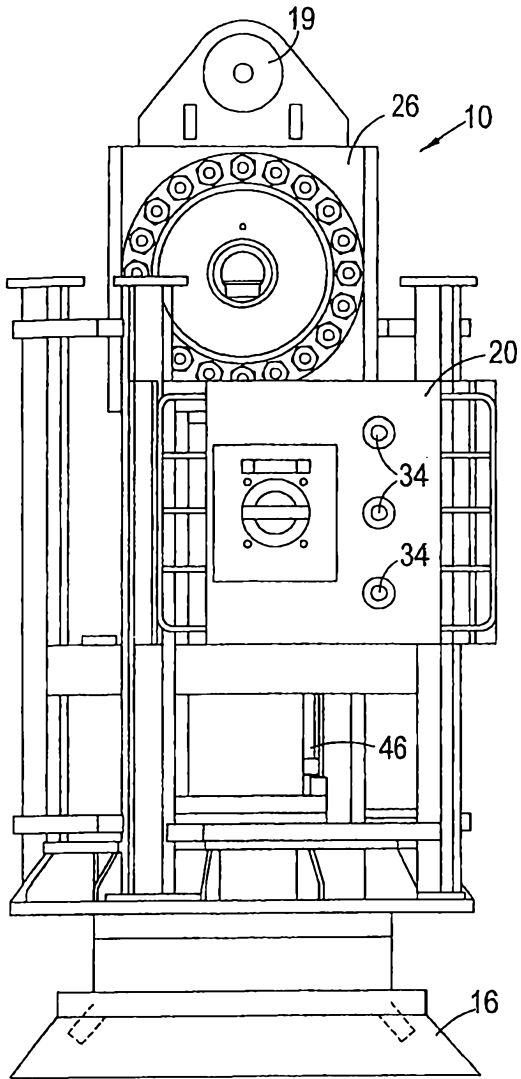


Fig. 1

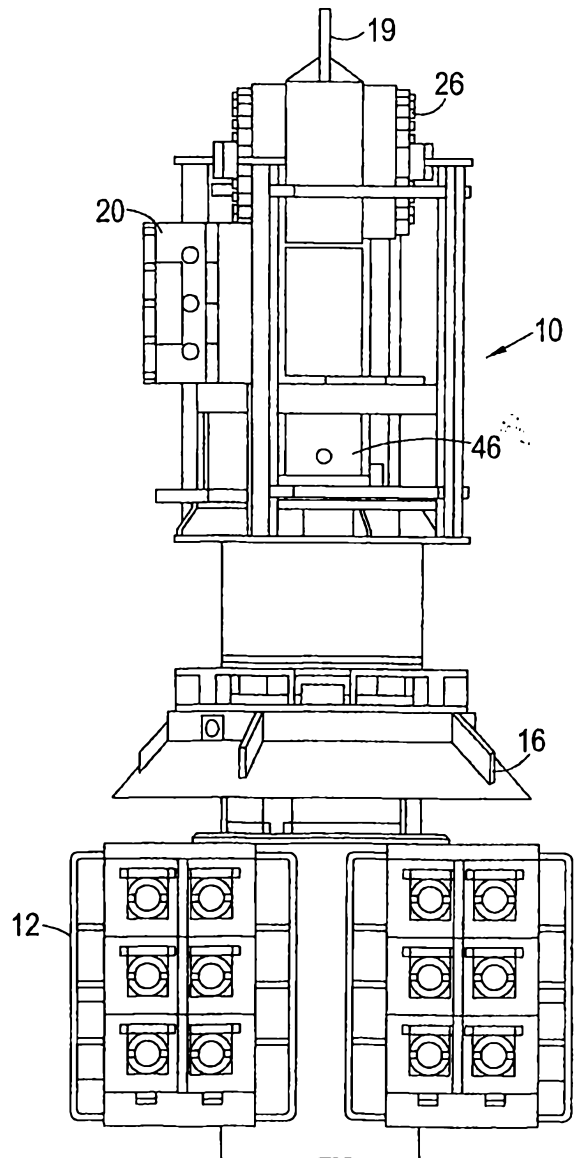


Fig. 2

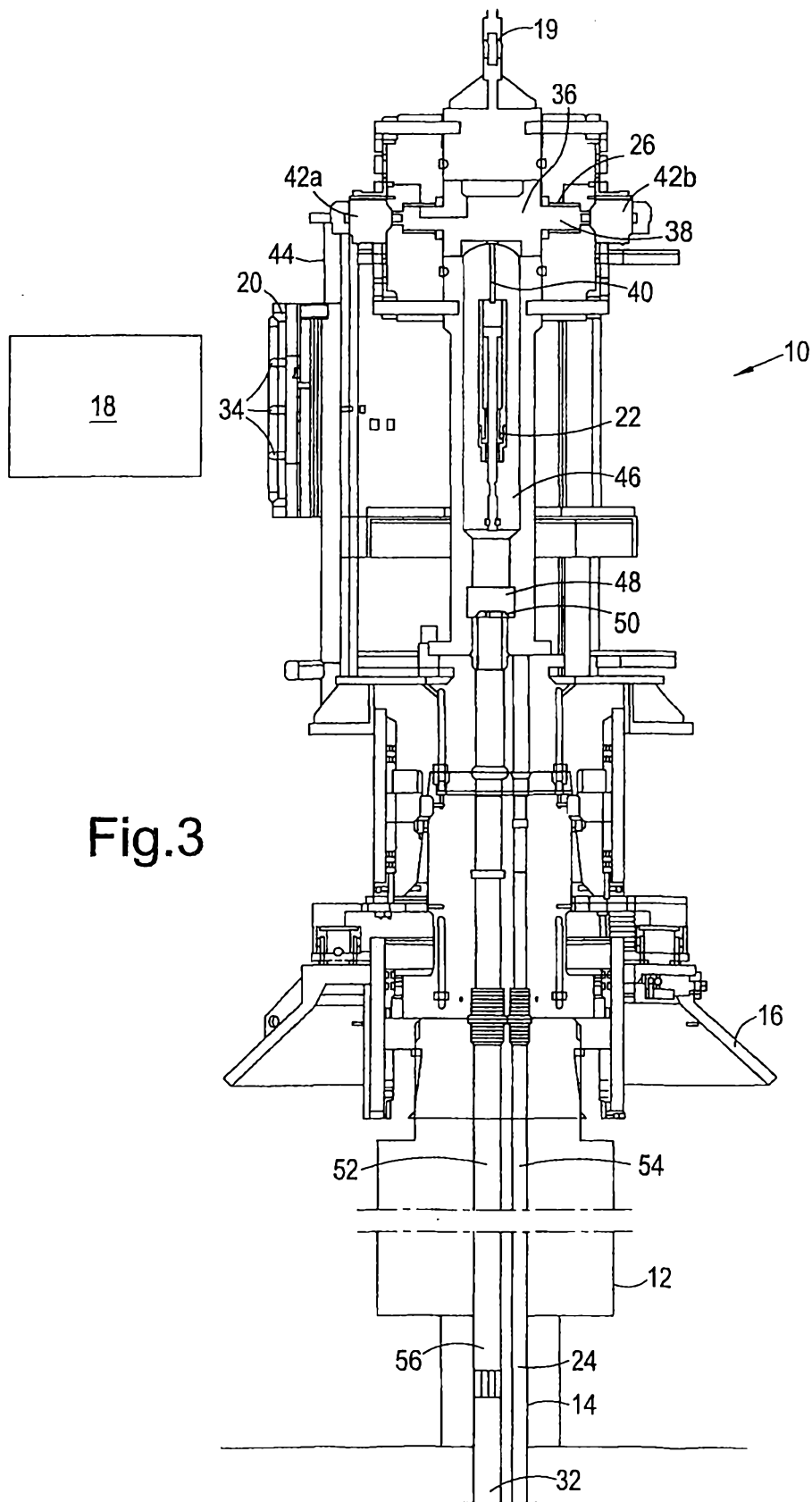


Fig.3

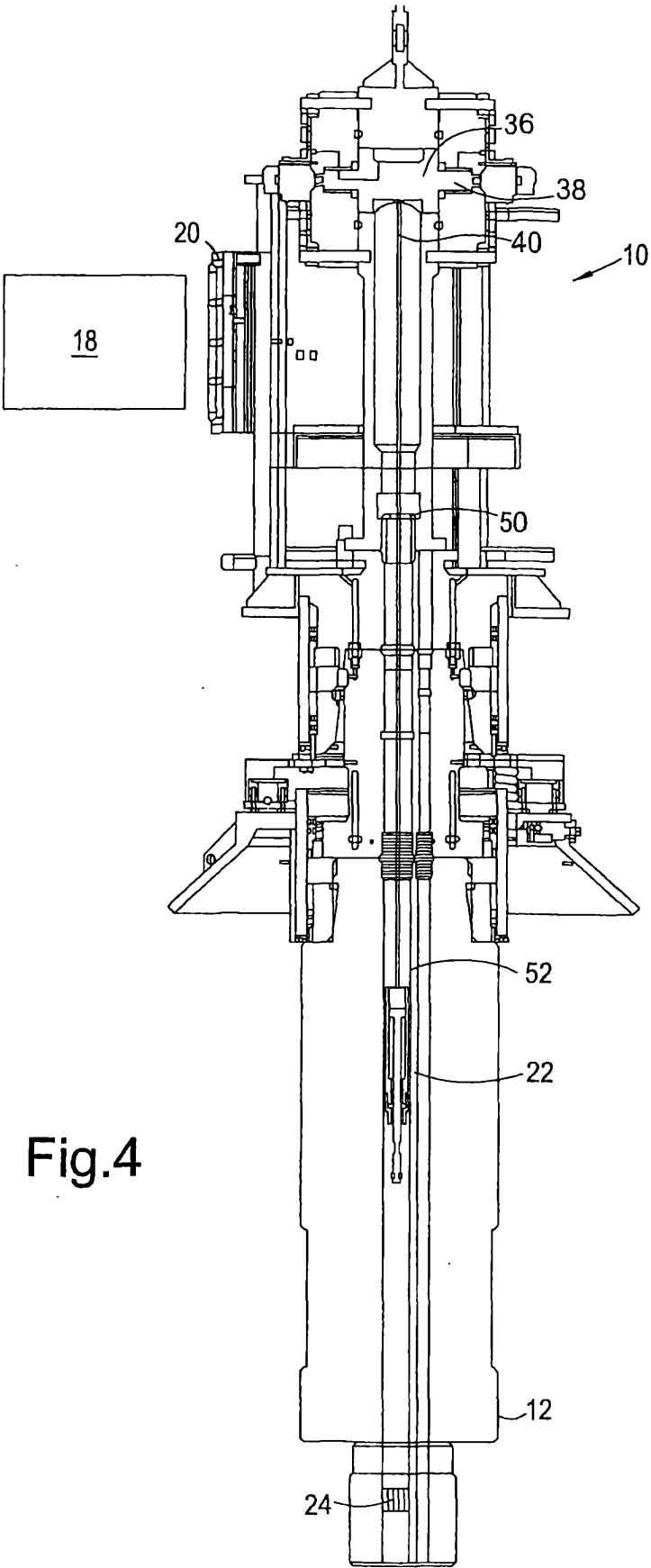


Fig.4

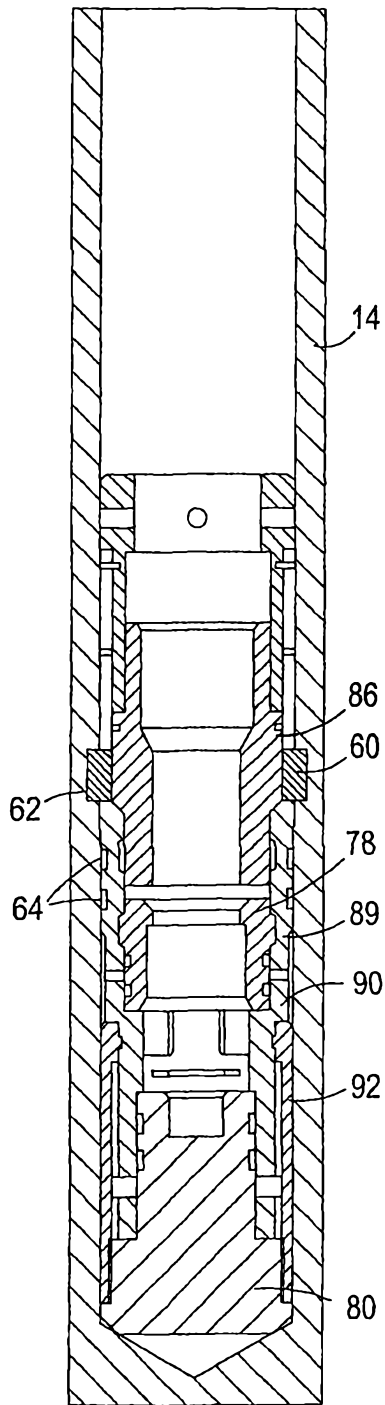


Fig. 5

24

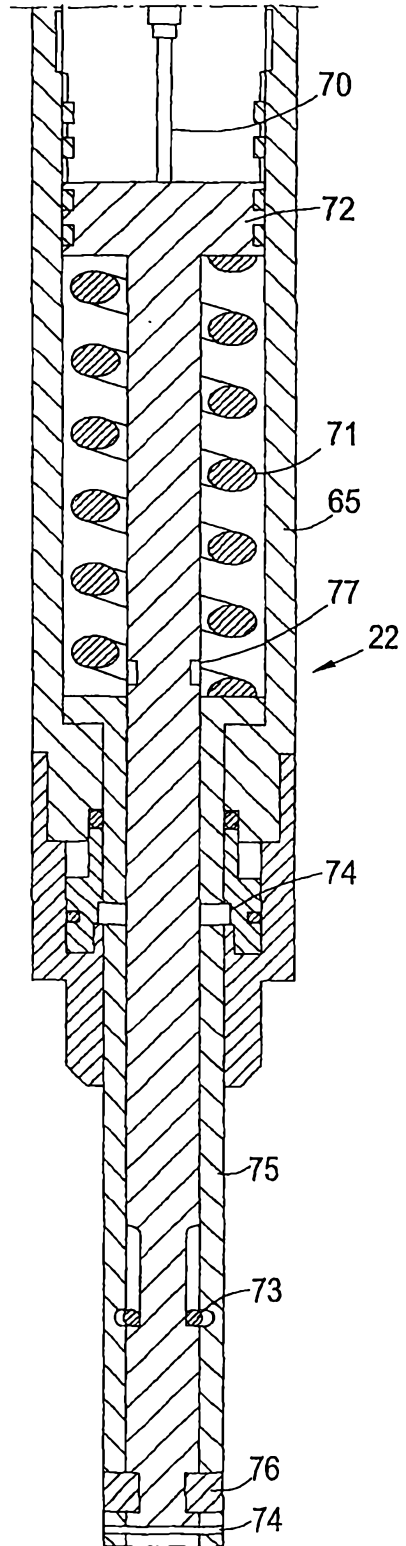


Fig. 6

22

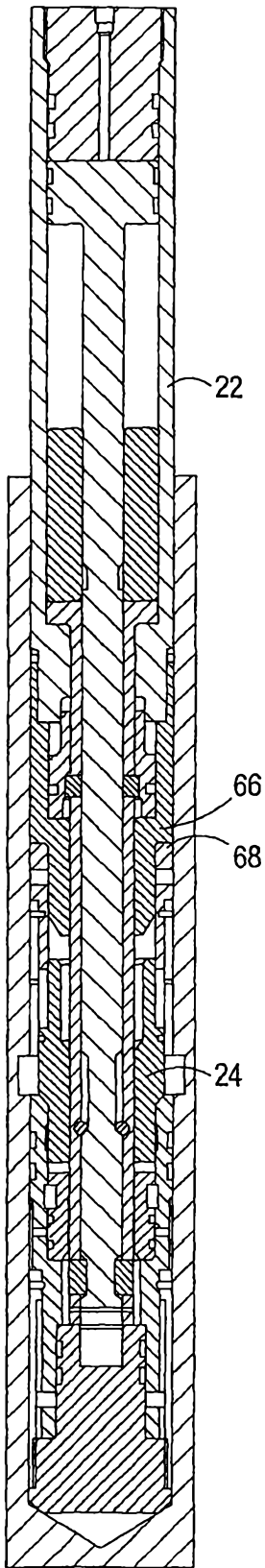


Fig. 7

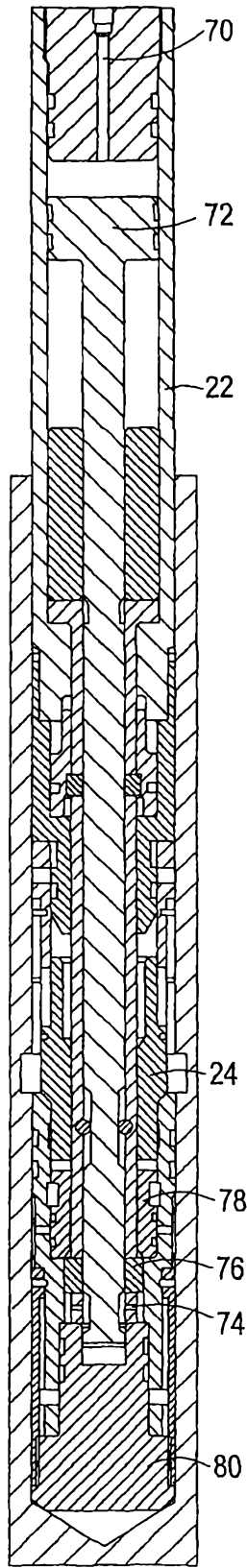


Fig. 8

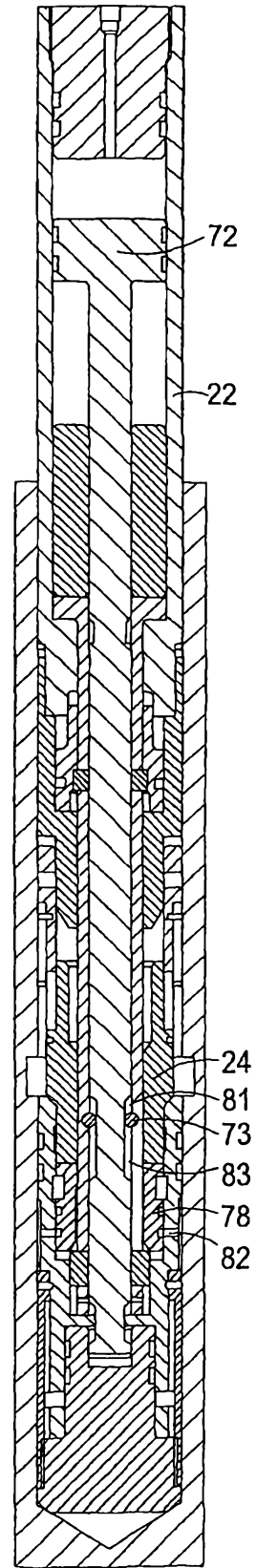


Fig. 9

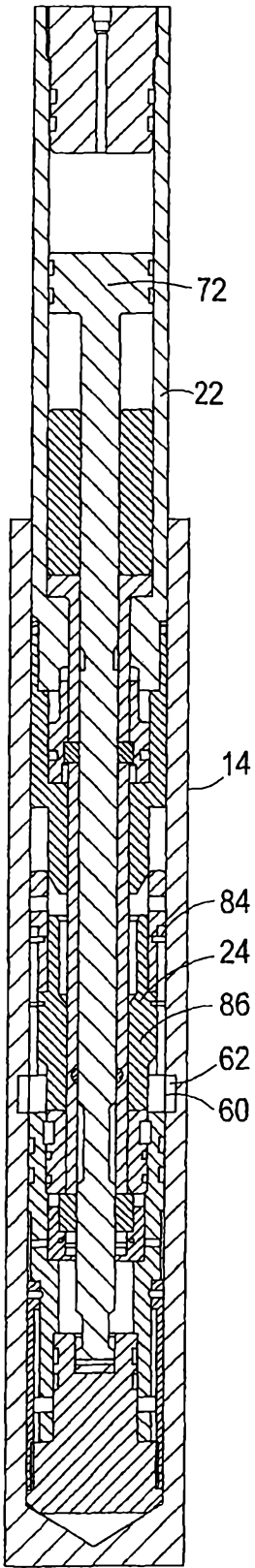


Fig.10

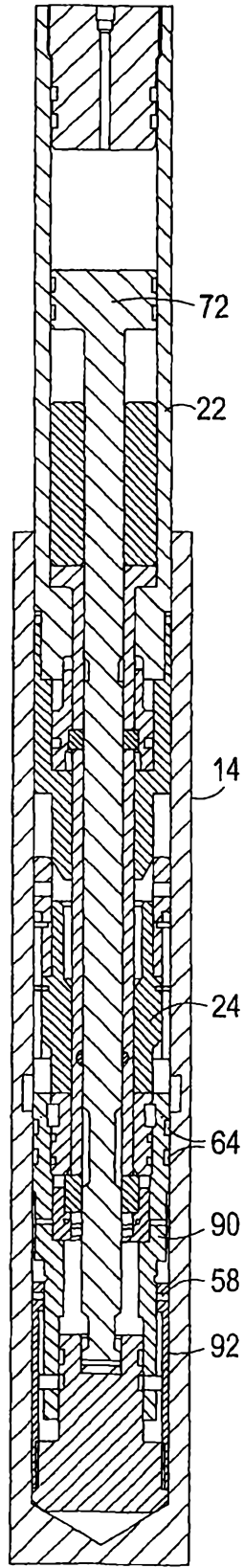


Fig.11

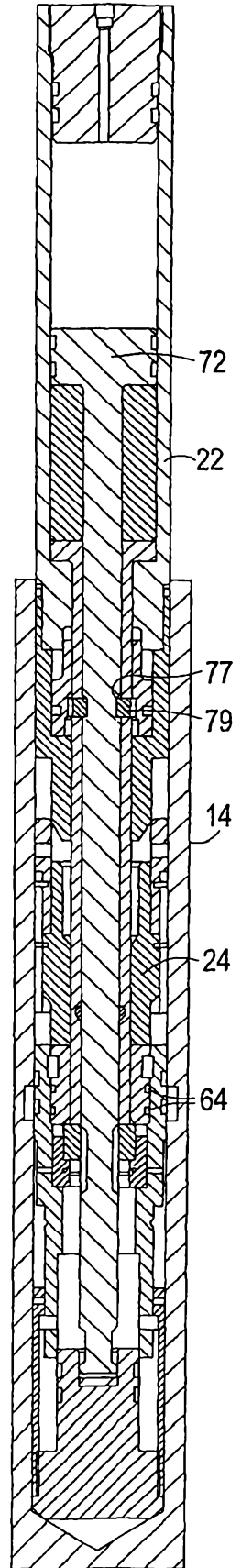


Fig.12

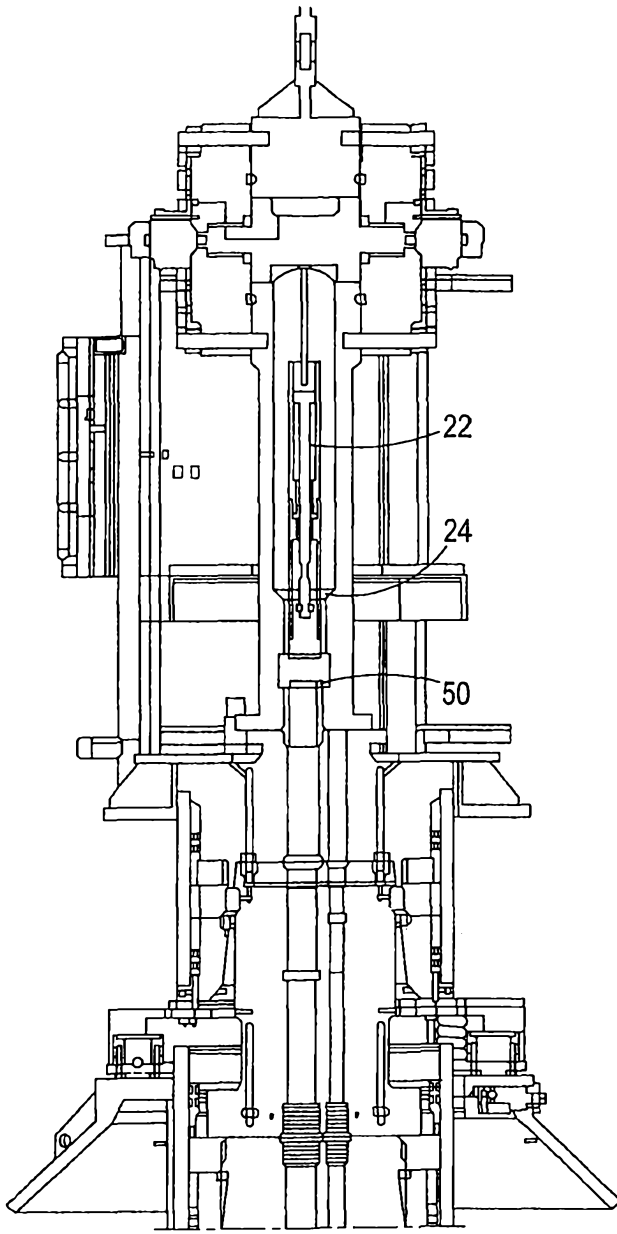


Fig.13

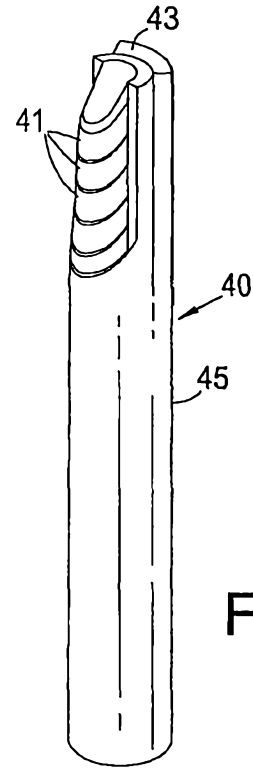


Fig.14

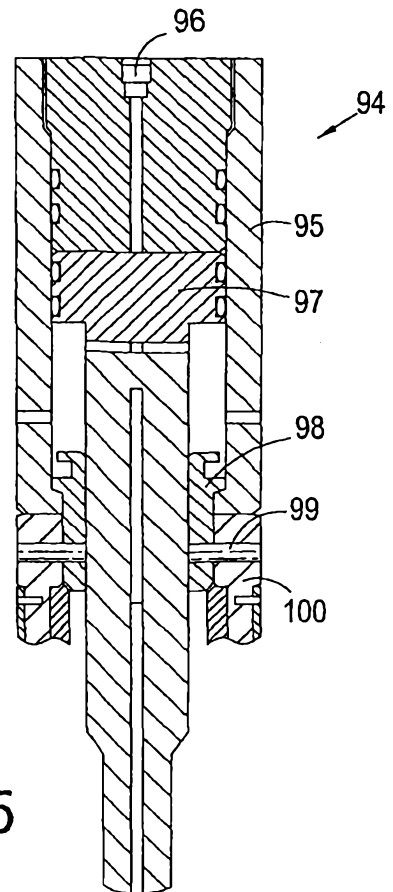


Fig.15

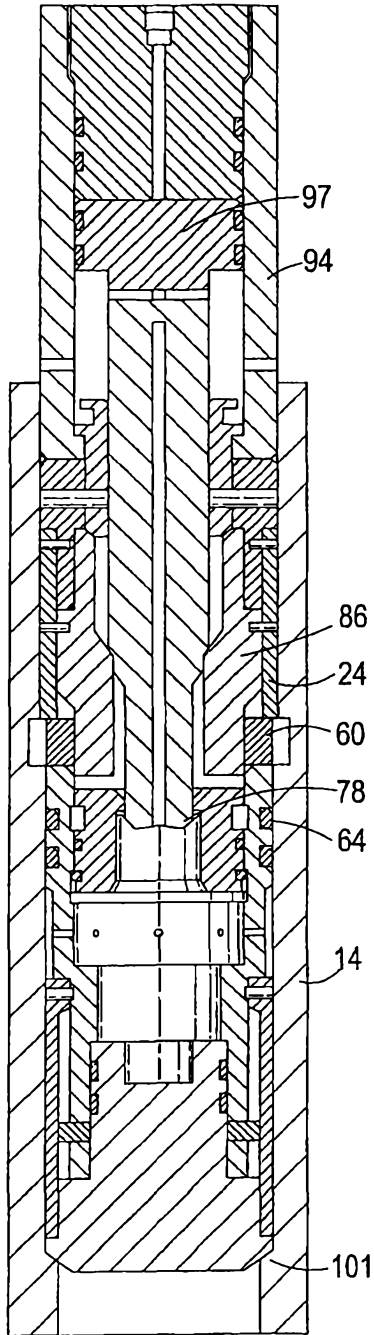


Fig.16

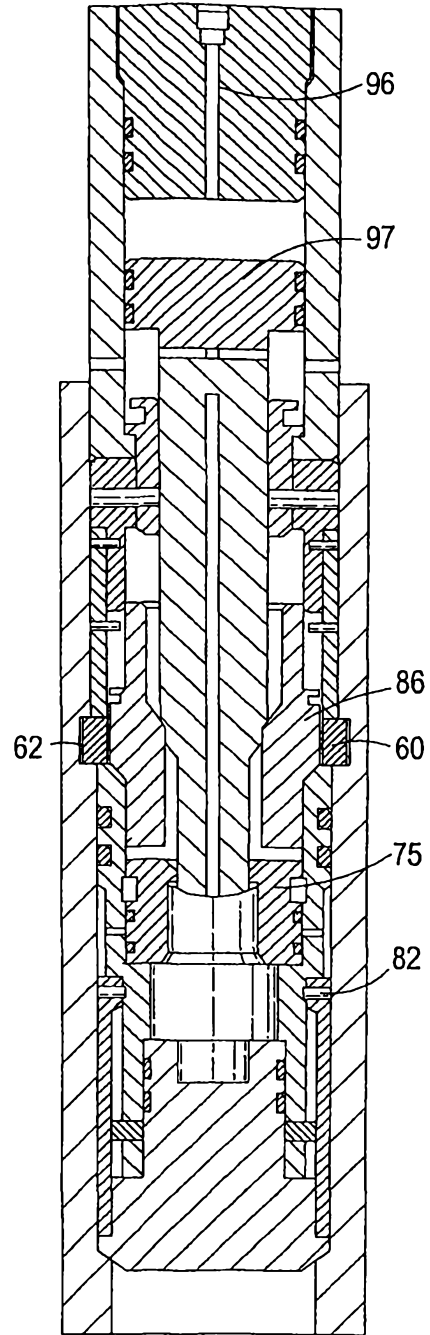


Fig.17

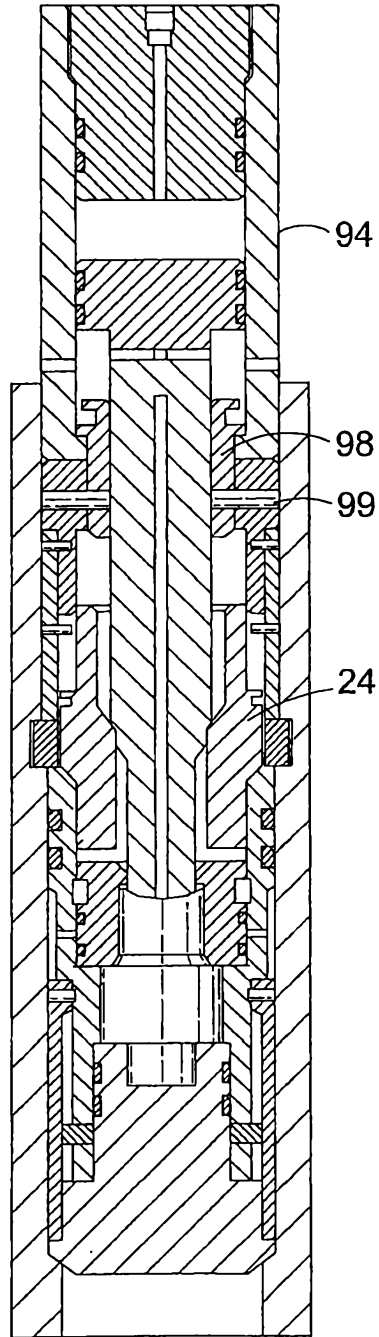


Fig.18

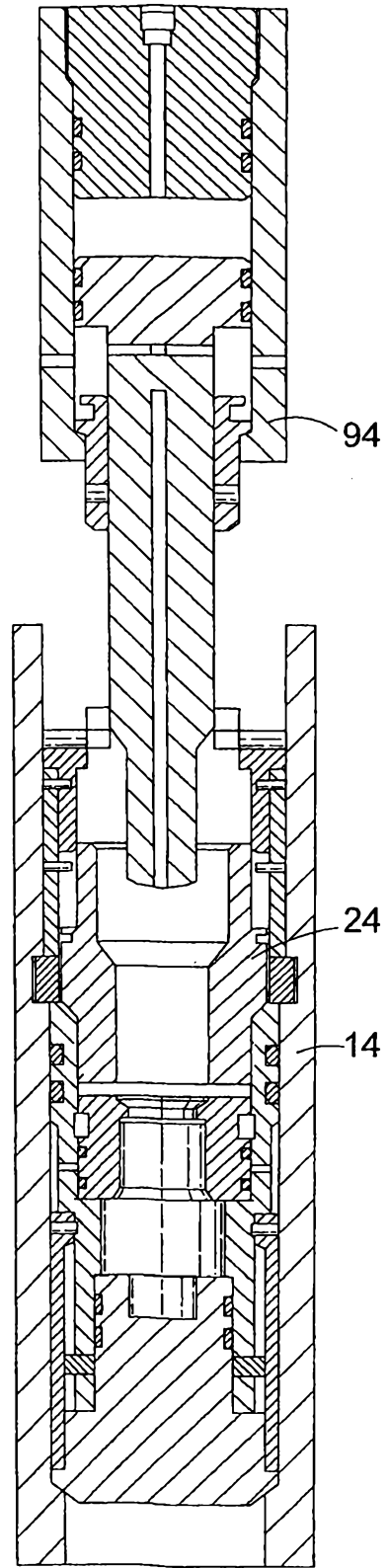


Fig.19

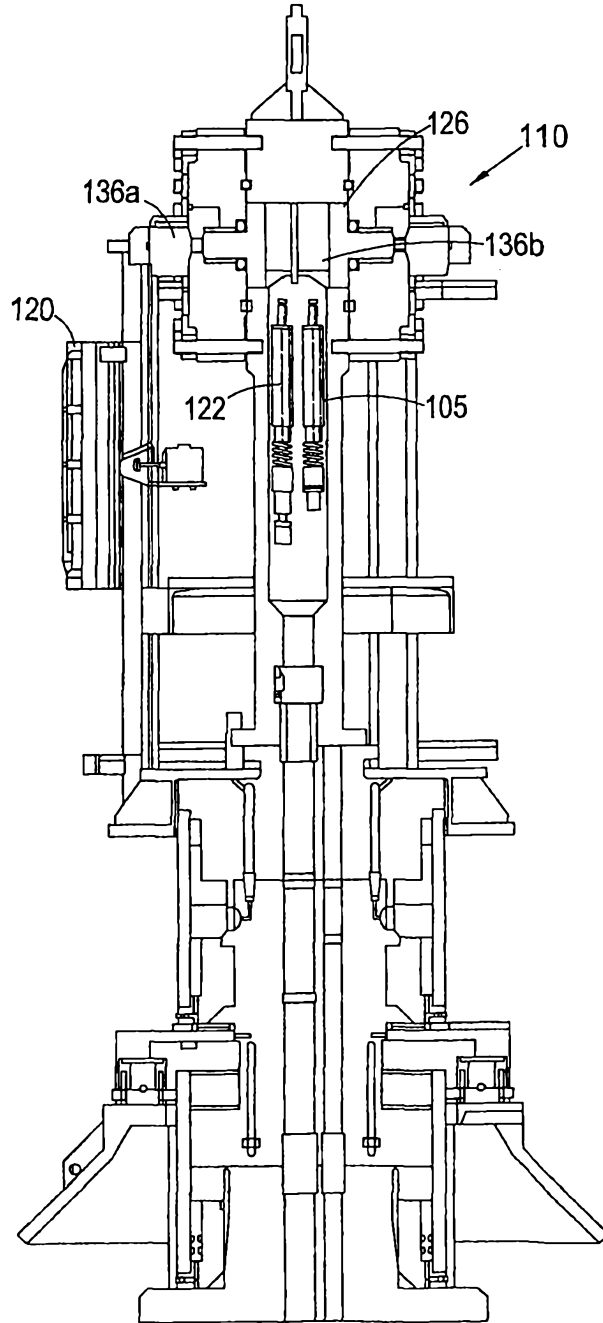


Fig.20