República Federativa do Brasil
Ministério da Indústria, Comércio Exterior
e Serviços
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0600413-0 B1

(22) Data do Depósito: 10/01/2006

(45) Data de Concessão: 20/06/2017

(54) Título: CONJUNTO DE POÇO SUBMARINO

(51) Int.Cl.: E21B 43/36; B01D 17/00

(30) Prioridade Unionista: 10/01/2005 US 11/032,545

(73) Titular(es): VETCO GRAY INC.

(72) Inventor(es): STEPHEN P. FENTON; JON E. HED; ROBERT N. ROGERS

"CONJUNTO DE POÇO SUBMARINO"

Referência Cruzada a Pedido Relacionado

[0001] Este pedido reivindica prioridade de um pedido de continuação em parte n°. de Série 11/032.545, depositado em 10 de janeiro de 2005, que reivindicou prioridade de um pedido de continuação em parte n°. de Série 10/336.122, depositado em 3 de janeiro de 2003, que reivindicou prioridade do pedido provisório n°. de Série 60/386.624, intitulado "Tubing Annulus Valve", e do pedido provisório n°. de Série 60/425.377, depositado em 12 de novembro de 2002, intitulado "Drilling and Producing Deep Water Subsea Wells".

Campo da Invenção

[0002] Esta invenção refere-se em geral a sistemas de cabeça de poço submarinos e, em particular, a um suspensor de tubulação com uma passagem anular de tubulação e uma válvula anular de tubulação com recursos para facilitar testes.

Fundamentos da Invenção

[0003] Um conjunto de cabeça de poço submarino típico tem um alojamento de cabeça de poço de alta pressão sustentado em um alojamento de cabeça de poço de pressão mais baixa e preso a um revestimento que se estende para dentro do poço. Um ou mais suspensores de revestimento repousam ("land") no alojamento de cabeça de poço, o suspensor de revestimento estando localizado na extremidade superior de uma coluna de revestimento, que se estende para dentro do poço até uma profundidade maior. Uma coluna de tubulação estende-se através do revestimento para fluidos de produção. Uma árvore de Natal ou de produção é montada na extremidade superior do alojamento de cabeça de poço para controlar o fluido do poço. A árvore de produção é

tipicamente um conjunto grande, pesado, que tem um número de válvulas e controles montado no mesmo.

[0004] Um tipo de árvore, às vezes chamado de "convencional", tem dois furos ("bores") através da mesma, um dos quais é o furo de produção e o outro é o furo de acesso anular de tubulação. Neste tipo de conjunto de cabeça de poço, o suspensor de tubulação repousa no alojamento de cabeça de poço. O suspensor de tubulação tem duas passagens através do mesmo, uma sendo a passagem de produção e a outra sendo uma passagem anular que se comunica com o espaço anular de tubulação que circunda a tubulação. O acesso ao espaço anular de tubulação é necessário para fazer circular os fluidos para baixo ao longo da tubulação de produção e para cima através do espaço anular de tubulação, ou vice-versa, para controlar o poço ou fazer circular para fora o fluido pesado durante a completação. Depois de o suspensor de tubulação ser instalado e antes de o condutor submarino de perfuração ser removido para instalação da árvore, tampões são colocados temporariamente nas passagens do suspensor de tubulação. A árvore tem tubos de isolamento que se alinham em engate com as passagens no suspensor de tubulação quando a árvore repousa no alojamento de cabeça de poço. Este tipo de árvore é normalmente assentado em um condutor submarino de completação que tem duas colunas de conduto. Em um condutor submarino de completação de duas colunas, uma coluna estende-se a partir da passagem de produção da árvore até a embarcação de superfície, enquanto a outra se estende a partir da passagem anular de tubulação na árvore até a embarcação de superfície. Leva tempo, contudo, montar e assentar ("run") um condutor submarino de completação de duas colunas. Além disto, as embarcações de perfuração podem não ter tal condutor submarino de completação

disponível, exigindo que um seja fornecido em uma base de aluguel.

[0005] Em outro tipo de árvore, às vezes chamada árvore "horizontal", há apenas um único furo na árvore, sendo ele a passagem de produção. A árvore é repousada antes que o suspensor de tubulação seja instalado, então o suspensor de tubulação é abaixado e repousado na árvore. O suspensor de tubulação é abaixado através do condutor submarino, que é tipicamente um condutor submarino de perfuração. O acesso ao espaço anular de tubulação está disponível através de linhas de ataque e descarga do condutor submarino de perfuração. O suspensor de tubulação não tem uma passagem anular através do mesmo, mas um desvio estende-se através da árvore até um espaço vazio localizado acima do suspensor de tubulação. Este espaço vazio comunica-se com as linhas de ataque e descarga quando o preventor de explosão ("blowout preventor") é fechado na coluna de assentamento de suspensor de tubulação. Neste sistema, a árvore é assentada no tubo de perfuração, impedindo assim que a torre da sonda de perfuração da plataforma flutuante seja empregada em outro poço enquanto a árvore está sendo assentada.

[0006] Em outro e menos comum tipo de sistema de cabeça de poço, um suspensor de tubulação concêntrico repousa no alojamento de cabeça de poço de maneira idêntica à de um conjunto de cabeça de poço convencional. O suspensor de tubulação tem uma passagem de produção e uma passagem anular. Entretanto, a passagem de produção é concêntrica com o eixo geométrico do suspensor de tubulação, e não ligeiramente deslocada como em suspensores de tubulação convencionais. A árvore não tem uma passagem anular de tubulação vertical através dela, portanto um condutor submarino de completação não é necessário.

Consequentemente, a árvore pode ser assentada em um condutor submarino de um furo só. Uma válvula anular de tubulação está localizada no suspensor de tubulação uma vez que um tampão não pode ser temporariamente instalado e recuperado da passagem anular de tubulação com este tipo de árvore.

[0007] Normalmente, a válvula anular de tubulação é uma válvula de retenção que impede o fluxo para cima ou ascendente que pode ocorrer através do espaço anular de tubulação, mas permite o fluxo para baixo ou descendente. Uma desvantagem é que não se pode testar prontamente uma válvula de retenção anular de tubulação para determinar se está ou não adequadamente fechada. Têm sido feitas propostas para utilizar uma válvula anular de tubulação que é hidraulicamente acionada e que, portanto, pode ser testada de cima. Entretanto, as propostas exigem passagens hidráulicas no suspensor de tubulação, que tomam espaço e acrescentam complexidade ao suspensor de tubulação.

Sumário da Invenção

[0008] O conjunto de cabeça de poço submarino desta invenção utiliza um suspensor de tubulação essencialmente concêntrico e uma árvore leve, não exigindo assim o assentamento de um condutor submarino de completação de duas colunas. A árvore pode ser assentada de maneira eficaz em uma linha ou cabo de içamento, embora possa ser assentada também em um condutor submarino leve, de pequeno diâmetro. A árvore é de um só furo, que não tem passagem anular que se estenda verticalmente através da mesma. Ao invés, o acesso ao espaço anular é provido por uma passagem que leva até a parte lateral externa da árvore para conexão com uma linha externa.

[0009] O suspensor de tubulação repousa no alojamento de cabeça de poço na modalidade preferida. O suspensor de tubulação tem uma passagem de produção que fixa em registro com a passagem de produção da árvore quando a árvore é repousada. Um tubo de isolamento estende-se da árvore para dentro do suspensor de tubulação para comunicar a tubulação de produção com a passagem de produção na árvore.

[00010] O suspensor de tubulação tem também, de preferência, uma passagem anular de tubulação deslocada. A passagem anular de tubulação comunica o espaço anular de tubulação com o espaço vazio que circunda o tubo de isolamento acima do suspensor de tubulação. Uma válvula anular de tubulação está localizada na extremidade superior da passagem anular de tubulação para bloquear seletivamente a comunicação entre o espaço vazio e a passagem anular de tubulação. A válvula anular de tubulação da modalidade preferida tem uma vedação de metal com metal dinâmica primária para maior durabilidade.

[00011] A válvula anular de tubulação inclui um elemento móvel que se move por entre uma posição aberta e uma posição fechada. De preferência, o movimento é vertical, com a posição aberta estando abaixo da posição fechada. De preferência, todo o conjunto de circuitos hidráulicos para mover a válvula entre as posições aberta e fechada está localizado fora do suspensor de tubulação. A válvula se move para a posição aberta em resposta a um elemento de engate da ferramenta de assentamento de suspensor de tubulação e, subsequentemente, a um elemento de engate da árvore. Um dispositivo de retenção retém a válvula na posição fechada. Isto permite que a pressão de fluido de teste seja aplicada de cima à passagem anular de tubulação sem fazer com que a válvula se desloque até a

posição aberta. Quando o elemento de engate engata com o elemento móvel da válvula, ele libera o dispositivo de retenção.

Breve Descrição dos Desenhos

[00012] As figuras 1A e 1B compreendem uma vista em corte vertical de um conjunto de cabeça de poço construído de acordo com esta invenção;

[00013] A figura 2 é uma vista em corte ampliada de uma parte do conjunto de cabeça de poço da figura 1;

[00014] A figura 3 é uma vista em corte ampliada de uma parte do conjunto de cabeça de poço das figuras 1A-1B, mas mostrada em um plano de corte diferente para ilustrar a válvula anular de tubulação em uma posição fechada.

[00015] A figura 4 é uma vista em corte ampliada da válvula anular de tubulação da figura 3, mostrada em uma posição aberta e engatada por um elemento de engate da árvore de produção;

[00016] A figura 5 é uma vista em corte ampliada da válvula anular de tubulação da figura 3, mostrada em uma posição fechada enquanto uma ferramenta de assentamento de suspensor de tubulação é conectada ao suspensor de tubulação.

[00017] A figura 6 é uma vista em corte da válvula anular de tubulação conforme mostrada na figura 55, mas mostrada em uma posição fechada.

[00018] As figuras 7A e 7B compreendem uma vista em corte de uma modalidade alternativa de uma válvula anular de tubulação.

[00019] As figuras 8A e 8B compreendem uma vista em corte ampliada de uma parte da válvula anular de tubulação das figuras 7A e 7B.

Descrição Detalhada da Invenção

[00020] Com referência à figura 1B, a parte inferior de um conjunto de cabeça de poço 11 inclui um alojamento de cabeça de poço externo ou de baixa pressão 13, que se localiza no fundo do mar e é preso a uma coluna de um tubo condutor de grande diâmetro 15, que se estende para dentro do poço. Nesta modalidade, uma primeira coluna de revestimento 17 é suspensa sobre uma extremidade inferior do alojamento de cabeça de poço externo 13 por um suspensor 19. Entretanto, o revestimento 17 e o suspensor 19 nem sempre são suspensos do alojamento de cabeça de poço externo 13 e podem ser eliminados em muitos casos.

[00021] Um alojamento de cabeça de poço interno ou de alta pressão 21 repousa em e é sustentado dentro do furo do alojamento de cabeça de poço externo 13. O alojamento de cabeça de poço interno 21 está localizado na extremidade superior de uma coluna de revestimento 23, que se estende através do revestimento 17 até uma profundidade maior. O alojamento de cabeça de poço interno 21 tem um furo 25, com pelo menos um suspensor de revestimento 27 localizado no mesmo. O suspensor de revestimento 27 é vedado dentro do furo 25 e preso à extremidade superior de uma coluna de revestimento 29, que se estende através do revestimento 23 até uma profundidade maior. Nesta modalidade, um suspensor de tubulação 31 é repousado dentro do furo 25 do alojamento de cabeça de poço interno 21. Especificamente, o suspensor de tubulação 31 repousa dentro do suspensor de revestimento 27. O suspensor de tubulação 31 é vedado no suspensor de revestimento 27 e preso à extremidade superior de uma coluna de tubulação de produção 33. O suspensor de tubulação 31 tem uma passagem de produção 32, que é coaxial com a tubulação 33.

[00022] Com referência à figura 2, o furo 25 tem uma parte inferior 25a, que tem um diâmetro menor que o da parte superior 25b. Isto resulta em um ombro ("shoulder") ou parte de transição cônica voltada geralmente para cima 25c, localizado entre as partes 25a e 25b. A parte superior 25b do furo do alojamento de cabeça de poço tem um perfil chanfrado 35 formado nela acima do suspensor de tubulação 31. O perfil 35 está localizado a uma curta distância abaixo do aro 31, que é a extremidade superior do alojamento de cabeça de poço interno 21.

[00023] Conforme mostrado na figura 1A, uma árvore de Natal ou de produção 39 tem uma parte inferior que se insere no alojamento de cabeça de poço 21. A árvore de produção 39 tem uma passagem de produção 41 que se estende através dela que tem um orifício ("port") de saída 41a, que se estende lateralmente para fora. A árvore de produção 39 tem um tubo de isolamento 43, que pende para baixo a partir de sua extremidade inferior e se alinha, de forma vedante, na passagem de produção 32 do suspensor de tubulação 31. A extremidade inferior da árvore de produção 39 estende-se para dentro do furo 25 do alojamento interno de cabeça de poço 21 até a seção de transição 25c do furo (figura 2).

[00024] Novamente com referência à figura 2, um elemento de orientação 44 é uma parte de e se estende para cima a partir do suspensor de tubulação 31. Uma luva de orientação 46 com uma superfície helicoidal é presa à extremidade inferior da árvore de produção 39. Quando a árvore 39 é abaixada para dentro do alojamento de cabeça de poço 21, a luva de orientação 46 engata com o elemento de orientação 44 para girar a árvore de produção 39 e orientá-la na direção desejada com relação ao suspensor de tubulação 31.

[00025] A árvore 39 inclui um conjunto conector para prendê-la ao alojamento de cabeça de poço 21. O conjunto conector inclui um corpo conector 45, que tem um ombro voltado para baixo 47 que repousa no aro 37. O corpo conector 45 é rigidamente preso à árvore 39. Uma vedação 49 veda entre o aro 37 e o ombro 47. O corpo conector 45 estende-se também para baixo para dentro do alojamento de cabeça de poço 21. Um elemento de travamento 51 está localizado na extremidade inferior do corpo conector 45 para engatar o perfil 35. O elemento de travamento 51 pode ser de diversos tipos. Nesta modalidade, o elemento de travamento 51 compreende um anel dividido externo que tem um perfil de correspondência com o chanfro 35. Uma pluralidade de orelhas ("dogs") 53 localizadas no diâmetro interno do elemento de travamento 51 empurram o elemento de travamento 51 em sentido radial para fora quando movidas por uma luva de came 55. A luva de came 55 move-se axialmente e é hidraulicamente acionada pelo fluido hidráulico fornecido a um pistão 57.

[00026] O conjunto conector tem uma parte estendida ou retentora 59, que se estende para baixo a partir do corpo conector 45 nesta modalidade. A parte estendida 59 está localizada acima da e presa à luva de orientação 46. Um colar 60 é rosqueado no diâmetro externo da parte estendida 59 para reter o elemento de travamento 51 e as orelhas 53 com o corpo conector 45. Alternativamente, as orelhas 53 podem ser utilizadas para entrar engatar com o perfil 35 e o elemento de travamento 51 omitidos. Nesse caso, janelas podem ser providas para as orelhas no corpo conector 45, e a parte estendida 59 e o colar 60 seriam formados integralmente com o corpo conector 45.

[00027] Com referência à figura 1A, uma passagem de fluido de controle 61 estende-se, através da árvore 39, até a parte lateral externa para fornecer fluido de controle. Embora não mostradas, há várias destas passagens e elas levam até os tubos conectores na extremidade inferior da árvore. Os tubos conectores se alinham nas passagens correspondentes na extremidade superior do suspensor de tubulação 31. Estas passagens levam até linhas de controle hidráulicas, que não são mostradas, mas se estendem abaixo do suspensor de tubulação 31 no lado de fora da tubulação de produção 33. Estas linhas de controle levam até o equipamento no fundo do poço na coluna de tubulação, tal como uma válvula de segurança de fundo de poço e uma luva corrediça.

[00028] Pelo menos uma válvula é montada na árvore de produção 39 para controle do fluxo de fluido. Na modalidade preferida, as válvulas incluem uma válvula mestra 63 e uma válvula de pistoneio ("swab valve") localizadas na passagem de produção 41. Uma válvula lateral ("wing valve") 67 é montada no orifício 41a. O acionador hidráulico 68 para a válvula lateral 67 é mostrado. As válvulas 63 e 65 podem ser acionadas hidraulicamente ou acionadas mecanicamente (tipicamente por ROV). A válvula lateral 67 é conectada a um loop de linha de fluxo 69, que leva até um conector de linha de fluxo 71 no lado oposto, conforme mostrado na figura 1B. O conector de linha de fluxo 71 será conectado a uma linha de fluxo 73 que leva tipicamente até um equipamento de processamento submarino ou manifolde ("manifold"). Nesta modalidade, a linha de fluxo 73 é montada em um pino guia vertical 75 que se alinha com um funil 77. O funil 77 é sustentado a partir da árvore 39 por um braço 79. Outros tipos de conexão com o conector de linha de fluxo 71 podem ser também utilizados.

[00029] Novamente com referência à figura 1A, a árvore 39 tem um mandril 81 em sua extremidade superior que se projeta para cima. O mandril 81 é dimensionado para receber tipicamente um conector para conexão com um condutor submarino leve, de pequeno diâmetro, tal como para determinados fins de intervenção. O mandril 81 também permite outros métodos de intervenção.

[00030] A figura 3 ilustra uma passagem anular de tubulação 83, que não é mostrada nas figuras 1B ou 2 porque a passagem anular de tubulação 83 está localizada em um plano de corte vertical diferente do mostrado nas figuras 1B e 2. A passagem anular de tubulação 83 estende-se verticalmente através do suspensor de tubulação 31 a partir de uma parte de extremidade superior até uma extremidade inferior, onde se comunica com um espaço anular de tubulação 85, que circunda a tubulação 33. As extremidades superior e inferior da passagem anular de tubulação 83 podem ser ligeiramente deslocadas radialmente uma da outra, conforme mostrado na figura 3. Um espaço vazio anular 87 circunda o tubo de isolamento 43 entre a extremidade superior do suspensor de tubulação 31 e a extremidade inferior da árvore 39.

[00031] Uma válvula anular de tubulação 89 é montada na passagem anular de tubulação 83 para bloquear o fluxo na passagem anular de tubulação 83 em qualquer direção quando fechada. Com referência à figura 4, a válvula anular de tubulação 89 tem uma base de haste 91 que é presa por roscas 93 à passagem anular de tubulação 83. Uma haste 95 estende-se para cima a partir da base de haste 91 ao longo do eixo geométrico da passagem anular de tubulação 83. Uma cabeça de válvula ampliada 97 forma a extremidade superior da haste 95. A cabeça de válvula 97 tem uma vedação resiliente secundária assim como uma

vedação com ressalto primária 99, que é feita de metal nesta modalidade.

[00032] Uma luva seletora 101 é conduzida reciprocamente na passagem anular de tubulação 83. Enquanto na posição fechada superior mostrada nas figuras 3 e 5, a extremidade superior da luva 101 está a uma curta distância abaixo da parte de extremidade superior do suspensor de tubulação 31. Enquanto na posição aberta inferior, mostrada nas figuras 4 e 6, a luva 101 está em uma posição inferior com relação à cabeça de válvula 97. A luva 101 tem um orifício ou sede de diâmetro reduzido 103 formado em seu interior. A sede 103 é engatada de forma vedante pela vedação com ressalto 99 assim como pela vedação resiliente da cabeça de válvula 97, enquanto a luva 101 está na posição superior.

[00033] Um anel dividido inclinado para fora 105 é montado no diâmetro externo da luva 101 próximo de sua extremidade superior. O anel dividido 105 tem uma superfície superior afilada para baixo e uma superfície inferior que está localizada em um plano perpendicular ao eixo geométrico da passagem anular de tubulação 83. Um chanfro conjugado 107 é engatado pelo anel dividido 105 enquanto a luva 101 está na posição fechada superior. O anel dividido 105 encaixa-se por pressão no chanfro 107, operando como um detentor ou retentor para impedir o movimento descendente da luva 101.

[00034] A figura 4 mostra uma ferramenta ou elemento de engate 109, que se estende para dentro da extremidade superior da passagem anular de tubulação 83 em engate com a extremidade superior da luva 101. O elemento de engate 109 é um componente da árvore 39 que se estende para baixo e é utilizado para mover a luva 101 da posição superior até a posição inferior. Um segundo elemento de

engate 109' idêntico, mostrado nas figuras 5 e 6, é montado em uma ferramenta de assentamento 111, utilizada para assentar o suspensor de tubulação 31. O elemento de engate 109 tem um rebordo 113 em sua extremidade inferior que se conjuga com o afilamento voltado para cima no anel dividido 105. O rebordo 113 desliza por sobre o e faz com que o anel dividido 105 se contraia, permitindo que o elemento de engate 109 empurre a luva 101 para baixo para a posição aberta. Uma mola 115, que pode ser de uma pluralidade de arruelas Belleville, está localizada entre a base de haste 91 e a extremidade inferior da luva 101. A mola 115 impele a luva 101 para a posição fechada superior. Qualquer pressão na passagem 83 ajudaria a mola 115 a mover a luva 101 para a posição fechada.

[00035] O elemento de engate 109 é preso à extremidade inferior de um acionador 117, que é montado na árvore 39. O acionador 117 é um elemento tubular oco, com extremidades abertas conduzidas reciprocamente na passagem anular de tubulação 118 na árvore 39 (figura 2). O acionador 117 tem uma parte de pistão em seu lado externo que é seletivamente abastecida com fluido hidráulico para mover o acionador 117 por entre as posições superior e inferior. A passagem anular de tubulação 118 estende-se através da árvore 39 até a parte lateral externa da árvore 39 para conexão com uma linha anular de tubulação que leva tipicamente até um manifolde submarino. A passagem anular de tubulação na árvore 118 não se estende axialmente até a extremidade superior da árvore 39.

[00036] Quando o acionador 117 é movido para a posição inferior, o elemento de engate 109 engata com e empurra a luva 101 da posição fechada até a posição aberta. As figuras 5 e 6 mostram um acionador 117' similar, que faz parte da ferramenta de assentamento 111 e funciona de

maneira idêntica ao acionador 117. Como o acionador 117, o acionador 117' tem uma parte de pistão que é conduzida em uma câmara de fluido hidráulico para provocar o movimento para cima e para baixo em resposta à pressão hidráulica. A passagem 118' leva até uma parte superior externa da ferramenta de assentamento 111 para distribuir e receber o fluido do espaço anular de tubulação.

[00037] A ferramenta de assentamento 111 tem recursos convencionais para assentar o suspensor de tubulação 31, que incluem o estabelecimento de uma vedação entre o suspensor de tubulação 31 e o furo 25 do alojamento de cabeça de poço 21 (figura 3). A ferramenta de assentamento 111 tem um elemento de travamento 119, que é expansível radialmente e para fora para dentro da um chanfro conjugado formado em uma parte de luva interna que se estende para cima do suspensor de tubulação 31. O elemento de travamento 119 prende a ferramenta de assentamento 111 ao suspensor de tubulação 31 enquanto a tubulação 33 está sendo abaixada para dentro do poço. O elemento de travamento 119 é energizado e liberado por um acionador 121 do elemento de travamento, que é também acionado hidraulicamente. A ferramenta de assentamento 111 tem uma luva 123 que desliza, de forma vedante, para dentro do furo 32 do suspensor de tubulação 31. A luva 123 isola a extremidade superior da passagem anular de tubulação 83 da passagem de produção 32 (figura 3) no suspensor de tubulação 31.

[00038] Em funcionamento, o alojamento de cabeça de poço externo 13 é preso ao condutor 15, que é instalado na primeira seção do poço. O alojamento de cabeça de poço 21 é preso ao revestimento 23, que é instalado no poço. Um condutor submarino de perfuração e um conjunto marítimo inferior, que inclui um preventor de explosão, são

assentados no alojamento de cabeça de poço 21. O poço é perfurado mais profundamente e o revestimento 29 é assentado e suspenso pelo suspensor de revestimento 27 no furo 25 do alojamento de cabeça de poço 21. Em seguida, a tubulação de produção 33 é assentada através do condutor submarino de perfuração com o suspensor de tubulação 31.

[00039] Conforme mostrado na figura 5, a ferramenta de assentamento 111 é presa ao suspensor de tubulação 31 para assentar e instalar o suspensor de tubulação 31. Uma vez conectado, o acionador 117' é de preferência avançado ("stroked") para mover o elemento de engate 109' para baixo, fazendo assim com que a luva seletora 101 se mova para baixo. Isto abre a passagem anular de tubulação 83 para fluxo para cima e para baixo. Um conduto, tipicamente um tubo de perfuração, será conectado à extremidade superior da ferramenta de assentamento 111 para assentar a tubulação 33.

[00040] Depois de fixado o suspensor de tubulação 31, o operador pode testar a válvula anular 89 avançando o acionador 117' para cima, desengatando o elemento de engate 109 da luva 101, conforme mostrado na figura 5. A mola 115 empurra a luva 101 para a posição fechada superior. Nesta posição, a vedação 99 na cabeça de válvula estará engatando com a sede 103 da luva, bloqueando o fluxo na direção para cima ou na direção para baixo. Enquanto na posição superior, o anel dividido detentor 105 entra engata com o chanfro 107, impedindo qualquer movimento para baixo.

[00041] O operador em seguida aplica pressão de fluido à passagem 118' dentro da ferramenta de assentamento 111. Isto pode ser feito fechando-se o preventor de explosão no tubo de perfuração acima da ferramenta de assentamento 111. A extremidade superior da passagem 118'

comunica-se com um espaço anular que circunda o tubo de perfuração abaixo do preventor de explosão. Este espaço anular está também em comunicação com uma das linhas de ataque e descarga. O operador bombeia o fluido para baixo ao longo da linha de ataque e descarga, fluido este que flui para baixo ao longo da passagem 118' e age contra a luva 101. O anel dividido 105 impede que a luva seletora 101 se mova para baixo, permitindo que o operador determine se as vedações 99 na cabeça de válvula 97 estão ou não vazando.

[00042] O poço é perfurado e completado de uma maneira convencional. Em uma técnica, isto pode ser feito antes da instalação da árvore 39 pelo abaixamento de uma pistola de perfuração através da coluna de assentamento do suspensor de tubulação no condutor submarino de perfuração e através da tubulação 33. A coluna de assentamento do suspensor de tubulação pode incluir opcionalmente uma árvore de teste submarina que se estende através do condutor submarino de perfuração. Se desejado, o operador pode fazer circular para fora fluido pesado contido no poço antes da perfuração. Isto pode ser feito pela abertura da válvula anular de tubulação 89 avançando o acionador 117' e o elemento de engate 109' para baixo. O elemento de engate 109' libera o anel dividido 105 do chanfro 107 e empurra a luva 101 para baixo para a posição aberta da figura 6. Um orifício como uma luva corrediça (não mostrada) na extremidade inferior da tubulação 33 é convencionalmente aberto e o preventor de explosão é fechado em volta da coluna de assentamento do suspensor de tubulação. O operador pode fazer circular para baixo ao longo da coluna de assentamento e da tubulação 33, com o fluxo retornando para cima, ao longo do espaço anular 85 da tubulação, para dentro do condutor submarino e para cima, o longo de uma

linha de ataque e descarga. A circulação inversa pode ser também efetuada.

[00043] Depois da perfuração e do teste, o operador fixará um tampão transportado por um cabo (não mostrado) em um perfil na passagem de produção 32 do suspensor de tubulação. A válvula anular de tubulação 89 é fechada avançando-se o acionador 117' para cima, fazendo com que a mola 115 mova a luva 101 para cima. O operador recupera então a ferramenta de assentamento 111 na coluna de assentamento através do preventor de explosão e do condutor submarino de perfuração. A válvula de segurança de fundo de poço (não mostrada) na tubulação 33 está acima das perfurações e está de preferência fechada para prover uma primeira barreira de pressão. O tampão do cabo na passagem de produção 32 do suspensor de tubulação provê uma segunda barreira de pressão. O espaço anular 85 da tubulação normalmente não teria pressão, e a válvula anular de tubulação 89 proveria uma barreira de pressão caso a pressão existisse.

[00044] O operador em seguida liberará o condutor submarino de perfuração do alojamento de cabeça de poço 21 e assentará a árvore 39. A árvore 39 não é, de preferência, assentada em um condutor submarino, embora pudesse sê-lo. Se não for assentada em um condutor submarino, isto libera a torre na plataforma flutuante para funcionar nos poços próximos no campo que está sendo desenvolvido. A plataforma deve ser movida uma curta distância até uma nova localização para perfuração de um novo poço ou completação do trabalho em um poço parcialmente perfurado. A árvore 39 é de preferência assentada por um cabo ou linha de içamento com a ajuda de um ROV (veículo de acionamento remoto). O guincho da linha de içamento pode estar localizado na mesma plataforma,

deslocado para um lado a partir da torre, ou pode ficar em uma plataforma separada, que pode ter um guindaste para diversos fins, mas nenhuma torre. Em ambos os casos, o guincho para o cabo está localizado em um lugar que fica fora do percurso crítico para operações de perfuração. O cabo (não mostrado) tem um conector que é conectado ao mandril 81 da árvore de produção 39.

[00045] À medida que a árvore 39 repousa no alojamento de cabeça de poço 21, sua extremidade inferior se moverá para dentro do furo 25 do alojamento de cabeça de poço 21, e o tubo de isolamento 43 será alinhado na passagem de produção 32 do suspensor de tubulação 31. Enquanto é abaixado, o elemento de orientação 44 engata com a luva de orientação 46 para orientar apropriadamente a árvore 39 com relação ao suspensor de tubulação 31. Uma vez repousado, o operador fornece pressão de fluido hidráulico à luva de came 55, fazendo com que as orelhas 53 empurrem o elemento de travamento 51 (figura 2) para a posição engatada externa com o perfil 35. O conector de linha de fluxo 71 (figura 1B) da árvore 39 é conectado à linha de fluxo 73 e a passagem anular de tubulação (não mostrada) na árvore 39 é conectada a um manifolde ou a uma instalação afim.

[00046] Em uma técnica preferida, com a ajuda de um ROV, o operador conecta uma ferramenta de recuperação (não mostrada) ao mandril 81 e remove o tampão (não mostrado) no suspensor de tubulação 31. A ferramenta de recuperação tem uma haste que se estende para baixo que se estende, através da passagem de produção 41 da árvore, para dentro da passagem de produção 32 do suspensor de tubulação. A válvula de segurança de fundo de poço pode ser fechada durante este procedimento para isolar qualquer pressão da passagem de produção 41 da árvore. Além disto, a

ferramenta de recuperação utiliza vedações para controle de pressão em volta de sua haste. Uma vez removido o tampão do suspensor de tubulação 31, a árvore 39 deve estar pronta para produção.

[00047] Durante a produção, a válvula anular de tubulação 89 pode permanecer fechada, mas é tipicamente mantida aberta para monitorar a pressão no espaço anular 85 da tubulação. Se a válvula anular de tubulação 89 for fechada, ela pode ser aberta em qualquer momento avançando-se o acionador 117 (figura 4) da árvore 39 para baixo. Qualquer pressão dentro do espaço anular 85 da tubulação é comunicada através da passagem anular de tubulação 118 na árvore 39 e a uma instalação de monitoramento.

[00048] Para uma operação de intervenção que não envolva puxar a tubulação 33, um condutor submarino leve com preventor de explosão pode ser preso ao mandril 81 da árvore. Um cabo de alimentação ("umbilical line") conectaria tipicamente a passagem anular de tubulação na árvore 39 à embarcação de superfície. Ferramentas operadas a cabo podem ser abaixadas através do condutor submarino, da passagem 41 da árvore e da tubulação 33. O poço pode ser controlado avançando-se o acionador 117 (figura 4) para baixo para abrir a válvula anular de tubulação 89. A circulação pode ser feita bombeando-se para baixo ao longo do condutor submarino, através da tubulação 33 e de um orifício inferior da tubulação 33 até o espaço anular 85 da tubulação. O fluido retorna, através da passagem anular 83 de tubulação e da passagem 118 da árvore 39, ao cabo de alimentação.

[00049] Para as operações de intervenção que exijam puxar a tubulação 33, a árvore 39 deve ser removida do alojamento de cabeça de poço 21. O condutor submarino leve não seria necessário se o tampão do suspensor de

tubulação fosse novamente fixado no suspensor de tubulação 31 com a ferramenta transportada pelo ROV. A válvula de segurança de fundo de poço seria fechada. A árvore 39 é recuperada em um cabo com a ajuda de um ROV. Em seguida, um condutor submarino de perfuração é abaixado para engate com o alojamento de cabeça de poço 11. O operador recupera a tubulação 33 e efetua a intervenção de maneira convencional.

[00050] As figuras 7 e 8 revelam uma terceira modalidade. Nesta modalidade, uma mola em espiral, como a mola em espiral 115 da figura 5, não é empregada para retornar a válvula seletora, ao invés disso, o acionador puxa a luva da válvula para cima. Na descrição desta modalidade, são utilizados os números de alguns componentes comuns às outras modalidades. Uma passagem anular de tubulação 125 da ferramenta de assentamento estende-se na ferramenta de assentamento 111 para alinhamento axial com uma passagem anular de tubulação 83 no suspensor de tubulação 31. A ferramenta de assentamento 111 pode também ser uma parte da árvore, como nas outras modalidades. Uma luva de isolamento 123 estende-se da ferramenta de assentamento 111 até o furo central 32 do suspensor de tubulação 31. A luva de isolamento 123 é mostrada esquematicamente estendendo-se para baixo a partir da extremidade inferior 124 da ferramenta de assentamento 111.

[00051] Uma luva fixa superior 127 está localizada dentro da passagem anular de tubulação 125 da ferramenta de assentamento. Uma luva fixa inferior 127 localiza-se na passagem do suspensor de tubulação 125 da ferramenta de assentamento e é presa por roscas 131. As luvas fixas 127, 129 são opcionais e provêm proteção à passagem anular de tubulação 125. Um acionador 135 é portado reciprocamente nas luvas fixas 127, 129. O

acionador 135 é um elemento tubular que tem uma passagem através dele. O acionador 135 tem uma parte de diâmetro ampliado que forma um pistão 137, que faz vedação contra o diâmetro interno da luva fixa superior 127. Uma vedação inferior 139 está localizada na luva fixa inferior 129 para vedação contra uma parte de diâmetro menor do acionador 135. Um orifício hidráulico superior 141 leva do lado externo até uma folga anular na passagem anular de tubulação 125. A folga anular comunica-se com um furo de comunicação superior 143 acima do pistão 137. Uma vedação superior 144 no acionador 135 define uma extremidade superior para uma câmara de pressão criada entre o pistão 137 e a vedação superior 144. Nesta modalidade, a área de pressão no pistão 137 é maior que as áreas de pressão na vedação inferior 139 e na vedação superior 144. O fluido hidráulico que escoa através do orifício superior 141 escoa através do furo de comunicação 143 e age contra o pistão 137 para empurrar o acionador 135 para baixo.

[00052] Um orifício hidráulico inferior 145 estende-se do lado externo para dentro de uma folga anular na passagem anular de tubulação 125. O orifício hidráulico inferior 145 comunica-se com um furo de comunicação inferior 147, que por sua vez fornece pressão de fluido hidráulico ao espaço entre o pistão 137 e a vedação inferior 139. A pressão do fluido hidráulico no orifício inferior 145 age contra o lado inferior do pistão 137, empurrando o acionador 135 para cima.

[00053] Uma ferramenta de engate 149 é presa à extremidade inferior do acionador 135 por meio de roscas. A ferramenta de engate 149 é um elemento tubular que tem um diâmetro interno com uma extremidade inferir afilada 151. A ferramenta de engate 149 tem um elemento de travamento liberável que compreende um casquilho (“collet”) 153 com

garras ("fingers") de casquilho dependentes 157. O casquilho 153 tem uma extremidade superior presa por meio de roscas a uma parte de diâmetro interno da ferramenta de engate 149. As garras 157 de casquilho têm nelas saliências voltadas para cima para encaixe por pressão para engate com o ombro ou perfil interno 159, mostrado na figura 8B. Ainda com referência à figura 8B, o ombro 159 está localizado dentro de um pescoço de válvula 161 que é preso a uma luva de válvula 163 por meio de roscas 164. O pescoço de válvula 161 projeta-se acima da luva de válvula 163 e tem um diâmetro interno menor. A extremidade inferior afilada 151 da ferramenta de engate 149 desliza para dentro de uma folga anular entre o pescoço 161 e a luva fixa inferior 129.

[00054] Um retentor de válvula 165 é preso na passagem anular de tubulação 83 para reter a luva de válvula 163. O retentor de válvula 165 é um elemento tubular que tem roscas em seu diâmetro externo e em um diâmetro interno que recebe, de maneira deslizante, a luva de válvula 163. Um dispositivo de retenção ou elemento detentor 167 está localizado entre o retentor de válvula 165 e o pescoço de válvula 161. O elemento detentor 167 é um anel cônico com corte em espiral para permitir que ele seja expansível radialmente. O elemento detentor 167 é configurado de modo que sua extremidade superior engate com um ombro 169 do pescoço de válvula que é voltado para baixo. A extremidade inferior do elemento detentor 167 é maior em diâmetro e engata um ombro 171 do retentor de válvula voltado para cima. A espessura da parede do elemento detentor 167 diminui de sua extremidade inferior para sua extremidade superior. Na posição mostrada na figura 8B, o elemento detentor 167 impede o movimento do pescoço de válvula 161 para baixo, permitindo o teste da

pressão de cima. A extremidade afilada 151 da ferramenta de engate 149 desliza contra o diâmetro externo afilado do elemento detentor 167. O movimento para baixo contínuo a partir da posição mostrada na figura 8B fará com que a extremidade inferior do elemento detentor 167 se contraia radialmente para dentro, liberando-se do ombro 171 do retentor de válvula. Neste ponto, o movimento para baixo contínuo da ferramenta de engate 149 faz com que a luva de válvula 163 se mova para baixo.

[00055] A luva de válvula 163 móvel tem uma sede interna 173 localizada imediatamente abaixo da parte de diâmetro ampliado 174. A sede 173 tem um diâmetro interno menor que a parte de diâmetro ampliado 174. As vedações de diâmetro interno 175 são montadas na luva de válvula 163 na sede 173. As vedações de diâmetro externo 177 vedam o diâmetro externo da luva de válvula 163 à passagem anular de tubulação 83.

[00056] Um elemento de batente tubular 179 é montado estacionariamente na passagem anular de tubulação 83, conforme mostrado na figura 7B. O elemento de batente 179 tem passagens 181 que se estendem através dele para comunicar o fluido anular de tubulação ao interior da luva de válvula 163. Uma haste de válvula 183 tem sua extremidade inferior presa por roscas à extremidade superior do elemento de batente tubular 179. A haste de válvula 183 tem uma cabeça de válvula 185 em sua extremidade superior que é engatada pelas vedações 175 da sede enquanto a luva de válvula 163 está na posição fechada.

[00057] No funcionamento das modalidades das figuras 7 e 8, a passagem 125 da ferramenta de assentamento 111 é alinhada axialmente com a passagem anular 83 do suspensor de tubulação 31. A luva fixa inferior 129

estende-se para baixo a partir da extremidade inferior 124 da ferramenta de assentamento 111 para dentro da passagem anular de tubulação 83. A luva fixa inferior 129 circunda uma parte do pescoço de válvula 161.

[00058] A luva de válvula 163 é movida para a posição aberta pelo fornecimento de pressão de fluido hidráulico ao orifício superior 141, que age contra o pistão 137, fazendo com que o acionador 135 avance para baixo. O casquilho 153 se encaixará por pressão, para engate com o pescoço de válvula 161. Ao mesmo tempo, a extremidade inferior afilada 151 da ferramenta de engate 149 comprime a extremidade inferior do elemento detentor 167. A retração do elemento detentor 167 libera a luva de válvula 163 para que ela se mova para baixo. Quando movida para baixo, as vedações 175 da sede ficarão localizadas abaixo da cabeça de válvula 185. Qualquer fluido anular de tubulação pode fluir em volta da cabeça de válvula 185 para dentro da área ampliada 174 da luva de válvula 163 e até o interior do acionador 135.

[00059] Para fechar a luva de válvula 163, o operador fornece pressão de fluido hidráulico ao orifício hidráulico 145. A pressão de fluido flui através do furo de comunicação 147 e age contra o lado inferior do pistão 137, provocando o movimento ascendente do acionador 135. O engate das garras 157 do casquilho com o ombro 159 puxa a luva de válvula 163 para acima. Quando atinge a posição superior, o elemento detentor 167 se expandirá radialmente para fora para engatar o ombro 171 do retentor para impedir o movimento descendente da luva de válvula 163.

[00060] Para recuperar a ferramenta de assentamento 111, o operador desconectará seu engate separado com o suspensor de tubulação 31 e puxará para cima. Um puxão excessivo fará com que as garras 157 do

casquilho se liberem ou se soltem do pescoço de válvula 161. O puxão contínuo faz com que a luva fixa inferior 129 seja puxada da passagem anular de tubulação 83 no suspensor de tubulação 31. Em seguida, quando se instalar a árvore, a árvore terá uma ferramenta de engate e um acionador semelhantes para executar as operações de abertura e fechamento da luva de válvula 163. Se houver uma falha hidráulica, a luva de válvula 163 permanecerá na posição na qual falhou.

[00061] A invenção tem vantagens significativas. O acesso ao espaço anular de tubulação é prontamente obtenível avançando-se um acionador na árvore ou na ferramenta de assentamento do suspensor de tubulação. O dispositivo de retenção permite que a válvula anular de tubulação seja testada de cima. Todas as passagens e componentes hidráulicos para fazer avançar o acionador para a válvula anular de tubulação estão localizados fora do suspensor de tubulação. Isto evita a utilização do espaço interno na parede do suspensor de tubulação que é necessário para outras passagens.

[00062] Embora a invenção tenha sido mostrada sob apenas uma de suas formas, deve ser evidente aos versados na técnica que ela não está limitada a ela, mas é passível de diversas alterações sem que se abandone o escopo da invenção. Por exemplo, embora a válvula anular de tubulação seja mostrada em conexão com uma árvore que é conectada internamente ao alojamento de cabeça de poço, ela pode ser utilizada com árvores que são conectadas externamente. Além disto, a válvula anular de tubulação pode ser utilizada com um suspensor de tubulação repousado em uma árvore, tal como uma árvore horizontal, e não em um alojamento de cabeça de poço. Outros tipos de dispositivo de retenção podem ser utilizados para reter a válvula

anular na posição fechada para teste. Por exemplo, um dispositivo de preensão no elemento de engate da ferramenta de assentamento pode ser utilizado para agarrar a luva seletora e mantê-la em uma posição superior enquanto o teste estiver ocorrendo. A árvore pode ser assentada em um condutor submarino, ao invés de em uma linha de içamento, e neste caso o tampão de cabo temporário na passagem de produção do suspensor de tubulação seria convencionalmente recuperado no cabo. Se assentada em um condutor submarino, a perfuração pode ser efetuada depois que a árvore for colocada pelo abaixamento da pistola de perfuração através do condutor submarino e da árvore.

REIVINDICAÇÕES

1. Conjunto de poço submarino (11) que tem um elemento tubular (15) localizado no fundo do mar em uma extremidade superior do poço, um suspensor de tubulação (31) repousado no elemento tubular, o suspensor de tubulação conectado a uma coluna de tubulação (33) que se estende para dentro do poço, o suspensor de tubulação tendo uma passagem de produção (32) para escoar fluido de produção do poço, o suspensor de tubulação tendo uma passagem anular de tubulação (83) em comunicação com um espaço anular de tubulação (87) que circunda a tubulação (43),

uma válvula anular de tubulação (89) localizada na passagem anular de tubulação (83), a válvula anular de tubulação tendo um elemento axialmente móvel adaptado para ser movido de uma posição fechada para uma posição aberta;

um dispositivo de retenção (165) liberável que impede o movimento do elemento móvel da posição fechada para a posição aberta;

uma ferramenta de engate (149) acionada hidraulicamente montada fora do suspensor de tubulação que seletivamente se move axialmente para liberar o dispositivo de retenção para mover o elemento móvel da posição fechada para a posição aberta;

caracterizado por compreender adicionalmente

um elemento de travamento (119) liberável que trava seletivamente a ferramenta de engate no elemento móvel, permitindo que a ferramenta de engate mova o elemento móvel da posição aberta de volta para a posição fechada.

2. Conjunto de poço, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o elemento de travamento (119) compreende um casquilho (153) montado

na ferramenta de engate (149), o casquilho tendo garras (157) resilientes que se engatam com um ombro provido no elemento móvel.

3. Conjunto de poço, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que:

o dispositivo de retenção (165) compreende um elemento detentor (167) tendo uma extremidade superior em engate com o elemento móvel e uma extremidade inferior que é radialmente expansível e inclinada para fora em engate com um ombro provido na passagem anular de tubulação (83); e

a ferramenta de engate (149) tem uma extremidade inferior que se engata com o elemento detentor (167) e faz com que a extremidade inferior do elemento detentor se contraia radialmente enquanto a ferramenta de engate se move para baixo.

4. Conjunto de poço, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o suspensor de tubulação (31) está livre de quaisquer passagens hidráulicas para mover o elemento móvel entre as posições abertas e fechada.

5. Conjunto de poço, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por compreender adicionalmente uma ferramenta de assentamento (111) de suspensor de tubulação (31) para assentar o suspensor de tubulação; e no qual

a ferramenta de engate (149) é montada na ferramenta de assentamento de suspensor de tubulação.

6. Conjunto de poço, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por compreender adicionalmente uma árvore (39) montada no elemento tubular para controlar fluidos que escoam através do suspensor de tubulação (31); e no qual

a ferramenta de engate (149) é montada na árvore.

7. Conjunto de poço, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por compreender adicionalmente:

uma ferramenta de assentamento (111) de suspensor de tubulação (31) para assentar o suspensor de tubulação, a ferramenta de assentamento de suspensor de tubulação sendo recuperada subsequentemente;

uma árvore (39) que repousa no elemento tubular depois que a ferramenta de assentamento (111) de suspensor de tubulação (31) tiver sido recuperada, para controlar fluxo de fluidos através do suspensor de tubulação; e

no qual a ferramenta de engate (149) compreende uma ferramenta de engate de ferramenta de assentamento que é montada na ferramenta de assentamento de suspensor de tubulação e uma ferramenta de engate de árvore que é montada na árvore.

8. Conjunto de poço, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o elemento móvel compreende uma luva (163) e a válvula anular (89) de tubulação compreende adicionalmente:

uma cabeça de válvula (97) montada estacionariamente na passagem anular de tubulação (83) e se estendendo para dentro da luva para engatar com um interior da luva enquanto a luva está na posição fechada.

9. Conjunto de poço submarino (11), compreendendo:

um elemento tubular (15) adaptado para ser localizado no fundo do mar em uma extremidade superior do poço;

um suspensor de tubulação (31) repousado no elemento tubular e adaptado para ser conectado a uma coluna de tubulação (33) que se estende para dentro do poço;

uma passagem anular de tubulação (83) que se estende através do suspensor de tubulação em comunicação com um espaço anular de tubulação que circunda a tubulação; caracterizado pelo fato de compreender:

uma cabeça de válvula (97) montada em uma haste (91) que é presa estacionariamente na passagem anular de tubulação;

uma luva (101) axialmente móvel localizada na passagem anular de tubulação (83) e tendo uma sede interna (103) que se engata com a cabeça de válvula enquanto a luva está em uma posição fechada e se desengata da cabeça de válvula enquanto a luva está em uma posição aberta;

um dispositivo de retenção (165) que retém de forma liberável a luva na posição fechada;

uma ferramenta de engate (109) axialmente móvel que se engata seletivamente com a luva (101) para liberar o dispositivo de retenção (165) e mover a luva entre as posições aberta e fechada em conjunto com a ferramenta de engate; e

um acionador (117) acionado hidraulicamente localizado fora do suspensor de tubulação para mover axialmente a ferramenta de engate.

10. Conjunto de poço, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado por compreender adicionalmente:

uma ferramenta de assentamento (111) para engatar com o suspensor de tubulação (31) e abaixar o suspensor de tubulação para dentro do elemento tubular; e no qual

a ferramenta de engate (149) é montada na ferramenta de assentamento e um acionador (117) está contido na ferramenta de assentamento.

11. Conjunto de poço, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado por compreender adicionalmente:

uma árvore (39) montada no elemento tubular e se estendendo para cima a partir do mesmo; e no qual

a ferramenta de engate (149) é montada na árvore e o acionador está contido na árvore.

12. Conjunto de poço, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado por compreender adicionalmente um casquilho (153) montado na ferramenta de engate (149), o casquilho tendo garras (157) resilientes que se engatam com um ombro provido na luva.

13. Conjunto de poço, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que:

o dispositivo de retenção (165) compreende um elemento detentor (167) que tem uma extremidade superior em engate com o elemento móvel e uma extremidade inferior que é radialmente expansível e inclinada para fora com relação à extremidade superior em engate com um ombro provido na passagem anular de tubulação; e

a ferramenta de engate (149) tem uma extremidade inferior que se engata com o elemento detentor (167) e faz com que a extremidade inferior do elemento detentor se contraia radialmente enquanto a ferramenta de engate se move para baixo.

14. Conjunto de poço, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado por compreender adicionalmente uma vedação (175) localizada na sede (173) da luva (163) para se engatar de forma vedante com a cabeça de válvula (97).

15. Conjunto de poço submarino (11), compreendendo:

um elemento tubular (15) adaptado para ser localizado no fundo do mar em uma extremidade superior do poço;

um suspensor de tubulação (31) repousado no elemento tubular e adaptado para ser conectado a uma coluna de tubulação que se estende para dentro do poço;

uma passagem anular de tubulação (83) que se estende através do suspensor de tubulação em comunicação com um espaço anular de tubulação que circunda a tubulação; caracterizado pelo fato de compreender:

uma luva (101) axialmente móvel localizada na passagem anular de tubulação e que tem uma sede que bloqueia o fluxo através da luva enquanto a luva está em uma posição fechada e permite fluxo através da luva enquanto a luva está em uma posição aberta;

um dispositivo de retenção (165) radialmente expansível portado pela luva, o dispositivo de retenção tendo uma posição de retenção engatando com um ombro provido na passagem anular de tubulação e com um ombro na luva enquanto a luva está na posição fechada para reter de forma liberável a luva na posição fechada;

uma ferramenta de engate (149) axialmente móvel que tem uma extremidade inferior que se engata seletivamente com o dispositivo de retenção para fazer com que o dispositivo de retenção se contraia radialmente a partir de pelo menos um dos ombros; e

um casquilho (153) na ferramenta de engate (149) tendo garras (157) resilientes que engatam com um perfil no interior da luva, para fazer com que a luva se mova para cima em conjunto com a ferramenta de engate.

16. Conjunto de poço submarino, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado por compreender adicionalmente:

um acionador (117) acionado hidraulicamente localizado fora do suspensor de tubulação (31) para axialmente mover a ferramenta de engate (149).

17. Conjunto de poço submarino, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de retenção (165) tem uma configuração cônica com uma extremidade que engata com o ombro na luva (163) e a outra extremidade que engata com o ombro na passagem anular de tubulação (83) enquanto na posição de retenção.

18. Conjunto de poço, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado por compreender adicionalmente uma ferramenta de assentamento (111) de suspensor de tubulação (31) para assentar o suspensor de tubulação; e no qual

a ferramenta de engate (149) é montada na ferramenta de assentamento (111) de suspensor de tubulação (31).

19. Conjunto de poço, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado por compreender adicionalmente uma árvore (39) montada no elemento tubular para controlar os fluidos que escoam através do suspensor de tubulação (31); e no qual

a ferramenta de engate (149) é montada na árvore (39).

20. Conjunto de poço, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado por compreender adicionalmente:

uma ferramenta de assentamento (111) de suspensor de tubulação (31) para assentar o suspensor de tubulação, a ferramenta de assentamento de suspensor de tubulação sendo recuperada subsequentemente;

uma árvore (39) que repousa no elemento tubular depois que a ferramenta de assentamento (111) de suspensor

de tubulação tiver sido recuperada, para controlar o fluxo de fluidos através do suspensor de tubulação; e

no qual a ferramenta de engate (149) compreende uma ferramenta de engate de ferramenta de assentamento que é montada na ferramenta de assentamento de suspensor de tubulação e uma ferramenta de engate de árvore que é montada na árvore.

Fig. 1A

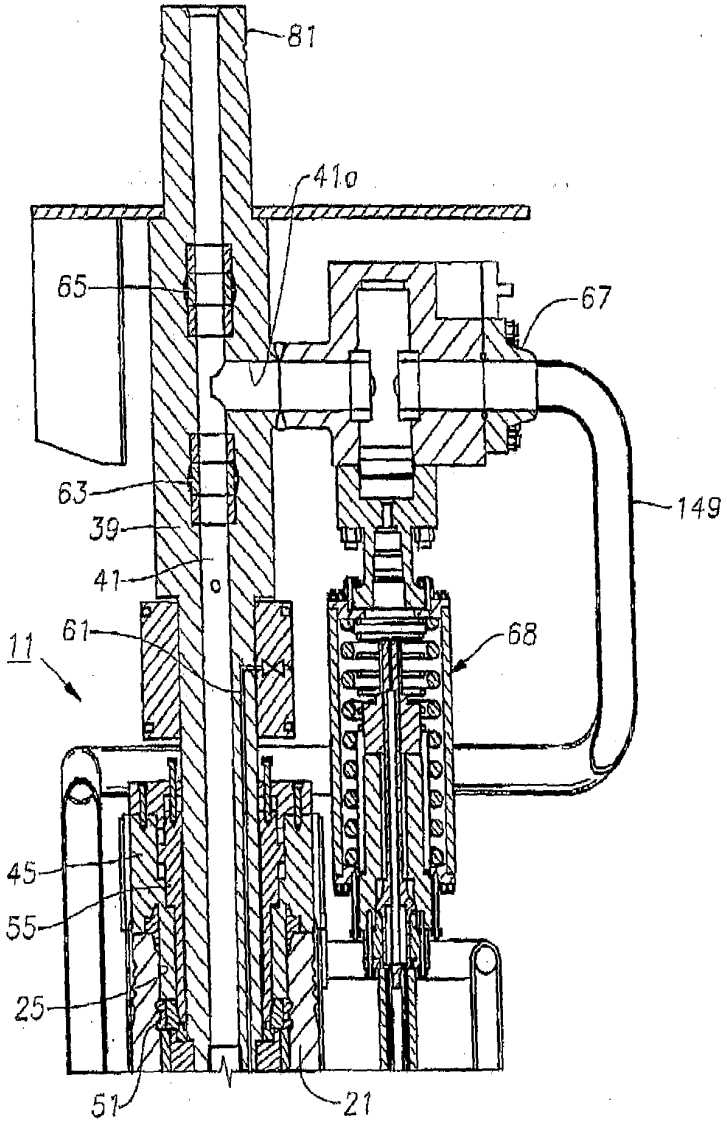


Fig. 1B

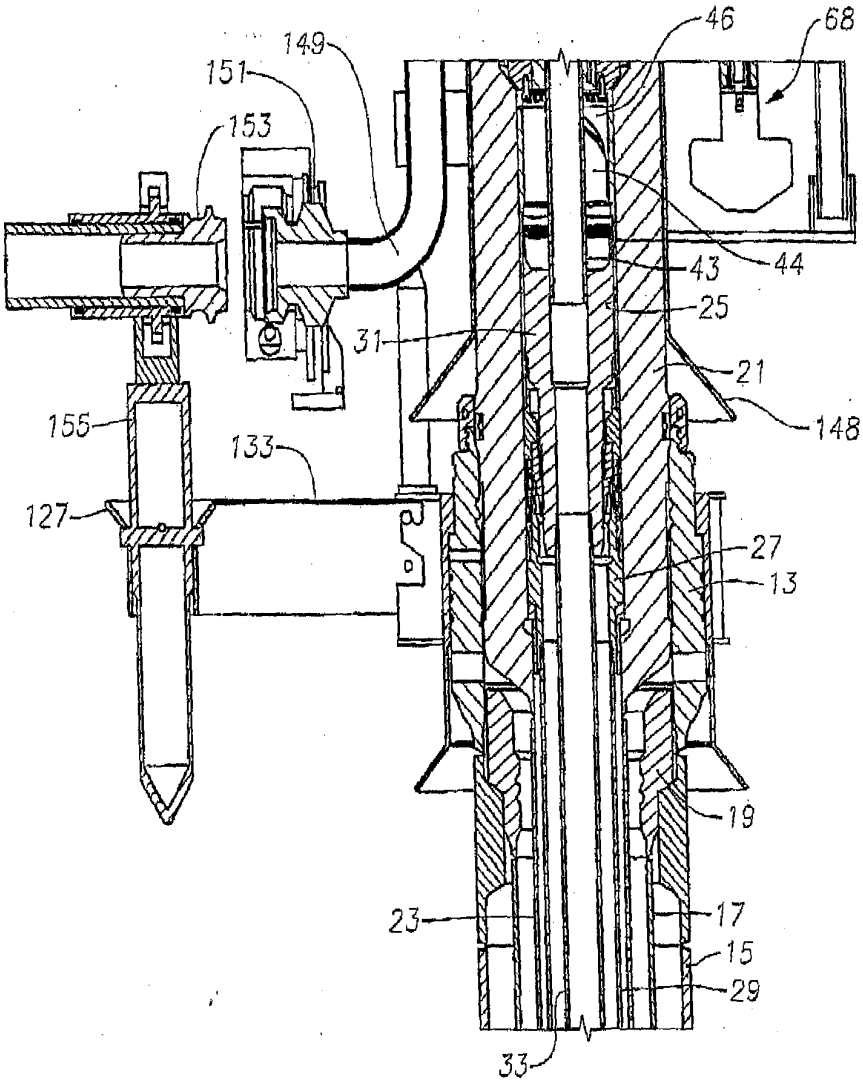
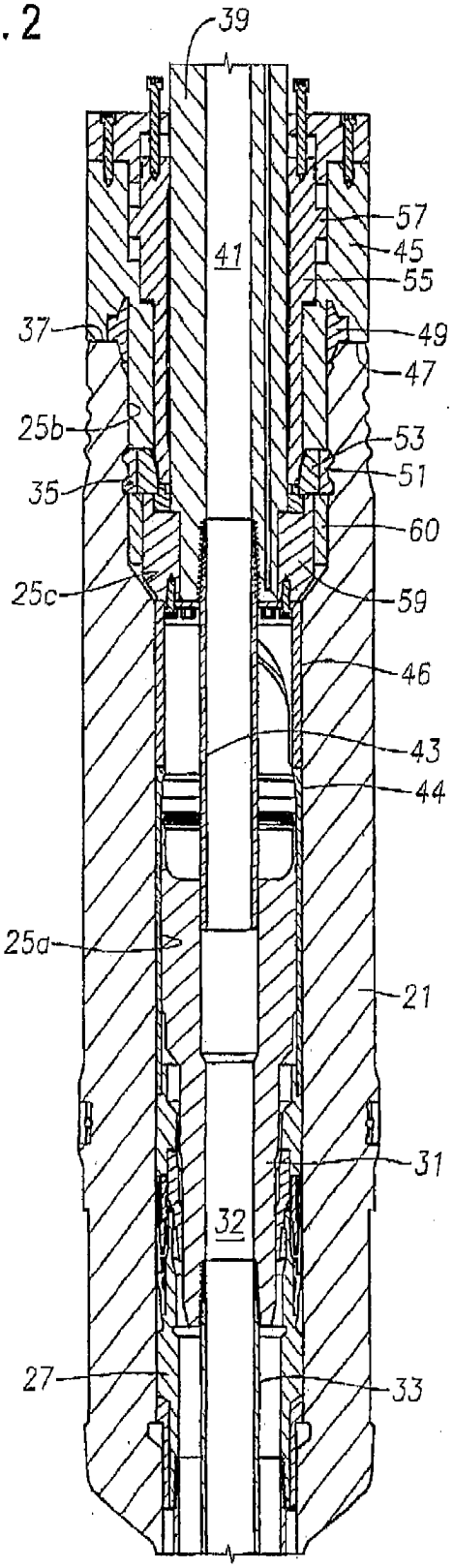

46
68
149
151
153
44
43
25
31
21
148
155
133
127
27
13
19
23
17
15
29
33

Fig. 2


39
41
57
45
55
37
49
47
25b
53
35
51
60
25c
59
46
43
44
25a
21
31
32
27
33

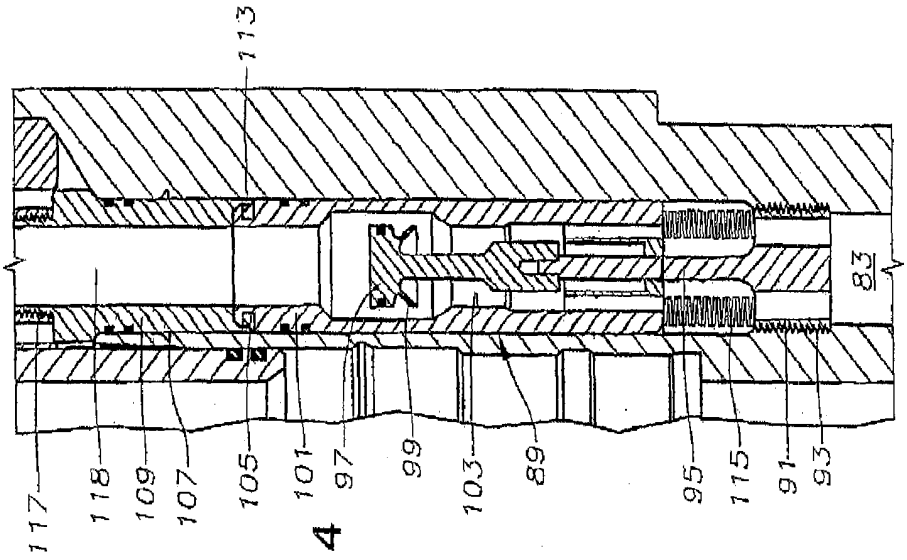

113
117
118
109
107
105
101
97
99
103
89
95
115
91
93
83

Fig. 4

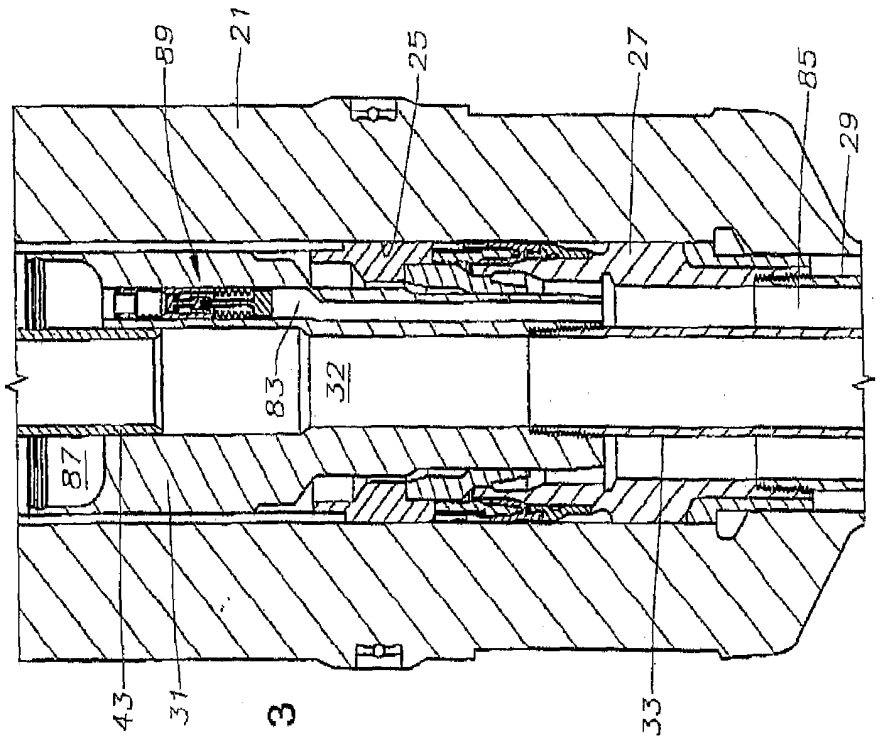

89
21
25
27
85
29
83
32
87
43
31
33

Fig. 3

Fig. 5

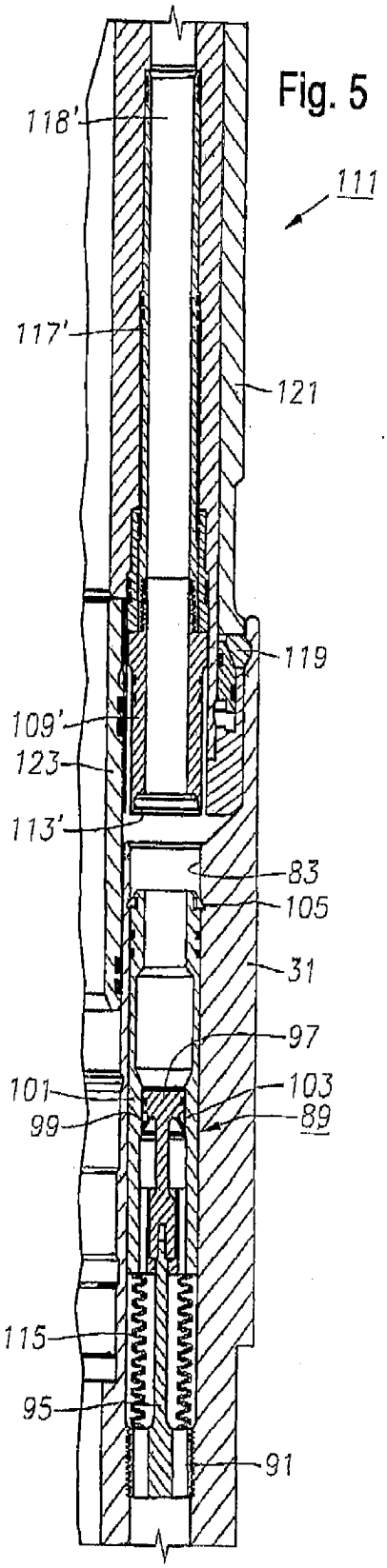
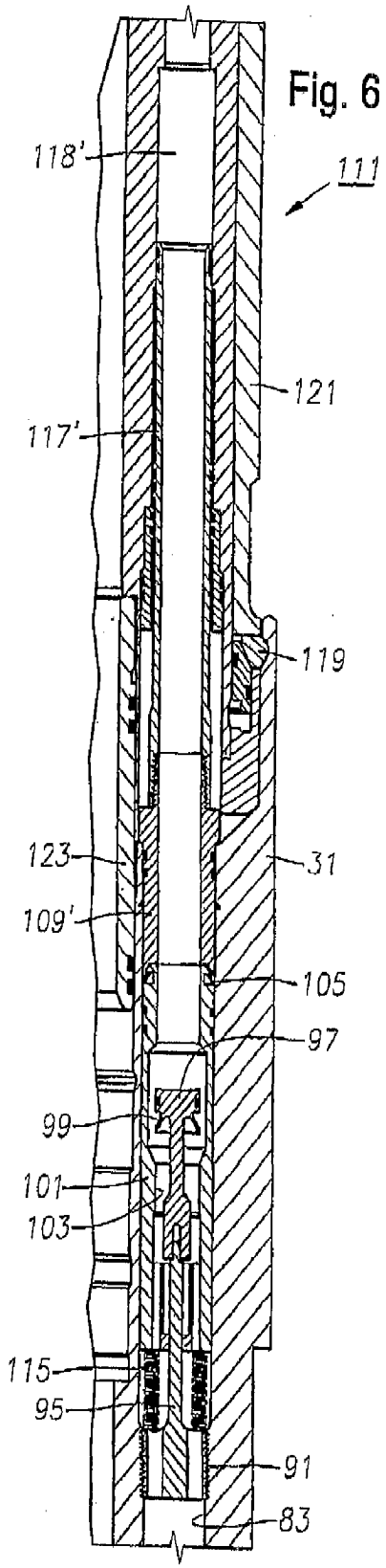

118'
111
117'
121
119
109'
123
113'
83
105
31
97
101
103
99
89
115
95
91

Fig. 6


118'
111
121
117'
119
123
31
109'
105
97
99
101
103
115
95
91
83

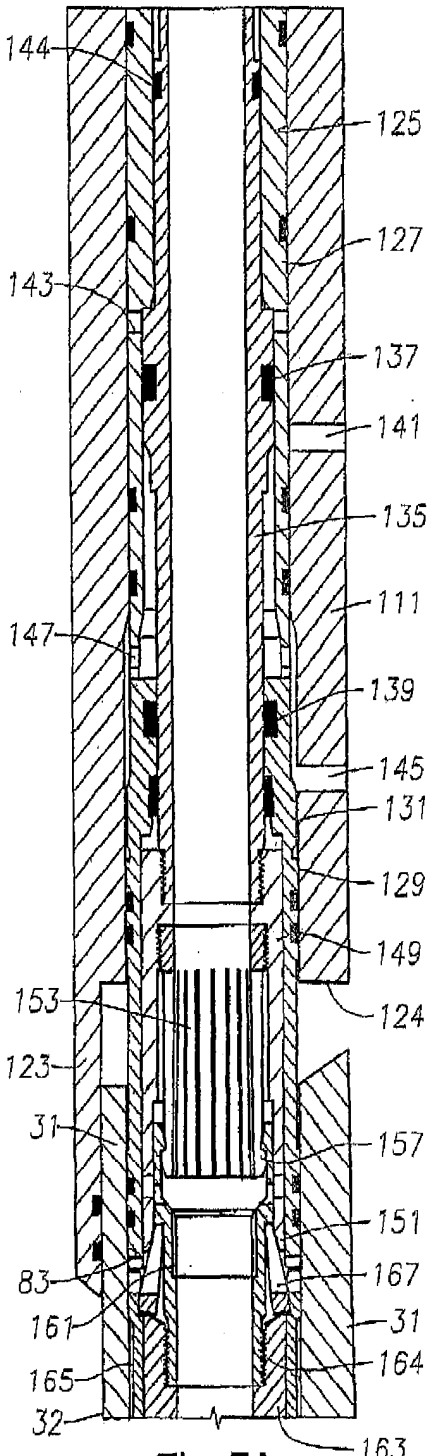

144
125
127
143
137
141
135
111
147
139
145
131
129
149
153
124
123
31
157
151
83
167
161
31
165
164
32
163

Fig. 7A

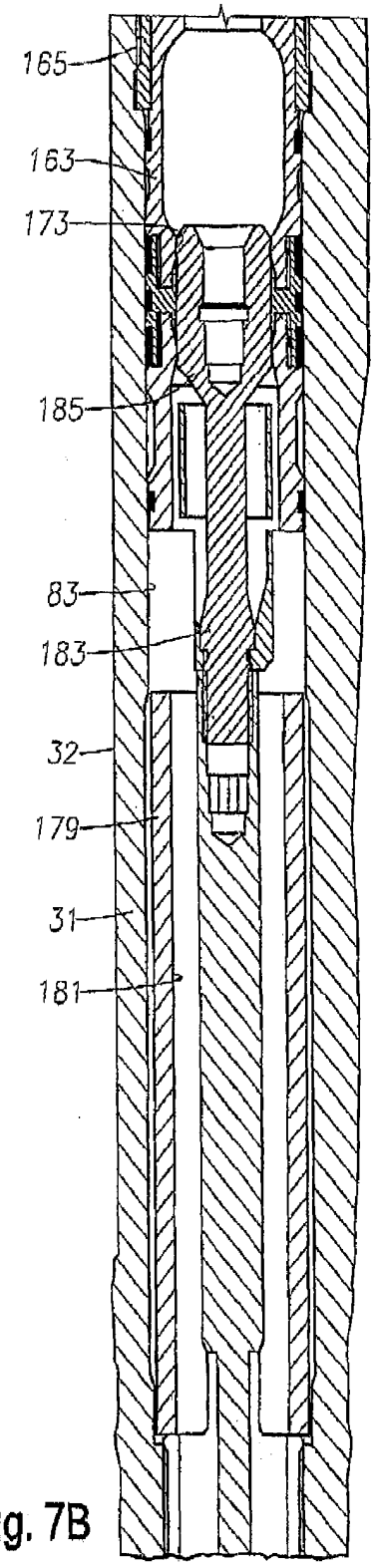

165
163
173
185
83
183
32
179
31
181

Fig. 7B

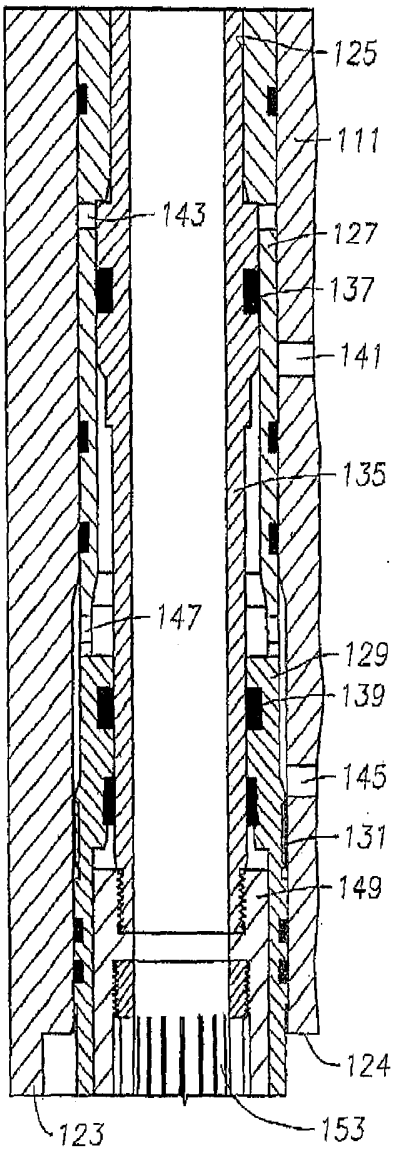

125
111
143
127
137
141
135
147
129
139
145
131
149
124
123
153

Fig. 8A

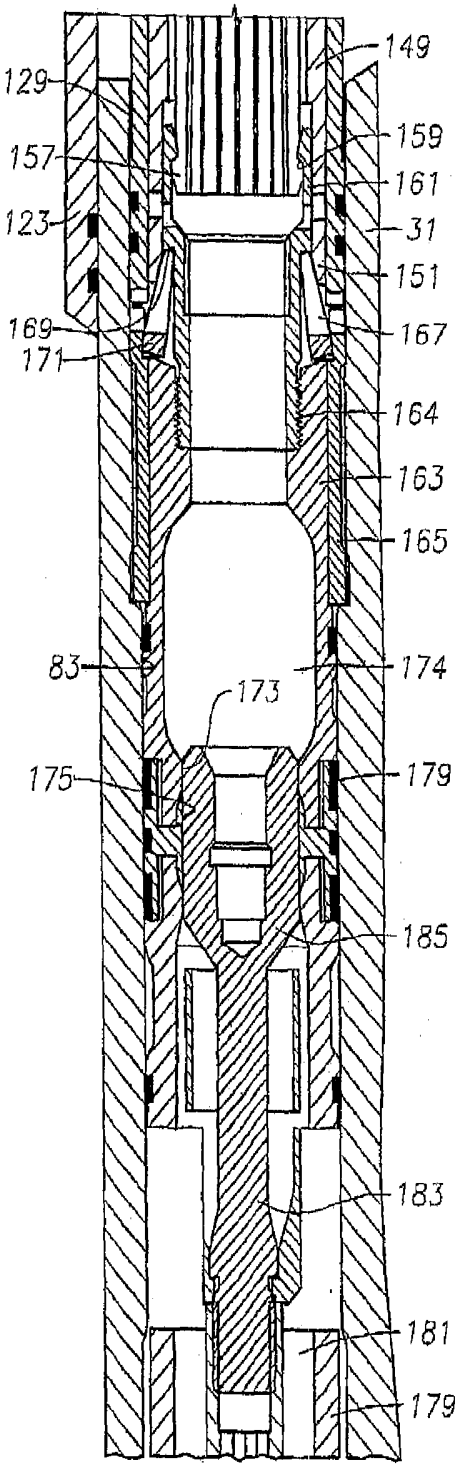

149
129
159
157
161
123
31
151
169
167
171
164
163
165
83
174
173
175
179
185
183
181
179

Fig. 8B