



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

(11) PI 0903079-4 B1



(22) Data do Depósito: 24/04/2009

(45) Data de Concessão: 29/01/2019

(54) Título: SISTEMA DE SEPARAÇÃO DE ÁGUA PARA USO EM OPERAÇÕES DE POÇO

(51) Int.Cl.: E21B 43/38; B01D 43/00.

(30) Prioridade Unionista: 25/04/2008 US 61/048,030.

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

(72) Inventor(es): STEPHEN P. FENTON.

(57) Resumo: Um sistema de separação de água de pegada baixa, compacto para uso em operações de poço submarino. Uma árvore de produção submarina tem uma passagem vertical e pelo menos uma ramificação estendida lateralmente. Um dispositivo de separação por gravidade submarina tendo um corpo toroidal oco é desprendivelmente montado em torno e conectado à árvore de produção. Uma entrada em uma primeira porção lateral do dispositivo de separação é conectada a pelo menos uma ramificação estendida lateralmente da árvore de produção e admite fluido de produção. O fluido de produção flui através do dispositivo de separação onde passa através de uma unidade de separação. Após passar através de uma unidade de separação, fluido menos denso é descarregado através de uma saída superior e fluido mais denso é descarregado através de uma saída inferior. As saídas superior e inferior são posicionadas opostas à primeira porção lateral do dispositivo de separação.

"SISTEMA DE SEPARAÇÃO DE ÁGUA PARA USO EM OPERAÇÕES DE POÇO"

Referência cruzada a pedido relacionado

[001] O presente pedido reivindica prioridade ao pedido US 61/048.030, depositado em 25 de abril de 2008.

Campo técnico da presente invenção

[002] A presente descrição refere-se a um separador de água e, em particular, a um separador de água toroidal para operações de poço submarino.

Descrição do Estado da Técnica

[003] Poços de óleo e gás produzem, tipicamente, um fluido de poço que requer separação para remover água de formação a partir da corrente do fluxo. Com poços submarinos, a separação ocorre tipicamente em uma embarcação ou plataforma de produção. Isso normalmente requer bombear o fluido de poço, incluindo a água de formação, para a instalação de produção na superfície. Em instalações de água profunda, a milhares de pés de profundidade, a energia necessária para bombear a água é extensa.

[004] A localização da unidade de separação submarina foi proposta e feita pelo menos em uma ocasião. O ambiente de uma unidade de separação submarina e uma unidade de superfície difere devido às forças hidrostáticas elevadas impostas nas embarcações de separação. Embora as embarcações possam ser feitas mais resistentes, em geral, isso resulta em tamanho e peso maiores. O tamanho e peso grande aumentam a dificuldade de usar as unidades.

[005] Além disso, separadores exigem, comumente, manutenção devido ao acúmulo de areia e

depósitos minerais nos componentes. Após instalação submarina, a manutenção se torna difícil devido às profundidades do mar. Além disso, a paralisação de um sistema de separação para manutenção exigiria, normalmente, o fechamento do fluxo de poço, o que é caro. Existe necessidade de uma técnica que trate da ênfase em aumentar o fator de recuperação de reservatório para operações de poço submarino por separação de água a partir de hidrocarbonetos produzidos. Uma nova técnica é necessária para fornecer um separador de área reduzida e compacto é desejável para melhoras eficientes do sistema através da vida em campo com mínimo de investimento inicial. A seguinte técnica pode resolver um ou mais desses problemas.

Sumário da Presente Invenção

[006] Um sistema de separação de água de área reduzida e compacto é fornecido para uso em operações de poço submarino. O sistema de separação é projetado para conectar-se a uma árvore de produção submarina com uma passagem vertical e pelo menos uma ramificação estendida lateralmente. O dispositivo de separação por gravidade submarino tem um corpo toroidal oco e é adaptado para ser montado de maneira liberável em torno e conectado à árvore de produção. Uma entrada em uma primeira parte lateral do dispositivo de separação é conectada à ramificação estendida lateralmente da árvore de produção e admite fluido de produção.

[007] O fluido de produção flui através do dispositivo de separação, onde passa através de uma unidade de separação. Em uma modalidade, a unidade de separação compreende pelo

menos uma unidade de dieletroforese e pelo menos uma unidade de separação coalescente localizada dentro do corpo toroidal. Em uma modalidade alternativa, a unidade de separação compreende pelo menos uma unidade coalescente magnetostática.

[008] Após passar através de uma unidade de separação, o fluido de produção é separado em fluido mais denso e fluido menos denso, o fluido menos denso flutuando no topo do fluido mais denso dentro do dispositivo de separação. O fluido menos denso é descarregado através de uma saída superior e o fluido mais denso é descarregado através de uma saída inferior. As saídas superior e inferior são posicionadas opostas à primeira parte lateral do dispositivo de separação.

Breve descrição dos desenhos

[009] A figura 1 é uma vista esquemática de um conjunto de boca de poço submarino convencional e um separador de água toroidal posicionado acima.

[0010] A figura 2 é uma vista esquemática do separador de água toroidal da figura 1 aterrissado no conjunto de boca de poço submarino da figura 1.

[0011] A figura 3 é uma vista superior do separador de água toroidal da figura 2.

[0012] A figura 4 é uma vista em corte esquemática aumentada do separador da figura 3, tomada ao longo da linha 4-4 da figura 3, ilustrando a parte de separador de coalescência.

[0013] A figura 5 é uma vista esquemática aumentada de uma parte de separador dieletroforese do separador da figura 3.

[0014] A figura 6 é uma vista esquemática aumentada do separador da figura 3, tomada ao longo da linha 6-6 da figura 3, ilustrando a parte de separador de dieletroforese.

[0015] A figura 7 é uma vista superior de uma modalidade alternativa de um separador toroidal.

[0016] A figura 8 é uma vista esquemática de um conjunto de poço submarino da figura 2 com um módulo de bomba instalado.

Descrição Detalhada da Presente Invenção

[0017] Com referência à figura 1, um alojamento de boca de poço 11 é localizado na extremidade superior de um poço submarino. O alojamento de boca de poço 11 é um elemento tubular grande montado em um tubo condutor que se estende até uma primeira profundidade no poço. Uma árvore de produção ou de Natal submarina 13 é fixada à extremidade superior do alojamento de boca de poço 11 por um conector convencional. Nessa modalidade, a árvore 13 tem tubos de isolamento 15 que se estendem para baixo para engate de vedação com os furos de espaço anular e de produção de um suspensor de tubulação 17. O suspensor de tubulação 17 sustenta uma coluna de tubulação de produção 19 que se estende para dentro do poço e é localizado de forma vedável no alojamento de boca de poço 11. Pelo menos um suspensor de revestimento 21 é sustentado no alojamento de boca de poço 11, cada suspensor de revestimento 21 sendo fixado a uma coluna de revestimento 23 que se estende para dentro do poço e é cimentado no lugar.

[0018] A árvore 13 tem um furo de

produção 25 que se estende axialmente que se comunica com um tubo de isolamento 15 e estende para cima através da árvore. Um furo de espaço anular 26 se comunica com o outro tubo de isolamento 15 e estende através da árvore 13 para comunicar a tubulação circundante de espaço anular 19. O furo de produção 25 tem pelo menos uma e preferivelmente duas válvulas mestre 27, 29. As válvulas de espaço anular 30, 32 são convencionalmente localizadas no furo de espaço anular 26. Uma válvula de pistoneio 31 é localizada no furo de produção 25 próximo à extremidade superior da árvore 13. Um orifício de produção 33 estende-se lateralmente para fora a partir do furo de produção 25 e une uma válvula lateral de produção 35. Uma válvula lateral de produção 35 é conectada a um corpo de estrangulador 36 construído para receber uma inserção de obturador (não mostrada). O corpo de estrangulador 36 também é capaz de receber um tampão (não mostrado) normalmente abaixado e recuperado por uma linha de fios. O corpo de estrangulador 36 é conectado à tubulação de produção 38 que se estende a partir do corpo de estrangulador 36 até o corpo de estrangulador 81.

[0019] A árvore 13 tem também um mandril 37 conectado em sua extremidade superior. O mandril 37 é um mandril de reentrada padrão e pode ser conectado à árvore 13 por um tipo convencional de retentor de conector (não mostrado). O retentor pode ser acionado remotamente. Uma tampa 41 é mostrada localizada no mandril de reentrada padrão 37 nesse exemplo.

[0020] O separador toroidal 65 ilustrado é um sistema separador de água de área

reduzida para melhoria eficiente do sistema através da vida em campo. O separador 65 é um formato de toro, com um anel menor 67 localizado dentro do espaço circular interno formado pelo toro. O anel 67 é conectado ao toro por intermédio de braços de suporte 66 (figuras 3 e 7). O separador 65 tem uma entrada de água e óleo ou fluido de produção 91 localizada em um lado 90 do toro. O tubo de fluxo de água e óleo ou fluido de produção 63 se estende a partir da entrada 91 até o conector 61. No lado oposto 100 do separador 65 a partir da entrada 91 estão duas saídas 99, 101. A saída de óleo ou fluido menos denso 99 é localizada no topo do separador 65 e é conectada a um tubo de fluxo de óleo ou fluido menos denso 69. O tubo de fluxo 69 estende a partir da saída de óleo ou fluido menos denso 99 até o conector 71. A saída de água ou fluido mais denso 101 é localizada na parte inferior do separador 65 e é conectada ao tubo de fluxo de água ou fluido mais denso 70. O tubo de fluxo 70 carrega o fluido mais denso (isto é, água separada) para longe do separador 65.

[0021] Com referência à figura 2, para permitir a implementação do separador 65 na árvore 13, o mandril de reentrada padrão 37 é substituído com um mandril de reentrada estendido 39. O mandril 37 é desconectado e um mandril mais longo 39 é conectado à árvore 13 em uma operação de veículo operado remoto (ROV) auxiliada por fio do retentor de conector (não mostrado). Alternativamente, a árvore 13 pode ser fornecida com o mandril mais longo 39 no primeiro caso. O mandril estendido 39 pode compreender um perfil anular, como um conjunto de

entalhes exteriores, para conexão ao separador de água 65. Os entalhes no mandril 39 correspondem a entalhes ou ranhuras axiais descentradas ao longo do diâmetro interno do anel 67. Os entalhes axiais do anel 67 engatariam de forma deslizável os entalhes axiais do mandril 39 e assegurariam que o separador 65 não poderia girar em torno do eixo geométrico vertical do mandril 39. Uma tampa de árvore ou tampa de resíduo 41 é mostrada localizada no mandril de reentrada estendido 39 nesse exemplo. É desejável posicionar o separador 65 tão próximo quanto possível ao eixo geométrico da árvore 13. Entretanto, para manter acesso vertical à tubulação 19, o separador 65 não é localizado no eixo geométrico vertical da passagem 25. Em vez disso, o anel 67 atua como um colar que desliza para baixo e em torno do eixo geométrico vertical do mandril estendido 39.

[0022] Um conector 61 conecta o tubo de fluxo e óleo 63 ao corpo de estrangulador 36. O conector 61 é preferivelmente um tipo que é acionado por meio remoto com auxílio de um ROV. O tampão 85 é inserido no corpo de estrangulador (ou tê de fluxo) 36 para orientar o fluxo de produção para o separador 65. Como mostrado no lado esquerdo da árvore, o tubo de fluxo 69 tem uma parte estendida para baixo com um sub de vedação tubular 83 que está em engate de conexão e vedação com o furo no corpo de estrangulador (ou tê de fluxo) 81, desse modo isolando o fluxo a partir da tubulação de árvore que transmite fluxo na ausência do separador. Preferivelmente, o tubo de fluxo de saída 69 é levemente flexível ou complacente para conectar o

sub de vedação 83 para dentro do corpo de estrangulador 81. Um conector 71 conecta o tubo de fluxo de óleo 69 ao corpo de estrangulador 81. O conector 71 é preferivelmente um tipo que é acionado remotamente com o auxílio de um ROV.

[0023] Em um tipo de operação da modalidade da figura 2, procura-se separar fluido mais denso (isto é, água) do fluxo de fluido de produção (isto é, óleo e água) na árvore 13. A operação do separador de água toroidal 65 da figura 2 compreende fechar as válvulas 27, 29, 31 e 35 e remover o mandril de reentrada padrão 37 e tampa de árvore ou tampa de resíduo 41. A seguir remover a inserção de obturador a partir do corpo de estrangulador 36, e inserir o tampão 85 no corpo de estrangulador 36 para isolar o fluxo de produção a partir da tubulação redundante 38. O subconjunto compreendendo o mandril de reentrada estendido 39, tampa de árvore 41 e separador 65 é abaixado, preferivelmente em uma linha de içamento. Com o auxílio de um ROV, o mandril estendido 39 é inserido. O separador 65 é então abaixado sobre o mandril estendido 39 e sub de vedação 83 se conecta de forma vedável no corpo de estrangulador 81. O ROV conecta o conector 71 ao corpo de estrangulador (ou tê de fluxo) 81 e o conector 61 ao corpo de estrangulador (ou tê de fluxo) 36. Uma força para baixo devido ao peso do separador 65 passa através do mandril estendido 39 e árvore 13 para dentro do alojamento de boca de poço 11. Preferivelmente, nenhum componente da força para baixo devido ao peso do separador 65 passa para os corpos de obturador / tês de fluxo 36, 81.

[0024] Alternativamente, por exemplo, em águas rasas, onde o tempo e custos para recuperar são relativamente insignificantes, a árvore pode ser recuperada até a superfície e convertida em um "separador integrado" antes da reinstalação através de métodos convencionais. Outro exemplo pode estar em casos onde uma árvore está em serviço há diversos anos. Nesse exemplo, a árvore pode ser também recuperada até a superfície e convertida em um "separador integrado" antes da reinstalação através de métodos convencionais.

[0025] Após instalação, as válvulas 27, 29 e 35 são abertas, fazendo com que o fluxo desloque através do orifício de produção 33 e para dentro do corpo de estrangulador (ou tê de fluxo) 36. O fluxo continua através do tubo de fluxo 63 e entra no separador 65 através da entrada de água e óleo 91 localizada em uma extremidade 90 do separador 65. O separador 65 opera para separar água a partir do fluxo de produção.

[0026] Com referência à figura 3, após o fluxo de água e óleo entrar no separador 65 através da entrada 91 em uma extremidade 90 do separador, o fluxo continua para dentro das duas metades do separador 65, como ilustrado pelas trajetórias de fluxo 93. Nessa modalidade, o separador 65 emprega unidades coalescentes 95. A figura 4 mostra o grande número de passagens separadas 111 localizadas no separador de toro 65 que definem os elementos aglutinadores. Um campo eletrostático é aplicado à mistura de água e óleo nos elementos 111. Por expor a mistura de água e óleo a um campo eletrostático, as gotículas de água dipolares contidas na fase de

óleo serão orientadas em um modo que faz com que as mesmas colidam ou aglutinem entre si. Isso faz com que as gotículas de água aumentem até gotículas maiores. Em geral, gotículas maiores se movem e separam mais rápido do que gotículas menores. Conseqüentemente, uma primeira separação a partir de água e óleo ocorre em unidades coalescentes 95.

[0027] Como mostrado na figura 4, preferivelmente baixa voltagem fornecida submersa é encaminhada através de fios de baixa voltagem 113 para o interior do separador 65. Uma pluralidade de transformadores 115 transforma a baixa voltagem em voltagem relativamente mais elevada, que é necessária para fornecer o campo eletrostático.

[0028] O fluxo passa através da unidade coalescente 95, e então se desloca através de um segundo estágio de separação. O segundo estágio, nessa modalidade, é uma unidade de dieletroforese 97, porém poderia compreender uma unidade coalescente. A unidade 97 também utiliza um campo eletrostático, porém os elementos coalescentes são geometricamente configurados para forçar as gotículas de água para seções designadas do separador 65 e desse modo formar fluxos de água focados. Folhas de eletrodo 119, como mostrado nas figuras 5 e 6, têm ondulações. Folhas de eletrodo 119 são estreitamente espaçadas e dispostas com partes constritivas onde dois vales são separados pelas partes alargadas onde dois picos são espaçados através entre si. As folhas 119 forçam as gotículas de água a se moverem em direção à seção mais forte do campo eletrostático com gradientes de campo mais fortes. As forças impostas pelo campo de gradiente

são da ordem de magnitude duas a cinco vezes a força de gravidade. Esse fenômeno é utilizado para guiar as gotículas de água para dentro dessas seções predeterminadas, onde formam fluxos contínuos de água separada para uso em separação.

[0029] Após o fluxo passar através da unidade 97, a água que cai da mistura de óleo e água estará se deslocando na parte inferior do separador 65, e o fluxo de óleo estará se deslocando na parte superior do separador 65. A água separada deixará o separador através da saída 101 localizada na parte inferior do separador 65, na extremidade 100 oposta à extremidade de entrada 90. Com referência à figura 2, a água então se desloca através do tubo de fluxo de água 70. O tubo de fluxo de água 70 carrega a água para longe do separador 65 onde pode ser reinjetada ou pode ser descartada para o mar. O fluxo de óleo sai do separador através da saída 99 localizada no topo do separador 65, na extremidade 100 oposta à extremidade de entrada 90. O fluxo de óleo se desloca, então, através do tubo de fluxo 69 e a jusante através do corpo de estrangulador (ou tê de fluxo) 81. O corpo de estrangulador 81 conecta-se à tubulação adicional para produção como uma tubulação ou jumper de poço.

[0030] Se for necessário remover o separador 65 para manutenção, um operador fecha as válvulas 27, 29 e 35 e desconecta o conector 61 a partir do corpo de estrangulador 36. O operador desconecta o conector 71 a partir do corpo de estrangulador 81 então recupera o conjunto de separador 65. Após reparo ou substituição, o operador abaixa o conjunto e reconecta o mesmo da

mesma maneira.

[0031] Por vários motivos, pode ser desejável operar instrumentos e ferramentas por linha de fios ou tubulação em espiral para dentro da tubulação de produção 19. Isso pode ser feito sem remover o separador de água 65 por remoção da tampa de resíduo 41 a partir do mandril de reentrada estendido 39 e conexão de um tubo ascendente ao mandril 39. Com as válvulas 27, 29 e 31 abertas, as ferramentas e instrumentos de tubulação em espiral ou linha de fios podem ser abaixadas através do tubo ascendente e para dentro da tubulação 19.

[0032] A figura 7 mostra uma modalidade alternativa de um separador de água toroidal adaptado com unidades coalescentes magnetostáticas 121. As unidades coalescentes magnetostáticas 121 poderiam ser opcionalmente montadas interna ou externamente na embarcação de separador. Unidades montadas externamente 121 são separadamente recuperáveis em um fio com auxílio de ROV. A unidade coalescente 121 utiliza campos magnéticos para separar a água a partir do fluxo de água e óleo, e pode ser auxiliada por aditivos introduzidos no fluido em ou em proximidade com a entrada de separador 91, para fornecer um catalisador e melhorar a eficiência de separação.

[0033] Com referência à figura 8, o separador de água 65 poderia também operar em combinação com uma bomba submersível elétrica 123. A bomba 123 poderia ser conectada como uma parte integral do separador 65 ou poderia ser montada no topo do separador 65 no mandril 39. A bomba 123 permite que a água da unidade de separação 65 se

desloque através dos tubos de fluxo 70, 122 e para dentro da bomba 123. A bomba poderia então bombear a água para fora do tubo de fluxo 125. O tubo de fluxo 125 permitiria que a água separada que sai da bomba 123 seja reinjetada para um poço adjacente ou continue até um separador ou dispositivo similar para processamento adicional.

[0034] A invenção tem vantagens significativas. O suporte do separador submarino e bomba pelo mandril da árvore utiliza a capacidade estrutural do sistema de poço, evitando a necessidade de estruturas de suporte dedicadas especialmente instaladas para o sistema de separação. O conjunto de bomba e separador pode ser prontamente instalado e recuperado para manutenção. O conjunto permite acesso à tubulação de árvore e espaço anular de tubulação para operações de recuperação.

[0035] Embora a invenção tenha sido mostrada somente em algumas de suas formas, deve ser evidente para aqueles versados na técnica que não é limitada, porém é suscetível a várias alterações sem se afastar do escopo da invenção.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema de separação de água para uso em operações de poço, caracterizado pelo fato de compreender:

uma árvore de produção submarina (13) tendo uma passagem vertical com pelo menos uma ramificação de produção estendida lateralmente, a árvore tendo um mandril (37) em sua extremidade superior;

um dispositivo de separação submarino tendo um corpo toroidal oco e um anel de montagem central (67) conectado ao corpo por uma estrutura central, o anel (67) deslizando sobre e sendo acoplado ao mandril (37) de tal modo que a árvore (13) sustenta todo o peso do dispositivo de separação submarino, o corpo toroidal tendo uma entrada (91) para admitir fluido de produção, uma saída menos densa (99) para descarregar fluido menos denso, e uma saída mais densa (101) para descarregar fluido mais denso, a saída menos densa (99) e a saída mais densa (101) localizadas 180 graus a partir da entrada em relação a um eixo geométrico do anel de montagem (67), e

o corpo toroidal tendo uma primeira passagem de separador levando da entrada (91) para a saída menos densa (99) e para saída mais densa (101) em um sentido horário em relação ao eixo geométrico;

o corpo toroidal tendo uma segunda passagem de separador levando da entrada (91) para a saída menos densa (99) e para saída mais densa (101) em um sentido anti-horário em relação ao eixo geométrico;

pelo menos uma unidade de separação montada em cada uma das passagens de separador, em que o fluido de produção entrando na entrada flui simultaneamente da entrada para ambas passagens de separador e através da pelo menos uma unidade de separação em cada uma das passagens de separador, e a pelo menos uma ramificação de produção estendida lateralmente levando da passagem vertical para o dispositivo de separação para admitir fluido de produção.

2. Sistema de separação de água, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a entrada (91) de fluido de produção e a saída de fluido mais denso (101) são posicionadas em uma parte lateral inferior do corpo toroidal, e a saída de fluido menos denso (99) é posicionada em uma parte lateral superior do corpo toroidal.

3. Sistema de separação de água, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a árvore (13) compreende adicionalmente um primeiro receptáculo voltado para cima conectado a pelo menos uma ramificação estendida lateralmente; e em que o dispositivo de separação submarino compreende adicionalmente um tubo de entrada (63) que se estende a partir da entrada (91) do corpo toroidal que se conecta no primeiro receptáculo voltado para cima para admitir fluido através do mesmo quando o dispositivo de separação é montado na árvore (13).

4. Sistema de separação de água, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que a árvore (13) compreende adicionalmente um segundo receptáculo voltado para cima conectado

a pelo menos uma ramificação estendida lateralmente, oposta ao primeiro receptáculo voltado para cima; e em que o dispositivo de separação submarino compreende adicionalmente um tubo de saída (69) que se estende a partir da saída menos densa (99) do corpo toroidal que se conecta no segundo receptáculo voltado para cima para descarregar fluido através do mesmo quando o dispositivo de separação é montado na árvore (13).

5. Sistema de separação de água, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que a árvore (13) compreende adicionalmente um segundo receptáculo voltado para cima conectado a pelo menos uma ramificação estendida lateralmente, oposta ao primeiro receptáculo voltado para cima, o primeiro e o segundo receptáculos conectados entre si por uma passagem, e em que um tampão (85) é inserido na passagem para bloquear fluxo entre o primeiro e o segundo receptáculos, e onde o dispositivo de separação submarino compreende adicionalmente um tubo de saída (69) que se estende a partir da saída menos densa (99) do corpo toroidal que se conecta no segundo receptáculo voltado para cima para descarregar fluido através do mesmo quando o dispositivo de separação é montado na árvore (13).

6. Sistema de separação de água, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente:

uma bomba submersível elétrica (123) montada de forma liberável na árvore de produção submarina (13), e em que a saída de fluido mais densa (101) é conectada à bomba (123) para permitir que o fluido mais denso seja descarregado através da bomba

(123).

7. Sistema de separação de água para uso em operações de poço, caracterizado pelo fato de compreender:

uma árvore de produção submarina (13) tendo uma passagem vertical com pelo menos uma ramificação de produção estendida lateralmente;

o primeiro e o segundo receptáculos voltados para cima conectados a pelo menos uma ramificação estendida lateralmente, o segundo receptáculo voltado para cima posicionado oposto ao primeiro receptáculo voltado para cima;

um dispositivo de separação submarino tendo um corpo toroidal oco, o corpo toroidal tendo uma entrada (91) em uma primeira parte lateral do mesmo para admitir fluido de produção, e uma saída menos densa (99) para descarregar fluido menos denso e uma saída mais densa (101) para descarregar fluido mais denso localizado oposto à primeira parte lateral;

um tubo de entrada (63) que se estende a partir da entrada (91) do corpo toroidal que se conecta no primeiro receptáculo voltado para cima para admitir fluido através do mesmo quando o dispositivo de separação é montado na árvore (13), e

um tubo de saída (69) que se estende a partir da saída menos densa (99) do corpo toroidal que se conecta no segundo receptáculo voltado para cima para descarregar fluido através do mesmo quando o dispositivo de separação é montado na árvore (13).

8. Sistema de separação de água, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo

fato de que a árvore tem um mandril (37) em sua extremidade superior, e onde o dispositivo de separação submarino compreende adicionalmente:

um anel de montagem central (67) conectado ao corpo por uma estrutura central, e em que o anel (67) desliza sobre e é acoplado ao mandril (37) de tal modo que a árvore (13) suporta todo o peso do dispositivo de separação submarino.

9. Sistema de separação de água, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que os primeiro e segundo receptáculos são conectados entre si por uma passagem, e em que um tampão (85) é inserido na passagem para bloquear o fluxo entre o primeiro e o segundo receptáculos.

10. Sistema de separação de água, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que o fluido de produção flui em duas direções após entrar no corpo toroidal.

11. Sistema de separação de água, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que a entrada (91) de fluido de produção e a saída de fluido mais denso (101) são posicionadas em uma parte lateral inferior do corpo toroidal, e a saída de fluido menos denso (69) é posicionada em uma parte lateral superior do corpo toroidal.

12. Sistema de separação de água, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente:

uma bomba submersível elétrica (123) montada de modo liberável na árvore de produção submarina (13), e em que a saída de fluido mais densa (101) é conectada à bomba (123) para permitir que o fluido mais denso seja descarregado através da bomba

(123).

13. Sistema de separação de água para uso em operações de poço, caracterizado pelo fato de compreender:

uma árvore de produção submarina (13) tendo uma passagem vertical com pelo menos uma ramificação de produção estendida lateralmente, a árvore tendo um mandril (37) em sua extremidade superior;

um dispositivo de separação submarino tendo um corpo toroidal oco e um anel de montagem central (67) conectado ao corpo por uma estrutura central, o anel (67) deslizando sobre e sendo acoplado ao mandril (37) de tal modo que a árvore (13) suporte todo o peso do dispositivo de separação submarino, o corpo toroidal tendo uma entrada (91) em uma primeira parte lateral do mesmo para admitir fluido de produção, e uma saída menos densa (99) para descarregar fluido menos denso e uma saída mais densa (101) para descarregar fluido mais denso localizado oposto à primeira parte lateral;

o primeiro e o segundo receptáculos voltados para cima conectados pelo menos a uma ramificação estendida lateralmente, o segundo receptáculo voltado para cima posicionado oposto ao primeiro receptáculo voltado para cima;

um tubo de entrada (63) que se estende a partir da entrada (91) do corpo toroidal que se conecta no primeiro receptáculo voltado para cima para admitir fluido através do mesmo quando o dispositivo de separação é montado na árvore (13),
e

um tubo de saída (69) que se estende a

partir da saída menos densa (99) do corpo toroidal que se conecta no segundo receptáculo voltado para cima para descarregar fluido através do mesmo quando o dispositivo de separação é montado na árvore (13).

14. Sistema de separação de água, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de que o primeiro e o segundo receptáculos são conectados entre si por uma passagem, e em que um tampão (85) é inserido na passagem para bloquear fluxo entre o primeiro e o segundo receptáculos.

15. Sistema de separação de água, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de que a entrada (91) de fluido de produção e a saída de fluido mais denso (101) são posicionadas em uma parte lateral inferior do corpo toroidal, e a saída de fluido menos denso (99) é posicionada em uma parte lateral superior do corpo toroidal.

16. Sistema de separação de água, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente:

uma bomba submersível elétrica (123) montada de maneira liberável na árvore de produção submarina (13), e em que a saída de fluido mais densa (101) é conectada à bomba para permitir que o fluido mais denso seja descarregado através da bomba (123).

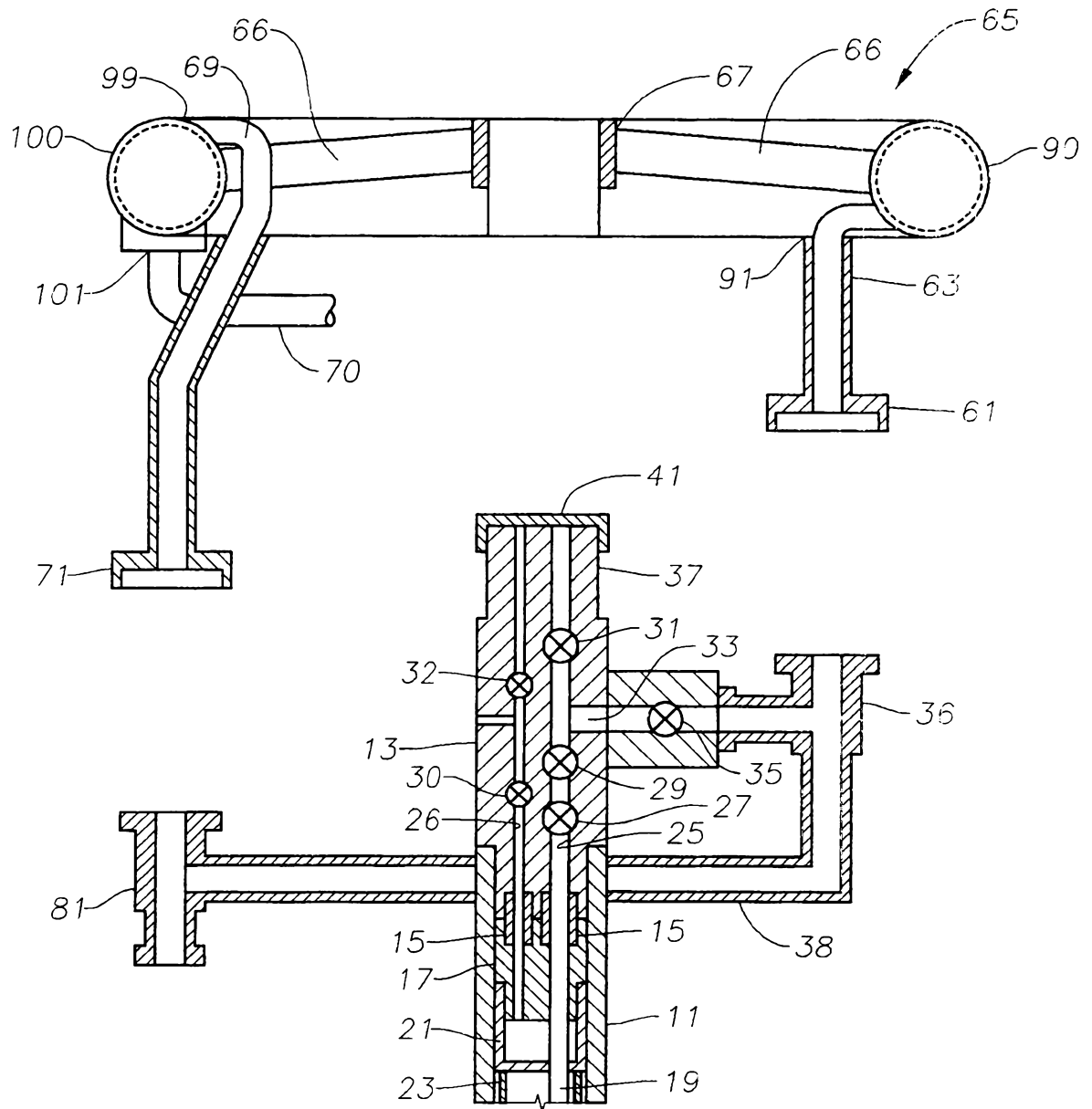


Fig. 1

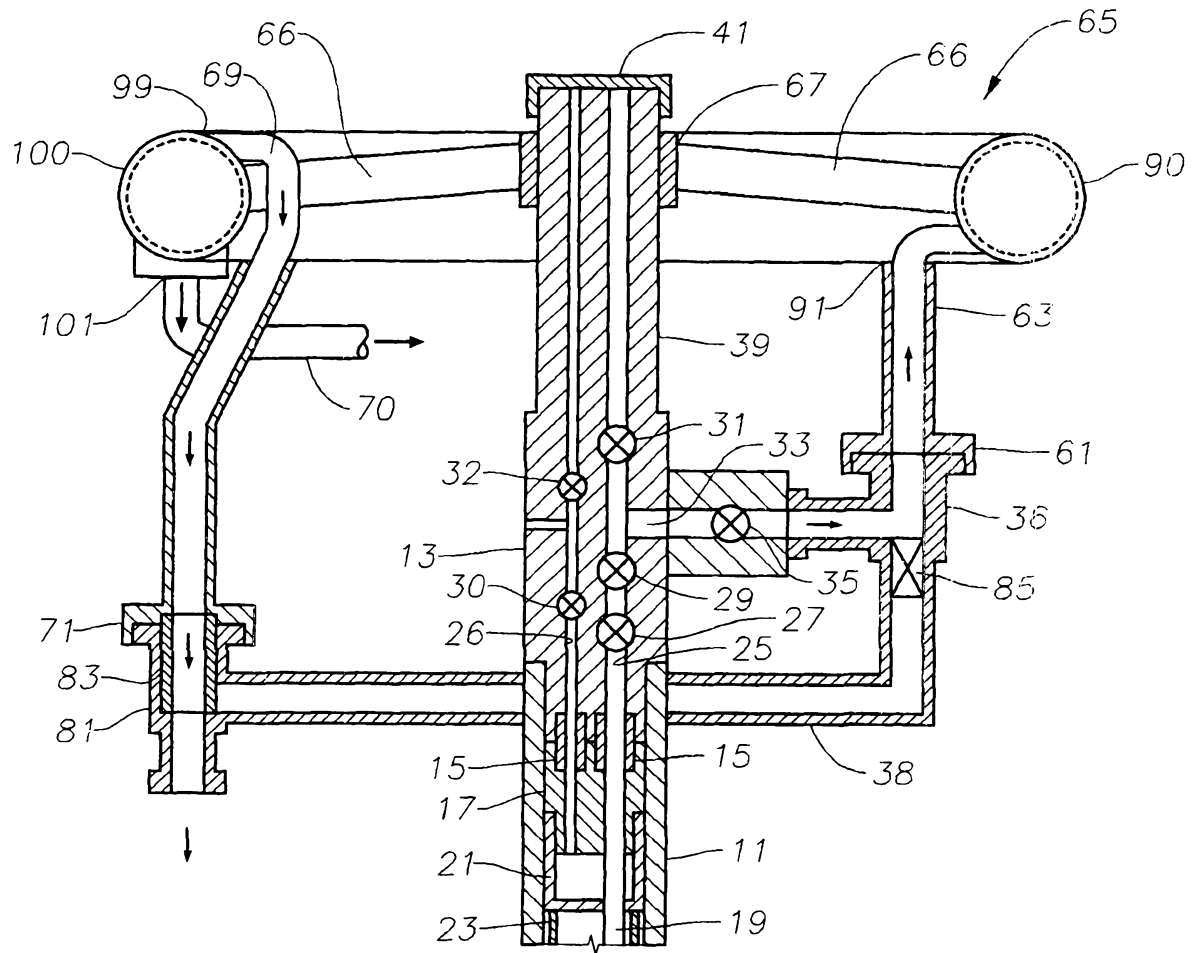


Fig. 2

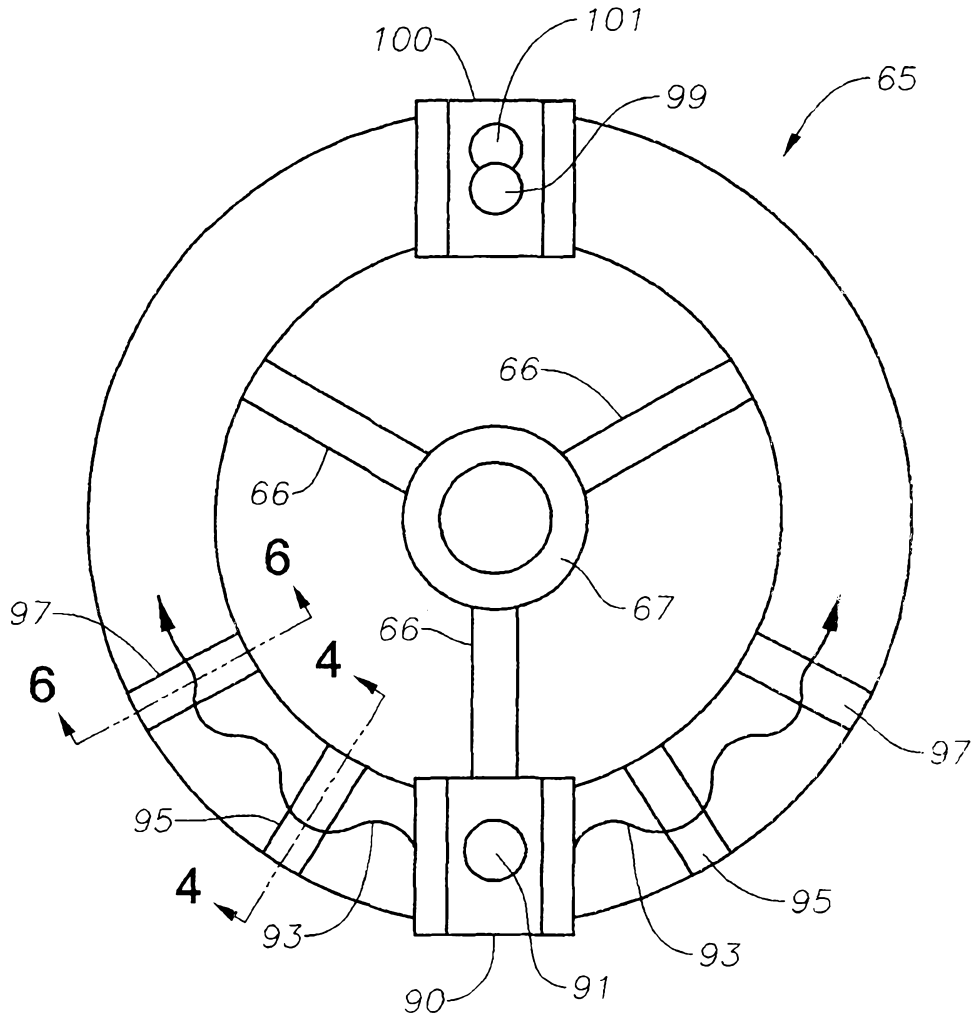


Fig. 3

Fig. 4

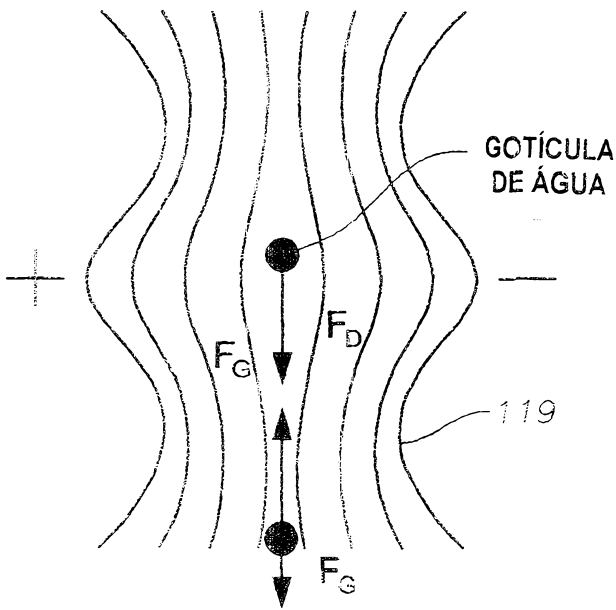
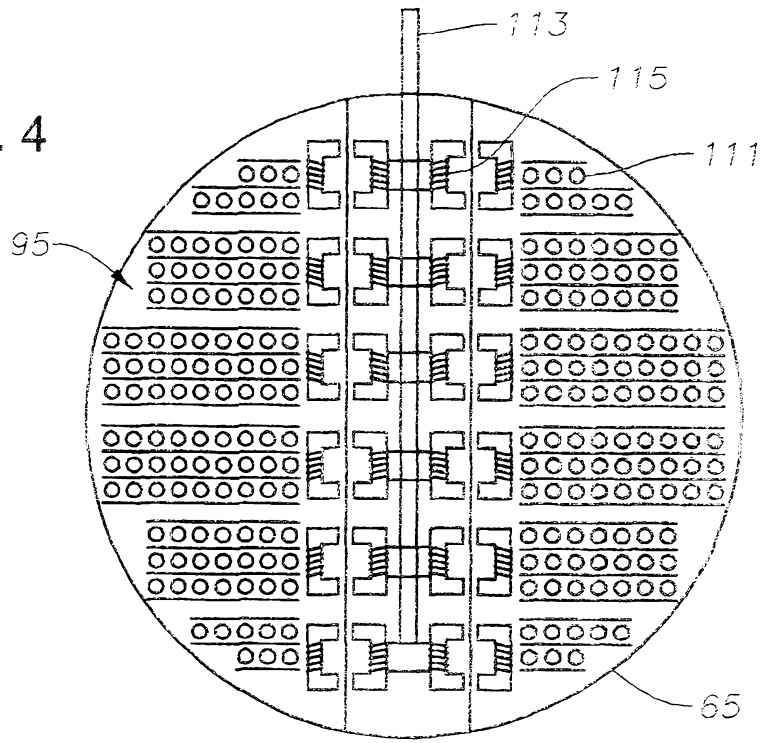


Fig. 5

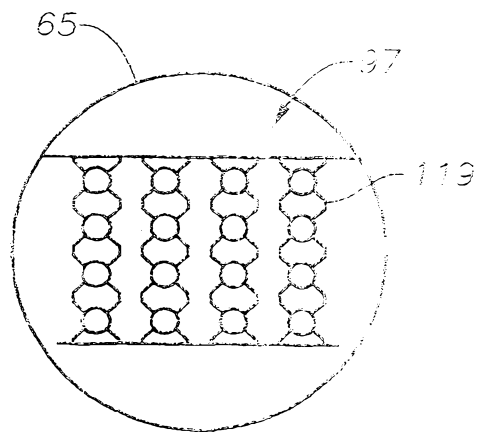


Fig. 6

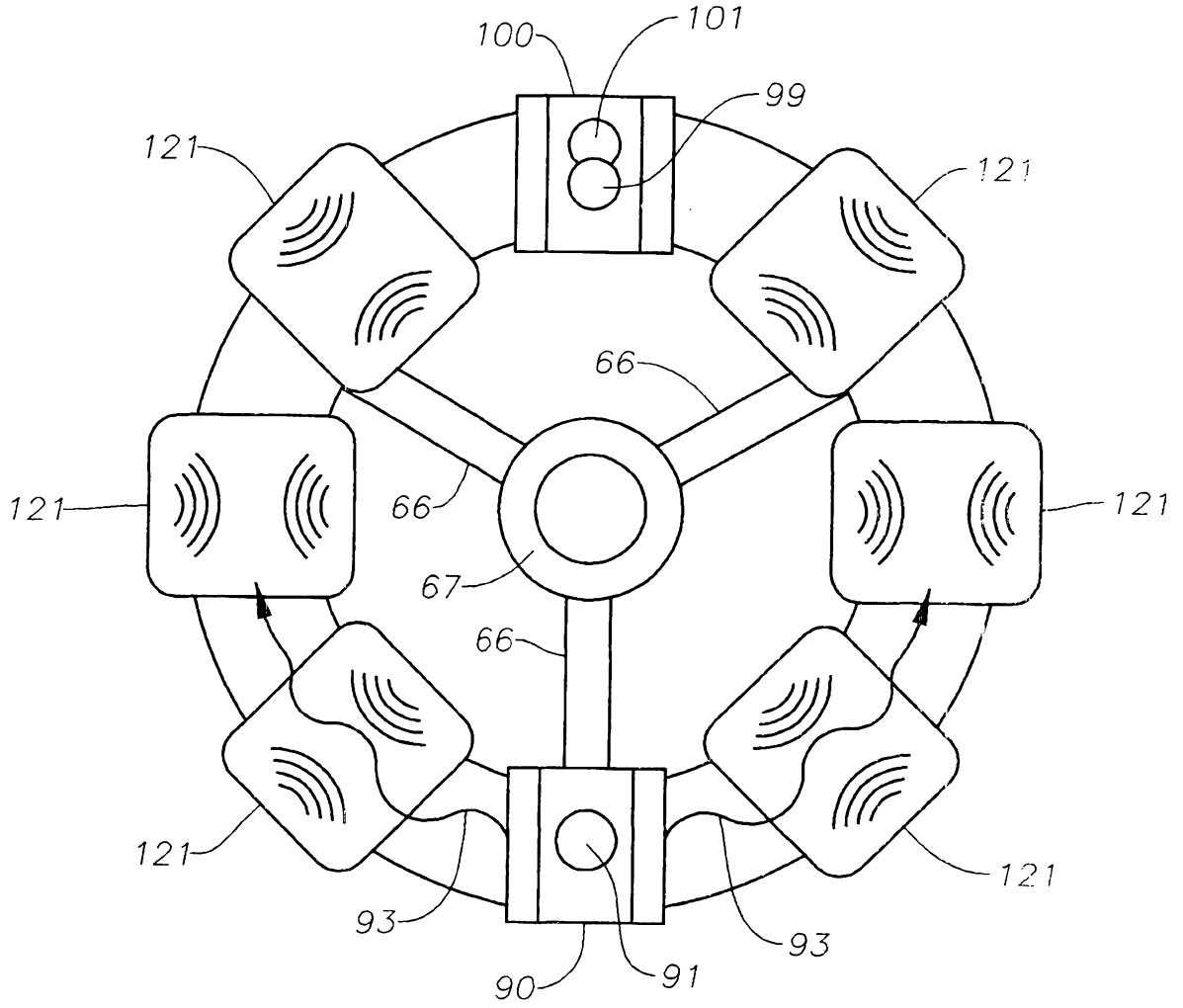


Fig. 7

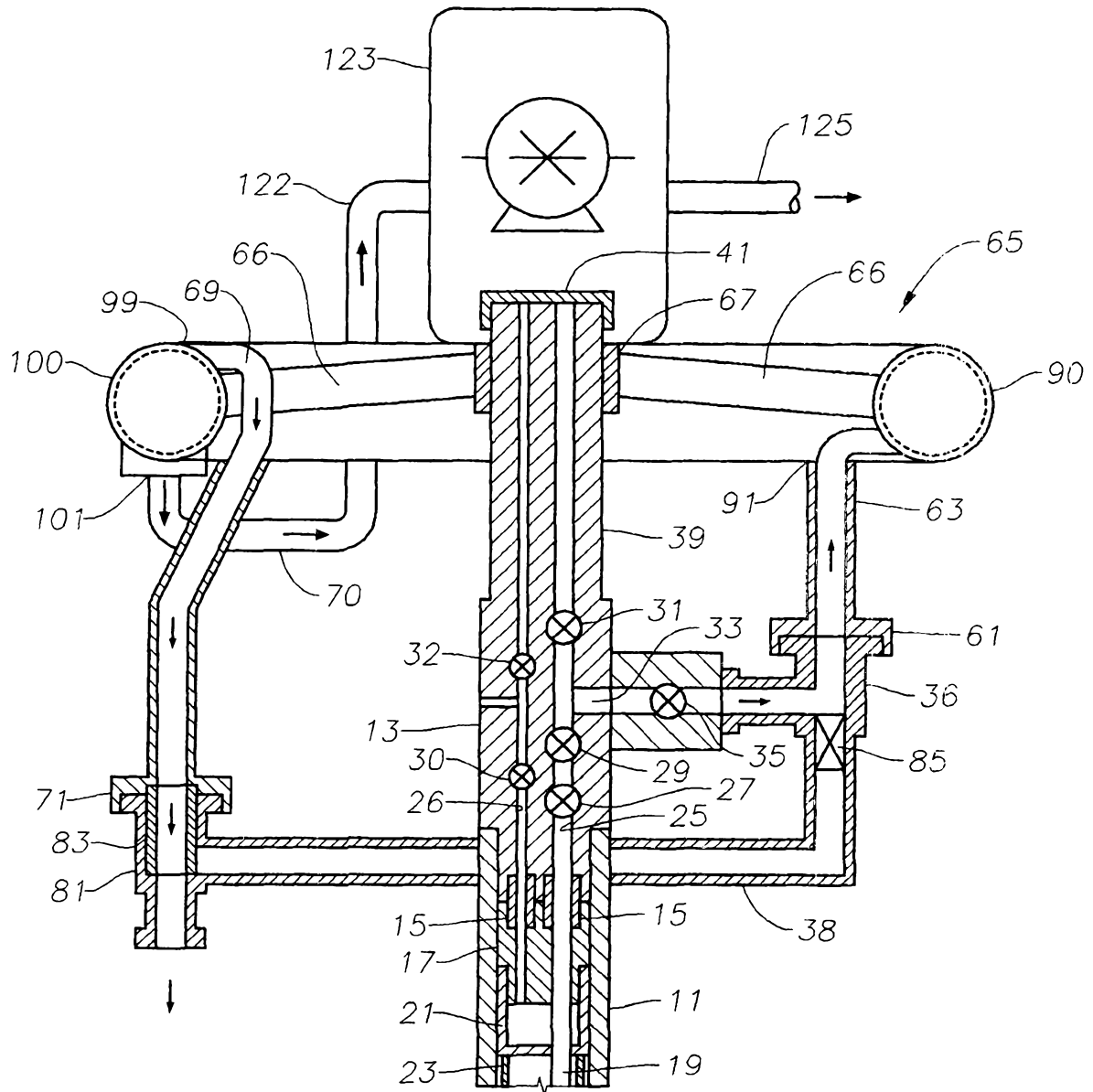


Fig. 8