



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

(21) PI 1010456-9 A2



(22) Data de Depósito: 29/06/2010
(43) Data da Publicação: 14/05/2013
(RPI 2210)

(51) Int.Cl.:
F04B 45/047

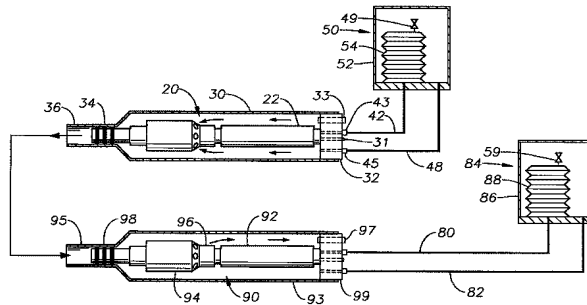
(54) **Título:** CÂMARA DE EXPANSÃO DE ÓLEO EXTERNA PARA EQUIPAMENTO DE BOMBA SUBMERSÍVEL ELÉTRICA DE INTENSIFICAÇÃO DE LEITO DO MAR

(30) **Prioridade Unionista:** 29/06/2009 US 61/221,460

(73) **Titular(es):** Baker Hughes Incorporated

(72) **Inventor(es):** Daniel A. Merrill, Ignacio Martinez

(57) **Resumo:** CÂMARA DE EXPANSÃO DE ÓLEO EXTERNA PARA EQUIPAMENTO DE BOMBA ELÉTRICA DE INTENSIFICAÇÃO DE LEITO DO MAR. Uma câmara de expansão para servir a um equipamento de ESP instalado no leito do mar localizado em um caixão flutuante ou um conduto em um carrinho. A câmara de expansão provê um reservatório externo para expansão e contração de óleo do motor no equipamento de ESP. Durante uma operação de um ESP, o calor gerado no motor eleva a temperatura do óleo do motor, fazendo com que ele se expanda. A câmara de expansão é conectada ao equipamento de ESP através de linhas de óleo que permitem que o óleo se expanda para a câmara de expansão, quando a temperatura do óleo do motor aumentar. A câmara de expansão tem uma barreira móvel ali, que define as câmaras primária e secundária. O óleo se comunica com a câmara primária. Um fluido de formação no conduto que circunda o motor se comunica com a câmara secundária.



**CÂMARA DE EXPANSÃO DE ÓLEO EXTERNA PARA EQUIPAMENTO DE BOMBA
SUBMERSÍVEL ELÉTRICA DE INTENSIFICAÇÃO DE LEITO DO MAR**

Referência Cruzada a Pedido Relacionado

Este pedido reivindica a prioridade para o pedido
5 provisório 61/221.460, depositado em 29 de junho de 2009.

Campo da Invenção

Esta invenção se refere, em geral, motores elétricos
de bomba intensificadora e, em particular, à acomodação da
expansão e da contração de um lubrificante dielétrico de um
10 motor de bomba elétrica submersível de fundo do mar através
de uma câmara de expansão submersa.

Antecedentes da Invenção

As bombas submersíveis elétricas ("ESP") são usadas
para bombeamento de volumes altos de fluido de poço,
15 particularmente em poços requerendo uma elevação
artificial. A ESP tipicamente tem pelo menos um motor
elétrico que normalmente é um motor AC trifásico. O motor
aciona uma bomba centrífuga que pode conter uma pluralidade
de estágios, cada estágio compreendendo um propulsor e um
20 difusor que aumenta a pressão do fluido de poço. O motor é
preenchido com um lubrificante dielétrico ou óleo que provê
lubrificação e ajuda na remoção de calor do motor durante
uma operação da ESP. Uma seção de selo tipicamente está
localizada entre a bomba e o motor para a equalização da
25 pressão do lubrificante contido no motor com a pressão
hidráulica do fluido de poço no exterior. A seção de selo é
preenchida com óleo que se comunica com o óleo no motor.

A ESP tipicamente é manobrada no poço com uma sonda de
intervenção. A ESP é manobrada na extremidade inferior de
30 uma coluna de produção. Uma vez no lugar, a ESP pode ser

energizada para se começar a produção de fluido de poço que é descarregado para a coluna de produção para bombeamento até a superfície.

5 Durante uma operação, a temperatura do óleo no motor da ESP aumenta, devido a atrito no motor, fazendo com que o volume do óleo também expanda. O óleo é vital para manutenção do motor em sua temperatura nominal e para manutenção da confiabilidade. Contudo, o óleo pode migrar para fora do motor, quando expandir, resultando em menos
10 óleo para proteção do motor e uma possível contaminação de outras partes da ESP.

Para contrabalançar a expansão do óleo, uma câmara de ar, selos de fole ou labirinto formam uma câmara de expansão em uma seção de selo da ESP. A câmara de expansão
15 interna provê um volume adicional no qual o óleo pode se expandir. Contudo, isto requer um aumento no comprimento do sistema da ESP, o que pode ser um problema para uma bomba intensificadora de fundo do mar. Além disso, a câmara de expansão interna pode falhar e o sistema de ESP inteiro
20 precisaria ser substituído. Isto poderia resultar em um tempo parado dispendioso.

É desejada uma técnica para se permitir a expansão do óleo do motor que circunda o motor que pode se traduzir em uma vida estendida e uma confiabilidade aumentada do motor,
25 sem um comprimento de ESP aumentado.

Sumário da Invenção

Na presente exposição, uma ESP é descrita, que faz parte de um sistema de intensificação localizado no leito do mar. A ESP pode ser montada horizontalmente, inclinada
30 ou montada verticalmente em um carrinho ou em caixões

flutuantes no fundo do mar. A ESP tem pelo menos um motor e pelo menos uma bomba, com uma seção de selo localizada entre eles.

Uma câmara de expansão compreendendo uma câmara primária e uma câmara secundária que está localizada externamente ao sistema de intensificação de ESP em uma vizinhança de um fundo do mar e tem uma janela de óleo e uma janela de fluido de formação. Uma linha de óleo se conecta à janela de óleo da câmara de expansão para, desse modo, comunicar-se com a câmara primária e comunicação com o motor. Uma linha de fluido de formação se conecta à janela de fluido de formação da câmara de expansão para se comunicar desse modo com a câmara secundária e comunicação com uma cápsula alojando o motor. Conforme o óleo do motor se aquece e se expande durante uma operação, o óleo do motor flui para a câmara primária. A câmara primária se expande para a equalização da pressão entre o óleo do motor e o fluido de formação. Ainda, a câmara primária pode se contrair quando o óleo do motor resfria. Para a obtenção desta expansão e contração, a câmara primária pode ser fabricada como um fole metálico ou um saco elastomérico.

O arranjo de câmara de expansão externa assim provê um mecanismo efetivo para se lidar com o óleo do motor se expandindo, sem necessidade de uma ESP mais longa. Os vazamentos devido a um óleo do motor se expandindo diminuem e, desse modo, a perda do óleo do motor diminui, como o faz a contaminação do óleo do motor com o fluido de formação. Assim, a vida do motor é vantajosamente estendida e sua confiabilidade é vantajosamente aumentada.

30 **Breve Descrição dos Desenhos**

A FIG. 1 é uma vista em corte de uma bomba submersível elétrica com uma câmara de expansão, de acordo com uma modalidade da invenção.

A FIG. 2 é uma vista em corte de uma modalidade alternativa de uma modalidade da FIG. 1.

A FIG. 3 é uma vista em corte de uma modalidade alternativa da modalidade da FIG. 1 montada em um carrinho.

A FIG. 4 é uma vista em corte de uma bomba submersível elétrica em um caixão flutuante, de acordo com uma modalidade da invenção.

A FIG. 5 é uma vista em corte de múltiplas bombas submersíveis elétricas, cada uma com câmaras de expansão, de acordo com uma modalidade da invenção.

A FIG. 6 é uma vista em corte de uma modalidade alternativa da modalidade da FIG. 5.

A FIG. 7 é uma vista em corte de uma bomba submersível elétrica com uma câmara de expansão, de acordo com uma modalidade da invenção.

A FIG. 8 é uma vista em corte de uma modalidade alternativa da modalidade da FIG. 7.

As FIG. 9 e 10 mostram um arranjo típico de conector elétrico de motor e conector de linha, de acordo com uma modalidade da invenção.

As FIG. 11 e 12 mostram um arranjo típico de penetrador elétrico e conector de linha, de acordo com uma modalidade da invenção.

Descrição Detalhada da Invenção

Com referência à FIG. 1, uma bomba submersível elétrica ("ESP") 20 é ilustrada em uma vista em corte. A ESP 20 pode fazer parte de um sistema de intensificação

localizado no leito do mar. Pode ser montada horizontalmente, inclinada, ou montada verticalmente com um caixão flutuante no fundo do mar, também referido como "poço falso". Um motor 22 e uma bomba 24 são mostrados com uma seção de selo 26 localizada entre eles. A seção de selo 26 contém um mancal de escora e pode conter um equalizador de pressão para a equalização da pressão de lubrificante no motor 22 com a pressão hidrostática que permite que o óleo lubrificante do motor se expanda e contraia termicamente. O equalizador de pressão pode ser um fole, uma câmara de ar ou um arranjo de labirinto. Alternativamente, uma bateria de selos mecânicos pode ser usada na seção de selo 26.

Uma cápsula 30 aloja a ESP 20 e tem um tampão ou uma barreira 32 em uma extremidade e uma janela de descarga 36 na outra extremidade. A cápsula 30 neste exemplo está localizada no fundo do mar e é horizontal ou inclinada em um carrinho 60 (FIG. 3). A cápsula 30 pode fazer parte de uma ponte de linha de fluxo. O tampão 32 pode ter vários tipos de janelas e conexões, dependendo da configuração da ESP na cápsula 30. Neste exemplo, o motor 22 e a bomba 24 estão na posição invertida, de modo que a base do motor 22 se volte para a extremidade da cápsula 30 com o tampão 32. Um conector submarino padronizado 31 que passa através do tampão 32 assim pode ser usado para conexão com a base do motor 22, conforme mostrado nas FIG. 9 e 10. Alternativamente, três conectores de fase independentes poderiam ser utilizados para a provisão de potência para o motor. Um umbilical de potência (não mostrado) pode então prover potência elétrica para o motor 22 através do conector submarino 31.

Neste exemplo, uma janela 33 passa através do tampão 32, para se permitir que um fluido de produção flua para a cápsula 30. A janela 33 pode se conectar a uma linha de fluxo vindo diretamente do poço ou de um outro equipamento submarino. O fluido é descarregado pela bomba 24 através da janela 36. A extremidade de descarga da bomba 24 tem um conjunto de selo 34 que sela a extremidade de descarga a partir da cápsula 30. Neste exemplo, a janela 36 pode se conectar a uma linha de fluxo de produção ou a um condutor submarino de produção que pode mover um fluido de produção para, por exemplo, uma unidade de armazenamento e descarregamento de produção flutuante, uma plataforma de perna de tração, uma plataforma fixa ou uma instalação em terra. Uma conexão também pode ser feita com um outro equipamento submarino, tal como um manifold, antes do direcionamento do fluido de produção para a superfície.

Durante uma operação da ESP 20, a temperatura do óleo do motor dentro do motor 22 e circulando através da seção de selo 26 sobe, fazendo com que o óleo se expanda. Devido à expansão, o óleo poderia danificar o motor e a seção de selo, resultando em menos óleo para proteção do motor, contaminação do motor, e possível contaminação de outras partes da ESP 20. Ainda, um vazamento causado pelo óleo do motor pode resultar em um fluido de formação contaminar o óleo do motor, o qual não é projetado para a manutenção da pressão diferencial. Uma contração do óleo conforme ele se resfria quando a ESP 20 não está em operação também é um problema, porque um vácuo pode se formar no motor 22 e na seção de selo 26, que pode resultar em falha. Uma compensação pela expansão e contração do óleo do motor,

devido a variações térmicas assim pode evitar estes problemas.

Para se dirigir a estes problemas, a seção de selo 26 pode ter uma câmara de expansão (não mostrada) que permite que o óleo do motor se expanda, conforme ele se aquece durante uma operação da ESP e equaliza a pressão do óleo no motor 22 com a pressão hidrostática do fluido de formação. Os termos "fluido de formação" e "fluido de produção" são usados de forma intercambiável em todo lugar. Contudo, a provisão de uma câmara de expansão na seção de selo 26 adiciona significativamente comprimento à ESP 20, o que pode ter um impacto na montagem e na manipulação da ESP na sonda ou na embarcação de instalação. Além disso, a confiabilidade da seção de selo 26 e, assim, aquela da ESP é comprometida, se a câmara de expansão interna falhar. Tipicamente, a seção de selo 26 falha porque excede a sua capacidade de expansão de óleo. A câmara de expansão na cápsula tem uma capacidade de expansão de óleo máxima limitada pelo espaço disponível na cápsula. Uma câmara de expansão no leito do mar, contudo, pode ser projetada para uma capacidade de expansão de óleo maior, porque não há limitações de espaço. Assim, pela localização de uma câmara de expansão 50 no leito do mar externamente à cápsula 30, ou em um carrinho que suporte a cápsula 30, o comprimento da ESP 20 vantajosamente poderia ser reduzido e a confiabilidade da ESP 20 vantajosamente poderia ser aumentada.

Continuando com referência à FIG. 1, uma linha de óleo 42 passa através de um conector 43 que passa através do tampão 32 para se permitir que a linha de óleo 42 se

comunique com a base do motor 22. A linha de óleo 42 permite que o óleo do motor quente a partir da base do motor 22 se expanda para fora para um fole 54 no interior da câmara de expansão 50, o que define uma primeira câmara.

5 O fole 54 pode ser feito de metal ou de borracha, que pode se flexionar e tolerar variações de temperatura. Alternativamente, uma câmara de ar ou uma câmara de pistão pode ser usada, ao invés de um fole. Uma linha de cápsula 48 passa através de um conector 45 que passa através do
10 tampão 32 para se permitir que a linha de cápsula 48 se comunique com o interior da cápsula 30 exposta ao fluido de formação. A linha de cápsula 48 permite que o fluido de formação na cápsula 30 viaje até uma segunda câmara na câmara de expansão 50 definida pelo alojamento de câmara de
15 expansão 52 e pela superfície externa do fole 54.

O alojamento 52 é selado em relação à pressão hidrostática. Antes do emprego da ESP 20 e da câmara de expansão 50, elas são pré-preenchidas com óleo. A seção de fole 54 tem uma válvula de retenção 49 com uma regulagem de
20 pressão pré-regulada que permite que o óleo flua a partir do fole 54 para a segunda câmara da câmara de expansão 50. A válvula de retenção 49 proverá uma comunicação com o fluido de óleo do motor para a parte externa do fole 54, no caso de uma expansão máxima de óleo ser excedida. A válvula
25 de retenção 49 impede que o fluido de formação fora do fole 54 se comunique com a porção interna do fole 54. Esta expansão em excesso de óleo é normal na primeira partida do sistema, até que uma estabilidade operacional seja obtida. O óleo no interior do fole 54 não se comunica com o fluido
30 de formação mantido na câmara de expansão 50, embora o

fluido de formação possa se comunicar com o óleo externamente ao fole 54. Nem o fluido de formação nem o óleo se comunicam com a água do mar.

Durante uma operação, o óleo quente no interior faz com que o fole 54 se expanda, enquanto o fluido de formação na câmara de expansão 50 simultaneamente exerce uma pressão externa sobre o fole 54, desse modo se equalizando a pressão de óleo no motor 22 com a pressão do fluido de formação na cápsula 30 que circunda a ESP 20. O óleo do fole 54 flui de volta através da linha de óleo 42 para o motor 22. Ainda, quando a ESP 20 é parada, o óleo do motor resfria e se contrai. Sem uma provisão para contração, a contração pode criar um vácuo dentro do sistema de ESP, o que pode levar a uma falha. Os vazamentos de óleo do motor devido a uma expansão de óleo ou a uma contração assim podem ser minimizados, e o motor 22 assim pode ser protegido para operar por mais tempo e de forma mais confiável, enquanto se reduz significativamente o comprimento do sistema de ESP 20.

Com referência à FIG. 2, uma modalidade alternativa é ilustrada, que é similar à modalidade mostrada na FIG. 1. Contudo, nesta modalidade, uma câmara de expansão adicional 56 é mostrada acoplada em série com a câmara de expansão primária 50. A função primária desta modalidade é prover uma câmara de expansão adicional para fins de redundância. A câmara de expansão adicional 56 também pode prover uma capacidade adicional de expansão e contração ao sistema submarino. Como na modalidade da FIG. 1, a linha de óleo 42 permite que o óleo do motor quente a partir da base do motor 22 se expanda para fora para um fole 54 no interior

da câmara de expansão 50. Contudo, a linha de cápsula 48 se conecta à câmara de expansão adicional 56 fora do fole 58, para se permitir que o fluido de formação na cápsula 30 viaje até uma segunda câmara na câmara de expansão 56

5 definida pelo alojamento de câmara de expansão 57 e pela superfície externa do fole 58. O interior do fole 58 é conectado por uma linha 51 ao exterior do fole 54. Como na modalidade da FIG. 1, os foles 54, 58 de ambas as câmaras de expansão 50, 56 têm válvulas de retenção 49, 50 que

10 permitem que o óleo flua a partir de uma câmara para a seguinte durante um pré-preenchimento. Assim, o óleo no interior dos foles 54, 58 não se comunica com o fluido de formação mantido na câmara de expansão adicional 56, embora o fluido de formação possa se comunicar com o óleo

15 externamente ao fole 58 na câmara de expansão adicional 56. A linha de cápsula 48 passa através de um conector 45 que passa através do tampão 32, para se permitir que a linha de cápsula 48 se comunique com o interior da cápsula 30 exposto ao fluido de formação. A linha de acoplamento 51 se

20 conecta à segunda câmara no interior da câmara de expansão primária 50, a qual contém óleo, e é definida pelo alojamento de câmara de expansão 52 e pela superfície externa do fole 54 para o interior do fole 58 da câmara de expansão adicional 56, a qual também é preenchida com óleo.

25 O uso de múltiplas câmaras de expansão como neste exemplo ainda pode aumentar a confiabilidade pela inclusão de redundância. Se uma câmara de expansão falhar ou vazar, a segunda câmara de expansão poderá proteger o sistema submarino. Como na modalidade da FIG. 1, o sistema de ESP

30 desta modalidade pode ser montado horizontalmente ou

inclinado em um carrinho 60 (FIG. 3), ou montado verticalmente em um caixão flutuante 100 (FIG. 4) no fundo do mar, conforme explicado abaixo.

Na modalidade mostrada na FIG. 4, a cápsula 30 e a ESP 20 ali podem ser alojadas em um caixão flutuante 100. O caixão flutuante 100 pode ser parcial ou completamente submerso no leito do mar e pode ser de vários pés (1 pé = 0,305 metros) de profundidade. As conexões e o arranjo de ESP 20 são idênticos nesta modalidade àqueles mostrados na modalidade da FIG. 1. Contudo, a bomba 24 descarrega o fluido de produção a partir da cápsula 30 através da saída 36 e para o caixão flutuante 100, ao invés de uma linha de fluido de produção. Uma janela de saída 104 no caixão flutuante 100 se conecta a um condutor submarino de fluido de produção ou a uma linha de fluxo. O caixão flutuante 100 pode ser usado para a separação de gás no fluido de produção para se aumentar, desse modo, a eficiência de bombeamento. A câmara de expansão 50 estaria localizada próxima e externa ao caixão flutuante 100, para se permitir uma expansão do óleo do motor. Alternativamente, múltiplas câmaras de expansão poderiam ser utilizadas, como na modalidade da FIG. 2. Também, em uma outra alternativa, o fluido de produção poderia fluir para a extremidade superior do caixão flutuante 100 para baixo em torno da cápsula 30. O fluido flui para cima na cápsula 30 e é bombeado para fora no tampão 33.

Com referência à FIG. 5, uma modalidade alternativa é ilustrada, que é similar à modalidade mostrada na FIG. 1. Contudo, nesta modalidade, múltiplos sistemas de ESP 20, 70 são mostrados conectados em série, cada um com sua própria

câmara de expansão 50, 84. Uma ESP primária 20 em uma cápsula 30 é mostrada conectada em série à ESP 70 em uma cápsula 76 para a provisão de uma capacidade de intensificação de pressão adicional. A saída de descarga 36 da ESP primária 20 se conecta à janela de entrada 72 da ESP secundária 70. Uma bomba 71 então descarrega o fluido de produção através de uma saída de descarga 74 na ESP secundária 70. A saída de descarga 74 pode se conectar a uma linha de fluido de produção ou condutor submarino.

Continuando com referência à FIG. 5, o arranjo da ESP secundária 70 é idêntico àquele da ESP primária 20. Uma linha de óleo 80 passa através de um conector 81 que passa através de um tampão 87 para se permitir que a linha de óleo 80 se comunique com a base do motor 73. A linha de óleo 80 permite que o óleo do motor quente da base do motor 73 se expanda para um fole 88 dentro da câmara de expansão 84. Uma linha de cápsula 82 passa através de um conector 83 que passa através do tampão 87 para se permitir que a linha de cápsula 82 se comunique com o interior da cápsula 76 exposta ao fluido de formação. A linha de cápsula 82 permite que o fluido de formação na cápsula 76 viaje para cima até uma segunda câmara na câmara de expansão 84 definida pelo alojamento de câmara de expansão 86 e a superfície externa do fole 88. Ambas a ESP primária 20 e a ESP secundária 70 têm conectores submarinos padronizados 31, 85 que passam através de seus respectivos tampões 32, 87 para conexão com a base dos motores 22, 73. Os conectores submarinos 31, 85 permitem que um umbilical de potência (não mostrado) proveja potência elétrica para os motores 22, 73 através dos conectores submarinos 31, 85.

Cada um dos sistemas de ESP pode ser eletricamente conectado em paralelo pela manobra de umbilicais separados a partir de um umbilical de potência principal (não mostrado).

5 Alternativamente, os estágios na bomba da ESP secundária podem ser invertidos, conforme mostrado na FIG. 6. A modalidade mostrada na FIG. 6 é idêntica à modalidade mostrada na FIG. 5, com múltiplas ESPs 20, 90 e câmaras de expansão 50, 84. Contudo, a ESP secundária 90 tem uma bomba
10 94 com estágios invertidos em relação à bomba 71 da FIG. 5, que permite o fluxo de produção na direção oposta. Assim, a saída de descarga 36 da ESP primária 20 se conecta à janela de entrada 95 da ESP secundária 90. Em um arranjo de estágio não invertido, tal como na FIG. 5, a janela de
15 entrada 95 seria a saída de descarga. A bomba de estágio invertido 94 então descarrega o fluido de produção na cápsula 93, onde o fluido flui externamente ao motor 92 e à seção de selo 96 e para fora da cápsula 93 através de uma saída de descarga 97 em uma extremidade da cápsula 93. A
20 saída de descarga 97 passa através de um tampão 99 que é idêntico ao tampão 32 na cápsula primária 30. A saída de descarga 97 ainda pode se conectar a uma linha de fluido de produção ou condutor submarino. Neste caso, o fole 88 da câmara de expansão 84 conectado ao sistema de bomba
25 secundária 90 estará equilibrando a pressão de óleo com a pressão de fluido de descarga.

Os sistemas de ESP conectados de forma serial nas modalidades mostradas nas FIG. 5 e 6 podem ser montados inclinados ou horizontalmente em um carrinho 60, como na
30 FIG. 3, ou montados em um caixão flutuante 100 conforme

mostrado na FIG. 4. Ainda, as múltiplas câmaras de expansão podem ser montadas no carrinho 60 (FIG. 3) ou no leito do mar.

Com referência à FIG. 7, uma modalidade alternativa é ilustrada, que é similar à modalidade mostrada na FIG. 1. Contudo, nesta modalidade, a ESP 20 usa um arranjo de ESP padronizado, ao invés de um arranjo invertido. Assim, o motor 110 está localizado abaixo da bomba 112 e uma seção de selo 114 está localizada entre eles. Ainda, o fluido de produção fluirá para a cápsula 30 através de uma janela 124 em uma extremidade da cápsula 30. A janela 124 se conecta a uma linha de fluxo transportando o fluido de produção a partir de um poço. A bomba 112 descarrega o fluido de produção através de um trecho de tubulação 126 que passa através do tampão 32. A tubulação de descarga 126 pode se conectar a uma linha de fluxo ou um condutor submarino, como na modalidade da FIG. 1. A base do motor 110 neste exemplo está na extremidade da cápsula 30 oposta ao tampão 32. Um cabo de potência 122 passa através de um penetrador elétrico 120 no tampão 32 (FIG. 11 e 12) e se conecta ao motor 110 para energização dele. Nesta modalidade, a linha de óleo 42 se conecta ao fole 54 da câmara de expansão 50 e se estende para baixo para a cápsula 30 para comunicação com o motor 110. Como na modalidade da FIG. 1, a linha de cápsula 48 permite que o fluido de formação na cápsula 30 viaje para cima para uma segunda câmara no interior da câmara de expansão 50 definida pelo alojamento de câmara de expansão 52 e pela superfície externa do fole 54.

Alternativamente, a seção de selo 114 mostrada na FIG. 7 poderia ser substituída por uma bateria de selos

mecânicos 130, conforme mostrado na FIG. 8. A modalidade mostrada na FIG. 8 é idêntica à modalidade mostrada na FIG. 7, com a ESP 20 em um arranjo padronizado de ESP e a câmara de expansão 50. Contudo, a substituição da seção de selo pela bateria de selos mecânicos 130 pode requerer a adição de uma câmara de expansão interna 128 no interior daquela cápsula 30 e na base do motor 110. Nesta modalidade, então, a câmara de expansão externa 50 pode funcionar como uma câmara de expansão redundante para se evitar que a câmara de expansão interna 128 se expanda em excesso.

Os sistemas de ESP nas modalidades mostradas nas FIG. 7 e 8 podem ser montados inclinados ou horizontalmente em um carrinho 60, como na FIG. 3, ou montados em um caixão flutuante 100, conforme mostrado na FIG. 4. Ainda, as múltiplas câmaras de expansão podem ser montadas no carrinho 60 (FIG. 3) ou no leito do mar.

Durante uma operação de uma ESP 20, o calor gerado no motor eleva a temperatura do óleo do motor, fazendo com que ele se expanda. Esta expansão pode levar a uma migração de óleo fora do motor e da seção de selo, resultando em menos óleo para proteção do motor e uma possível contaminação de outras partes da ESP 20. Ainda, um vazamento causado pelo óleo expandido pode resultar em uma contaminação de fluido de formação no óleo do motor, o que tipicamente é classificado para uma pressão diferencial em particular. A forma convencional de se lidar com estes problemas requer o uso de câmaras de expansão internas que adicionam um comprimento significativo ao sistema de ESP, tendendo a resultar em montagem e manipulação adicionais da ESP na sonda e durante operações de manobra. Além disso, a

confiabilidade da câmara de expansão na seção de selo e, assim, aquela da ESP 20 são comprometidas, se a expansão de óleo exceder à capacidade máxima da câmara de expansão interna. Assim, pela localização de uma câmara de expansão 5 50 no leito do mar externamente à cápsula 30, ou em um carrinho que suporte a cápsula 30, o comprimento da ESP 20 vantajosamente poderia ser reduzido e a confiabilidade da ESP 20 poderia ser vantajosamente aumentada.

Embora a invenção tenha sido mostrada em apenas uma de 10 suas formas, deve ser evidente para aqueles versados na técnica que ela não está limitada dessa forma, mas é suscetível a várias mudanças, sem que se desvie do escopo da invenção.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para intensificação de pressão de um fluido de poço que flui a partir de um poço submarino, caracterizado por compreender:

5 a montagem de um motor e uma bomba em um conduto submarino;

a provisão de um alojamento de expansão submerso externo ao conduto nas vizinhanças do fundo do mar, o alojamento de expansão tendo uma barreira móvel ali, 10 definindo uma câmara de fluido primária e uma secundária;

o fluxo de um fluido de formação para o conduto em torno do motor e operando o motor e a bomba para bombeamento do fluido de formação a partir da cápsula;

a comunicação de um lubrificante dielétrico a partir 15 do motor com a câmara primária no interior da câmara de expansão;

a comunicação de um fluido de formação com a câmara secundária no interior da câmara de expansão; e

a permissão de que a barreira flexível se mova para a 20 equalização da pressão entre as câmaras primária e secundária.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato da barreira móvel compreender um fole e a comunicação do lubrificante dielétrico compreender 25 o fluxo do lubrificante dielétrico para se mover para o interior de um fole flexível.

3. Método, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato da comunicação do fluido de formação compreender o fluxo do fluido de formação em torno 30 do exterior de um fole.

4. Método, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato das câmaras primária e secundária serem seladas em relação à pressão hidrostática da água do mar.

5 5. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato do conduto compreender uma cápsula localizada no fundo do mar.

6. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por compreender ainda a provisão de uma
10 segundo alojamento de expansão submerso tendo uma barreira móvel, onde há:

a comunicação de um lubrificante dielétrico compreendendo o fluxo de lubrificante dielétrico para a câmara primária do primeiro alojamento de expansão
15 mencionado;

a comunicação de um fluido de formação compreendendo o fluxo de fluido de formação para a câmara secundária da câmara de expansão secundária; e

a comunicação de lubrificante dielétrico a partir da
20 câmara secundária do primeiro alojamento de expansão para a câmara primária do alojamento de expansão secundário.

7. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato do conduto compreender um caixão flutuante que se estende para o fundo do mar e o alojamento
25 de expansão estar localizado no fundo do mar.

8. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de uma bateria de selos mecânicos estar localizada entre o motor e a bomba e uma câmara de expansão estar localizada em uma base do motor.

30 9. Sistema de bombeamento intensificador submersível

elétrico submarino, caracterizado por compreender:

um condutor;

uma bomba elétrica no interior do conduto, e tendo uma entrada para retirada do fluido do conduto para a bomba e
5 uma saída para descarga do fluido a partir do conduto, e localizada no conduto;

um motor elétrico acoplado de forma cooperativa à bomba centrífuga;

um alojamento de expansão externo ao conduto, o
10 alojamento de expansão tendo uma barreira móvel ali, definindo uma câmara primária e uma secundária;

uma linha de lubrificante dielétrico em comunicação com o interior do motor e conectada à câmara primária do alojamento de expansão térmica; e

15 uma linha de fluido de formação em comunicação com o interior do conduto exteriormente ao motor e conectada à câmara secundária da câmara de expansão.

10. Sistema, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato do alojamento de expansão de
20 barreira móvel substancialmente equalizar a pressão entre as câmaras primária e secundária.

11. Sistema, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato da barreira móvel compreender um
25 fole que pode se expandir e contrair conforme o lubrificante dielétrico se expandir e contrair.

12. Sistema, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato do alojamento de expansão ser selado, de modo a se evitar que a pressão hidrostática da água do mar atue sobre as câmaras primária e secundária.

30 13. Sistema, de acordo com a reivindicação 10,

caracterizado pelo fato do condutor compreender uma cápsula localizada no fundo do mar.

14. Sistema, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de uma bateria de selos mecânicos estar localizada entre o motor e a bomba e uma câmara de expansão estar localizada em uma base do motor.

15. Sistema, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado por compreender ainda a provisão de um segundo alojamento de expansão submerso que tem uma barreira móvel, onde há:

a comunicação de um lubrificante dielétrico compreendendo o fluxo de lubrificante dielétrico para a câmara primária do primeiro alojamento de expansão mencionado;

15 a comunicação de um fluido de formação compreendendo o fluxo de fluido de formação para a câmara secundária da câmara de expansão secundária; e

a comunicação de lubrificante dielétrico a partir da câmara secundária do primeiro alojamento de expansão para a câmara primária do alojamento de expansão secundário.

16. Sistema, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de uma pluralidade de alojamentos de expansão ser conectada em série, uma linha de acoplamento conectando uma câmara primária de um alojamento de expansão a uma câmara secundária de um segundo alojamento de expansão, a câmara secundária definida pela superfície interna do segundo alojamento de expansão e a superfície externa de uma câmara primária na segunda câmara de expansão.

17. Sistema, de acordo com a reivindicação 9,

caracterizado pelo fato da câmara secundária de um dos alojamentos de expansão e a câmara primária do segundo alojamento de expansão serem pré-preenchidas com o lubrificante dielétrico.

5 18. Sistema, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato da linha de lubrificante dielétrico e a linha de fluido de formação conectada ao alojamento de expansão passarem através de um tampão localizado em uma extremidade do conduto.

10 19. Sistema, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato do alojamento de expansão estar localizado externamente a um caixão flutuante que contém o motor e a bomba centrífuga ali, o caixão flutuante se estendendo para o leito do mar.

15 20. Sistema de bomba intensificadora submarina, caracterizado por compreender:

um conduto submarino que tem uma entrada de fluido de poço e uma saída de fluido de poço;

20 uma bomba centrífuga e um motor elétrico localizados no conduto;

um alojamento de expansão localizado submarino externo ao conduto;

uma linha de fluido dielétrico de entrada conectada entre o motor e ao alojamento de expansão;

25 uma linha de fluido de poço de entrada conectada entre o conduto e o alojamento de expansão; e

a câmara de expansão tendo uma barreira móvel entre a linha de fluido dielétrico e a linha de fluido de poço de entrada.

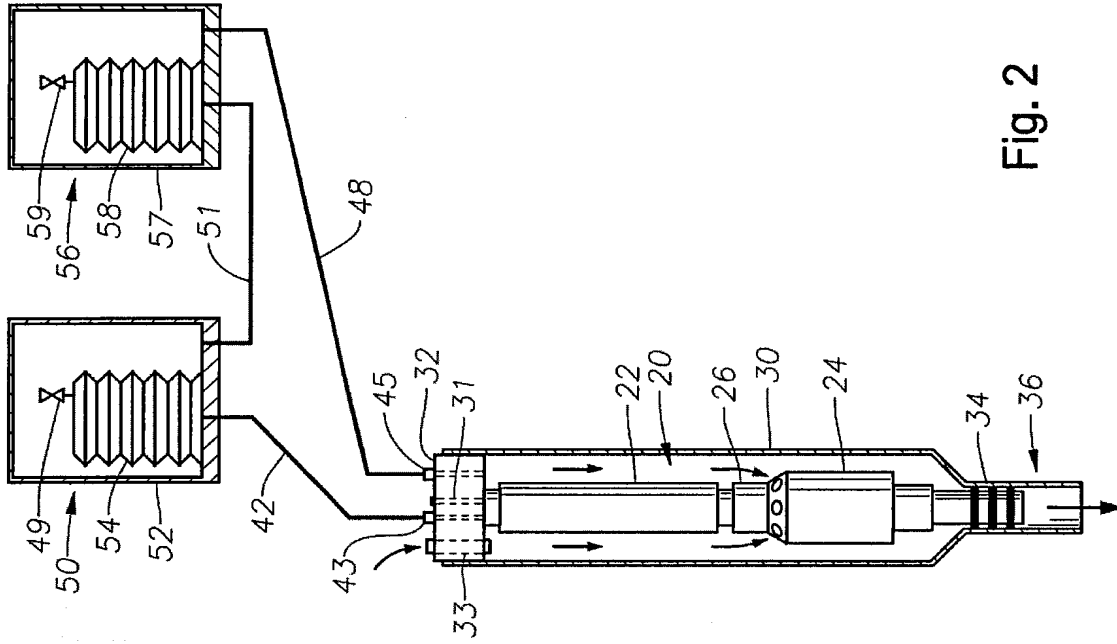


Fig. 1

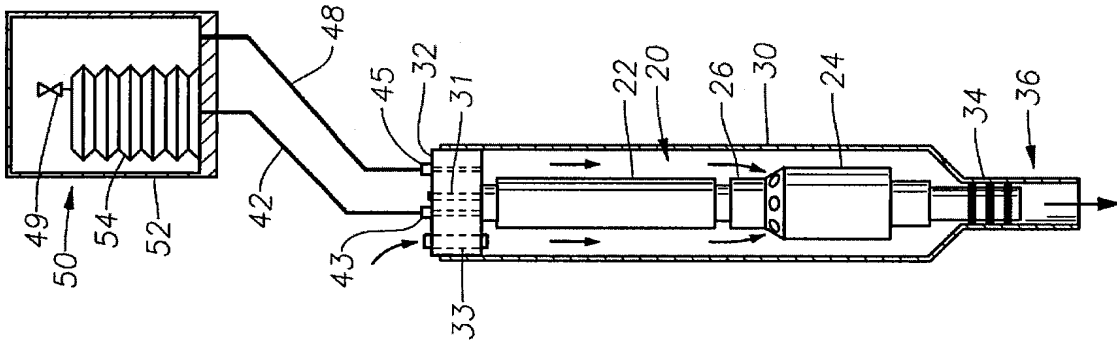


Fig. 2

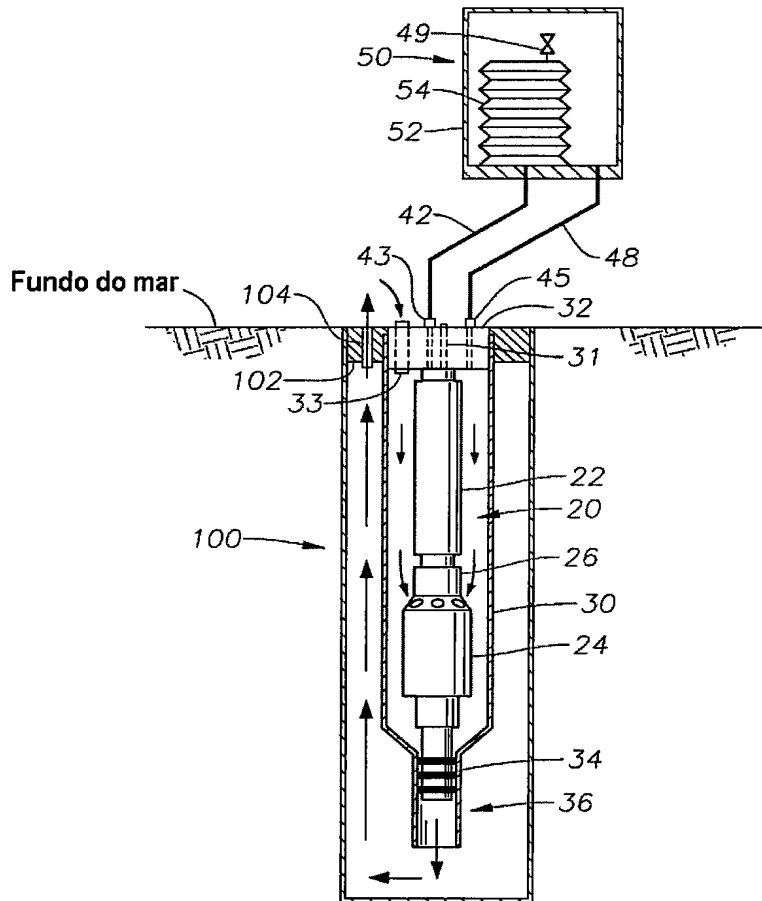
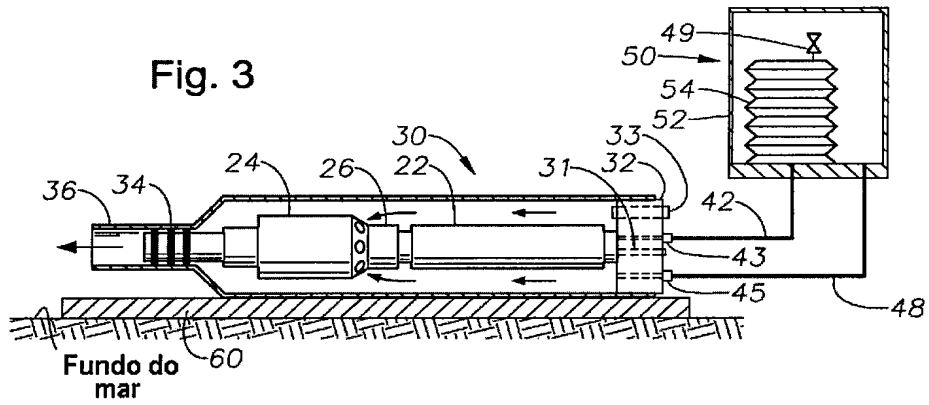


Fig. 4

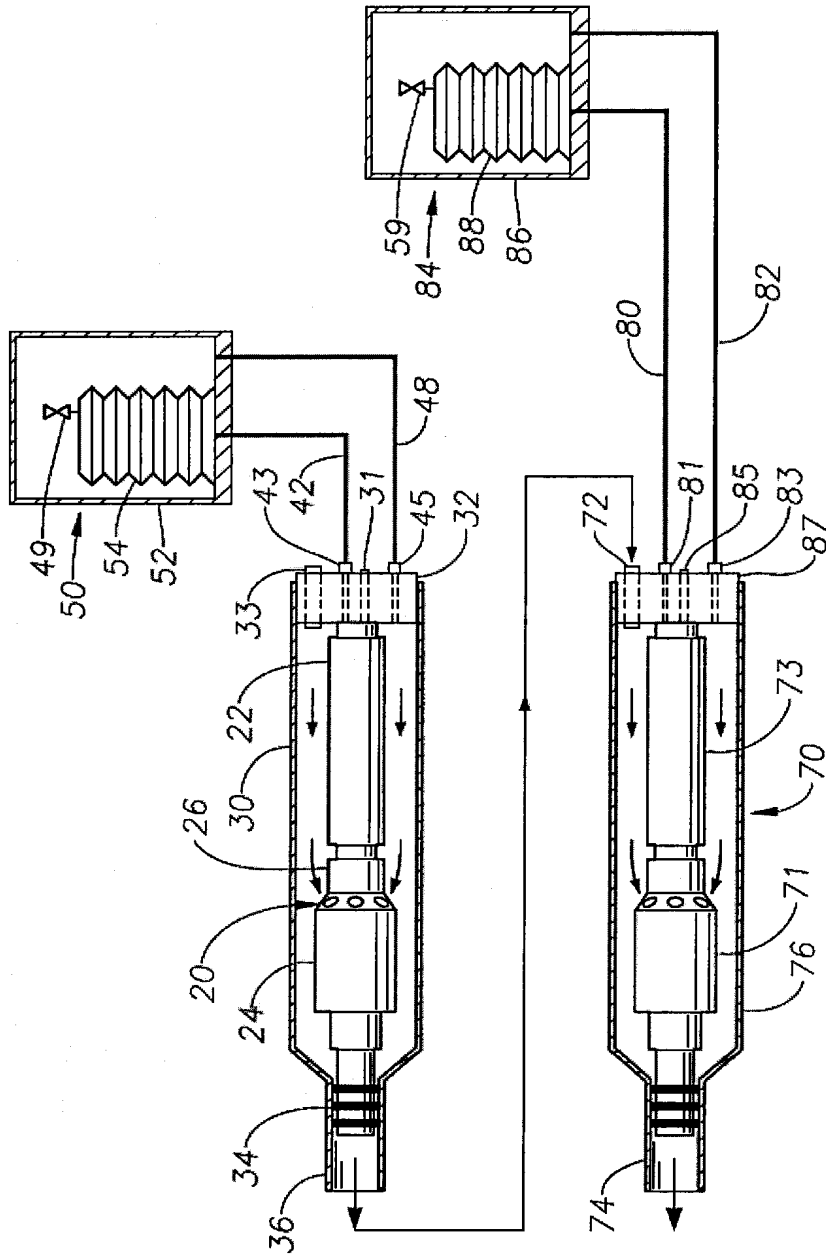


Fig. 5

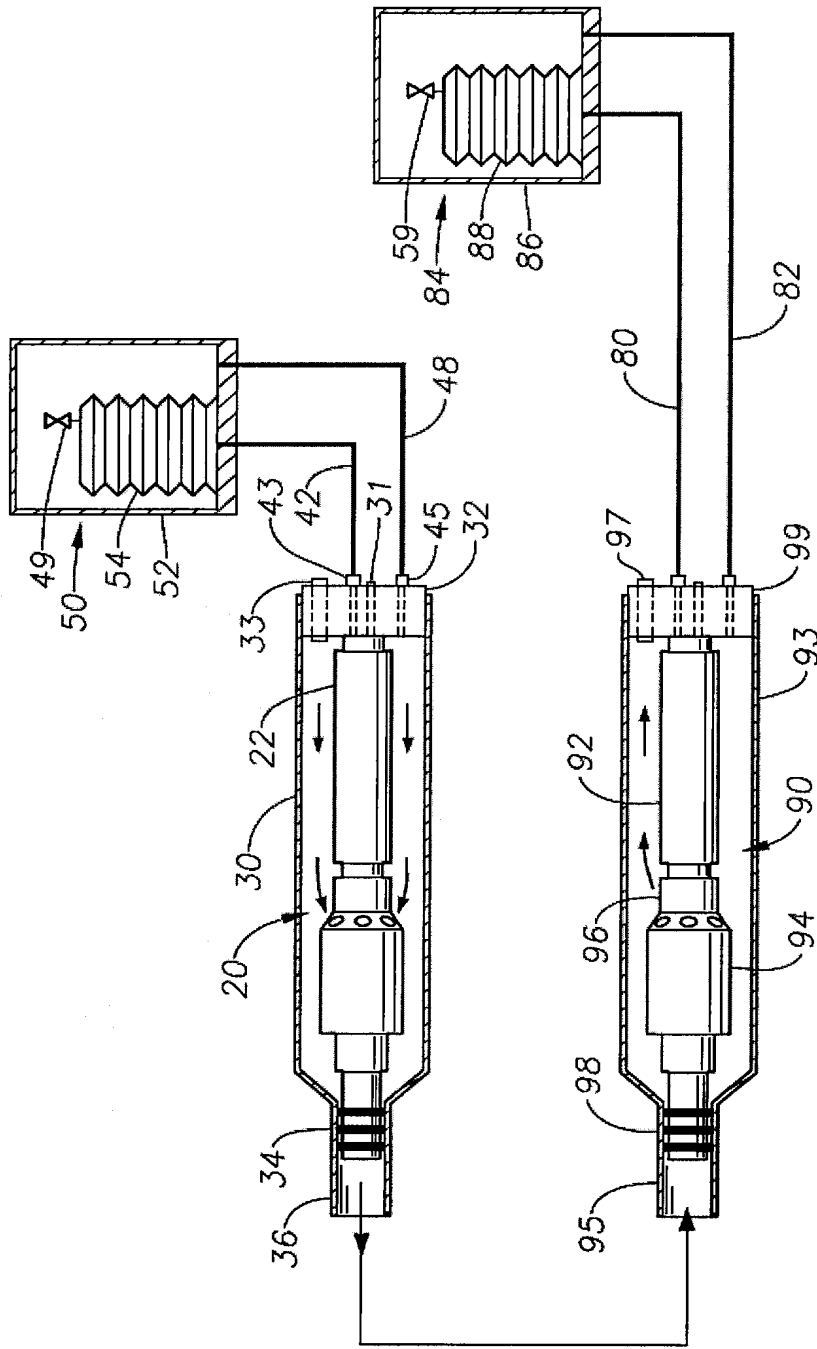


Fig. 6

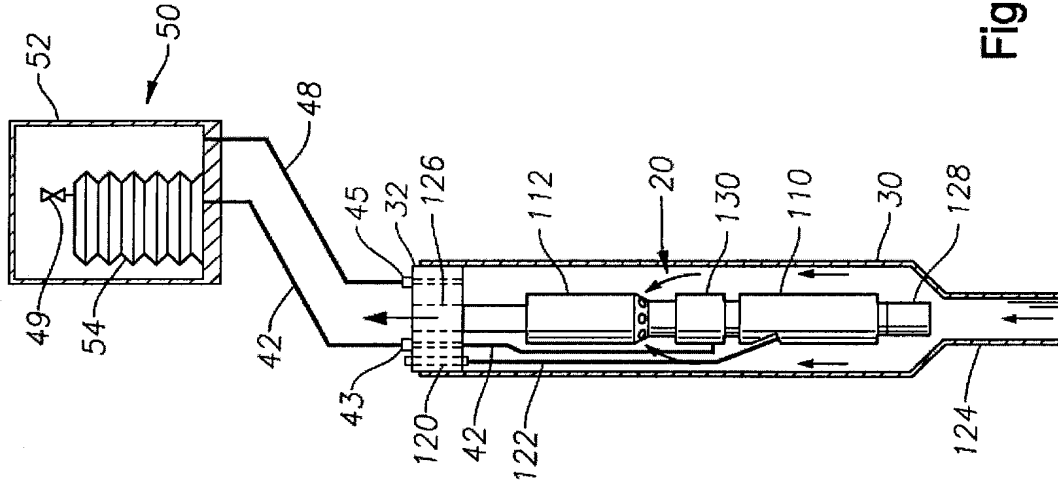


Fig. 8

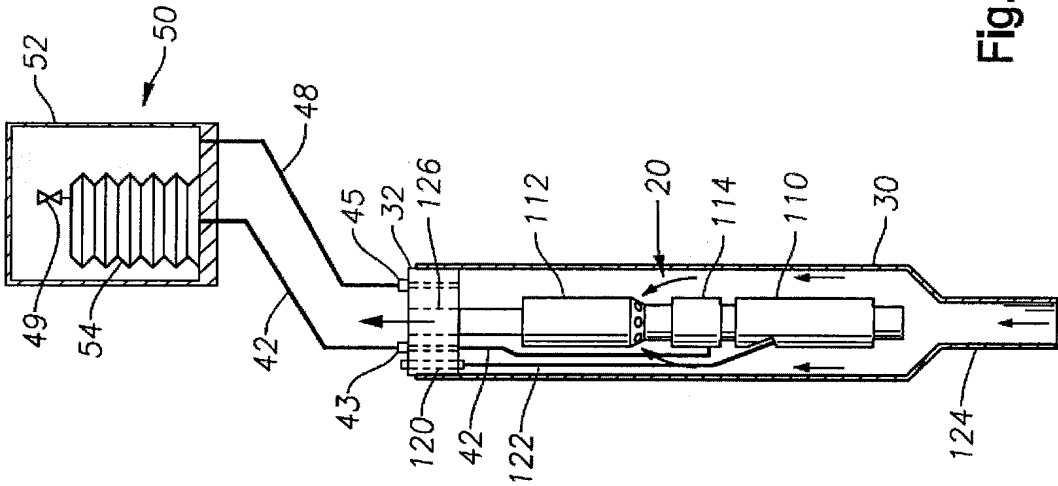


Fig. 7

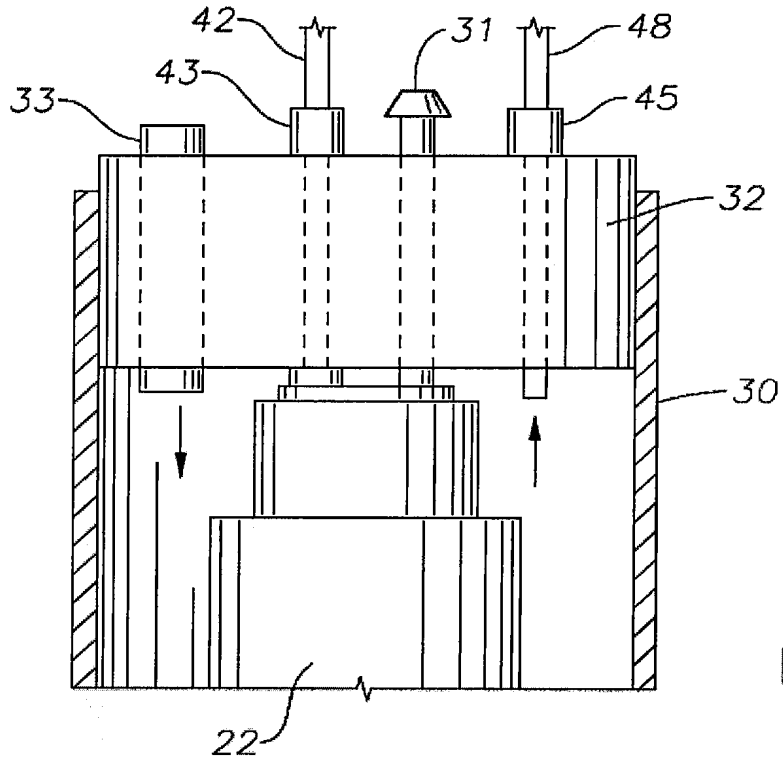


Fig. 9

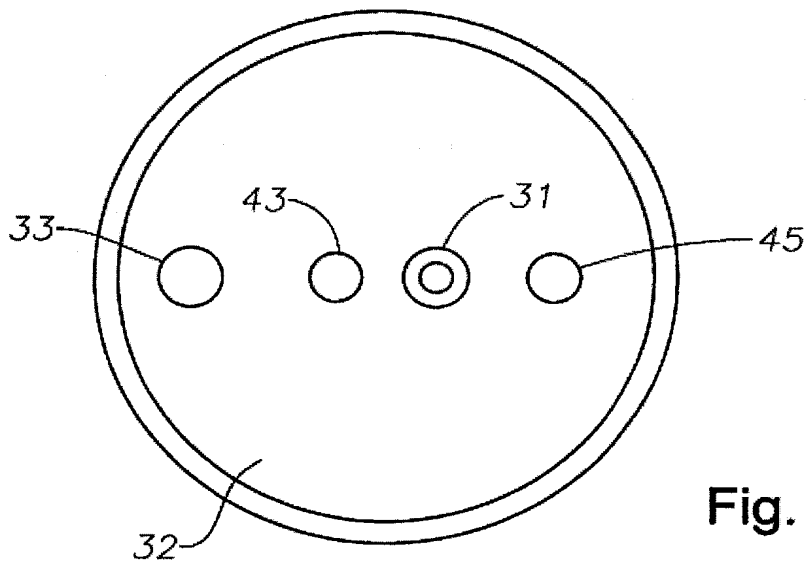


Fig. 10

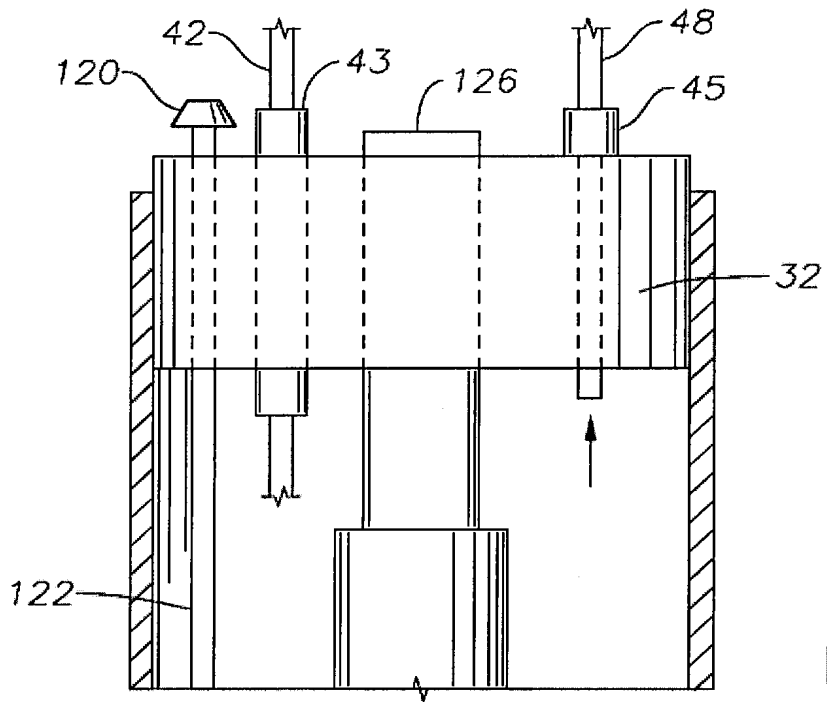


Fig. 11

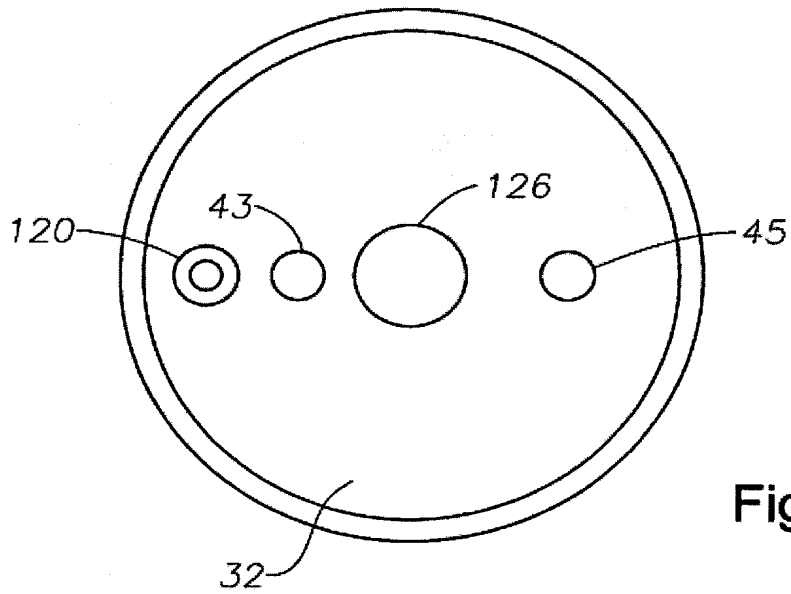


Fig. 12

RESUMO**CÂMARA DE EXPANSÃO DE ÓLEO EXTERNA PARA EQUIPAMENTO DE BOMBA
SUBMERSÍVEL ELÉTRICA DE INTENSIFICAÇÃO DE LEITO DO MAR**

Uma câmara de expansão para servir a um equipamento de
5 ESP instalado no leito do mar localizado em um caixão
flutuante ou um conduto em um carrinho. A câmara de
expansão provê um reservatório externo para expansão e
contração de óleo do motor no equipamento de ESP. Durante
uma operação de um ESP, o calor gerado no motor eleva a
10 temperatura do óleo do motor, fazendo com que ele se
expanda. A câmara de expansão é conectada ao equipamento de
ESP através de linhas de óleo que permitem que o óleo se
expanda para a câmara de expansão, quando a temperatura do
óleo do motor aumentar. A câmara de expansão tem uma
15 barreira móvel ali, que define as câmaras primária e
secundária. O óleo se comunica com a câmara primária. Um
fluido de formação no conduto que circunda o motor se
comunica com a câmara secundária.