



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

(11) PI 0807471-2 B1

(22) Data do Depósito: 14/02/2008

(45) Data de Concessão: 21/08/2018



* B R P I 0 8 0 7 4 7 1 B 1 *

(54) Título: UNIDADE E MÉTODO PARA TESTE TRANSITÓRIO E CONTÍNUO DE UMA PARTE ABERTA DE UM FURO DE POÇO.

(51) Int.Cl.: E21B 49/08

(30) Prioridade Unionista: 14/02/2007 NO 20070851

(73) Titular(es): STATOIL PETROLEUM AS

(72) Inventor(es): KARE OTTO ERIKSEN

(85) Data do Início da Fase Nacional: 11/08/2009

“UNIDADE E MÉTODO PARA TESTE TRANSITÓRIO E CONTÍNUO DE UMA PARTE ABERTA DE UM FURO DE POÇO”

ESCOPO DA INVENÇÃO

[0001] A presente invenção refere-se a teste de poços de óleo e gás. Mais especificamente, a invenção refere-se a uma unidade e a um método para teste transitório e contínuo de uma parte aberta de um furo de poço.

TÉCNICA ANTERIOR E FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

[0002] O teste de poços de óleo e gás é de grande importância para determinar as propriedades e a capacidade de produção do reservatório de um reservatório contendo hidrocarboneto. Tal teste é preferivelmente feito com uma coluna de perfuração, durante o chamado teste de coluna de perfuração (DST), durante o qual uma zona de interesse é isolada por obturadores temporários, de modo que o fluido da zona de reservatório possa fluir para dentro do espaço entre ditos obturadores.

[0003] A Publicação de patente US 5.799.733 descreve uma ferramenta de furo abaixo para avaliação precoce de um reservatório, principalmente para retirar amostras de um fluido de reservatório de furo aberto. Em dita publicação são descritos elementos obturadores infláveis, para isolar um intervalo de reservatório de furo aberto de interesse, uma bomba de furo abaixo acionada eletricamente ou por um motor de lama e provendo um retorno de lama para uma coluna de perfuração/coluna de teste ou a coroa circular acima dos obturadores, e ainda são descritos uma câmara de amostra e sensores para a medição das propriedades do fluido. Entretanto, não é descrita tecnologia possibilitando um teste estendido como a contínua mistura de lama e fluido de reservatório durante condições controladas, porém diversos locais fornecem advertências contra o risco de perda de controle de pressão; vide, por exemplo, a coluna 16, linhas 33 – 42 da publicação US 5.799.733. Para formas de realização tendo uma bomba acionada eletricamente o fluido de formação é alimentado a uma coluna de teste de furo de poço, a fim de eliminar o risco de perda de controle de pressão. Para formas de realização tendo uma bomba de lama, não é possível alimentar-se o fluido de formação dentro da parte superior de uma coluna de perfuração ou de teste, e para todas tais formas de realização

diversos avisos são expressos contra o risco de perder o controle de pressão.

[0004] Há uma demanda por uma unidade e método para teste transitório e contínuo de uma parte aberta de um furo de poço, sem as limitações acima mencionadas.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[0005] A presente invenção provê uma unidade para teste transitório e contínuo de uma parte aberta de um furo de poço, dita unidade sendo disposta em uma parte mais baixa de uma coluna de perfuração e compreendendo:

- um mínimo de dois obturadores fixados no lado externo da coluna de perfuração, ditos obturadores sendo expansíveis para isolar um intervalo de reservatório,

- uma bomba de furo abaixo para bombear o fluido de formação de dito intervalo de reservatório,

- uma câmara de amostra,

- sensores para medir as propriedades do fluido,

- uma válvula de fechamento para fechar o fluxo de fluido de dito intervalo de reservatório, distinguido pelo fato de que dita unidade compreendendo ainda:

- sensores e telemetria para medir e transmissão em tempo real da vazão, pressão e temperatura do fluxo de fluido de dito intervalo de reservatório, de dita bomba de furo abaixo da coluna de perfuração e de uma coroa circular acima dos obturadores,

- uma turbina acionada por lama ou cabo elétrico para suprimento de energia a dita bomba de furo abaixo e

- uma unidade de circulação para circulação de lama de um tubo de perfuração para dita coroa circular acima dos obturadores e alimentar fluido de formação de dita bomba de furo abaixo para dita coroa circular, dita unidade de circulação, independente da taxa de circulação de lama para dita coroa circular pode alimentar fluido de formação de dito intervalo de reservatório para dita coroa circular, de modo que um poço a qualquer tempo possa ser mantido em desequilíbrio e de

modo que a lama de dita coroa circular a qualquer tempo possa dissolver o fluido de formação de dito intervalo de reservatório.

[0006] A presente invenção também fornece um método para teste transitório e contínuo de uma parte aberta de um furo de poço, empregando a unidade de acordo com a presente invenção, arranjada na parte inferior de uma coluna de perfuração, por meio do que teste contínuo é realizado alimentando-se o fluido de formação dentro da coroa circular acima dos obturadores isolando um intervalo de reservatório, enquanto teste transitório é realizado fechando-se o fluxo de fluido de formação e medindo-se a resposta em função do tempo, o método compreendendo:

controlar dita unidade de circulação com base nos dados medidos, a densidade e a solubilidade do fluido do reservatório da lama, de modo que o poço, a qualquer tempo, seja mantido em desequilíbrio e dita lama a qualquer tempo possa dissolver o fluido de reservatório alimentado dentro de dita lama.

[0007] A presente invenção possibilita o teste das propriedades de produção de um reservatório, sem utilizar equipamento de processamento de superfície. O teste de poço é realizado em um furo aberto sem o uso de revestimento, significando economia de tempo. Mais teste pode ser realizado independentemente em um número ilimitado de zonas de teste, sem ter-se que entrar e sair do furo de poço, o que dá uma considerável economia de custo e tempo. Não há necessidade de equipamento de teste de subsuperfície convencional para prover o controle do poço. Teste de furo aberto é possível sem limitações referentes a vazão e duração. O bombeio do fluido de reservatório de um reservatório para o poço pode ser feito em uma alta vazão, em grande capacidade de bomba, com grande quantidade de lama dissolvida, o que permite teste de reservatórios de alta permeabilidade. O teste é realizado em um poço aberto, tendo todas as barreiras de controle de poço em posição, que está tendo lama pesada na coluna de perfuração e coroa circular em total desequilíbrio, bem como evitador de interrupção (BOP) e válvula de fechamento de furo abaixo acima dos elementos obturadores. Preferivelmente, a unidade compreende uma linha de conexão para comunicação de pressão sobre/sob obturador(es), para manter a pressão hidrostática, o que significa desequilíbrio no

inteiro furo aberto. A unidade é preferivelmente adaptada para reduzir ruído bem relacionado e melhorar as especificações de pressão diferencial, em particular utilizando-se preferivelmente duplos obturadores sobre/sob zona de teste. O fluido do reservatório é bombeado para fora utilizando-se uma bomba (118) hidraulicamente acionada. Quando utilizando-se uma bomba eletricamente acionada, o bombeio é sempre realizado a fim de prover um afinamento suficiente ou uma completa dissolução do fluido do reservatório (102) no fluido de perfuração (104), ajustando-se a vazão a fim de manter um poço estável, mesmo durante parada de circulação. Quando utilizando-se uma bomba hidraulicamente acionada a energia hidráulica é transformada em energia elétrica, acionando uma bomba hidráulica via uma turbina (124) e gerador de circulação de lama. Alternativamente, a bomba hidráulica é acionada por um circuito hidráulico, por sua vez acionado por uma turbina hidráulica de circulação de lama ou uma turbina de circulação de lama aciona uma bomba elétrica. A vazão, desse modo, pode ser ajustada de modo que um poço estável seja mantido, mesmo durante paradas de circulação, independente de se a bomba é acionada elétrica ou hidraulicamente. Controlando-se o bombeio de entrada do fluido de formação com base nos dados medidos, na densidade da lama e na solubilidade da lama do fluido do reservatório, o poço desse modo pode ser mantido em equilíbrio a qualquer tempo e a lama pode a qualquer tempo dissolver o fluido de reservatório alimentado dentro da lama.

[0008] A unidade (100) compreende sensores (120) para a medição de propriedades químicas e físicas do fluido de reservatório (102) produzido, preferivelmente escolhido entre os sensores para ou baseados em espectroscopia óptica, resistividade de pH, relação gás/óleo, viscosidade e outros tipos de sensores conhecidos da técnica. Adicionalmente, a unidade (100) compreende medidores de pressão e temperatura para medir a pressão e temperatura na zona de teste (116), isto é pressão e temperatura do reservatório, bem como a pressão e temperatura dentro da bomba (118), coluna de perfuração (114) e o volume da coroa circular (106). A unidade (100) compreende uma unidade de circulação (122) que é um desviador de fluxo possibilitando circulação controlada da lama do tubo de

perfuração para a coroa circular (106) ao mesmo tempo, quando o fluido de reservatório (102) da bomba de fundo de poço/furo é misturado com e dissolvido na lama (104), o que torna possível produzir um grande volume de fluido de reservatório (102) sem risco de equilíbrio insuficiente ou penetração descontrolada do fluido do reservatório (102) para o poço. A unidade compreende ainda meio para medição da taxa de furo abaixo e controle de fluxo. Além disso, a unidade compreende uma válvula de fechamento (120), que torna possível ter-se um fechamento preciso do fluxo de poço para a medição da resposta de pressão do reservatório (116), que é um teste transitório. A unidade também compreende vantajosamente uma unidade de telescópio, para perceber a expansão e contração da coluna de perfuração (114) ou de um obturador de produção determinado (importante para evitar deslocamento dos elementos obturadores e ruído nos medidores de pressão na fase de teste de poço). A coluna de perfuração compreende preferivelmente uma broca (115) na extremidade da unidade (100) para condicionamento de furo antes, entre e após o teste de formação. O gás natural vindo da solução de lama/hidrocarboneto no retorno da superfície é alimentada através do equipamento de condicionamento de lama da instalação de perfuração e é ventilado para o ar. Óleo dissolvido é acumulado dentro da lama e é deixado dentro do poço com relação à permanente ligação de retorno após o teste acabado. Lama em excesso possível pode ser transportada para destruição ou reinjetada para o reservatório. A presente unidade e método vantajosamente faz uso de lama tendo uma alta solubilidade para fluido de reservatório.

OS DESENHOS

[0009] A presente invenção é ilustrada por desenhos, dos quais:

[0010] A Figura 1 ilustra uma unidade de acordo com a presente invenção,

[0011] A Figura 2 ilustra uma unidade alternativa de acordo com a presente invenção,

[0012] A Figura 3 ilustra uma câmara de amostragem para uso junto com a unidade e o método de acordo com a presente invenção,

[0013] A Figura 4 ilustra uma câmara de amostragem para uso com a unidade e

o método de acordo com a presente invenção, e

[0014] As Figuras 5 – 11 ilustram a sequência empregando a unidade e o método de acordo com a presente invenção.

DESCRIÇÃO DETALHADA

[0015] Pela presente invenção o teste de furo aberto é possibilitado sem utilizarem-se válvulas de furo abaixo e equipamento de processamento de superfície, enquanto tendo-se tempo de fluxo ilimitado, volume de fluxo ilimitado e duração ilimitada de fechamento. Os aspectos definidos nas presentes reivindicações tornam possível obterem-se tais vazão expandida e duração de teste sem o risco de descontrolada ruptura do poço.

[0016] As Figuras 1 e 2 mostram duas formas de realização da unidade de acordo com a presente invenção. Na forma de realização da figura 1, o fluido (102) bombeado dentro do reservatório e a lama (104) circulada são introduzidos no mesmo nível na coroa circular (106) sobre os obturadores (108, 110), enquanto que a forma de realização de acordo com a figura 2 ilustra a introdução de lama (204) circulada e fluido (202) bombeado no reservatório para dentro da coroa circular sobre os obturadores em diferentes níveis, visto que a unidade de circulação (222) é arranjada em uma versão dividida. Outras formas de realização são também concebíveis, porém em qualquer caso a unidade de circulação (122, 222) é disposta de modo que a lama (104, 204) circulada e o fluido (102, 202) bombeado na formação podem ser alimentados à coroa circular (106) sobre os obturadores (108, 110) sob controle total referente à manutenção do desequilíbrio e dissolvendo-se todo o fluido bombeado na formação dentro da lama.

[0017] As Figuras 3 e 4 apresentam uma ilustração adicional de um analisador de fluido de fundo de poço/furo e uma câmara de amostra (320, 420) (DFA). A figura 3 mostra câmara de amostra de parede fina (320) ~ 75 litros / 9 metros, que está acondicionada na luva de 7" (17,78 cm) D.E. para prover trajeto de circulação. A câmara de amostra (320) inclui um 'Pistão Inteligente' de auto fechamento e válvulas de liberação de pressão e é empilhável. As linhas hidráulicas e elétricas passam através/em torno da câmara. A figura 4 mostra câmaras (420) de DFA e

amostra, luva de fluxo D.E. de 7 polegadas (17,78 cm) (410), centralizadores (412), rede de fios de ferramentas (414) e linha de fluxo de amostra (416).

[0018] As figuras 5 – 11 ilustram uma operação de perfuração e um teste realizados utilizando-se uma coluna de perfuração tendo uma unidade de acordo com a presente invenção. A sequência ilustrada nas figuras 5 – 11, é evidente para os técnicos no assunto.

[0019] A figura 5 mostra acionamento de topo (510), evitador de interrupção (BOP) (512), leito do mar (514), furo encamisado (516) e furo aberto (518). A figura 5 ilustra uma sequência de trabalho 1, a qual inclui as seguintes etapas: perfuração do poço para profundidade total (TD); realização do registro de furo aberto; descendo na coluna (RIH) com teste de formação enquanto perfura (FTWT) – Circulação através da broca no fundo.

[0020] A figura 6 mostra um BOP (612) e obturadores (608, 610). A figura 5 ilustra uma sequência de trabalho FTWT 2, a qual inclui as seguintes etapas: fixar a tubulação em BOP; inflar obturadores FTWT.

[0021] A figura 7 mostra obturador (708) de topo. A figura 7 ilustra uma sequência de trabalho FTWT 3, a qual inclui a etapa de circular o obturador de topo.

[0022] A figura 8 mostra coroa circular (806), fluido de formação (802) e obturadores (808, 810). A figura 8 ilustra uma sequência de trabalho FTWT 5, a qual inclui as seguintes etapas: isolar sistema de lama ativo; bombear para fora fluido de formação entre os obturados para a coroa anular, enquanto continuando com o retorno através da linha de corte e obstrução através do desgaseificador.

[0023] A figura 9 mostra obturadores (908, 910). A figura 9 ilustra sequência de trabalho FTWT 5, a qual inclui as seguintes etapas: parar a circulação, parar o bombeamento para fora do fluido do reservatório; medir o acúmulo de pressão entre obturadores para análise transitória.

[0024] A figura 10 mostra obturador de topo (1010). A figura 10 ilustra sequência de trabalho FTWT 6, a qual inclui as seguintes etapas: circular acima do obturador de topo; realizar teste de integridade formação (opcional).

[0025] A figura 11 mostra BOP (1112), obturadores (1108, 1110) e broca de

perfuração (1115). A figura 11 ilustra sequência de trabalho FTWT 6, a qual inclui as seguintes etapas: desinflar obturadores FTWT; abrir BOP para destravar tubulação; circular através da broca de perfuração para condicionar poço; extrair do furo ou ir para a próxima zona de teste.

REIVINDICAÇÕES

1. Unidade (100) para teste transitório e contínuo de uma parte aberta de um furo de poço (112), a dita unidade (100) sendo arranjada em uma parte inferior de uma coluna de perfuração (114) e compreendendo:

- um mínimo de dois obturadores (108, 110) fixados no lado externo da coluna de perfuração (114), os ditos obturadores (108, 110) sendo expansíveis para isolar um intervalo de reservatório (116),
- uma bomba de fundo poço/furo (118) para bombear o fluido de formação (102) do dito intervalo de reservatório (116),
- uma câmara de amostra (120),
- sensores (120) para medir propriedades de fluido,
- uma válvula de fechamento (120) para fechar o fluxo de fluido de dito intervalo de reservatório (116), em que dita unidade

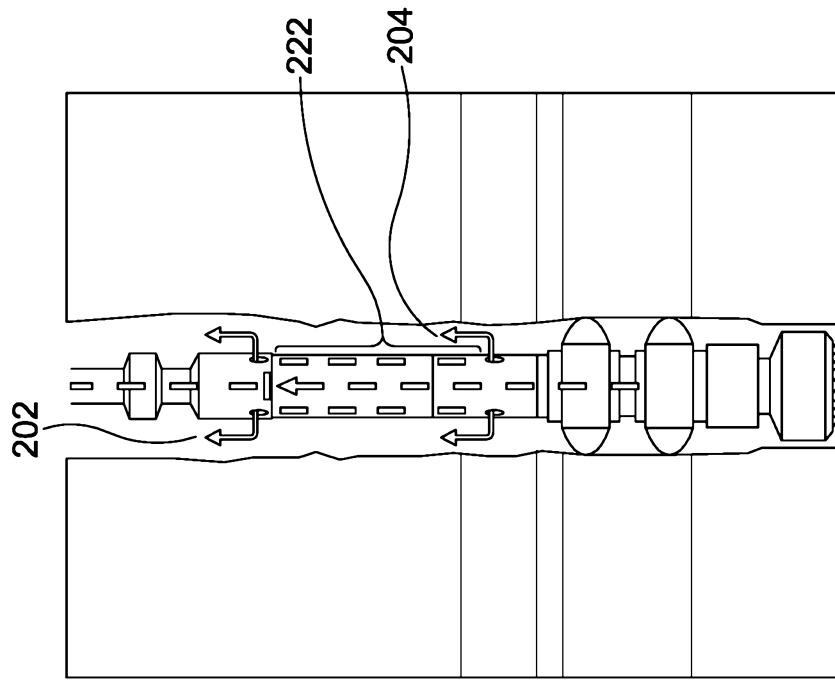
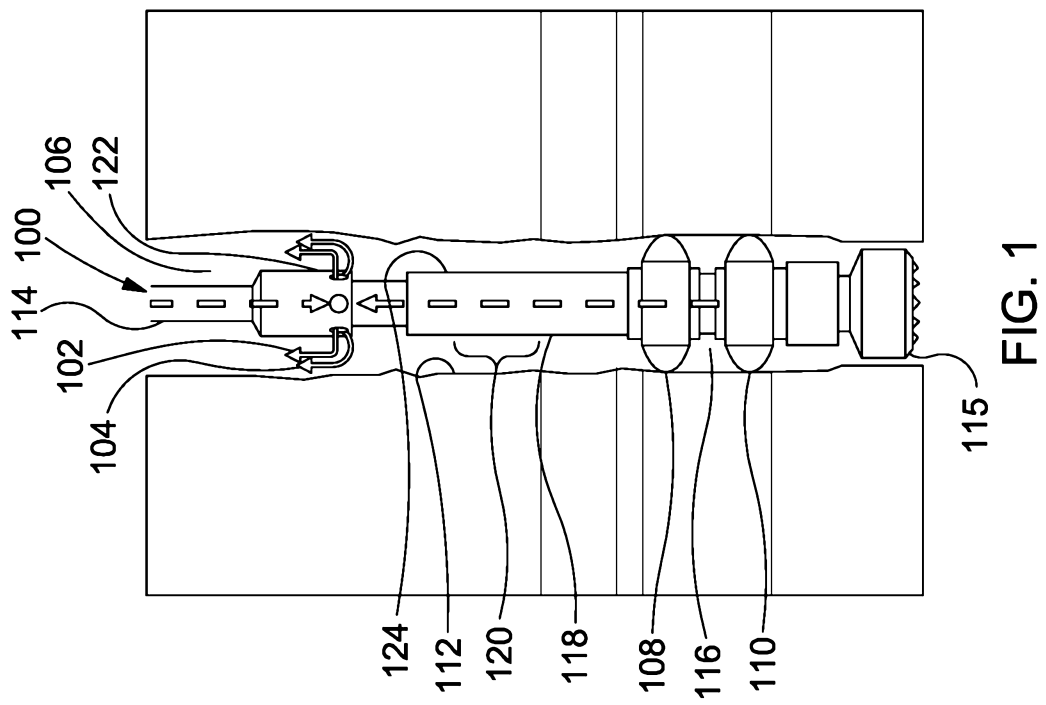
caracterizada pelo fato de que a dita unidade compreende ainda:

- sensores e telemetria (120) para medição e transmissão em tempo real da vazão, pressão e temperatura do fluxo de fluido do dito intervalo de reservatório (116), da dita bomba de fundo de poço/furo (118), dentro da coluna de perfuração (114) e em uma coroa circular (106) acima dos obturadores (108, 110),
- uma turbina (124) acionada por lama ou cabo elétrico (124) para suprimento de energia à dita bomba de fundo de poço/furo (118) e
- uma unidade de circulação (122) para circulação de lama de um tubo de perfuração para a dita coroa circular (106) acima dos obturadores (108, 110) e alimentar fluido de formação (102) da dita bomba de fundo de poço/furo (118) para dita coroa circular (106), a dita unidade de circulação (122), independente da taxa de circulação de lama (104) para a dita coroa circular (106), podendo alimentar fluido de formação do dito intervalo de reservatório para dentro de dita coroa circular, de modo que um poço a qualquer tempo possa ser mantido em desequilíbrio e de modo que a lama (104) na dita coroa circular (106) a qualquer tempo possa dissolver o fluido de formação (102) do dito intervalo de formação (116).

2. Método para teste transitório e contínuo de uma parte aberta de um

furo de poço (112), empregando a unidade como definida na reivindicação 1, disposta na parte inferior de uma coluna de perfuração (114), por meio da qual teste contínuo é realizado alimentando-se fluido de formação (102) dentro da coroa circular (106) acima dos obturadores (108, 110) isolando um intervalo de reservatório (116), enquanto teste transitório é realizado fechando-se o fluxo de fluido de formação e medindo-se a resposta em função do tempo, caracterizado pelo fato de compreender:

o controle da dita unidade de circulação (122) com base nos dados medidos, da densidade da lama (104) e da solubilidade da lama (104) do fluido de reservatório, de modo que o poço a qualquer tempo seja mantido em desequilíbrio e a dita lama (104) a qualquer tempo possa dissolver o fluido de reservatório (102) alimentado dentro de dita lama (104).



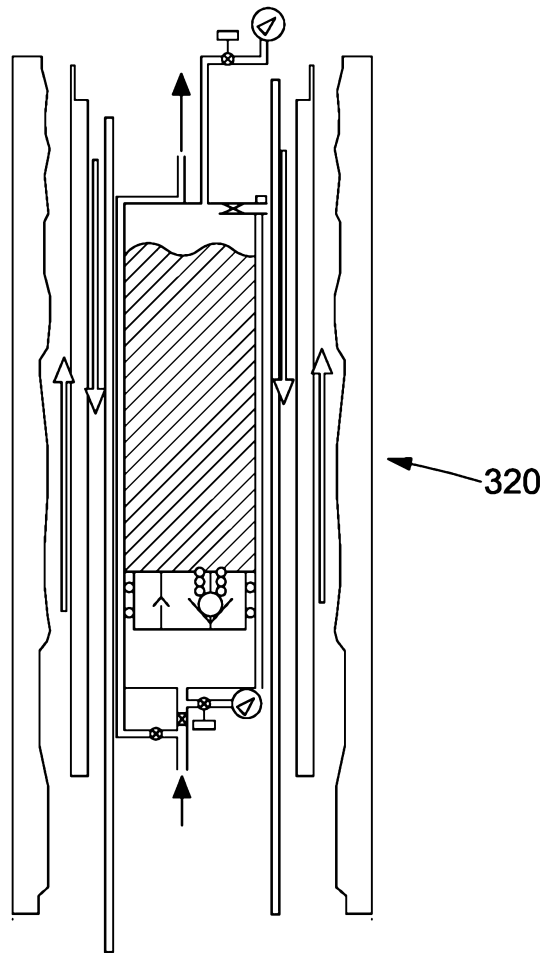


FIG. 3

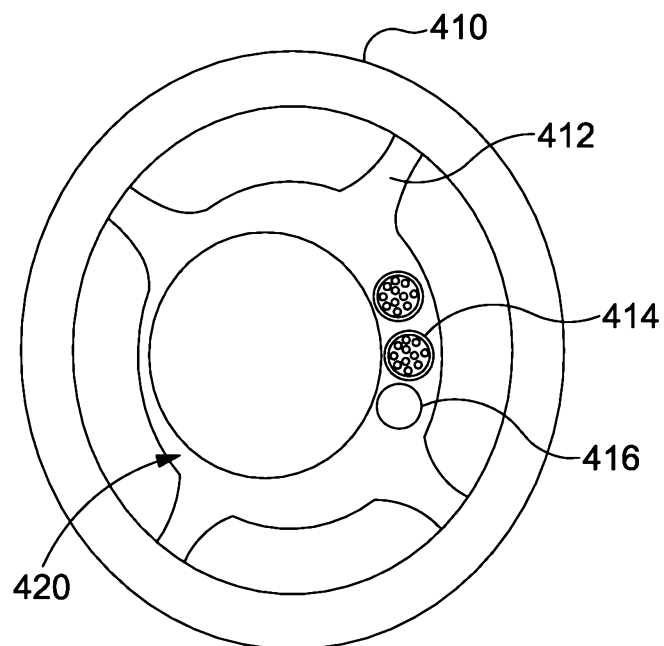


FIG. 4

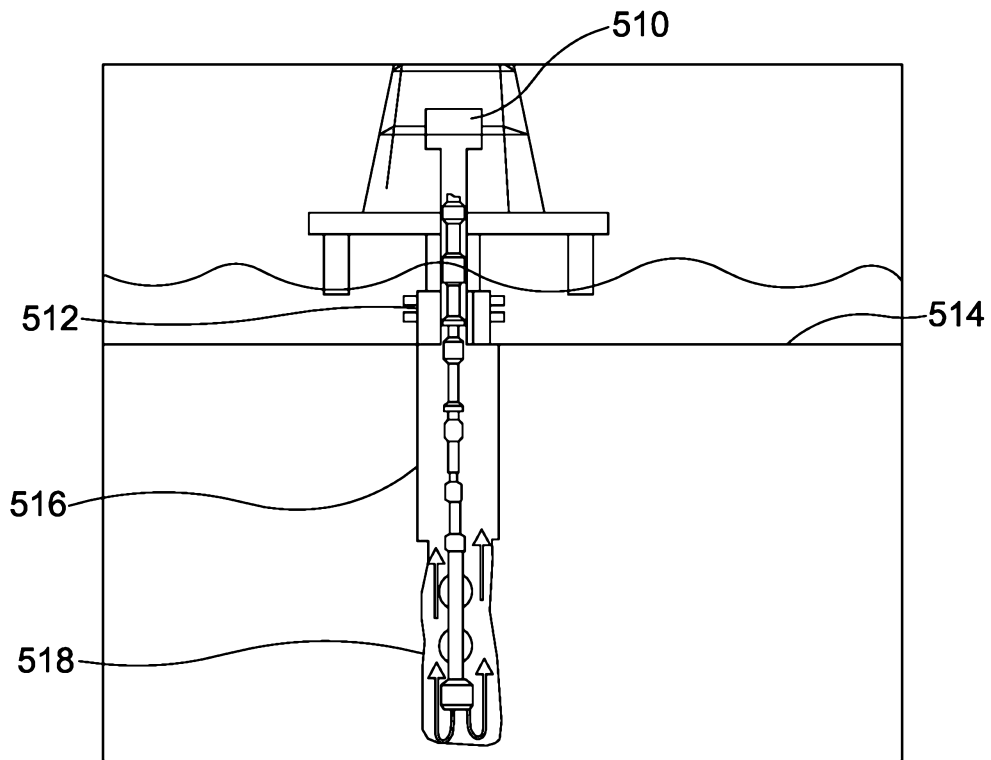


FIG. 5

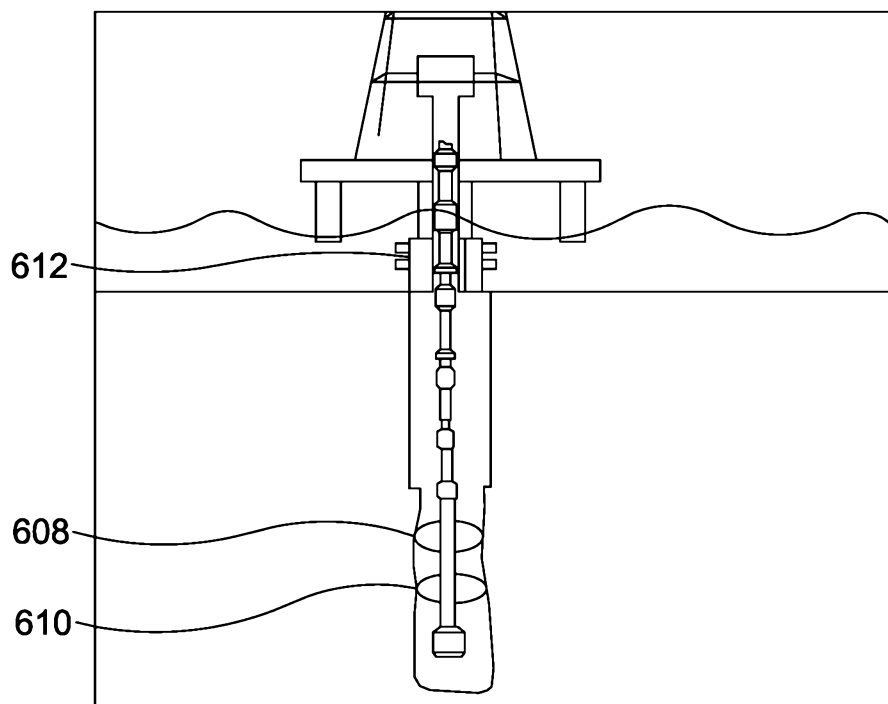


FIG. 6

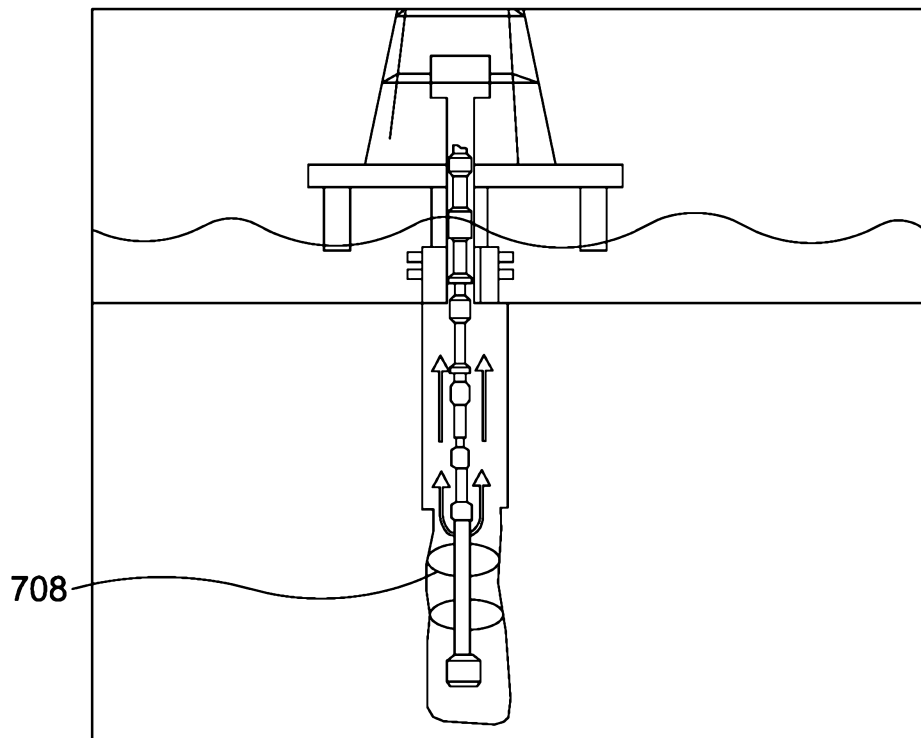


FIG. 7

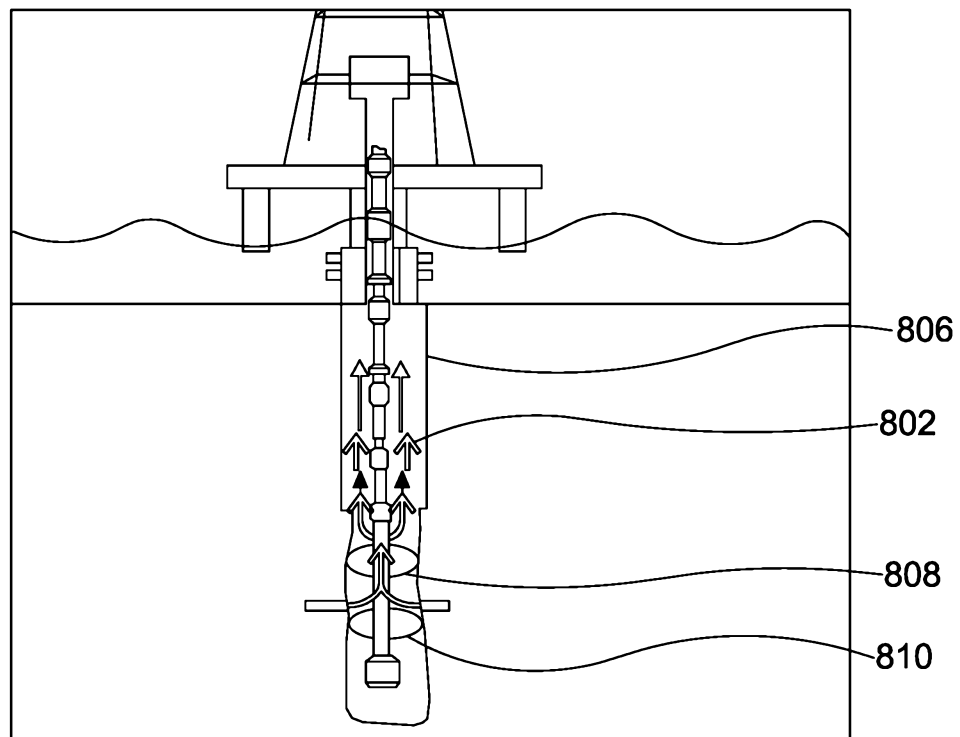


FIG. 8

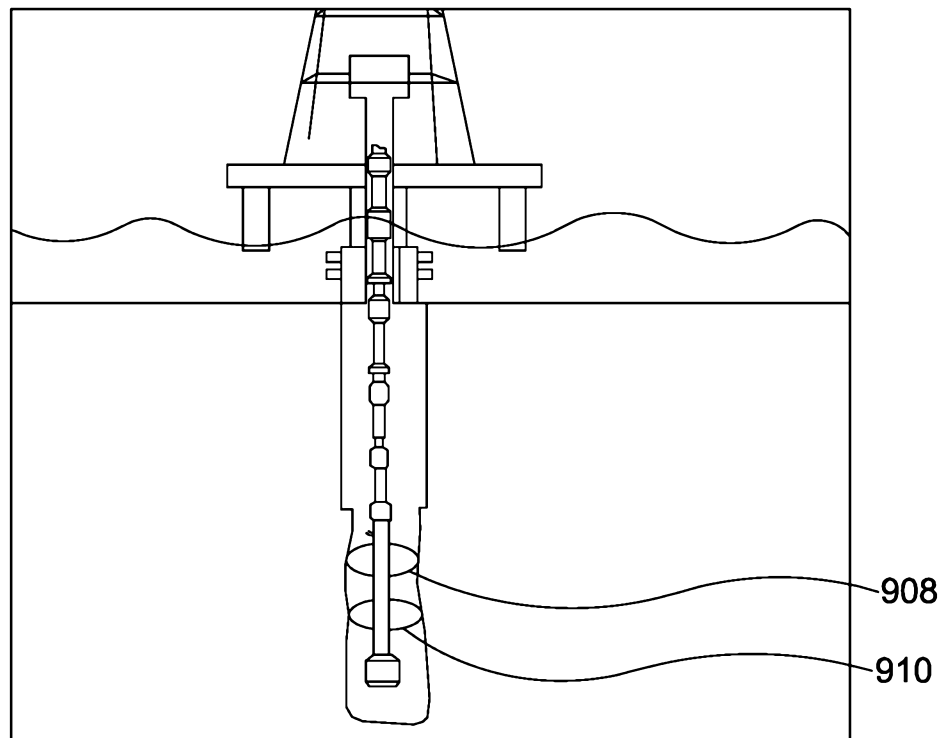


FIG. 9

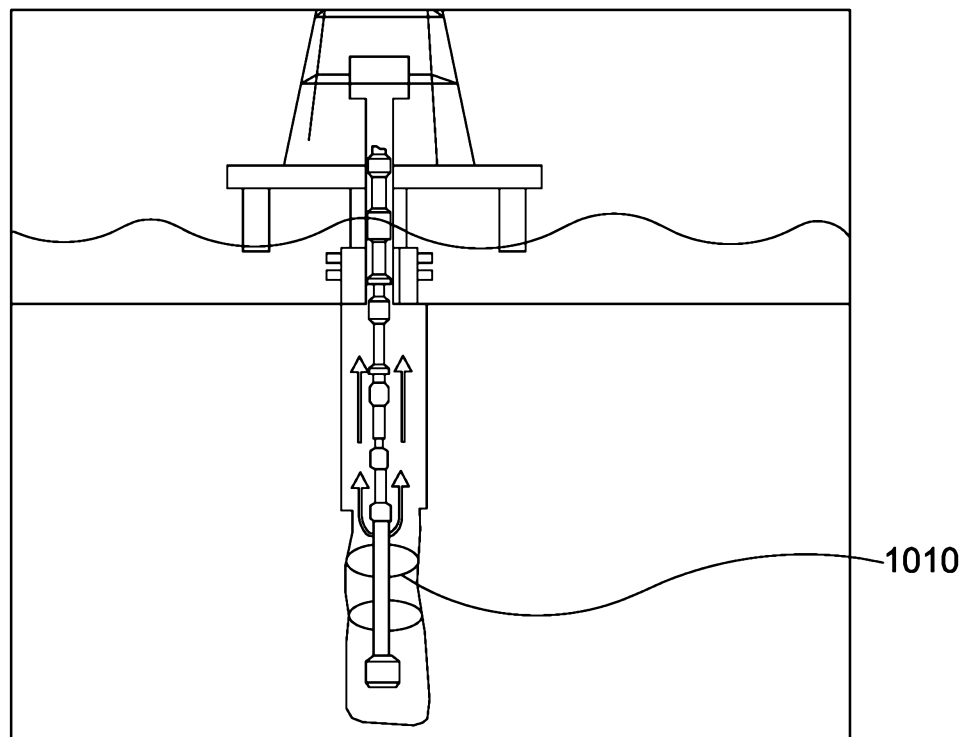


FIG. 10

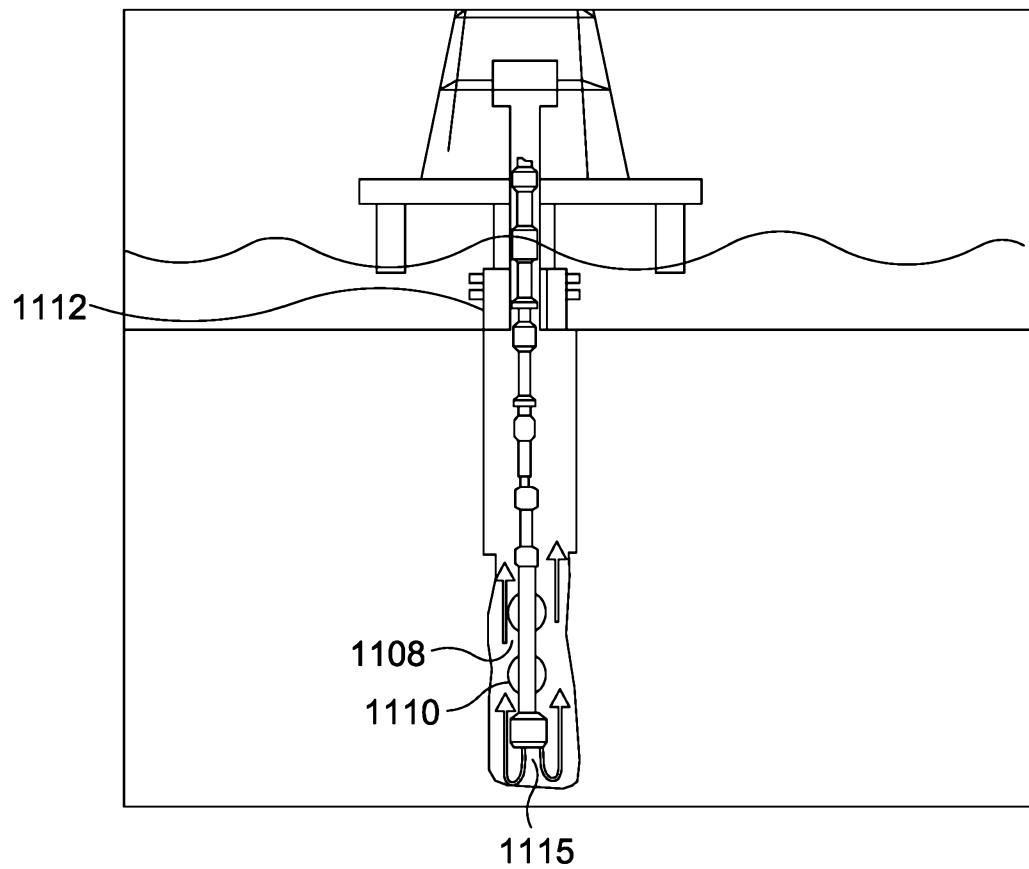


FIG. 11