



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

(11) PI 0815231-4 B1

(22) Data do Depósito: 13/08/2008

(45) Data de Concessão: 03/07/2018



(54) Título: APARELHO E MÉTODO PARA DETECÇÃO DE GÁS FLUIDO DE RETORNO EM FUNDO DO POÇO

(51) Int.Cl.: E21B 49/08; E21B 47/10

(30) Prioridade Unionista: 13/08/2007 US 11/837,991

(73) Titular(es): BAKER HUGHES INCORPORATED

(72) Inventor(es): ROCCO DIFOGGIO

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**APARELHO E MÉTODO PARA DETECÇÃO DE GÁS FLUIDO DE RETORNO EM FUNDO DO POÇO**".

Campo Técnico

5 O presente relatório refere-se, de modo geral, a ferramentas de poço e, em particular, a aparelho e métodos para conduzir operações de fundo do poço.

Informação Antecedente

10 Os poços de campos de petróleo são formados por meio da rotação de uma broca perfuradora em uma extremidade de uma coluna de perfuração. Uma coluna de perfuração típica inclui um tubo de produção, que pode ser tubo de perfuração constituído de seções unidas ou um tubo de produção contínuo em espiral e um conjunto de perfuração que tem uma broca de perfuração em sua extremidade de fundo. A broca de perfuração é girada por um motor de
15 lama conduzido por um conjunto de perfuração carregado na coluna de perfuração e/ou por meio da rotação do tubo de perfuração. O fluido de perfuração, também referido como "lama", é bombeado sob pressão através do tubo de produção desde uma fonte chamada "tanque de lama", localizado na superfície. O fluido de perfuração sai do tubo de produção através de uma broca de perfu-
20 ração e retorna para a superfície fluindo ascendentemente em um anel entre o tubo de produção e a parede do poço. O fluido de perfuração é usualmente uma combinação de sólidos, água e de diversos aditivos selecionados para ajustar a densidade e as características químicas do fluido de perfuração.

O fluido de perfuração serve para lubrificar e resfriar os compo-
25 nentes de perfuração no fundo do poço, como a broca de perfuração. O fluido de perfuração também serve, quando no anel como um fluido de retorno, para limpar o poço ao conduzir cascalho para a superfície e proporcionar pressão hidrostática contra a parede do poço. A composição e a densidade do fluido de perfuração em conjunto com a profundidade do poço, determi-
30 nam a pressão hidrostática. A pressão exercida contra a parede do poço é usualmente mantida mais alta do que a pressão de formação para formar uma preponderância de pressão. A preponderância ajuda a impedir o colap-

so do poço e ajuda a impedir que os fluidos de formação entrem no anel.

Qualquer mudança na composição do fluido de perfuração que reduza substancialmente a densidade do fluido pode fazer com que a pressão hidrostática caia abaixo da pressão de formação e permitir que os fluidos entrem no poço. A entrada de alguns fluidos no poço pode causar corrosão nas ferramentas de fundo do poço. Se não for controlada, a entrada de fluidos pode causar um "kick", que é um empuxo vertical de fluidos a partir do anel. Tais "kicks" podem causar danos ao equipamento, danos ao poço, afetar o meio ambiente e impor sérios riscos de segurança ao pessoal no sítio de perfuração. Em alguns casos, o kick é o resultado de perfuração em uma zona de pressão de formação inesperadamente alta. O kick também pode ser o resultado de furo de erosão devido a formações instáveis. Em outros casos, os gases produzidos pelas formações reduzem rapidamente a densidade do fluido de retorno.

Obviamente, mesmo quando perfurando a pressões hidrostáticas que excedam a pressão do fluido de formação, qualquer fluido de poro que tenha sido parte da rocha do poço se misturará no fluido de perfuração. Embora não seja provável que esta pequena quantidade de fluido de poro cause qualquer mudança significativa na densidade do fluido de perfuração, saber sua composição ainda é uma informação muito útil. Por exemplo, fluido de retorno contendo metano considerável é uma indicação de que uma zona de gás foi penetrada pela perfuração. Se o fluido de retorno contiver dióxido de carbono, podem ser necessários certos inibidores de corrosão no fluido de perfuração. Sulfeto de hidrogênio no fluido de retorno pode indicar uma necessidade de adicionar agentes sequestrantes para proteger tanto o equipamento quanto o pessoal. A longo prazo, também são obtidas mais informações sobre o reservatório, o que ajuda no planejamento da resistência à corrosão mínima necessária para os materiais a serem usados nas instalações de produção e ao se estimar o valor econômico dos hidrocarbonetos produzidos. Os hidrocarbonetos que contêm níveis muito altos de dióxido de carbono ou mais do que quantidades mínimas de sulfeto de hidrogênio, são depreciados pelo que custa para removê-los.

Sumário

A seguir apresenta-se um resumo geral de diversos aspectos do relatório para que se proporcione uma compreensão básica de pelo menos alguns aspectos do relatório. Este sumário não é uma revisão extensiva do relatório. Ele não se destina a identificar elementos chave ou críticos do relatório ou a delinear o escopo das reivindicações. O sumário a seguir apresenta, meramente, alguns conceitos do relatório de uma forma geral como uma introdução à descrição mais detalhada que se segue.

É descrito um aparelho para detectar gás em fluidos de retorno. O aparelho inclui uma interface semipermeável disposta em um sub de ferramenta, sendo que a interface semipermeável está em comunicação com uma célula de fluido e com um fluido de retorno em uma região anular definida por uma parte externa do sub de ferramenta e uma parede do poço. Um sensor responsivo a um gás conduzido pelo fluido de retorno está disposto na célula de fluido para perceber o gás que entra na célula de fluido a partir do fluido de retorno via interface semipermeável.

Em outro aspecto, um método para a detecção de um gás em fluido de retorno inclui posicionar uma interface semipermeável disposta em um sub de ferramenta em comunicação com uma célula de fluido e com um fluido de retorno em uma região anular definida por uma parte externa do sub de ferramenta e uma parede do poço e perceber um gás de fluido de retorno que entra na célula de fluido oriundo do fluido de retorno, via interface semipermeável, usando um sensor responsivo ao gás de fluido de retorno, sendo que o sensor está disposto na célula de fluido.

Breve Descrição dos Desenhos

Para uma compreensão detalhada do presente relatório, deve-se fazer referência à seguinte descrição detalhada das diversas modalidades não-limitantes, tomada em conjunto com os desenhos em anexo, em que elementos similares receberam numerais similares e em que:

A figura 1 é uma vista em elevação de um sistema de perfuração;

A figura 2 ilustra um exemplo não-limitante de um sub de ferra-

menta que pode ser usado em um sistema de perfuração, como o sistema da figura 1;

A figura 3 é um exemplo não-limitante de uma interface semi-permeável, de acordo com diversas modalidades, e

5 A figura 4 é outro exemplo não-limitante de um sub de ferramenta que pode ser usado em um sistema de perfuração, como o sistema da figura 1.

Descrição de Modalidades Exemplificativas

O presente relatório utiliza termos cujos significados irão ajudar a proporcionar uma compreensão da discussão realizada aqui. Fluido de perfuração refere-se a fluido bombeado principalmente através de uma coluna de perfuração na direção de uma broca de perfuração e "fluido de retorno" refere-se a fluido anular que retorna para a superfície de um poço. Tipicamente, o fluido de retorno incluirá fluido de perfuração contaminado por cascalho gerado por uma broca de perfuração e por fluidos de poro. Para a finalidade deste relatório, o termo "kick" significa qualquer entrada imprevista de fluido de formação no poço. O termo "semipermeável" usado no contexto significa substancialmente permeável por um gás ou vapor e substancialmente impermeável por líquidos e partículas.

20 A figura 1 mostra uma vista em elevação de um sistema de perfuração e perfilagem simultâneos exemplificativo 100 que pode ser usado em diversas modalidades do presente relatório. Um poço 102 é mostrado perfurado no solo sob o controle de equipamento de superfície que inclui uma sonda de perfuração 104. De acordo com uma disposição convencional, a sonda de perfuração 104 pode incluir um mastro de perfuração 106, um piso da torre 108, guincho de perfuração 110 e uma coluna de perfuração 118. A coluna de perfuração 118 pode incluir qualquer configuração dentre diversas configurações típicas de tubo de perfuração 120. Em diversos exemplos, o tubo de perfuração 120 pode ser um tubo dotado de juntas ou um tubo em espiral. No exemplo particular mostrado, os tubos são unidos de 30 uma maneira convencional como em uniões de tubo por meio de rosca 122, que são chamadas às vezes de colares. Um conjunto de perfuração (BHA –

Bottom hole assembly) 124 é mostrado localizado no fundo do poço na coluna de perfuração 118, perto de uma broca de perfuração 126.

O BHA 124 pode conduzir um processador e qualquer número de sensores (não mostrados separadamente) para medir os parâmetros de formação e de perfuração de fundo de poço. Um transmissor 128 pode ser conduzido pelo BHA 124, mas pode estar abaixo ou acima do BHA 124. O transmissor 128 recebe informação na forma de sinais dos sensores ou processador e converte a informação para transmissão em um meio desejado. Por exemplo, o transmissor 128 pode transmitir informações na forma de energia acústica usando a coluna de perfuração 118 como um meio de transmissão, o transmissor 128 pode ser um gerador de pulso de lama para usar fluido de perfuração ou fluido de retorno como o meio de transmissão ou o transmissor 128 pode transmitir via fios, no caso de colunas de perfuração com tubos dotados de fios. Um receptor 130 pode estar localizado em uma localização superficial adequada para receber a informação transmitida pelo transmissor 124.

Uma bomba localizada em uma localização superficial bombeia fluido de perfuração desde o tanque de lama na superfície para dentro da coluna de perfuração 118. O fluido de perfuração flui através da coluna de perfuração 118 na direção de uma broca de perfuração 126 visando a lubrificar e resfriar diversas ferramentas conduzidas pela coluna de perfuração e para energizar componentes no fundo no poço, como um motor de perfuração, uma bomba de turbina, ou gerador no fundo do poço. O fluido de perfuração retorna para a superfície como fluido de retorno, e o fluido de retorno é filtrado e devolvido ao tanque via um tubo adequado.

A figura 2 é uma vista em elevação em corte transversal de uma porção de ferramenta 200, de acordo com um exemplo do relatório. A ferramenta 200 mostrada na figura 2 inclui um sub de perfuração 202 dentro de um poço de perfuração 204 adjacente a uma formação subterrânea 206. A ferramenta 200 pode ser incluída em um sistema durante a perfuração, como o sistema 100 descrito acima e mostrado na figura 1. Conforme notado acima com referência à figura 1, o fluido de perfuração 208 é bombeado na

direção de uma broca de perfuração 126 (Figura 1) através de um furo central 210 da ferramenta 200. O fluido de retorno 212 é mostrado no anel do poço retornando para a superfície. O fluido de retorno 212 é mostrado conduzindo cascalho 232 na direção da superfície. Embora a figura mostre uma ferramenta orientada verticalmente 200, a ferramenta 200, na prática, pode estar em um poço desviado tendo qualquer inclinação dentre uma série de inclinações angulares. Logo, qualquer afirmação aqui quanto a direcionalidade é meramente para fins de ilustração e não para limitar o relatório.

Continuando com a figura 2, o cascalho 232 são pedaços da formação 206 desintegrada pela broca de perfuração 126. quando uma estrutura com formação particular incluir fluido de formação, a desintegração da formação produz o fluido de formação junto com o cascalho 232. Esta forma de fluido de formação existirá sempre com pressão hidrostática adequadamente desequilibrada a maior. O fluido de formação produzido com o cascalho pode ser um fluido de múltiplas fases contendo líquidos e gases e a produção de gás pode reduzir a densidade do fluido de retorno.

Um detector de gás 214 para detectar gás no fluido de retorno 212 é disposto em uma parede 216 do sub de perfuração 202. O detector de gás 214 mostrado inclui uma placa 218, uma interface semipermeável 220 entre uma célula de fluido 222 e o fluido de retorno do poço 212 e um ou mais sensores de gás 224 posicionados dentro da célula de fluido 222 e perto da interface semipermeável 220. Um trapa 226 tendo um material de trapa com alta área superficial pode ser posicionado dentro da célula de fluido 222. Os sensores de gás 224 podem ser conectados eletricamente a um processador no fundo do poço 228 para o processamento de informações recebidas dos sensores de gás 224. O processador 228 é mostrado em comunicação com um transmissor 230. O transmissor pode ser usado de forma similar ao transmissor 128 descrito acima e mostrado na figura 1 para transmitir informações processadas para a superfície ou para um outro local na coluna de perfuração.

A parede do sub de perfuração 216 pode ser usinada para que receba o detector de gás 214. Prendedores adequados 234 podem ser utili-

zados para segurar a placa 218 ao sub de perfuração 202. Os prendedores 234 podem ser prendedores dotados de rosca ou qualquer outro prendedor adequado. Em uma outra modalidade, a parede do sub de perfuração 216 pode ser usinada com roscas para receber um detector de gás tendo um

5 envoltório externamente dotado de rosca. Em diversas modalidades, o detector de gás 214 é imediatamente separável do sub de perfuração 202 para permitir a mudança do detector 214 ou para remover ou substituir o trapa 226 e/ou a interface semipermeável 220.

10 A célula de fluido 222, em diversas modalidades, pode ser um pequeno volume que pode ser preenchido com ar ou outro gás substancialmente inerte. O volume pode ser inicialmente pressurizado até qualquer pressão em um intervalo que será menor do que a pressão no fundo do poço. Uma atmosfera padrão pode ser usada. Em outras modalidades, o volume pode estar inicialmente a uma pressão abaixo de uma atmosfera padrão

15 ou pode ser evacuado.

20 O trapa 226 pode ser posicionado dentro da célula de fluido 222 para remover um gás ou vapor da parte de sensor da célula de fluido 222. O material de trapa 226 pode ser qualquer material adequado para remover o gás, oriundo da célula de fluido, que está sendo percebido. Sua finalidade é reduzir a concentração do gás que está sendo percebido para níveis fundamentais durante períodos em que aquele gás não está entrando na câmara de fluido através da membrana em contato com o fluido de perfuração, regenerando assim a célula de fluido. Por exemplo, o material pode ser um material adsorvente ou absorvente. Em um exemplo, o trapa 226 está posiciona-

25 do dentro da célula de fluido 222 mais afastado da interface de semipermeável 220 do que estão os sensores de gás 224. O material de trapa pode ser carvão ativado ou outro carvão ativado para adsorver o gás que entra na célula de fluido 222 para reduzir a acumulação de gás. Alternativamente, o sensor pode ser operado como um sensor cumulativo. Ou seja, ele pode

30 registrar a taxa de mudança da concentração do gás de interesse, já que o gás vai acumulando dentro da célula de fluido, conforme ocorreria quando nenhum gás de trapa é usado. Em alguns casos, uma bomba de fundo de

poço (não mostrada) pode ser usada para reduzir a pressão na célula de fluido 222 ou para remover o gás da parte de sensor da célula de fluido 222.

Em diversas modalidades, a interface semipermeável 220 pode ser perme-seletiva, o que significa que a permeabilidade da interface semipermeável é permeável apenas a um gás selecionado de interesse ou a um conjunto selecionado de gases de interesse. Gases típicos encontrados ao se fazer perfuração através de formações produtoras de fluido incluem, por exemplo, metano, dióxido de carbono, sulfeto de hidrogênio e nitrogênio. A interface semipermeável 220 pode ser construída de modo a permitir que apenas um ou mais destes gases permeiem a interface semipermeável. Seleccionar gases conhecidos potencialmente significativos pode ajudar na detecção precoce de um kick potencial ou na detecção precoce de uma corrosão potencial ou problema de saúde e pode ajudar a evitar leituras errôneas.

Ainda com referência à figura 2, o sensor ou os sensores de gás 224 podem ser qualquer detector adequado para sensoriamento de gás na célula de fluido 222 para estimar se está entrando gás na célula de fluido 222. Em uma modalidade, o detector pode incluir um pequeno elemento de sensoriamento de óxido de metal. Detectores exemplificativos de óxido de metal podem incluir óxidos como óxido de zinco, óxido de tungstênio, óxido de zircônio e similares. Em uma modalidade, o sensor de gás 224 inclui um detector de óxido de metal que é um detector a base de semicondutor com uma condutividade elétrica que muda com a concentração de um gás reativo. A condutividade pode mudar de diversas maneiras e pode incluir uma mudança logarítmica na condutividade. O elemento de sensoriamento de tais dispositivos pode ser pequeno (cerca de $0,806 \text{ cm}^2$ (1/8 de polegada quadrada)) e, geralmente, é eletricamente aquecido até 400 graus Celsius durante operação normal, que é uma temperatura mais alta do que as temperaturas no fundo do poço. Logo, o sensor pode operar a temperaturas de fundo de poço e não requer resfriamento, o que aumentaria a complexidade. É possível simplesmente fornecer menos energia elétrica para aquecer o sensor a 400°C quando ele começar na alta temperatura ambiente de fundo de poço. Os sensores de gás de óxido de metal estão disponíveis em pe-

quenas latas de TO-5, que têm cerca de 0,97 cm (3/8 de uma polegada) de diâmetro e menos de 0,64 cm (1/4 de uma polegada) de altura. Os Transistores de Efeito de Campo Químico (ChemFETs) também podem ser usados, mas eles podem requerer resfriamento, já que, geralmente, eles não estão graduados para operarem acima de 100°C e as temperaturas no poço podem, em alguns casos, exceder 200°C. Em diversas modalidades, o sensor de gás 224 é sensível a um ou mais gases selecionados. Exemplos de gases que podem ser detectados seletivamente pelo sensor de gás 224, mas não estando limitados a, incluem CH₄, H₂S, CO₂, CO, H₂, NH₃, O₂ ou outros gases. Em uma modalidade, o sensor de gás 224 é responsivo a diversos gases. Podem ser usadas diversas combinações do sensor de gás 224 e interface semipermeável 220, dependendo de se um ou mais gases particulares têm que ser detectados. Por exemplo, a interface semipermeável 220 pode ser permeável a diversos gases e o detector pode ser específico para gás, por exemplo, responsivo a um gás selecionado. Em outro exemplo, o sensor de gás 224 pode ser responsivo a diversos gases e a interface semipermeável pode ter permeabilidade seletiva. Em outro exemplo, diversos sensores de gás 224 podem detectar, cada um separadamente, um único gás de interesse.

Com referência às figuras 2 e 3, em uma modalidade, a interface semipermeável 220 pode incluir uma membrana semipermeável 300. Uma membrana semipermeável 300 é geralmente considerada como sendo impermeável a líquidos, ao mesmo tempo em que é permeável a gases. A membrana 300 pode ser acoplada a uma estrutura de suporte porosa 302 e a estrutura de suporte 302 pode ser acoplada a uma camada de reforço porosa 304. A estrutura de múltiplas camadas proporciona permeabilidade suficiente e pode suportar o diferencial de pressão através da interface semipermeável 220 sem deformação adversa.

A membrana pode ser qualquer material semipermeável adequado. Em diversas modalidades, a membrana 300 pode incluir uma camada de um polímero natural e/ou um polímero sintético. Em uma modalidade, a membrana pode incluir uma camada de borracha de silicone. Em outras

modalidades, a interface semipermeável 220 pode incluir um polímero vítreo duro como um material de membrana 300. Em diversas modalidades, o polímero vítreo duro pode ser um polímero vítreo com alto volume livre, como o polimetilpenteno (PMP), que aumenta a permeabilidade a gás e a seletividade de gás. Em outro exemplo, é possível usar fluorocarbono perfluoroalcóxi para obtenção de alta resistência química.

A estrutura de suporte 302 pode ser qualquer estrutura de suporte porosa apropriada. Em um exemplo, a estrutura de suporte é uma estrutura de metal sinterizado. A camada de reforço 304 pode ser qualquer material em camadas que proporcione reforço suficiente para a interface semipermeável 220, ao mesmo tempo em que protege contra deformação induzida por pressão. Em um exemplo, a camada de reforço 304 é uma placa de metal que tem um ou mais orifícios que se estendem através da placa. Uma face da placa pode incluir entalhes entre os orifícios. A placa pode ser qualquer uma que seja adequada e, em um exemplo, a placa é de aço inoxidável. A interface semipermeável em camadas 220, de acordo com o exemplo da figura 3, não precisa ser plana, conforme é mostrado. A interface semipermeável pode ser formada em outros formatos, dependendo de configurações particulares desejadas para a ferramenta. Um exemplo será discutido posteriormente com referência à figura 4.

Em operação, uma ferramenta 200 é transportada em um poço 204 em uma coluna de perfuração 118. O gás que flui no fluido de retorno 212 permeia através da interface semipermeável 220 acionado pela diferença de concentração de um gás selecionado através da interface semipermeável 220.

Quando a concentração fora da interface semipermeável e a concentração dentro da célula de fluido 222 de um gás particular forem diferentes, o gás difundirá através da interface semipermeável a uma taxa que é geralmente proporcional ao gradiente de concentração. O sensor de gás 224, que é responsivo ao gás que entra na célula de fluido 222, transportará um sinal elétrico para o processador 228. Quando o gás apresentar um risco potencial para um kick, o transmissor 230 pode transmitir informações refe-

rentes ao gás detectado para a superfície para ação imediata pelos operadores de superfície. Por exemplo, o engenheiro de lama pode usar a informação precoce para ajustar a densidade do fluido de perfuração em vista do gás detectado. Em outro exemplo, o operador de perfuração pode determinar, com base, em parte no tipo de gás detectado, mudar um ou mais componentes de perfuração, mudar a velocidade de perfuração, peso sobre a broca, taxa de bomba de fluido de perfuração ou outra ação adequada.

A figura 4 é um exemplo de uma ferramenta de perfuração com um detector de gás que se estende desde um sub de perfuração. É mostrada uma vista em elevação em corte transversal de uma parte de ferramenta 400 de acordo com um exemplo do relatório. A ferramenta 400 mostrada na figura 4 inclui um sub de perfuração 402 dentro de um poço de perfuração 204 adjacente a uma formação subterrânea 206. A ferramenta 400 pode ser incluída em um sistema durante a perfuração, como o sistema 100 descrito acima e mostrado na figura 1. Similar às modalidades descritas acima e mostrado na figura 2, o fluido de perfuração 208 é bombeado na direção de uma broca de perfuração 126 (Figura 1) através de um furo central 410 da ferramenta 400. O fluido de retorno 212 é mostrado no anel do poço retornando para a superfície. O fluido de retorno 212 é mostrado conduzindo cascalho 232 na direção da superfície e pode incluir um ou mais gases, conforme foi discutido acima com referência à figura 2.

No exemplo da figura 4, um detector de gás 420, visando a detectar gás no fluido de retorno 212, é disposto sobre um elemento extensível 404 mostrado estendido a partir de uma parede 416 do sub de perfuração 402. O detector de gás 420 mostrado inclui uma interface semipermeável 406 sobre o elemento extensível tal que, estendendo-se o elemento 404, será possível conduzir a interface semipermeável 406 para dentro do anel e para dentro da trajetória de fluxo do fluido de retorno 212. Um ou mais sensores de gás 412 estão posicionados dentro de uma célula de fluido 408 localizada dentro do elemento extensível 404 e perto da interface semipermeável 406. Um material de trapa com alta área superficial 414 pode ser posicionado dentro da célula de fluido 408. os sensores de gás 412 podem ser

conectados eletricamente a um processador de fundo de poço 228 para processamento das informações recebidas dos sensores de gás 224. O processador 228 é mostrado em comunicação com um transmissor 230. O transmissor pode ser usado de modo similar ao transmissor 128 descrito acima e mostrado na figura 1 para transmitir informações processadas para a superfície ou para outro local na coluna de perfuração 118 (Figura 1).

Podem ser usadas conexões adequadas 418 para prender, de modo móvel, o elemento extensível 404 ao sub de perfuração 402. Quando o elemento extensível for girado para extensão, conforme é mostrado, o prendedor pode ser um prendedor pivotante. Em outras modalidades, o elemento extensível 404 pode ser um elemento de extensão tipo pistão. Em outras modalidades, um elemento estendido fixo pode ser usado ao invés do elemento extensível 404. Em um exemplo, o detector de gás 420 pode ser montado em um centralizador ou lâmina estabilizadora. Em diversas modalidades, o detector de gás 420 é prontamente separável do sub de perfuração 402 para permitir a mudança do detector de gás 420 ou para remover ou substituir o trapa 414 e/ou a interface semipermeável 406.

A célula de fluido 408, em diversas modalidades, pode ser um pequeno volume que pode ser preenchido com ar ou com outro gás substancialmente inerte. O volume pode ser inicialmente pressurizado até qualquer pressão em um intervalo de pressões que será menor do que a pressão no fundo do poço. Uma atmosfera padrão pode ser usada. Em outras modalidades, o volume pode estar, inicialmente, a uma pressão abaixo de uma atmosfera padrão, ou pode estar evacuado. O trapa 414 pode ter um material coletor com alta área superficial que está posicionado dentro da célula de fluido 408 para remover gás da parte sensora da célula de fluido 408. O material coletor pode ser qualquer material que seja apropriado para remover um gás. Por exemplo, o material pode ser um material adsorvente ou um material absorvente. O material coletor pode ser carvão ativado ou outro material de carbono ativado pode ser usado para absorver o gás que entra na célula de fluido 408 para reduzir a acumulação de gás. Em alguns casos, uma bomba de fundo de poço (não mostrada) pode ser usada para reduzir a

pressão na célula de fluido 408 ou para remover gás da área de sensoria-
mento da célula de fluido 408.

Em diversas modalidades, a interface semipermeável 406 pode
ser seletivamente permeável, o que significa que a permeabilidade da inter-
face semipermeável é permeável apenas a um gás selecionado de interesse
ou a um conjunto selecionado de gases de interesse. A interface semiper-
meável 406 pode ser construída de modo a permitir que apenas um ou mais
destes gases permeiem a interface semipermeável. Selecionar gases co-
nhecidos potencialmente significativos pode ajudar na detecção precoce de
um kick potencial e pode ajudar a evitar leituras errôneas.

O sensor ou sensores de gás 412 podem ser qualquer sensor
adequado para sensoriaamento de gás na célula de fluido 408 visando a es-
timar se um gás particular de interesse está entrando na célula de fluido 408.
Em uma modalidade, o sensor pode incluir um pequeno elemento de senso-
riamento de óxido de metal. Detectores exemplificativos de óxido de metal
podem incluir óxidos como óxido de zinco, óxido de tungstênio, óxido de zir-
cônio e similares. Em uma modalidade, o sensor de gás 412 inclui um detec-
tor de óxido de metal que é um detector a base de semicondutor com uma
condutividade elétrica que muda com a concentração de um gás reativo. A
condutividade pode mudar de diversas maneiras e pode incluir uma mudan-
ça logarítmica na condutividade. Em diversas modalidades, o sensor de gás
412 é sensível a um ou mais gases selecionados. Exemplos de gases que
podem ser detectados seletivamente pelo sensor de gás 412, mas não es-
tando limitados a, incluem CH_4 , H_2S , CO_2 , CO , H_2 , NH_3 , O_2 ou outros gases.
Em uma modalidade, o sensor de gás 412 é responsivo a diversos gases.
Podem ser usadas diversas combinações do sensor de gás 412 e da interfa-
ce semipermeável 406, dependendo de se um ou mais gases particulares
têm que ser detectados. Por exemplo, a interface semipermeável 406 pode
ser permeável a diversos gases e o detector pode ser específico para um
gás, por exemplo, responsivo a um gás selecionado. Em outro exemplo, o
sensor de gás 412 pode ser responsivo a diversos gases e a interface semi-
permeável ser seletivamente permeável. Em outro exemplo, diversos senso-

res de gás 412 podem detectar, cada um separadamente, um único gás de interesse.

5 A interface semipermeável 406 pode incluir uma construção em camadas, como a interface semipermeável 220 descrita acima e mostrada nas figuras 2 e 3. No presente exemplo, uma construção em camadas pode ser usada quando a interface semipermeável for adaptada ao elemento extensível. Em um exemplo, a interface semipermeável em camadas pode ser construída de forma helicoidal, que então é montada sobre o elemento extensível 404.

10 O presente relatório deve ser considerado apenas ilustrativo e não-limitante ao escopo ou natureza das reivindicações abaixo. Inúmeras modificações e variações se tornarão aparentes àqueles que são versados na técnica após estudarem o relatório, incluindo o uso de substitutos equivalentes funcionais e/ou estruturais para elementos descritos aqui, o uso de
15 acoplamentos funcionais equivalentes e/ou uso de ações funcionais equivalentes para ações descritas aqui. Tais variações devem ser consideradas como estando dentro do escopo das reivindicações abaixo.

REIVINDICAÇÕES

1. Aparelho de fundo do poço para detectar gás de fluido de retorno (212), **caracterizado pelo fato de que** compreende:

5 uma interface semipermeável (220) disposta em uma ferramenta sub (202), a interface semipermeável (220) estando em comunicação com uma célula de fluido (222) e com um fluido de retorno (212) em uma região anular definida por uma parte externa da ferramenta sub (202) e uma parede de poço; a célula de fluido (222) configurada para ser mantida a uma pressão em uma faixa acima de uma pressão de vácuo de cerca de uma atmosfera; e

10 um sensor de óxido de metal responsivo a um gás transportado pelo fluido de retorno (212), estando o sensor disposto na célula de fluido (222) para detectar o gás que entra na célula de fluido (222) a partir do fluido de retorno (212) através da interface semipermeável (220).

15 2. Aparelho de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o sensor responde a um ou mais de metano, dióxido de carbono, sulfureto de hidrogênio e nitrogênio.

3. Aparelho de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** compreende ainda um membro que se estende da ferramenta sub (202) para a região anular, em que a interface semipermeável (220) está disposta no membro.

25 4. Aparelho de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** compreendendo ainda um transmissor no fundo do poço que transmite um sinal para uma localização na superfície, sendo o sinal indicativo da presença de gás no fluido de retorno (212).

5. Aparelho de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** a interface semipermeável (220) compreende um material seletivo para o gás que é permeável a um ou mais gases selecionados.

30 6. Aparelho de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado pelo fato de que** o um ou mais gases selecionados incluem pelo menos um de metano, dióxido de carbono, sulfureto de hidrogênio e nitrogênio.

7. Aparelho de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pe-**

lo fato de que a interface semipermeável (220) compreende uma pluralidade de camadas, a pluralidade de camadas incluindo uma camada de suporte estrutural (302), camada de reforço (304) e uma camada de membrana semipermeável (300).

5 8. Aparelho de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado pelo fato de que** a camada de suporte estrutural (302) compreende um filtro de metal sinterizado, e a camada de reforço (304) é uma placa de metal tendo uma pluralidade de orifícios para fornecer comunicação de gás através da membrana semipermeável (300).

10 9. Aparelho de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** a interface semipermeável (220) compreende um polímero vítreo.

 10. Aparelho de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado pelo fato de que** o polímero vítreo inclui um ou mais de um polimetilpenteno
15 e uma resina de fluorocarbonato perfluoroalcoxi.

 11. Aparelho de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** a interface semipermeável (220) compreende uma membrana semipermeável (300).

 12. Aparelho de acordo com a reivindicação 11, **caracterizado pelo fato de que** a membrana semipermeável (300) inclui uma camada de
20 pelo menos um de polímero natural e um polímero sintético.

 13. Aparelho de acordo com a reivindicação 11, **caracterizado pelo fato de que** a membrana semipermeável (300) inclui uma camada de
borracha de silicone.

25 14. Aparelho de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** compreende ainda uma armadilha posicionada dentro da célula de fluido (222) para remover pelo menos parte do gás de retorno do fluido da célula de fluido (222).

 15. Aparelho de acordo com a reivindicação 14, **caracterizado pelo fato de que** a armadilha compreende um material de carvão ativado.
30

 16. Método para detecção de gás fluido de retorno (212) no fundo do poço **caracterizado pelo fato de que** compreende:

colocar uma interface semipermeável (220) colocada numa ferramenta sub (202) em comunicação com uma célula de fluido (222) e com um fluido de retorno (212) numa regi anular definida por um exterior da ferramenta sub (202) e uma parede de perfuração;

5 manter a célula de fluido (222) a uma pressão num intervalo acima de uma pressão de vácuo para cerca de uma atmosfera; e

detectar um gás fluido de retorno (212) que entra na célula de fluido (222) a partir do fluido de retorno (212) através da interface semipermeável (220) usando um sensor de óxido de metal responsivo ao gás de retorno do fluido, sendo o sensor disposto na célula de fluido (222).

17. Método de acordo com a reivindicação 16, **caracterizado pelo fato de que** compreende ainda a extensão de um membro da ferramenta sub (202) na região anular, em que a interface semipermeável (220) está disposta no membro.

15 18. Método de acordo com a reivindicação 16, **caracterizado pelo fato de que** compreende ainda a transmissão de um sinal para uma localização de superfície, sendo o sinal indicativo de presença de gás no fluido de retorno (212).

19. Método de acordo com a reivindicação 16, **caracterizado pelo fato de que** compreende ainda a remoção de pelo menos parte do gás fluido de retorno (212) da célula de fluido (222) usando uma armadilha posicionada dentro da célula de fluido (222).

20. Método de acordo com a reivindicação 16, **caracterizado pelo fato de que** a armadilha compreende um material de carvão ativado.

25 21. Método de acordo com a reivindicação 16, **caracterizado pelo fato de que** compreende adicionalmente permitir que apenas um ou mais gases selecionados entrem na célula de fluido (222) usando um material seletivo de gás na interface semipermeável (220), sendo o material seletivo de gás permeável ao um ou mais gases selecionados.

30 22. Método de acordo com a reivindicação 21, **caracterizado pelo fato de que** o um ou mais gases selecionados incluem pelo menos um de metano, dióxido de carbono, sulfureto de hidrogénio e azoto.

23. Método de acordo com a reivindicação 16, **caracterizado pelo fato de que** o sensor é sensível a um ou mais de metano, dióxido de carbono, sulfeto de hidrogênio e nitrogênio.

24. Método de acordo com a reivindicação 23, **caracterizado pelo fato de que** o sensor inclui um elemento de óxido de metal.

5

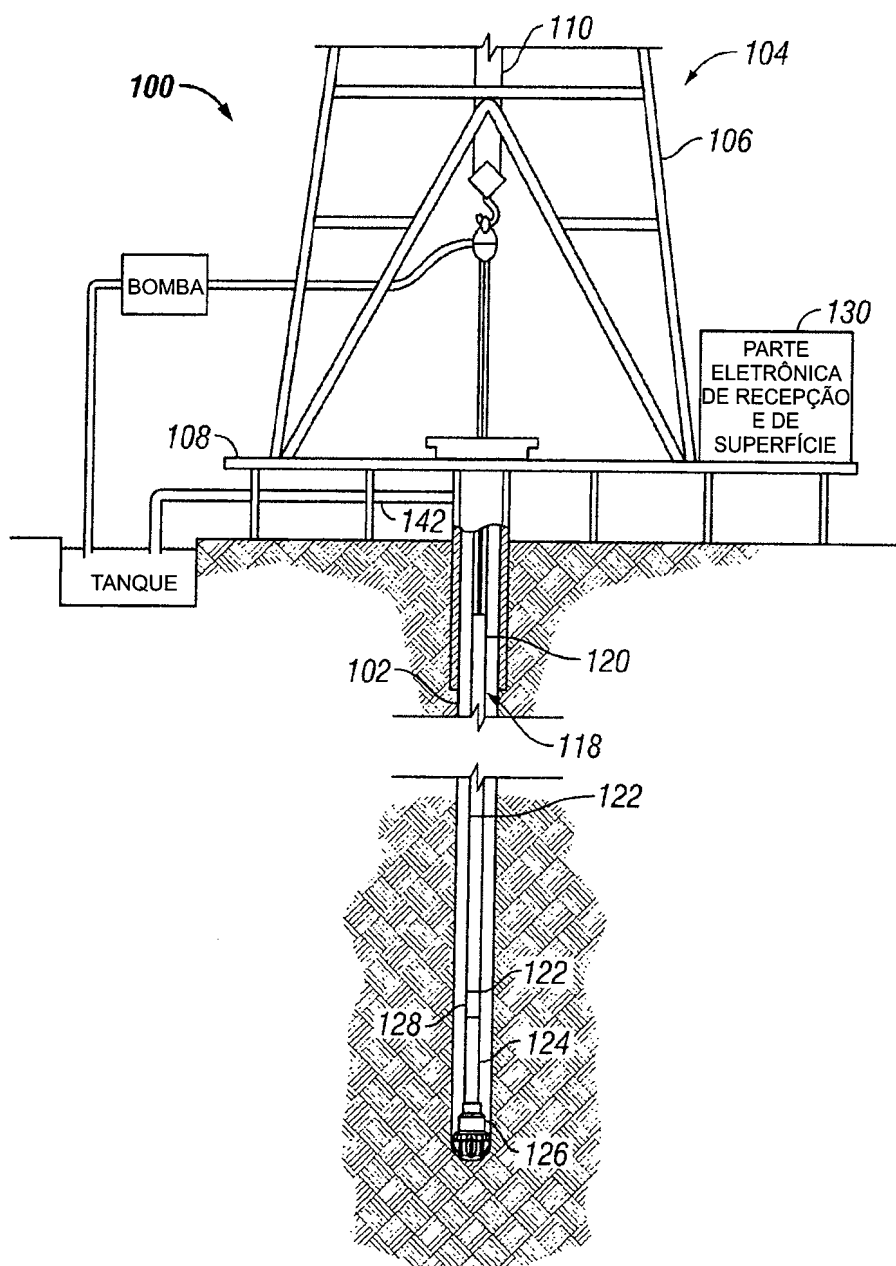


FIG. 1

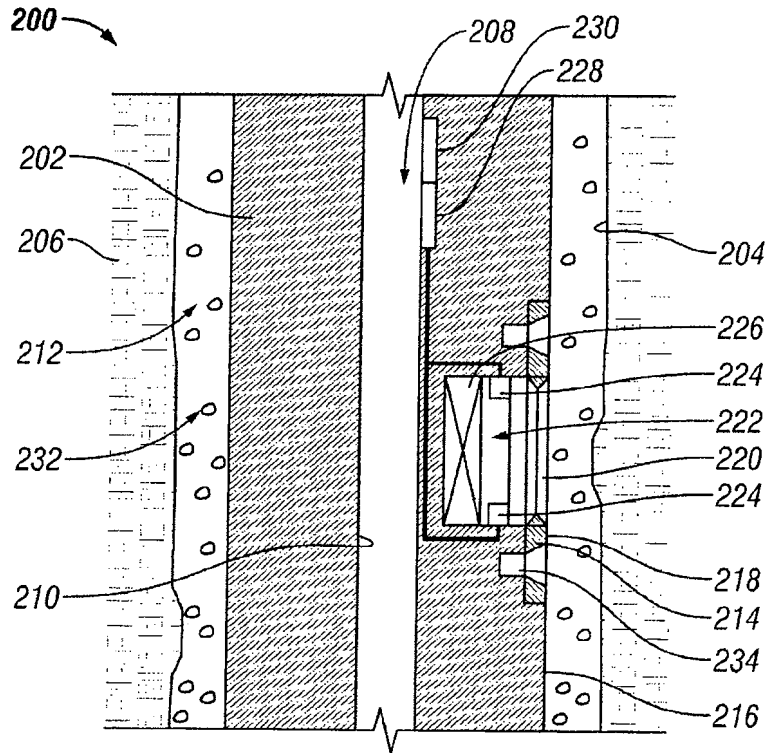


FIG. 2

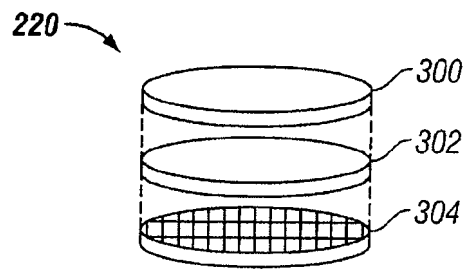


FIG. 3

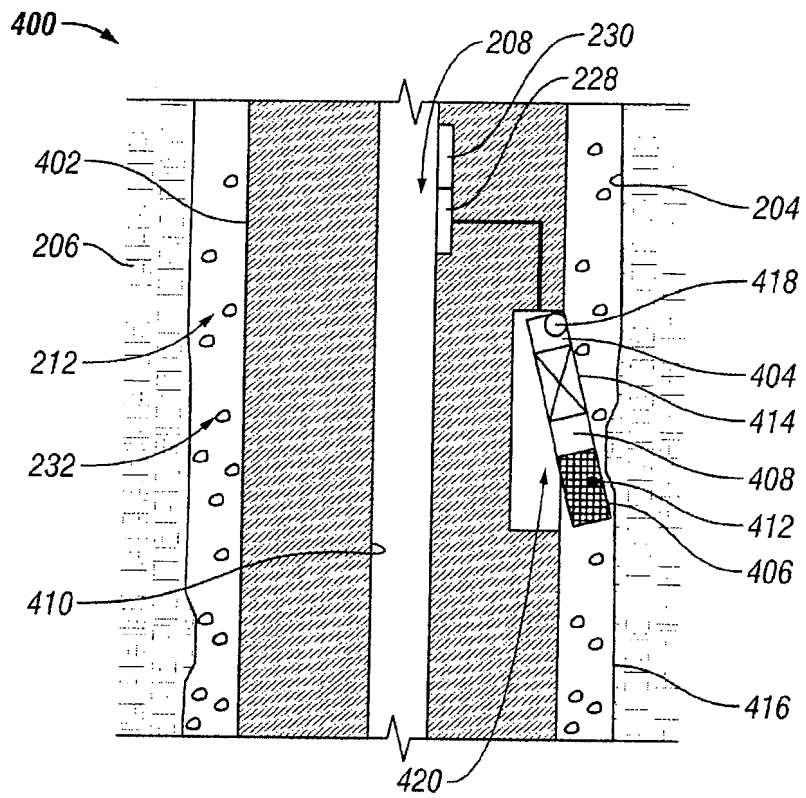


FIG. 4