



INPI
INSTITUTO NACIONAL
DA PROPRIEDADE
INDUSTRIAL
Assinado
Digitalmente

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

CARTA PATENTE Nº PI 0718341-0

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE INVENÇÃO, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

(21) Número do Depósito: PI 0718341-0

(22) Data do Depósito: 21/09/2007

(43) Data da Publicação do Pedido: 05/06/2008

(51) Classificação Internacional: G01N 27/49; G01N 33/28.

(30) Prioridade Unionista: GB 0624108.7 de 02/12/2006.

(54) Título: SISTEMA SENSOR DE GÁS, SISTEMA PARA ANÁLISE NO FUNDO DE POÇO DE MISTURAS FLUIDAS NUMA PERFURAÇÃO E MÉTODO PARA ANÁLISE NO FUNDO DE POÇO DE UMA AMOSTRA FLUIDA NUMA PERFURAÇÃO

(73) Titular: PRAD RESEARCH AND DEVELOPMENT LIMITED. Endereço: CRAIGMUIR CHAMBERS, ROAD TOWN, TORTOLA, ILHAS VIRGENS BRITÂNICAS, ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA(US)

(72) Inventor: JIMMY LAWRENCE; NATHAN LAWRENCE; KAY ROBINSON.

Prazo de Validade: 10 (dez) anos contados a partir de 21/11/2018, observadas as condições legais

Expedida em: 21/11/2018

Assinado digitalmente por:

Alexandre Gomes Ciano

Diretor Substituto de Patentes, Programas de Computador e Topografias de Circuitos Integrados

**"SISTEMA SENSOR DE GÁS, SISTEMA PARA ANÁLISE NO FUNDO DE POÇO
DE MISTURAS FLUIDAS NUMA PERFURAÇÃO E MÉTODO PARA ANÁLISE NO
FUNDO DE POÇO DE UMA AMOSTRA FLUIDA NUMA PERFURAÇÃO"**

Histórico da invenção

[001]. A análise de amostras fluidas associadas com formações geológicas penetrantes de perfurações de poços (de petróleo) para recuperação de hidrocarbonetos pode compreender coletar e analisar amostras da perfuração de poço ou de formações geológicas circundando a perfuração de poço. Além disso, freqüentemente é necessário analisar e avaliar misturas de hidrocarbonetos fluindo de tais perfurações de poços em tubulações adutoras (oleodutos e/ou gaseodutos) e similares e misturas de hidrocarbonetos encontradas em e em torno de tais perfurações de poços durante serviço de manutenção de poços e similares. Por exemplo, a análise de amostras fluidas de um poço (de petróleo) para a determinação de composição química e comportamento de fase pode ser uma etapa importante na avaliação da produtibilidade e valor econômico das reservas de hidrocarbonetos na formação geológica. Um fator importante na determinação do valor econômico de reservas de hidrocarbonetos líquidos e gasosos é sua composição química, particularmente a concentração de componentes gasosos, tais como sulfeto de hidrogênio, dióxido de carbono, hidrogênio, sulfetos e hidrocarbonetos mais leves (tais como propano, etano, metano ou similares). Adicionalmente, a corrosão de oleodutos (e/ou gaseodutos) de transporte e a análise de ações de manutenção de poços são também importantes no desenvolvimento e produção de hidrocarbonetos da perfuração. Portanto, a detecção de gás em tempo real, é um processo importante para análise de fluidos no fundo dos poços, transporte de hidrocarbonetos e

serviços de manutenção de poços.

[002]. De modo diverso das análises de superfície, várias abordagens disponíveis — óptica, cromatográfica, etc. — para detectar componentes gasosos — tais como sulfeto de hidrogênio, dióxido de carbono, hidrogênio, mercaptanas gasosas e metano — presentes em ambientes de fundo de poços têm sido difíceis de utilizar devido a limitações tais como ambiente operacional no fundo do poço, que pode envolver temperaturas e/ou pressões elevadas, o tamanho das ferramentas de fundo de poço para realizar tais mensurações e a presença de água e/ou de outros fluidos.

[003]. No caso de sulfeto de hidrogênio (" H_2S "), sua presença em fluidos encontrados nas formações permeáveis de poços de petróleo tem um impacto importante sobre o valor econômico dos hidrocarbonetos produzidos e das operações de produção. Tipicamente, o conteúdo de enxofre de petróleos em bruto está na faixa de 0,3-0,8 por cento em peso e o conteúdo de H_2S de gás natural está na faixa de 0,01-0,4 por cento em peso, embora tenham sido relatadas concentrações de H_2S em gás natural de até 30 por cento em peso. Vários relatórios têm alegado um aumento sistemático no conteúdo de enxofre de petróleos em bruto nos últimos 10-20 anos e prevêem aumentos significativos de H_2S tanto no petróleo como no gás natural.

[004]. Juntamente com o dióxido de carbono (" CO_2 "), a presença de H_2S em fluidos de fundo de poços pode dar origem a problemas logísticos e de segurança. Por exemplo, as causas principais de falha mecânica de materiais na indústria de petróleo e gás são estimadas como se segue: corrosão por CO_2 (28%), fissuração mecanoquímica por H_2S (18%), soldagem (18%), microfissuração (15%), erosão (12%), ação galvânica (6%) e

tensão (interna) (3%). Como tal, ferramentas de fundo de poço, equipamento ou similares, a corrosão causada por elementos gasosos e problemas associados podem ser reduzidos/administrados medindo/detectando tais componentes gasosos.

[005]. Entretanto, a mensuração/detecção na superfície de tais componentes gasosos é problemática porque, entre outras coisas, o transporte da amostra até a superfície para análise é ineficiente uma vez que consome tempo, e por isso é caro, e o processo de transporte pode afetar a exatidão da mensuração/detecção devido à mudança no ambiente. Com respeito ao H_2S , um problema associado com a amostragem de fluidos contendo H_2S é a perda parcial do H_2S devido à reação do H_2S com componentes metálicos, particularmente aqueles produzidos com metais ferrosos. O H_2S forma rapidamente sulfetos metálicos insolúveis e não-voláteis por reação com muitos metais e óxidos metálicos, e isto impede a análise acurada de H_2S numa amostra de fluido transportado para a superfície numa ferramenta metálica. Como as amostras de fluidos são usualmente coletadas em recipientes metálicos, que são capazes de manter as pressões nas quais se coletaram as amostras, um problema associado com amostragem de fluidos contendo H_2S é a perda parcial do gás por reação do H_2S com os componentes metálicos, particularmente aqueles produzidos com metais ferrosos. Após contato do particularmente aqueles produzidos com metais ferrosos. com componentes metálicos durante transporte, quaisquer mensurações executadas na superfície podem subestimar o verdadeiro conteúdo de H_2S .

[006]. Existem vários problemas com respeito à detecção de fundo de poço e/ou mensuração de componentes gasosos de

fluidos de fundo de poço. Por exemplo, pode ser difícil determinar propriedades dos componentes gasosos diretamente da amostra de fluido. Adicionalmente, as temperaturas e pressões elevadas na perfuração de poço podem fazer uso de reações químicas ou similares problemáticos.

Sumário da invenção

[007]. Incorporações da presente invenção provêm sistemas e métodos para detecção e/ou mensuração de componentes gasosos de misturas multifásicas contendo um ou mais hidrocarbonetos que podem ser recuperados do fundo de um poço perfurado ou podem ser transportados numa tubulação adutora. Mais especificamente, mas não à guisa de limitação, incorporações da presente invenção podem prover separação dos componentes gasosos das misturas multifásicas e detecção e/ou mensuração dos componentes gasosos separados por oxidação ou redução direta.

[008]. Numa incorporação da presente invenção, provê-se um sensor de gás para detectar ou medir um componente gasoso de uma mistura multifásica contendo um ou mais hidrocarbonetos, o sensor de gás compreendendo um volume de detecção, um material condutor não sólido disposto dentro do volume de detecção, uma superfície de detecção em comunicação gasosa com o volume de detecção, uma pluralidade de eletrodos, dispostos dentro do volume de detecção, acoplados com uma fonte de tensão elétrica (voltagem) e configurada para prover uma varredura de tensão elétrica através do material condutor não-sólido, sendo que um dentre a pluralidade de eletrodos compreende um eletrodo de trabalho, e sendo que se seleciona a composição do eletrodo de trabalho para prover detecção ou mensuração de um gás específico na mistura multifásica, e um dispositivo para medir

uma corrente fluindo através do material condutor não-sólido.

[009]. Noutra incorporação da presente invenção, pode-se desenvolver uma ferramenta de perfuração configurada com uma sonda de amostragem e um conduíte de amostragem para uma perfuração. A sonda de amostragem pode ser usada para coletar uma amostra fluida da perfuração de uma formação circundante. Os fluídos podem ser extraídos pela ferramenta de perfuração e pelo volume de detecção dos quais um componente gasoso da amostra fluida coletada pode entrar num volume de detecção através de uma membrana permeável a gás, que impede a entrada de fluidos da amostra fluida no volume de detecção. O volume de detecção pode conter um material condutor não-sólido no qual o componente gasoso que passa através da membrana permeável a gás pode fluir. No volume de detecção, uma pluralidade de eletrodos podem ser configurada para aplicar uma diferença de potencial através do material condutor não-sólido e prover oxidação ou redução direta do componente gasoso no volume de detecção. A configuração dos eletrodos para prover oxidação ou redução direta pode compreender determinar a constituição de um eletrodo de referência para prover a oxidação ou redução direta de um componente gasoso selecionado.

[0010]. A partir da mensuração e/ou processamento de uma corrente de oxidação ou redução associada com a oxidação direta, o componente gasoso pode ser detectado/medido.

[0011]. Em determinados aspectos, pode-se usar um contra-eletrodo, um eletrodo de referência e um eletrodo de trabalho. Noutros aspectos, também pode ser usado um eletrodo de proteção para eliminar gases interferentes. Em algumas incorporações da presente invenção, o eletrodo de referência

pode compreender um eletrodo de cloreto de prata/prata, um eletrodo de calomelano saturado, ou similares.

[0012]. Para detecção de H_2S , pode-se usar como o eletrodo de trabalho, um eletrodo de trabalho de carbono vítreo ou de diamante dopado com boro. Noutros aspectos para detecção de H_2S podem ser usados como o eletrodo de trabalho: um eletrodo de grafite pirolítico de borda plana ("EEPPG"), nano tubos de carbono, nanotubos dopados com nitrogênio ou fósforo. Já noutros aspectos, podem ser usados eletrodos de platina para prover detecção/mensuração de hidrocarbonetos mais leves ou hidrogênio. Em aspectos adicionais, podem ser usados eletrodos de ouro para prover detecção/mensuração de sulfetos. E noutros aspectos ainda, podem ser usados eletrodos de paládio para prover detecção/mensuração de hidrocarbonetos mais leves e/ou hidrogênio.

[0013]. A consulta às partes restantes do relatório, incluindo desenhos e reivindicações, resultará em outras características e vantagens da presente invenção. Características e vantagens adicionais da presente invenção, bem como a estrutura e operação de várias incorporações da presente invenção estão descritas em detalhes abaixo com respeito aos desenhos de acompanhamento.

Breve descrição dos desenhos

[0014]. Nas figuras, componentes e/ou características semelhantes podem ter a mesma indicação de referência. Além disso, vários componentes do mesmo tipo podem ser distinguidos seguindo a indicação de referência por um hífen (ou travessão) e uma segunda indicação que os distingue entre componentes semelhantes. Se for usada apenas uma primeira indicação de referência no relatório, a descrição será aplicável a qualquer

um dos componentes semelhantes tendo a mesma primeira indicação de referência independentemente da segunda indicação de referência.

[0015]. A invenção será entendida melhor à luz da descrição seguinte de incorporações não-limitativas e ilustrativas, dada com referência aos desenhos de acompanhamento, nos quais:

[0016]. A Figura 1A provê uma ilustração do tipo esquemática de um sistema para detectar/medir componentes gasosos de fluidos de fundo de poço numa perfuração, de acordo com uma incorporação da presente invenção; a Figura 1 B provê uma vista expandida da câmara de amostragem 145 e do sensor eletroquímico 150 num sistema para detectar/medir componentes gasosos de fluidos de fundo de poço numa perfuração, de acordo com uma incorporação da presente invenção;

[0017]. A Figura 2 provê uma ilustração do tipo esquemática de um sistema sensor de gás para detectar/medir componentes gasosos de misturas multifásicas contendo um ou mais hidrocarbonetos, de acordo com uma incorporação da presente invenção;

[0018]. A Figura 3A ilustra respostas de corrente de oxidação para diferentes concentrações de sulfeto em diferentes soluções-tampão para métodos e sistemas de detecção/mensuração de sulfeto usando um eletrodo de trabalho de BDD, de acordo com incorporações da presente invenção; a Figura 3B ilustra respostas de corrente de oxidação para diferentes concentrações de sulfeto em diferentes soluções-tampão para métodos e sistemas de detecção/mensuração de sulfeto usando um eletrodo de trabalho de carbono vítreo, de acordo com incorporações da presente invenção; e

[0019]. A Figura 4 é uma representação do tipo fluxograma de

um processo para detectar/medir componentes de fluidos de fundo de poço numa perfuração, de acordo com uma incorporação da presente invenção.

Descrição detalhada da invenção

[0020]. Incorporações da presente invenção provêm sistemas e métodos para detecção e/ou mensuração no fundo do poço de componentes gasosos de amostras de misturas fluidas retiradas de uma perfuração penetrando uma formação geológica. Mais especificamente, mas não à guisa de limitação, incorporações da presente invenção provêm a separação de um componente gasoso das amostras fluidas coletadas na perfuração e detecção e/ou mensuração dos componentes gasosos separados por oxidação direta. As amostras fluidas podem ser coletadas da perfuração ou da formação geológica que circunda a perfuração.

[0021]. A Figura 1 provê uma representação esquemática de um sistema para detectar/medir componentes gasosos de fluidos de fundo de poço numa perfuração, de acordo com uma incorporação da presente invenção. Numa incorporação da presente invenção, uma ferramenta de perfuração 115 pode estar posicionada na ou abaixo da perfuração 105. Meramente à guisa de exemplo, a ferramenta de perfuração 115 pode compreender um corpo cilíndrico substancialmente alongado, que pode estar suspenso numa linha de fios elétricos (não mostrada) na perfuração 105, onde a linha de fios elétricos pode prover movimento da ferramenta de perfuração 115 na perfuração 105 para diferentes locais de amostragem.

[0022]. Uma sonda de amostragem 120 pode ser acoplada com a ferramenta de perfuração 115 para prover amostragem de um ou mais fluidos associados com a perfuração 105. Em determinados aspectos, a ferramenta de perfuração 115 pode ser posicionada

na perfuração 105 adjacente a uma formação geológica 125 a ser investigada. Em tais aspectos, a sonda de amostragem 120 pode ser impulsionada a contatar com a formação geológica 125. Pode-se prover um controle da sonda de amostragem 120 por êmbolos operados hidraulicamente (não mostrados) ou similares. Os êmbolos operados hidraulicamente ou outros meios para manobrar a ferramenta de perfuração 115 podem prover movimento para a ferramenta de perfuração 115 na perfuração 115. Por exemplo, os êmbolos operados hidraulicamente podem projetar-se radialmente da ferramenta de perfuração 115 no lado oposto da ferramenta de perfuração 115 da sonda de amostragem 120. Desta maneira os êmbolos operados hidraulicamente podem entrar em contato com uma parede lateral 110 da perfuração 105 e empurrar a ferramenta de perfuração 115 lateralmente na perfuração 105 fazendo com que a sonda de amostragem 120 no outro lado da ferramenta de perfuração 115 entre em contato com a parede lateral 110; a sonda de amostragem 120 entra em contato com uma porção da parede lateral 110 que está no lado oposto da seção da perfuração 105 para a seção da parede lateral 110 contatada pelos êmbolos operados hidraulicamente. Embora o anterior divulgue uso do presente sistema para formação de amostra de fluidos, outras incorporações da presente invenção podem prover fluidos/misturas de amostragem na perfuração 105.

[0023]. A sonda de amostragem 120 pode ser acoplada com um conduíte de amostragem 130 para prover um fluxo de quaisquer amostras de fluidos/misturas na ferramenta de perfuração 115. O conduíte de amostragem 130 pode ser acoplado com uma bomba 140, ou similares. A bomba 140, ou similares, pode ser usada para retirar uma amostra de um fluido/mistura através da sonda

de amostragem 120 numa câmara de amostragem 145. A bomba pode ser controlada de um local na superfície que pode estar próximo do topo da perfuração 105 e este controle pode ser executado via uma linha de fios elétricos 170, ou similares, acoplada com a linha de fios elétricos e um conjunto de circuitos de controle (não mostrado) dentro da ferramenta de perfuração 115. Compreender-se-á que este conjunto de circuitos de controle podem incluir válvulas (não mostradas) para conduzir seletivamente amostras de fluidos/misturas para a câmara de amostragem 145 até uma entrada de descarregamento (não mostrada) ou similares, mas estes foram omitidos por uma questão de simplificação. O conjunto de circuitos de controle também pode ser usado para controlar o fluxo das amostras de fluidos/misturas, para conduzir uma quantidade dos fluidos/misturas para a câmara de amostragem e/ou similares. Um processador pode ser acoplado com o conjunto de circuitos de controle para auxiliar na amostragem dos fluidos/misturas.

[0024]. De acordo com uma incorporação da presente invenção, um sensor eletroquímico 150 pode ser colocado na câmara de amostragem 145. O sensor eletroquímico pode ser colocado a fim de entrar em contato os fluidos/misturas na câmara de amostragem 145 e podem produzir corrente de saída que depende da quantidade de um ou mais componentes gasosos na amostra de fluido/mistura. Numa incorporação da presente invenção o sensor eletroquímico 150 pode compreender uma pluralidade de eletrodos e uma fonte de tensão elétrica para aplicar uma diferença de potencial através da pluralidade de eletrodos e configurada a fim de oxidar ou reduzir diretamente um ou mais componentes gasosos que contatem a pluralidade de eletrodos. A oxidação e/ou redução do um ou mais componentes gasosos pelo

sensor eletroquímico 150 resulta na produção de uma corrente de oxidação ou de redução. A corrente de oxidação ou de redução pode ser medida por um dispositivo medidor de corrente 160, que pode ser um amperímetro digital, um circuito medidor de corrente digital, um potenciômetro, um galvanômetro e/ou similares.

[0025]. Em algumas incorporações da presente invenção um processador que pode ser um software ou similares, pode processar a saída do dispositivo medidor de corrente 160, provendo a detecção da corrente de oxidação e a transmissão de dados referentes à corrente de oxidação para a superfície via o conjunto de fios elétricos 170. O processador 180 pode ser configurado para processar valores da corrente de saída do sensor eletroquímico 150 determinado o início da corrente de oxidação, uma quantidade do componente gasoso que pode corresponder ao valor da corrente de oxidação e/ou similares. O processador 180 pode ser acoplado com o sensor eletroquímico 150, com o conjunto de circuitos de controle, e/ou similares, para prover controle da amostragem, controle da detecção (leitura) e/ou similares. Meramente à guisa de exemplo, em alguns aspectos, o processador 180 pode controlar diferenças de potencial aplicadas nos eletrodos compreendendo o sensor eletroquímico 150 e variar estas diferenças de potencial durante o processo de amostragem/análise.

[0026]. A Figura 1B provê uma vista expandida da câmara de amostragem 145 e do sensor eletroquímico 150, de acordo com uma incorporação da presente invenção. Em determinadas incorporações da presente invenção, a câmara de amostragem 145 pode ser acoplada com uma membrana permeável a gás 143. A membrana permeável a gás pode ser configurada para prover dois

volumes — um volume de amostragem 147 e um volume de detecção/análise 149 — que estão em comunicação gasosa um com o outro, via pelo menos uma porção da membrana permeável a gás 143. Uma amostra do fluido/mistura que flui na ferramenta de perfuração 115 pode fluir para o volume de amostragem 147. Os componentes gasosos no fluido/mistura no volume de amostragem 147 podem passar através da membrana permeável a gás 143 para o volume de detecção/análise 149.

[0027]. O volume de detecção/análise 149 pode conter um material condutor não-sólido. Em determinadas incorporações da presente invenção, o sensor eletroquímico 150 pode compreender três eletrodos, os três eletrodos provendo contato com o material condutor não-sólido. Noutras incorporações da presente invenção, o sensor eletroquímico 150 pode compreender diferentes pluralidades de eletrodo. A composição do material condutor não-sólido e/ou dos diferentes eletrodos compreendendo o sensor podem ser selecionada de acordo com os componentes gasosos procurados a serem detectados na incorporação da presente invenção.

[0028]. Numa incorporação da presente invenção onde o sensor eletroquímico 150 pode compreender três eletrodos, os três eletrodos podem ser configurados como um eletrodo de trabalho 153a, um contra-eletrodo 153b, e um eletrodo de referência 153c. Em operação de uma incorporação da presente invenção, enquanto o sensor eletroquímico 150 é exposto aos componentes gasosos no volume de detecção/análise 149, pode-se usar equipamento eletrônico de mensuração para aplicar uma tensão variável ciclicamente entre o eletrodo de trabalho 153a e o eletrodo de referência 153c, e se pode medir/detectar e corrente de oxidação que flui entre o eletrodo de trabalho

153a e o contra-eletrodo 153c.

[0029]. Em determinados aspectos da presente invenção, o material condutor não-sólido pode estar numa forma gelatinosa ou numa forma não-líquida e, como tal, a membrana permeável a gás 143 não pode ser usada. Em tais aspectos, o próprio material condutor não-sólido pode ser usado para atuar como uma membrana permeável a gás. Em tais aspectos, os componentes gasosos podem se difundir fora da amostra no volume de amostragem 147 e no material condutor não-sólido na forma gelatinosa/não-líquida. Em alguns aspectos, a pluralidade dos eletrodos do sensor eletroquímico 150 pode estar depositada, por exemplo por impressão à tela, sobre um substrato plástico ou similares. Em aspectos adicionais, os eletrodos do sensor eletroquímico 150 podem ser cobertos com uma ou mais membranas protetoras para protegê-los de contaminação por contaminantes ou similares. Em tais aspectos, a uma ou mais membranas podem ser selecionadas para que elas permitam que os componentes gasosos desejados sejam detectados ao passarem através da uma ou mais membranas e entrarem em contato com os eletrodos.

[0030]. Em determinadas incorporações da presente invenção, o um ou mais dos eletrodos do sensor eletroquímico 150 podem ser configurados como um eletrodo de EPPG, um eletrodo de nanotubos de carbono, um eletrodo de nanotubos dopados com nitrogênio, um eletrodo de nanotubos dopados com fósforo ou similares. Em determinadas incorporações da presente invenção configuradas para detecção de H_2S , um ou mais dos eletrodos pode ser um eletrodo de diamante dopado com boro, um eletrodo de EPPG, um eletrodo de nanotubos de carbono, um eletrodo de nanotubos dopados com nitrogênio, um eletrodo de nanotubos dopados com fósforo ou similares. Em aspectos particulares, o

eletrodo de trabalho 153a pode ser configurado como um eletrodo de diamante dopado com boro. O eletrodo de referência pode ser um eletrodo de prata/cloreto de prata. Em incorporações da presente invenção configuradas para detecção de H_2S pode ser configurado como uma solução-tampão de pH.

[0031]. Em incorporações da presente invenção configuradas para detecção de hidrocarbonetos mais leves um ou mais dos eletrodos podem ser um eletrodo de platina. Em incorporações da presente invenção configuradas para detecção de sulfetos um ou mais dos eletrodos podem ser um eletrodo de ouro. Em incorporações da presente invenção configuradas para detecção de hidrocarbonetos mais leves um ou mais dos eletrodos podem ser um eletrodo de paládio. Em incorporações da presente invenção configuradas para detecção de hidrogênio um ou mais dos eletrodos podem ser um eletrodo de platina ou um eletrodo de paládio. A composição de cada um da pluralidade de eletrodos do sensor eletroquímico 150 e/ou do material condutor não-sólido pode ser determinada/mudada de acordo com o componente ou componentes gasosos para a amostra de fluido/mistura procurada para ser detectada/medida. A composição do eletrodo de trabalho 153a pode ser a variável de máxima importância com respeito à seleção de composição de eletrodo.

[0032]. Numa incorporação da presente invenção, utilizando um potenciômetro ou eletrônicos semelhantes, pode-se aplicar na solução uma varredura de voltagem via o sensor eletroquímico 150 no volume de detecção/análise 149, e pode ser detectada uma corrente eletroquímica como saída. Meramente à guisa de exemplo, em resposta à introdução de H_2S no volume de análise/detecção 149, a varredura de voltagem pode oxidar o H_2S

em HS*, e eventualmente em produtos adicionais. A resposta de corrente obtida de tais incorporações será proporcional à concentração do composto sulfeto dissolvido. Em incorporações alternativas, a varredura de voltagem pode prover redução de um gás no volume de análise/detecção 149 e se pode detectar e analisar uma corrente de redução para determinar a presença e/ou quantidade do gás que estiver sendo reduzido. Meramente à guisa de exemplo, um gás tal como dióxido de carbono pode ser reduzido diretamente num sistema de acordo com uma incorporação da presente invenção.

[0033]. Numa incorporação da presente invenção, podem ser executadas mensurações eletroquímicas usando um potenciômetro ou similares compreendendo uma configuração-padrão de três eletrodos. Pode-se usar: um disco de platina como o contra-eletrodo 153b, um disco de prata revestido com cloreto de prata como o eletrodo de referência 153c ou um eletrodo de carbono vítreo (GC), de diamante dopado com boro (BDD), de grafite pirolítico plano basal (BPPG), de EPPG ou um eletrodo de camada de nanotubos de carbono como o eletrodo de trabalho 153a. Em incorporações usando nanotubos de carbono, os nanotubos de carbono podem ser retidos sobre um eletrodo de carbono vítreo usando dimetilformamida (DMF) como um agente dispersante.

[0034]. Em determinados aspectos, o material condutor não-sólido pode ser um tampão de fosfato de pH 7 ou similares. A análise do efeito de pH sobre o sinal voltamétrico em cada eletrodo mostra que para detecção de H₂S de acordo com uma incorporação da presente invenção, observa-se um melhoramento na corrente oxidativa na presença de sulfeto. Em cada valor de pH, a oxidação pode ser mais fácil no eletrodo de GC comparado

ao eletrodo de BDD. Além disso, o aumento no pH do material condutor não-sólido pode prover deslocamento de uma onda oxidativa para potenciais menores, com ondas oxidativas mais pronunciadas registradas no eletro de GC quando o pH aumentou.

[0035]. Numa incorporação da presente invenção, pode-se colocar um eletrodo de proteção (não mostrado) no volume de detecção/análise 149. O eletrodo de proteção pode agir para eliminar gases interferentes do volume de detecção/análise 149 e pode prover detecção de um gás-alvo que tenha sido selecionado para ser detectado pelo sensor. Meramente à guisa de exemplo, o eletrodo de proteção pode ser configurado para prover oxidação ou redução direta de um gás que pode interferir com a detecção do gás-alvo. Desta maneira, o gás interferente pode ser eliminado de ser detectado pelo eletrodo de trabalho e não pode interferir com a detecção/mensuração de sensor do gás-alvo.

[0036]. A Figura 2 provê uma ilustração esquemática de um sistema sensor de gás para detectar/medir componentes gasosos de misturas multifásicas contendo um ou mais hidrocarbonetos, de acordo com uma incorporação da presente invenção. Numa incorporação da presente invenção, um sensor de gás 250 pode compreender uma caixa de sensor 260. A caixa de sensor 260 pode definir um volume interno que pode conter um material condutor 280. Em muitos aspectos, o material condutor 280 pode compreender um líquido ou um gel.

[0037]. Numa incorporação da presente invenção, uma pluralidade de eletrodos 205 pode estar disposta pra cada um estar em contato pelo menos parcial com o material condutor 280. Uma fonte de tensão 265 pode aplicar uma diferença de potencial, uma varredura de potencial e/ou similares através

de um ou mais da pluralidade de eletrodos 205 e criar assim um potencial através do material condutor 280. A fonte de tensão pode ser um potenciômetro, um galvanômetro e/ou similares. O dispositivo de mensuração de corrente 160 pode ser acoplado eletronicamente com a fonte de tensão 265. Em determinados aspectos, a fonte de tensão 265 e o dispositivo de mensuração de corrente 160 compreendem um único dispositivo com conjunto de circuitos associado e ser configurado para desenvolver um potencial através do material condutor 280 e medir qualquer corrente de oxidação ou de redução.

[0038]. Numa incorporação da presente invenção, o sensor de gás 250 pode incluir uma membrana permeável a gás 270. A membrana permeável a gás 270 pode ser configurada para prover comunicação gasosa através da membrana permeável a gás 270 para o material condutor 280. Em operação, o sensor de gás 250 pode ser disposto numa perfuração, num conduíte para transportar hidrocarbonetos, num conduíte de amostragem associado com uma perfuração e/ou similares para prover que a membrana permeável a gás 270 contate uma mistura na perfuração, no conduíte para transportar hidrocarbonetos, no conduíte de amostragem associado com uma perfuração e/ou similares. Os componentes gasosos na mistura podem penetrar através da membrana permeável a gás 270 no interior do sensor de gás 250. Como tal, os componentes gasosos podem ser detectados e/ou medidos pelo sensor de gás 250 via a mensuração de uma corrente de oxidação ou de redução resultante da oxidação ou da redução direta dos componentes gasosos.

[0039]. Uma saída 290 do dispositivo de mensuração de corrente 160 pode ser processada para prover detecção de um

componente gasoso particular pelo sensor de gás 250 e/ou mensuração de uma quantidade de um componente gasoso particular detectado pelo sensor de gás 250.

[0040]. Em determinadas incorporações, o material condutor 280 pode ser um gel ou similares e a membrana permeável a gás 270 não pode ser usada no sensor de gás 250. Em tais incorporações, uma superfície de contato (não mostrada) do material condutor 280 pode ser disposta para contatar a mistura fluindo na perfuração, no conduíte para transportar hidrocarbonetos, no conduíte de amostragem associado com uma perfuração e/ou similares e os componentes gasosos na mistura podem entrar no material condutor 280.

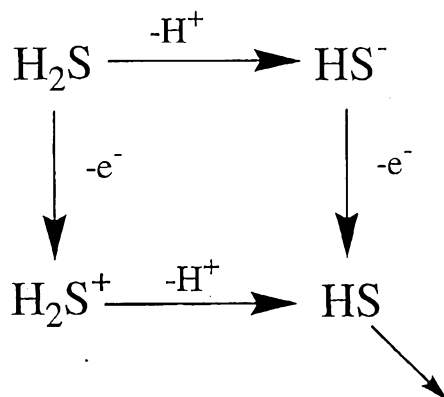
[0041]. De acordo com uma incorporação da presente invenção, o sensor de gás 250 pode ser usado numa perfuração para prover mensuração durante a mesma. O sensor de gás 250 pode ser empregado numa perfuração para medir componentes gasosos em misturas na perfuração após terem sido aplicados fluidos de manutenção de poço na perfuração e/ou formação circundante. O sensor de gás 250 pode ser combinado com tubulação espiralada, encanamento ou similares para examinar misturas numa perfuração e/ou formação. O sensor de gás 250 pode ser instalado permanentemente para monitorar a perfuração. Em outros aspectos, o sensor de gás 250 pode ser acoplado com um cano de transporte de hidrocarbonetos para monitorar componentes gasosos de misturas de hidrocarbonetos fluindo no cano.

[0042]. As Figuras 3A e 3B ilustram respostas de corrente de oxidação para diferentes concentrações de sulfeto em diferentes soluções-tampão para métodos e sistema de detecção/mensuração de sulfeto, de acordo com incorporações da

presente invenção. A Figura 3A ilustra respostas de corrente de oxidação para diferentes concentrações de sulfeto em diferentes soluções-tampão para um eletrodo de trabalho de BDD. A Figura 3B ilustra respostas de corrente de oxidação para diferentes concentrações de sulfeto em diferentes soluções-tampão para um eletrodo de trabalho de carbono vítreo.

[0043]. Nas Figuras 3A e 3B, plota-se uma corrente oxidativa 305 como uma função de uma concentração de sulfeto 310 para uma variedade de valores de pH do material condutor não-sólido. Nas Figuras 3A e 3B, um primeiro gráfico 315 representa a corrente de oxidação contra concentração de sulfeto para um pH de 9, um segundo gráfico 320 representa a corrente de oxidação contra concentração de sulfeto para um pH de 7, e um terceiro gráfico 325 representa a corrente de oxidação contra concentração de sulfeto para um pH de 4. As figuras mostram que o aumento do pH melhora o sinal analítico produzido por um sistema de acordo com uma incorporação da presente invenção. Como tal, em determinados aspectos, podem ser usadas soluções de pH elevado como o material condutor não-sólido.

[0044]. A fim de oxidar H_2S num sistema de acordo com a presente invenção, o H_2S , como um material inicial, pode sofrer uma etapa de transferência de elétrons enquanto perde um elétron, antes de reações adicionais, como descrito abaixo:



Reações adicionais

[0045]. Este assim chamado "esquema de quadrados" mostra que há dois caminhos de reação segundo os quais o H_2S pode ser oxidado a HS , e portanto, quer a perda do elétron ou a perda do próton determinará a taxa. Os resultados nas Figuras 3A e 3B mostram apenas um ligeiro aumento na corrente oxidativa em pH 4,0 quando se introduziu H_2S no sistema. Neste pH aproximadamente 99% do sulfeto dissolvido será H_2S e portanto pode ser difícil oxidar. Numa incorporação da presente invenção, aumentando o pH se pode melhorar o sinal analítico. De modo semelhante, para outros componentes gasosos do fluido de perfuração, do fundo de formação e/ou similares a serem testados por uma incorporação da presente invenção, para o pH de uma solução-tampão e/ou material condutor não-sólido podem prover uma corrente de oxidação melhorada que pode ser usada para detectar e/ou medir o componente gasoso de interesse. Enquanto o aumento de valores de pH acima de 5 pode aumentar o sinal de detecção/mensuração para H_2S , para outros gases a redução de valores de pH abaixo de 5 pode prover o mesmo efeito.

[0046]. Em determinados aspectos da presente invenção, pode-se usar um eletrodo de grafite pirolítico plano basal (BPPG) como o eletrodo de serviço e se pode usar uma corrente de

oxidação direta para detectar/ medir sulfetos de fluidos de perfuração, de fluidos de formação e/ou similares. Meramente à guisa de exemplo, pode-se usar um tampão de fosfato com um pH em torno de 6,9 como o material condutor não-sólido.

[0047]. Noutros aspectos da presente invenção, se pode prover uma camada de nanotubos de carbono sobre o eletrodo de trabalho e se pode prover detecção/mensuração de vários componentes gasosos. Novamente, meramente à guisa de exemplo, o eletrodo de trabalho com a camada de nanotubos de carbono pode ser usada com uma solução-tampão de fosfato com um pH em torno de 7 para prover detecção/mensuração dos componentes gasosos dos fluidos de perfuração, dos fluidos de formação e similares. Já noutros aspectos, o eletrodo de trabalho pode ser um eletrodo de grafite pirolítico de borda plana (EPPG) e pode ser usado com uma solução-tampão para prover detecção/mensuração de componentes gasosos de fluidos de perfuração e/ou de formação usando oxidação direta, de acordo com uma incorporação da presente invenção.

[0048]. A Figura 4 é um fluxograma de um processo para detectar/medir componentes gasosos de fluidos no fundo de poço, de acordo com uma incorporação da presente invenção. Na etapa 410, uma amostra de uma mistura fluida pode ser coletada de uma perfuração. Uma ferramenta de perfuração pode ser colocada na perfuração e pode coletar uma amostra de um fluido de perfuração, de um fluido de formação do lado de fora da perfuração ou similares. A amostra pode ser coletada por meio de um conjunto de sonda e bomba ou similares. Para aquisição de fluido de formação pode-se utilizar uma sonda de proteção para prover separação do fluido de formação dos fluidos de perfuração para prover uma amostra limpa.

[0049]. Na etapa 420, os componentes gasosos da amostra fluida coletada podem ser separados do restante da amostra fluida. Pode-se usar uma membrana permeável a gás para prover a separação do componente gasoso da amostra da amostra fluida restante. Em outros aspectos, pode-se usar um gel ou similares para criar uma barreira permeável a gás.

[0050]. Na etapa 430, os componentes gasosos separados podem fluir num volume contendo um material condutor não-sólido. Em algumas incorporações da presente invenção, o material condutor não-sólido pode ser uma solução-tampão. Em determinados aspectos, o material condutor não-sólido pode ter um valor de pH elevado. Em aspectos alternativos, o material condutor não-sólido pode ter um valor de pH baixo. Na etapa 440, uma pluralidade de eletrodos pode ser configurada para prover contato entre a pluralidade de eletrodos e o material condutor não-sólido. Em algumas incorporações da presente invenção, a pluralidade de eletrodos pode compreender um eletrodo de trabalho, um eletrodo de referência e um contra-eletrodo. A pluralidade de eletrodos pode ser usada para aplicar uma voltagem, uma varredura de voltagem ou similares no material condutor não-sólido e nos componentes gasoso separados no volume. A composição/características do material condutor não-sólido e/ou do um ou mais da pluralidade de eletrodos podem ser selecionadas para prover detecção/mensuração de um componente gasoso desejado. Por exemplo, um eletrodo de trabalho de platina pode ser usado para prover detecção de metano.

[0051]. Na etapa 450, pode-se detectar e/ou medir uma corrente de oxidação. A corrente de oxidação sendo detectada/medida resultante de oxidação direta de um ou mais

dos componentes gasosos no volume, sendo que o um ou mais componentes gasosos no volume são oxidados pela voltagem aplicada pela pluralidade de eletrodos. Na etapa 460, a corrente de oxidação pode ser processada para prover detecção e/ou mensuração de uma quantidade de um dos componentes gasosos no volume.

[0052]. Na descrição anterior, com propósitos de ilustração, vários métodos e/ou procedimentos foram descritos numa ordem particular. Deve-se compreender que em incorporações alternativas, os métodos e/ou procedimentos podem ser executados numa ordem diferente daquela descrita. Deve-se compreender também que os métodos acima descritos podem ser executados por componentes de hardware e/ou podem ser incorporados em seqüências de instruções executáveis por máquina, que podem fazer com que uma máquina, tal como um processador de propósito geral ou de propósito especial ou circuitos lógicos programados com as instruções, execute os métodos. Estas instruções executáveis por máquina podem ser armazenadas em um ou mais meios fáceis de ler, tais como CD-ROMs ou outros tipos de discos ópticos, disquetes de computador, ROMs, RAMs, EPROMs, EEPROMs, cartões ópticos ou magnéticos, memória rápida, ou outros tipos de meios de leitura fácil de máquina para armazenar instruções eletrônicas. Meramente a guisa de exemplo, algumas incorporações da invenção provêm softwares, que podem ser executados em um ou mais computadores, para executar os métodos e/ou procedimentos acima descritos. Em incorporações particulares, por exemplo, pode haver uma pluralidade de softwares-componentes configurados para executar nos vários dispositivos de hardware. Alternativamente, os métodos podem

ser executados por uma combinação de hardware e software.

[0053]. Daí, embora tenham sido dadas descrições detalhadas de uma ou mais incorporações da invenção, várias alternativas, modificações, e equivalentes tornar-se-ão óbvios para aqueles treinados na técnica sem mudar espírito da invenção. Além disso, exceto onde claramente inadequado ou expressamente notado diferentemente, deve-se presumir que as características, dispositivos e/ou componentes de diferentes incorporações não devem ser considerados como limitativos da abrangência da invenção, que está definida pelas reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema sensor de gás, para detectar ou medir um componente gasoso de uma mistura multifásica contendo um ou mais hidrocarbonetos, caracterizado pelo fato de compreender:

um volume de detecção;

um material condutor não-sólido disposto dentro do volume de detecção; o material condutor não sólido sendo configurado para dissolver o componente gasoso de tal modo que o componente gasoso dissolvido é detectável por oxidação direta ou redução direta;

uma superfície de detecção em comunicação gasosa com o volume de detecção e configurada para contatar a mistura multifásica e impedir entrada de uma fase fluida da mistura multifásica no volume de detecção;

uma pluralidade de eletrodos dispostos dentro do volume de detecção acoplados com uma fonte de tensão e configurados para prover uma varredura de tensão através do material condutor não-sólido, em que um da pluralidade de eletrodos compreende um eletrodo de trabalho, e em que a composição do eletrodo de trabalho é selecionada para prover detecção ou mensuração de um gás específico na mistura multifásica; e

um dispositivo para medir um fluxo de corrente através do material condutor não-sólido.

2. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o dispositivo para medir a corrente compreender pelo menos um dentre: um amperímetro, um potenciômetro, um galvanômetro e um circuito medidor de corrente.

3. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de compreender ainda um processador

acoplado com o dispositivo para medir a corrente e configurado para detectar ou medir uma corrente de oxidação ou de redução resultante de oxidação direta ou redução direta do componente gasoso.

4. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a superfície de detecção compreender uma membrana permeável a gás.

5. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o material condutor não-sólido compreender um dentre uma solução-tampão.

6. Sistema, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de a solução-tampão compreender uma solução-tampão de fosfato.

7. Sistema, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de a solução-tampão ter um pH maior que 5.

8. Sistema, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de a solução-tampão ter um pH menor que 5.

9. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a pluralidade de eletrodos compreender um contra-eletrodo, um eletrodo de referência e um eletrodo de trabalho.

10. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o eletrodo de trabalho compreender um eletrodo de EPPG e o gás específico ser sulfeto de hidrogênio.

11. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o eletrodo de trabalho ter nanotubos dopados com nitrogênio ou nanotubos de carbono

dispostos em uma superfície externa do eletrodo de trabalho e o gás específico ser sulfeto de hidrogênio.

12. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o eletrodo de trabalho compreender um eletrodo de platina e o gás específico compreender um dentre: um hidrocarboneto mais leve e hidrogênio.

13. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o eletrodo de trabalho compreender um eletrodo de ouro e o gás específico compreender sulfeto.

14. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o eletrodo de trabalho compreender um eletrodo de paládio e o gás específico compreender um hidrocarboneto mais leve.

15. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o sensor de gás estar acoplado com uma tubulação adutora para transportar hidrocarbonetos e estar configurado para determinar uma presença de ou medir o gás específico na tubulação adutora.

16. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o sensor de gás ser acoplado com uma ferramenta de perfuração/detecção e estar configurado para determinar uma presença de ou medir o gás específico na ferramenta de perfuração/detecção.

17. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o sensor de gás estar acoplado com sistema de tubulação espiralada e estar configurado para determinar uma presença de ou medir o gás específico numa amostra de uma mistura fluindo na tubulação espiralada.

18. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o sensor de gás ser acoplado a uma

perfuração e estar configurado para determinar uma presença de ou medir o gás específico na perfuração.

19. Sistema para análise no fundo de poço de misturas fluidas numa perfuração, configurado para produzir hidrocarbonetos, caracterizado pelo fato de compreender:

uma ferramenta de perfuração tendo um corpo e estando configurada para descarte dentro da perfuração;

uma sonda de amostragem acoplada à ferramenta de perfuração e configurada para coletar uma amostra fluida no fundo da perfuração;

um conduíte de amostragem acoplado à ferramenta de perfuração de poço e à sonda de amostragem e configurado para prover uma trajetória de fluxo para uma amostra fluida, em que a trajetória de fluxo provê uma trajetória para a amostra de fluido fluir da sonda de amostragem no corpo da ferramenta de perfuração;

um volume de detecção disposto dentro do corpo da ferramenta de perfuração em comunicação gasosa com o conduíte de amostragem e configurado para receber pelo menos uma porção de um componente gasoso da amostra fluida no corpo da ferramenta de fundo de poço;

uma solução condutora colocada dentro do volume de detecção, a solução condutora sendo configurada para dissolver o componente gasoso;

uma pluralidade de eletrodos acoplados eletronicamente uns aos outros e configurados para passar uma corrente através da solução para prover oxidação eletroquímica direta do componente gasoso dissolvido na superfície de pelo menos um dos eletrodos; e

um sensor de corrente configurado para detectar ou medir

a corrente de oxidação.

20. Sistema, de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de o sensor de corrente compreender pelo menos um dentre: um amperímetro, um potenciômetro, um galvanômetro e um circuito medidor de corrente.

21. Sistema, de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de compreender ainda um processador acoplado ao sensor de corrente e configurado para processar a saída do sensor de corrente.

22. Sistema, de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de a sonda de amostragem estar configurada para recuperar a amostra de fluido de uma formação circundada a perfuração.

23. Sistema, de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de compreender ainda uma bomba acoplada à sonda de amostragem e configurada para fazer com que o fluido de formação flua a partir da formação na sonda de amostragem e através do conduíte de amostragem.

24. Sistema, de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de a comunicação gasosa entre o volume de detecção e o conduíte de amostragem ser provida por uma membrana permeável a gás disposta entre o volume de detecção e o conduíte de amostragem.

25. Sistema, de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de compreender ainda um volume de amostragem acoplado ao conduíte de amostragem e configurado para receber a amostra fluida do conduíte de amostragem, em que o volume de amostragem está em comunicação gasosa com o volume de detecção.

26. Sistema, de acordo com a reivindicação 25,

caracterizado pelo fato de o volume de amostragem estar separado do volume de detecção por uma membrana permeável a gás.

27. Sistema, de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de o componente gasoso da amostra fluida compreender um dentre: sulfeto de hidrogênio, um hidrocarboneto leve, hidrogênio e dióxido de carbono.

28. Sistema, de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de que a solução compreende um uma solução-tampão.

29. Sistema, de acordo com a reivindicação 28, caracterizado pelo fato de a solução-tampão compreender uma solução-tampão de fosfato.

30. Sistema, de acordo com a reivindicação 28, caracterizado pelo fato de a solução-tampão ter um pH maior que 5.

31. Sistema, de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de a pluralidade de eletrodos compreender um contra-eletrodo, um eletrodo de referência e um eletrodo de trabalho.

32. Sistema, de acordo com a reivindicação 31, caracterizado pelo fato de o eletrodo de trabalho compreender um eletrodo de EPPG.

33. Sistema, de acordo com a reivindicação 31, caracterizado pelo fato de o eletrodo de trabalho ter nanotubos dopados com nitrogênio, nanotubos dopados com fósforo ou nanotubos de carbono dispostos em uma superfície externa do eletrodo de trabalho.

34. Sistema, de acordo com a reivindicação 31, caracterizado pelo fato de o eletrodo de trabalho compreender

um eletrodo de platina.

35. Sistema, de acordo com a reivindicação 31, caracterizado pelo fato de o eletrodo de trabalho compreender um eletrodo de ouro.

36. Sistema, de acordo com a reivindicação 31, caracterizado pelo fato de o eletrodo de trabalho compreender um eletrodo de paládio.

37. Método para análise no fundo de poço de uma amostra fluida numa perfuração, caracterizado pelo fato de que compreende:

coletar uma amostra de uma mistura fluida num local no fundo de poço;

separar um componente gasoso da amostra da mistura fluida;

dissolver o componente gasoso em um material condutor não sólido;

oxidar diretamente o componente gasoso;

detectar uma saída resultante da oxidação direta do componente gasoso; e

determinar uma presença do componente gasoso ou uma quantidade do componente gasoso da saída detectada.

38. Método, de acordo com a reivindicação 37, caracterizado pelo fato de o componente gasoso ser um dentre: sulfeto de hidrogênio, metano, sulfeto, hidrogênio e dióxido de carbono.

39. Método, de acordo com a reivindicação 37, caracterizado pelo fato de a amostra da mistura fluida ser coletada de uma formação circundando a perfuração.

40. Método, de acordo com a reivindicação 37, caracterizado pelo fato de a etapa de separar um componente

gasoso da amostra da mistura fluida compreender contatar a amostra da mistura fluida com uma membrana permeável a gás.

41. Método, de acordo com a reivindicação 37, caracterizado pelo fato de a etapa de oxidar diretamente o componente gasoso separado da amostra da mistura fluida compreender usar uma pluralidade de eletrodos para aplicar um potencial através de uma solução contendo o componente gasoso.

42. Método, de acordo com a reivindicação 41, caracterizado pelo fato de a solução compreender uma solução-tampão.

43. Método, de acordo com a reivindicação 41, caracterizado pelo fato de um da pluralidade de eletrodos compreender um eletrodo de trabalho, e o eletrodo de trabalho compreender um dentre: ouro, paládio, EPPG, nanotubos de carbono, nanotubos dopados com nitrogênio e nanotubos dopados com fósforo.

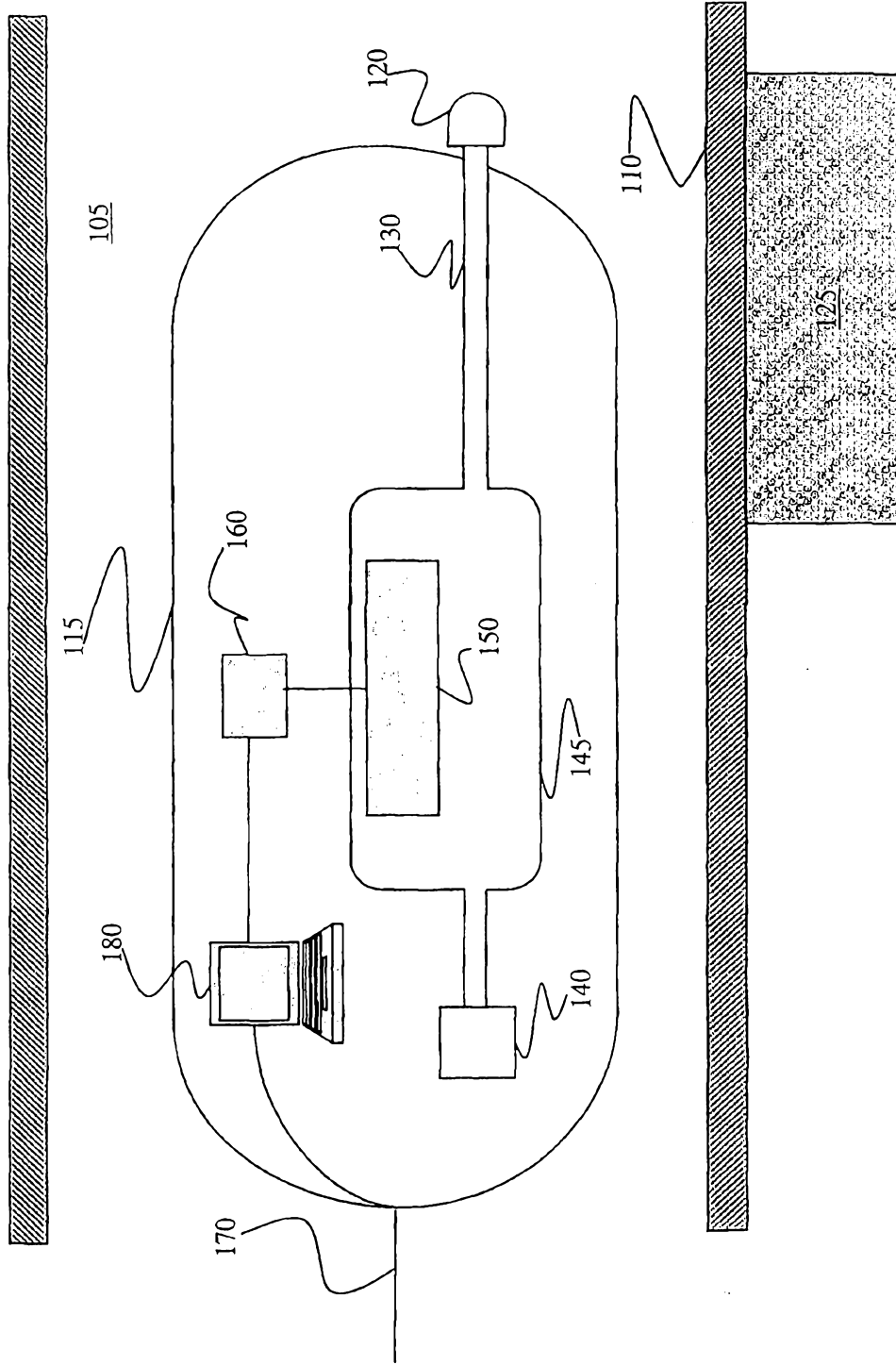


FIG.1A

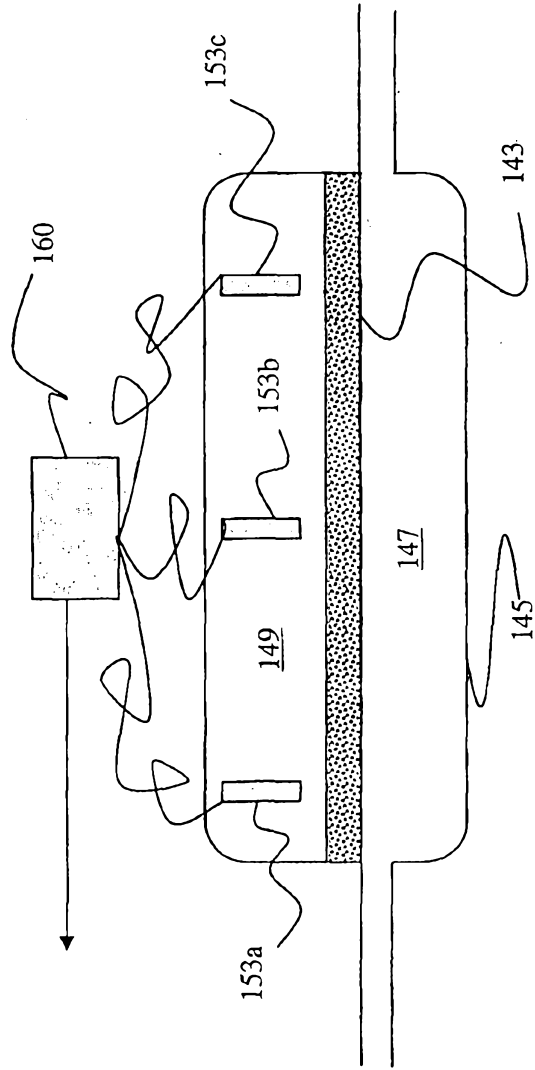


FIG.1B

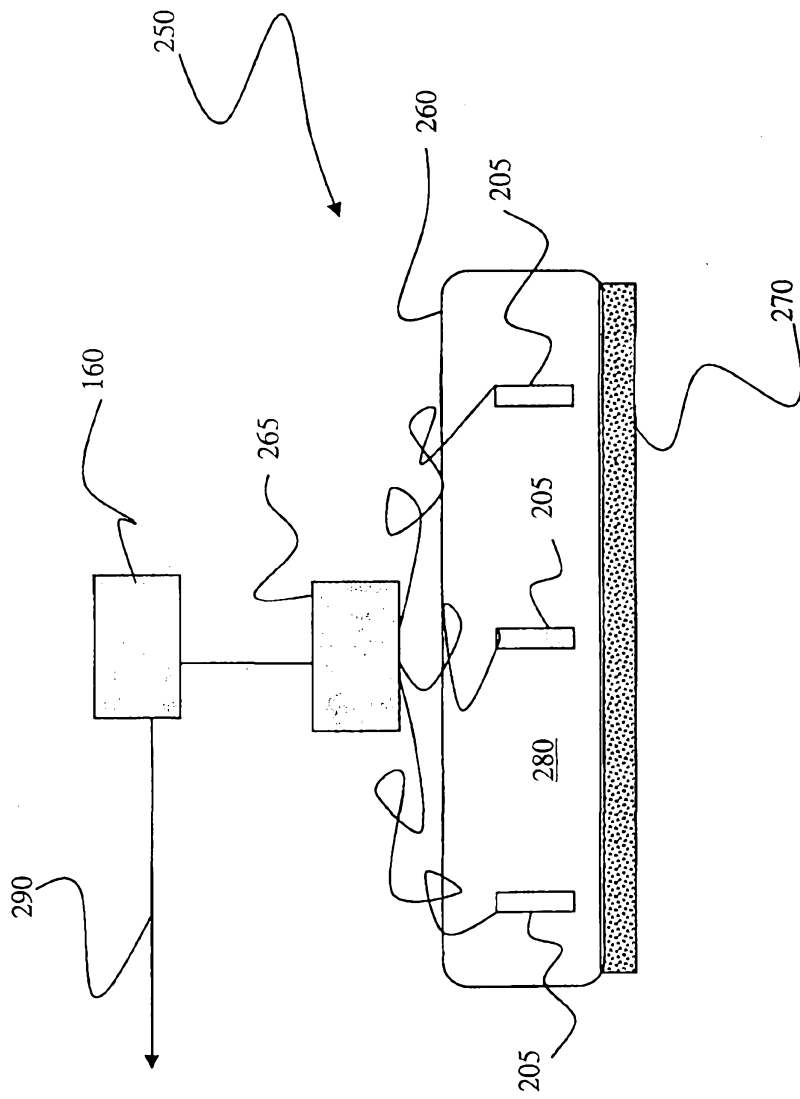


FIG.2

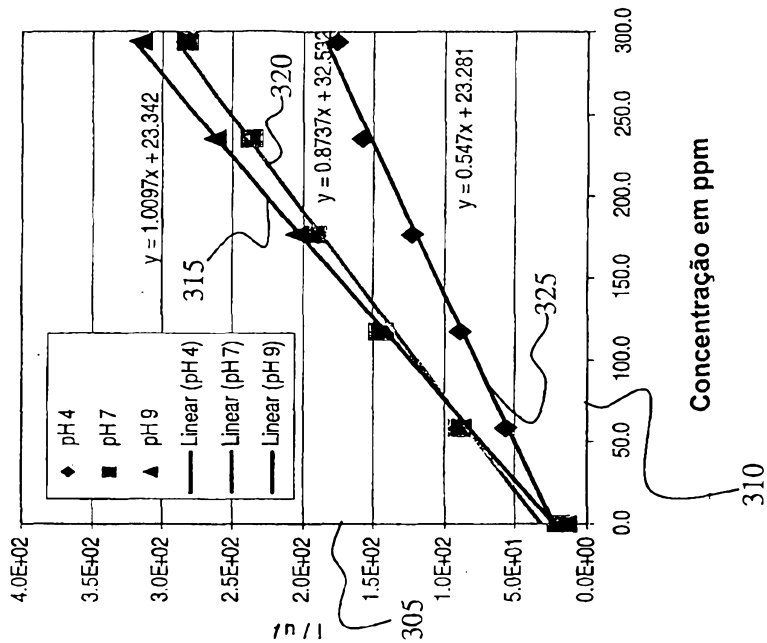


FIG.3A

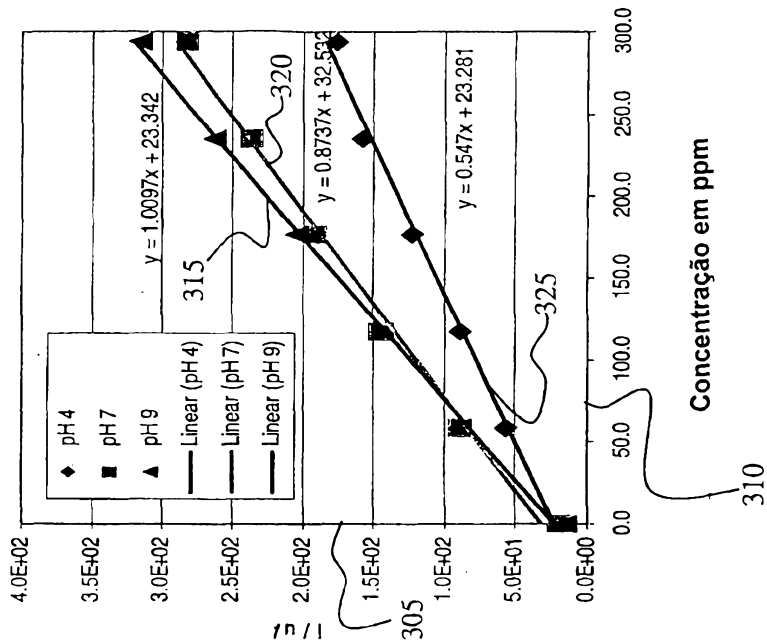


FIG.3B

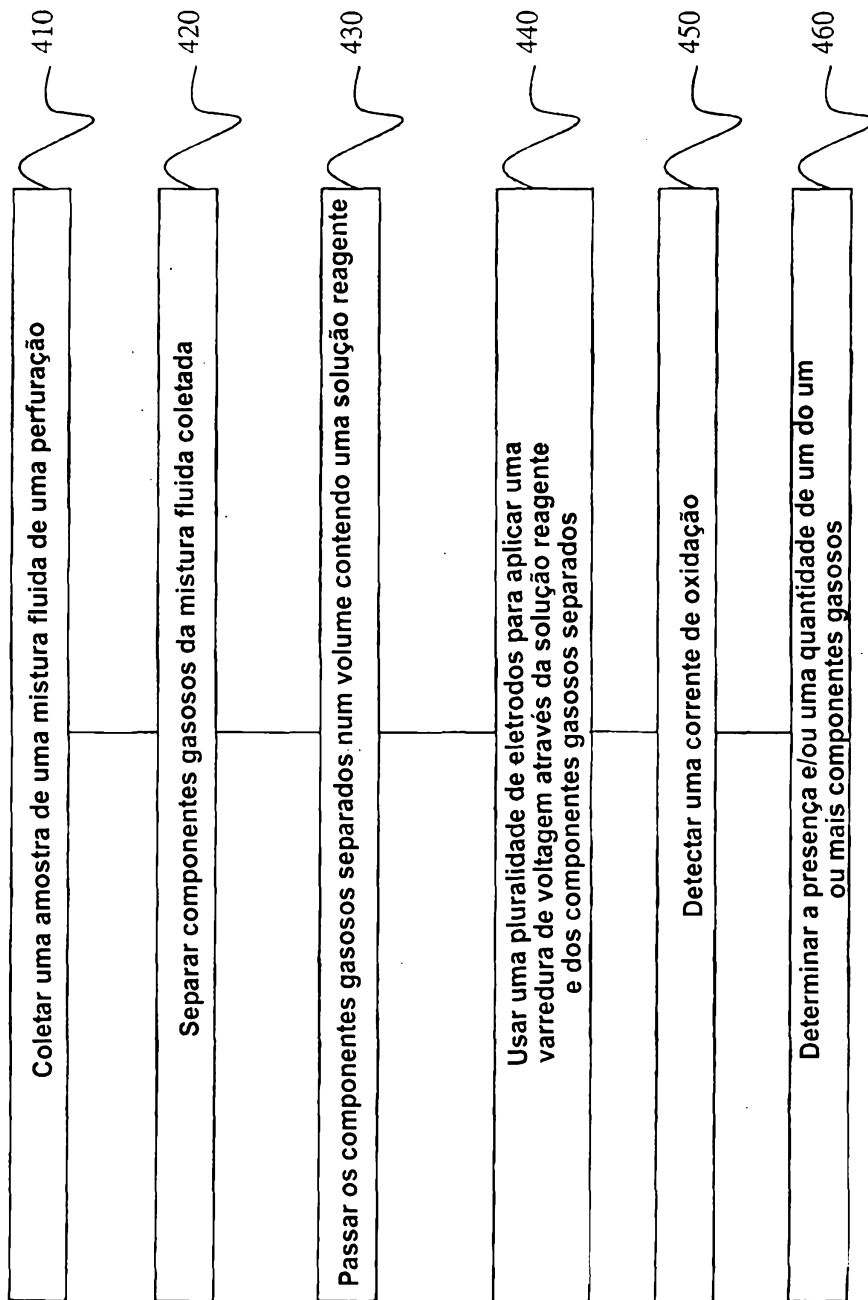


FIG.4