



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

(11) PI 0910948-0 B1



(22) Data do Depósito: 07/04/2009

(45) Data de Concessão: 04/06/2019

(54) Título: APARELHO PARA ANALISAR UM FLUIDO

(51) Int.Cl.: G01N 35/00.

(30) Prioridade Unionista: 09/04/2008 US 61/043453.

(73) Titular(es): HALLIBURTON ENERGY SERVICES INC..

(72) Inventor(es): MICHAEL T. PELLETIER; GREGORY P. PEREZ; CHRISTOPHER MICHAEL JONES; GREGORY N. GILBERT.

(86) Pedido PCT: PCT US2009039788 de 07/04/2009

(87) Publicação PCT: WO 2009/126636 de 15/10/2009

(85) Data do Início da Fase Nacional: 06/10/2010

(57) Resumo: APARELHO PARA ANALISAR UM FLUIDO Um aparelho para analisar um fluido (110, 200) compreende uma câmara (115, 215) para receber uma amostra de fluido (114, 214). Uma bomba (122, 222) reduz uma pressão na câmara (115, 215) abaixo de uma pressão de vapor de um componente da amostra de fluido (114, 214). Pelo menos um sistema de luz (101) provê uma luz em uma frequência de modulação predeterminada à amostra de fluido (114, 214). Um sensor acústico (117, 217) detecta um sinal acústico provocado pela interação da luz e da amostra de fluido (114, 214). Um controlador (132) relaciona o sinal acústico a pelo menos um componente químico da amostra de fluido (114, 214).

“APARELHO PARA ANALISAR UM FLUIDO”

Fundamento da Invenção

[0001] A presente invenção refere-se, genericamente, à determinação da composição de uma amostra de fluido. Mais especificamente, a presente invenção refere-se à determinação da composição de um fluido de multicomponentes usando sinais acústicos detectados e relacionados aos vários componentes da amostra de fluido.

[0002] É de interesse conhecer tanto a composição como a concentração de materiais em um fluido extraído de um reservatório ou uma corrente de fluido. No caso de reservatórios, a análise pode compreender extrair fluido da formação nativa bombeando com uma ferramenta de teste de formação, escoando o poço em um teste de formação ou examinando os cascalhos de perfuração circulados para superfície durante perfuração. O exame das amostras pode ser realizado transportando uma quantidade dos fluidos para um laboratório, e separando o fluido em suas partes constituintes por destilação e/ou por métodos de cromatografia. Outro método baseia-se na medição de luz transmitida através de uma amostra. Essa abordagem coloca uma célula perfurada dentro da via de escoamento de fluido de uma ferramenta de teste de formação. Em um exemplo, este método pode requerer a determinação da quantidade de energia liberada para a amostra e a quantidade de energia que é transmitida através da amostra. O cuidado e manutenção do receptor óptico podem ser difíceis. Altas temperaturas em furo abaixo podem afetar adversamente um fotodiodo usado como um receptor.

Breve Descrição dos Desenhos

[0003] Um melhor entendimento da presente invenção pode ser obtido quando a descrição detalhada a seguir de modalidades de exemplo é considerada em conjunto com os seguintes desenhos, em que:

[0004] A fig. 1 mostra um esquema de um exemplo de um aparelho de análise de fluido.

[0005] A fig. 2 mostra um esquema de outro exemplo de um aparelho de análise de fluido.

[0006] A fig. 3 é uma vista seccional parcial de uma ferramenta de teste de formação tendo um aparelho de análise de fluido.

[0007] A fig. 4 é um esquema de um processo de fracionamento incluindo um aparelho de análise de fluido.

[0008] A fig. 5 mostra um exemplo da relação de sobreposição de uma roda picotadora e uma disposição de filtro.

[0009] A fig. 6 mostra um sistema de perfuração de poço compreendendo um conjunto de fundo de furo que inclui uma ferramenta de teste de formação.

[00010] A fig. 7 mostra uma vista aumentada da ferramenta de teste de formação da fig. 6.

[00011] Embora a invenção seja suscetível a várias modificações e formas alternativas, modalidades específicas da mesma são mostradas a título de exemplo nos desenhos, e serão descritas detalhadamente neste documento. Entretanto, é importante compreender que os desenhos e descrição detalhada dos mesmos não se destinam a limitar a invenção à forma específica divulgada, mas, ao contrário, a invenção destina-se a abranger todas as modificações, equivalentes e alternativas que se enquadram dentro do escopo da presente invenção, como definida pelas reivindicações apenas.

Descrição Detalhada

[00012] A espectroscopia fotoacústica (PAS) é baseada na absorção de energia de luz por uma molécula. O sinal em PAS é monitorado por detecção acústica. A detecção por espectroscopia fotoacústica é baseada na geração de ondas acústicas como uma consequência de absorção de luz. A absorção de luz por uma amostra exposta a mesma excita moléculas na amostra. A modulação da intensidade de luz (ligando e desligando a luz à medida que a amostra é exposta) faz a temperatura da amostra subir e descer com o perfil de

absorção da amostra. Como usado neste documento, luz refere-se a radiação eletromagnética de todos os comprimentos de onda, sejam visíveis ou não. A variação de temperatura da amostra é acompanhada por uma variação de pressão que cria uma onda sonora. A onda sonora pode ser detectada com um detector acústico, por exemplo, um microfone. Muitos dos componentes de fluidos de reservatório de óleo têm bandas de absorção na porção infravermelha do espectro eletromagnético. Excitando o componente com energia tendo um comprimento de onda na banda de absorção apropriada, o componente pode ser levado a gerar um sinal sonoro que é indicativo do componente. Para gases, muitos dos comprimentos de onda de absorção são na porção infravermelha do espectro eletromagnético. Por exemplo, os comprimentos de onda de absorção para gases de hidrocarboneto, incluindo metano, propano e butano ficam na faixa de 1677nm e 1725nm. O gás sulfeto de hidrogênio tem um grupo de comprimentos de onda de absorção próximo a 1578nm, e o dióxido de carbono tem diversos comprimentos de onda de absorção próximos a 2007 nm e 1572 nm. É importante observar que líquidos podem apresentar geração de sinal fotoacústico similar, mas possivelmente menor em amplitude, a esses gases.

[00013] A fig. 1 mostra um esquema de um exemplo de um aparelho de análise 100 para determinar os componentes de uma amostra de fluido. Como usado neste documento, o termo fluido é usado para designar um gás, um líquido, e uma combinação de um gás e um líquido. No exemplo da fig. 1, um fluido escoando na linha de entrada 124 é admitido na câmara de amostra 115 através da válvula 126, e encerrado pelas válvulas de fechamento 126 e 128. A câmara de amostra 115 compreende uma janela óptica 116 através de pelo menos uma porção de uma parede da câmara de amostra 115. O detector acústico 117 pode ser inserido através da parede da câmara de amostra 115 e fazer contato com o fluido de amostra 114. O detector acústico 117 pode compreender um microfone de capacitância, um sensor piezoelétrico, ou

qualquer outro detector de sinal acústico adequado. Uma bomba 122 está conectada à câmara de amostra 115. Em uma modalidade, a bomba 122 é uma bomba de deslocamento positivo. Bombas de deslocamento positivo incluem, por exemplo, bombas de engrenagens e bombas de pistão. Em um exemplo, a bomba 122 pode ser ativada para reduzir a pressão na câmara de amostra 115 abaixo da pressão de vapor dos componentes de fluido, de tal modo que substancialmente toda a amostra original seja convertida em uma fase gasosa. A bomba 122 também pode ser usada para sintonizar por pressão a resposta acústica para geração de sinal aumentada. Em um exemplo, o aquecedor 118 pode ser afixado à câmara de amostra 115 para elevar a temperatura da câmara de amostra 115 e amostra 114 a fim de ajudar a converter qualquer líquido na câmara de amostra 115 em uma fase gasosa. Em outro exemplo, temperatura pode ser usada para sintonizar por pressão a resposta fotoacústica. Em mais outro exemplo, a combinação de uma substância de mudança de fase sintonizável por temperatura com um elemento frio controlado por temperatura, ambos em contato operacional com a câmara de amostra 115, podem ser usados para sintonizar por pressão a resposta fotoacústica. Em uma modalidade, a resposta fotoacústica da substância de mudança de fase pode servir como um padrão de referência interno.

[00014] Em uma modalidade, um sistema de luz 101 compreende fonte de luz 104, espelho 102, roda picotadora 106, e roda de filtro 108. Em um exemplo, a fonte de luz 104 pode ser uma fonte de infravermelho de banda larga, tal como um fio de filamento aquecido. A energia proveniente da fonte de luz 104 pode ser coletada e refletida pelo espelho 102 para a câmara de amostra 115. Em um exemplo, um elemento de foco (não mostrado) pode ser usado para localizar a energia dentro da amostra 114, de tal modo que a intensidade da interação seja suficiente para gerar um grande diferencial de temperatura em relação ao fluido circundante, permitindo, desse modo, a formação de um grande gradiente de pressão. A amplitude do sinal acústico

gerado está relacionada com o gradiente de pressão gerado.

[00015] Um motor (não mostrado) pode acionar a roda picotadora 106 a uma taxa predeterminada para modular a luz passada para a amostra 114 a uma frequência predeterminada, f . Anéis R_1 e R_2 de fendas 150 e 151 podem ser formados na roda picotadora 106. O comprimento e espaçamento das fendas em cada anel individual podem ser diferentes, tal que o ciclo de serviço (frequência e duração) da energia transmitida para aquecer o fluido de amostra 114 pode ser diferente através das fendas 150 se comparado com a energia transmitida para aquecer o fluido de amostra 114 através das fendas 151. Qualquer número adequado de anéis R_1 pode ser formado na roda picotadora 106. A amostra é aquecida pela absorção da energia proveniente da fonte de luz 104 durante o tempo de exposição. Ao contrário, quando a roda picotadora 106 bloqueia a energia, a amostra 114 esfria. Uma roda de filtro 108 pode compreender diversos filtros 110i que permitem passagem de um comprimento de onda predeterminado λ_1 da energia proveniente da fonte 104 que interage com um componente C_1 da amostra 114. Alternativamente, um obturador eletrônico ou mecânico, ou uma série de obturadores, pode ser usado em vez de uma roda picotadora. O aquecimento e esfriamento da amostra 114 gera flutuações de pressão que são relacionados à presença de componente C_1 na amostra 114. Em um exemplo, ver fig. 1, a roda de filtro 108 é rotacionável, de tal modo que um componente de filtro 110i fique opticamente alinhado para permitir que energia de comprimento de onda λ_1 interaja com a amostra 114 em um primeiro intervalo de tempo. A roda de filtro 108 pode então girar para permitir um λ_1 diferente para interagir com a amostra 114 em um segundo intervalo de tempo.

[00016] Em outro exemplo, ver fig. 5, a roda de filtro 508 está mostrada sobrepondo-se à roda picotadora 106. Os filtros 110i podem ser dispostos radialmente, de tal modo que cada filtro passe um diferente comprimento de onda característico λ_1 , interagindo com um diferente anel R_i

das fendas 150-153. Energia pode ser transmitida de todos os filtros simultaneamente para a amostra 114. O aquecimento e esfriamento de cada anel de fendas terão uma frequência característica, f_1 , relacionada ao número e espaçamento das fendas em cada anel, e a velocidade rotacional da roda picotadora. Os vários componentes de absorção de energia da amostra 114 emitirão múltiplas frequências acústicas relacionadas ao filtro apropriado e interação de fenda. Múltiplos componentes C_1 podem ser identificados simultaneamente. Por exemplo, a energia de comprimentos de onda λ_1 e λ_2 , associada aos anéis R_1 e R_2 , pode ser transmitida a frequências f_1 e f_2 para interagir com a amostra 114. As frequências f_1 e f_2 são determinadas pelo número de fendas em anéis R_1 e R_2 e a taxa rotacional da roda picotadora 106. Se a amostra 114 contém componentes C_1 e C_2 , associados a comprimentos de onda λ_1 e λ_2 , a amostra 114 emitirá sinais acústicos a frequências f_1 e f_2 . Se, em outro exemplo, somente o componente C_1 estiver presente, então a amostra 114 emitirá um sinal acústico a frequência f_1 , mas não a frequência f_2 .

[00017] O controlador 132 pode compreender circuitos eletrônicos 134, um processador 136, e uma memória 138 em comunicação de dados com o processador 136. Os circuitos eletrônicos 134 podem criar interface com e fornecer energia à fonte de luz 104, ao aquecedor 118, ao detector acústico 117, e à bomba 122. O processador 136 pode compreender um processador simples ou processadores múltiplos, incluindo um processador de sinal digital. Instruções programadas podem ser armazenadas na memória 138 que, quando executada pelo processador 136, controla a operação do aparelho de análise 100. Em um exemplo, circuitos eletrônicos 134 podem compreender filtros analógicos para detectar sinais a frequências determinadas previamente. Alternativamente, o sinal de sensor pode ser digitalizado e analisado digitalmente por sinais a frequências determinadas usando técnicas conhecidas na arte. Além disso, dados e modelos podem ser armazenados na memória 138 que relacione o sinal acústico aos componentes

C₁. Por exemplo, dados relacionados aos comprimentos de onda de absorção específicos podem ser armazenados na memória 138 para uso na identificação dos componentes da amostra 114. Em um exemplo, dados podem ser transmitidos do controlador 132 pelo dispositivo de telemetria 140 para um controlador externo 142 para análise e correlação de dados adicionais. Alternativamente, dados podem ser armazenados em um meio legível por computador 141 que pode compreender um disco rígido, uma memória flash, um CD, um DVD, ou qualquer outro meio legível por computador adequado.

[00018] Em outra modalidade, a fig. 2 mostra um esquema de um exemplo de um aparelho de análise 200 para determinar os componentes de uma amostra de fluido. Um fluido escoando na linha de entrada 224 é admitido na câmara de amostra 215 através da válvula 226, e encerrado pelas válvulas de fechamento 226 e 228. A câmara de amostra 215 pode compreender janelas ópticas 216 e 219 através das paredes da câmara de amostra 215. Detector acústico 217 pode ser inserido através da parede da câmara de amostra 215 e fazer contato com o fluido de amostra 214. Uma bomba 222 está conectada à câmara de amostra 215. A bomba 222 pode ser uma bomba de deslocamento positivo similar à bomba 122 da fig. 1. As bombas de deslocamento positivo incluem, por exemplo, bombas de engrenagens e bombas de pistão. A bomba 222 pode ser ativada para reduzir a pressão na câmara de amostra 215, de tal modo que substancialmente toda a amostra original seja convertida em uma fase gasosa. Alternativamente, uma alíquota da amostra pode ser introduzida na câmara a pressão reduzida com temperatura mais alta, igual ou menor que o fluido original a fim de vaporizar instantaneamente a amostra para a fase gasosa. Em um exemplo, o aquecedor 218 pode ser afixado à câmara de amostra 215 para elevar a temperatura da câmara de amostra 215 e amostra 214 para ajudar na conversão de qualquer líquido na câmara de amostra 215 para uma fase gasosa.

[00019] As fontes de luz 244 e 242 podem ser fontes de infravermelho

de banda estreita, tais como um laser, um diodo a laser, e um diodo a laser sintonizável. Cada fonte de luz pode emitir um diferente comprimento de onda de luz λ_1 para identificar diferentes componentes C_1 da amostra 214. Embora mostrado com duas fontes de energia óptica, compreende-se que qualquer número de fontes de luz pode ser empregado dentro das restrições de prover um acesso de janela adequado à amostra 214. Alternativamente, fibras ópticas podem ser colocadas e encerradas através da parede. Em um exemplo, energia pode ser introduzida na amostra usando geração de campo evanescente à nanofibra, conhecida na arte.

[00020] Controladores de fonte 246 e 240 podem compreender circuitos de controle para controlar a ativação das fontes 244 e 242 respectivamente. Por exemplo, estes circuitos podem controlar a frequência e amplitude de liga-desliga de cada fonte e amplitude de cada fonte. Esta capacidade permite que estes tipos de fontes operem sem a necessidade de picotador mecânico e a roda de filtro da modalidade da fig. 1. O aquecimento e esfriamento da amostra 214 geram flutuações de pressão que são relacionadas à presença do componente C_1 na amostra 214. O controlador 232 pode compreender circuitos eletrônicos 234, um processador 236, e uma memória 238 em comunicação de dados com o processador 236. Os circuitos eletrônicos 234 podem criar interface com e fornecer energia para as fontes de controlador 246 e 240, aquecedor 218, detector acústico 217, e bomba 222. As fontes 242 e 244 podem ser operadas simultaneamente, a diferentes ciclos de serviço, para detecção simultânea dos componentes C_1 da amostra 214. O controle eletrônico das fontes permite ao controlador 232 sincronizar a detecção de sinal à ativação de fonte com o intuito de aumentar o sinal à relação de sinal. O processador 236 pode compreender um processador simples ou processadores múltiplos, incluindo um processador de sinal digital. Instruções programadas podem ser armazenadas na memória 238 que, quando executadas pelo processador 236, controla a operação do aparelho de

análise 200. Além disso, dados e modelos podem ser armazenados na memória 238 que relaciona o sinal acústico aos componentes C_1 . Por exemplo, dados relacionados às frequências de absorção específicas podem ser armazenados na memória 238 para uso na identificação dos componentes da amostra 214. Alternativamente, dados podem ser armazenados em um meio legível por computador 241 que pode compreender um disco rígido, uma memória flash, um CD, um DVD, ou qualquer outro meio legível por computador adequado.

[00021] Em um exemplo, ainda referindo-se a fig. 2, um eletromagneto 250 pode estar disposto pelo menos parcialmente em torno da câmara de amostra 215 para uso em detecção de oxigênio, O_2 , na amostra 214. O oxigênio não absorve luz infravermelha. Entretanto, sujeitando a amostra 214 a um campo magnético pulsante, as moléculas de oxigênio começarão a vibrar gerando uma mudança de pressão que é detectada pelo detector acústico 217. Uma pessoa versada na técnica apreciará que uma bobina magnética também pode ser incorporada em torno da câmara de amostra 115 da fig. 1.

[00022] Em um exemplo, a fig. 3 mostra uma ferramenta de teste de formação 10 para obter e analisar uma amostra de fluido de uma formação subterrânea 12 através de um furo de poço 14. A ferramenta de teste de formação 10 é suspensa no furo de poço 14 por um cabo de perfuração 16 que conecta a ferramenta 10 a uma unidade de controle de superfície 36. Alternativamente, a ferramenta de teste de formação 10 pode ser estendida no furo de poço 14 em tubagem espiralada, tubo de perfuração articulado, tubo de perfuração cabeado, ou qualquer outra técnica de extensão adequada. A ferramenta de teste de formação 10 pode compreender um corpo cilíndrico e alongado 18 tendo um módulo de controle 20, módulo de aquisição de fluido 22, e módulos de armazenagem de fluido 24, 26. O módulo de aquisição de fluido 22 compreende uma sonda de admissão de fluido extensível 32 e âncoras de ferramenta extensíveis 34. O fluido é atraído para a ferramenta

através da sonda 32 por uma unidade de bombeamento de fluido (não mostrada). O fluido adquirido então escoar através do módulo de medição de fluido 200 que, como descrito acima, analisa o fluido usando técnicas PAS descritas neste documento, e envia dados para a unidade de controle de superfície 36 por meio do cabo de perfuração 16. O fluido então pode ser armazenado nos módulos de armazenagem de fluido 24, 26 e recuperados para a superfície para análise adicional.

[00023] Em outra modalidade de exemplo, referindo-se a fig. 6, um aparelho de perfuração 10 (simplificada para excluir itens sem importância neste pedido) compreende uma grua 12, piso da grua 14, guinchos 16, gancho 18, junta articulada 20, junta do *kelly* 22 e mesa rotativa 24, estes componentes estando dispostos de uma maneira convencional de modo a suportar e conferir rotação à coluna de perfuração 26. A coluna de perfuração 26 inclui em sua extremidade inferior um conjunto de fundo de furo 29 que compreende comando 28, ferramenta MWD (sigla em inglês para medição durante a perfuração) 30 (que pode ser qualquer tipo de ferramenta MWD, tal como uma ferramenta de perfilagem acústica), ferramenta de teste de formação MWD 32 (que pode ser uma ferramenta separada como mostrado ou pode estar incorporada em outra ferramenta) e broca de perfuração 34. O fluido de perfuração (que também pode ser designado como "lama de perfuração") é injetado na junta articulada por uma linha de suprimento de lama 36. A lama percorre a junta do *kelly* 22, coluna de perfuração 26, comandos 28, ferramenta MWD 30 e ferramenta de teste de formação MWD 32, e sai através de aberturas na broca de perfuração 34. A lama em seguida escoar furo de poço 38. Uma linha de retorno de lama 40 retorna lama do furo de poço 38 e a circula para um tanque de lama (não mostrado) e por fim de volta para a linha de suprimento de lama 36.

[00024] Os dados coletados pela ferramenta MWD 30 e ferramenta de teste de formação 32 podem ser retornados à superfície para análise por

telemetria transmitida de uma maneira convencional, incluindo, por exemplo, a telemetria por pulso da lama, telemetria eletromagnética, e telemetria acústica. alternativamente, a coluna de perfuração 26 e os comandos 28 podem ser cabeados para prover telemetria com alta taxa de dados. Para efeitos da presente aplicação, a modalidade descrita neste documento será explicada com relação ao uso de telemetria por pulso da lama. Um transmissor de telemetria 42 localizado em um comando 28 ou em uma das ferramentas MWD coletam dados das ferramentas MWD e os transmite através da lama por meio dos pulsos de pressão gerados na lama de perfuração. Um sensor de telemetria 44 na superfície detecta a telemetria e a retorna para um desmodulador 46. O desmodulador 46 desmodula os dados e os transfere para o equipamento de computação 48 onde os dados são analisados para extrair informação geológica útil.

[00025] Adicionalmente, comandos podem ser passados para furo abaixo para a ferramenta MWD e ferramenta de teste de formação 32 de uma variedade de maneiras. Além dos métodos descritos no parágrafo precedente, informações podem ser transmitidas realizando sequências predefinidas de rotações de tubo de perfuração, que podem ser detectadas nas ferramentas MWD e traduzidas em comandos. Similarmente, as bombas de lama podem ser ativadas e desativadas em sequências predefinidas para transmitir informações de uma maneira similar.

[00026] Em uma modalidade, a ferramenta de teste de formação 32 compreende uma pluralidade de pistões de centralização 60 e um ou mais pistões de amostragem 62, como mostrado na fig. 7. Para os fins presentes, a ferramenta de teste de formação será descrita fazendo-se referência a ferramenta 32 tendo um pistão de amostragem 62, ficando compreendido que a ferramenta poderia ser igualmente configurada para incluir estes pistões adicionais 62. A pluralidade de pistões de centralização 60 centraliza a ferramenta de teste de formação 32 no furo de poço 38. Uma vez que a

ferramenta de teste de formação 32 está centralizada, o pistão de amostragem 62 estende-se da ferramenta de teste de formação 32 para a parede de furo de poço 66, onde ele sela contra a parede e permite que teste de formação seja realizado. Em uma modalidade da ferramenta de teste de formação 32, os pistões de centralização 60 estão todos na seção transversal, e o pistão de amostragem 62 está em uma seção diferente. Em outra modalidade, um ou mais dos pistões de centralização 68 estão em uma seção transversal diferente dos pistões de centralização 60. Em ainda outra modalidade, os pistões de centralização estão em três ou mais seções transversais.

[00027] Durante operações de perfuração, os pistões de centralização 60 e o pistão de amostragem 62 são retidos em uma posição retraída dentro da ferramenta de teste de formação 32. Nesta formação, o pistão de amostragem 62 fica em recesso abaixo da superfície da ferramenta de teste de formação 32, como é discutido mais abaixo. Quando é o momento de executar a função de teste de formação, a rotação da coluna de perfuração 26 é interrompida e os pistões de centralização 60 são estendidos pela mesma taxa, de modo que a ferramenta de teste de formação 32 fica relativamente centralizada dentro do furo de poço, como mostrado na fig. 7. O pistão de amostragem 62 é então estendido e a ferramenta de teste de formação 32 realiza sua função de teste, incluindo analisar o fluido da formação usando as técnicas PAS descritas neste documento. Uma pessoa versada na técnica apreciará que a ferramenta de teste de formação MWD acima descrita pode ser estendida alternativamente no poço com equipamento de tubagem espiralada (não mostrado), usando técnicas conhecidas na arte.

[00028] Em outro exemplo, ver fig. 4, uma corrente de alimentação de processo, que pode compreender componentes de hidrocarboneto, está fracionada em um aparelho de fracionamento 402. Diferentes componentes de fracionamento 404, 406, 408 e 410 são removidos a diferentes níveis do processo. Amostras de componentes de fracionamento 404, 406, 408 e 410

podem ser tomadas através das válvulas 421, 422, 423 e 424. As amostras podem ser analisadas por um sistema de análise, tal como o sistema de análise 100 descrito previamente, ou alternativamente, pelo sistema de análise 200 descrito previamente, para determinar os componentes das correntes individuais.

[00029] Os sistemas de análise descritos neste documento também podem ser usados para analisar componentes de fluido em tubulações.

[00030] Em um exemplo operacional, para uso com uma lama líquida, o comprimento do pulso de energia pode ser usado para controlar a profundidade de investigação na amostra, permitindo, desse modo, o exame do líquido arrastador enquanto substancialmente ignora os sólidos de lama. Em outro exemplo, o prolongamento do tempo de pulso LIGAR pode ser usado para detectar incrustação das janelas ópticas. Por exemplo, uma amplitude de sinal acústico constante com comprimento de pulso LIGAR crescente, pode indicar que o sinal acústico não está penetrando mais profundo na amostra, mas está sendo gerado em um volume de fluido substancialmente pequeno próximo da janela.

[00031] Numerosas variações e modificações ficarão aparentes para aqueles que são versados na arte. Pretende-se que as reivindicações a seguir sejam interpretadas de modo a abrangerem todas estas variações e modificações.

REIVINDICAÇÕES

1. Aparelho para analisar um fluido (110, 200), caracterizado pelo fato de compreender:

uma câmara (115, 215) para receber uma amostra de fluido (114, 214);

uma bomba (122, 222) de deslocamento positivo em comunicação hidráulica com a câmara (115, 215), cuja bomba (122, 222) de deslocamento positivo reduz a pressão da amostra de fluido (114, 214) na câmara (115, 215) abaixo de uma pressão de vapor de um componente da amostra de fluido (114, 214);

pelo menos um sistema de luz (101) para prover uma luz a uma frequência de modulação predeterminada à amostra de fluido (114, 214), cujo sistema de luz (101) compreende uma roda picotadora (106) formada com anéis de fendas (150, 151), com cada anel de fendas (150, 151) modulando a luz transmitida para a amostra de fluido (114, 214) a uma diferente frequência de modulação predeterminada;

um sensor acústico (117, 217) para detectar um sinal acústico causado pela interação da luz e da amostra de fluido (114, 214);

um controlador (132) relacionando o sinal acústico a pelo menos um componente químico da amostra de fluido (114, 214); e,

uma pluralidade de filtros ópticos, onde cada filtro óptico transmite um diferente comprimento de onda predeterminado de luz, e onde cada filtro óptico atua cooperativamente com um anel correspondente para transmitir luz de um comprimento de onda predeterminado, λ_1 , em uma frequência de modulação predeterminada, f_1 , para a amostra de fluido (114, 214).

2. Aparelho de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o sistema de luz (101) compreende uma fonte de luz de banda larga.

3. Aparelho de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o sistema de luz (101) compreende uma fonte de luz (104) selecionada do grupo consistindo de um filamento aquecido, um laser, um diodo a laser, e um diodo a laser sintonizável.

4. Aparelho de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o controlador (132) recebe um sinal na frequência de modulação predeterminada gerada pelo sensor acústico (117, 217) e relaciona o sinal na frequência de modulação predeterminada a um componente, C_1 , da amostra de fluido (114, 214).

5. Aparelho de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o sensor acústico (117, 217) detecta pelo menos um sinal acústico associado a pelo menos uma das frequências de modulação predeterminadas f_1 , e o controlador (132) relaciona o sinal na pelo menos uma frequência detectada f_1 a um componente de fluido C_1 .

6. Aparelho de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que é estendido para analisar uma amostra de fluido (114, 214) tomada do grupo consistindo de: um reservatório de furo abaixo; uma tubulação; e um aparelho de fracionamento.

7. Aparelho de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a amostra de fluido (114, 214) compreende uma amostra de um fluido de reservatório.

8. Aparelho de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que a amostra de reservatório é analisada em um local de furo abaixo em uma ferramenta de teste de formação (10, 32).

9. Aparelho de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que a ferramenta de teste de formação (10, 32) é estendida em um furo de poço em pelo menos um de: um cabo de perfuração; uma coluna de perfuração articulada; uma coluna de perfuração articulada cabeada; e uma coluna de tubagem espiralada.

10. Aparelho para analisar um fluido (110, 200) de formação, caracterizado pelo fato de compreender:

uma ferramenta de teste de formação (10, 32) estendida em um furo de poço próxima a uma formação de furo abaixo;

uma câmara (115, 215) disposta na ferramenta de teste de formação (10, 32) para receber uma amostra de fluido (114, 214) de formação;

uma bomba (122, 222) de deslocamento positivo em comunicação hidráulica com a câmara (115, 215), cuja bomba (122, 222) de deslocamento positivo reduz a pressão da amostra de fluido (114, 214) na câmara (115, 215) abaixo de uma pressão de vapor de um componente da amostra de fluido (114, 214);

pelo menos um sistema de luz (101) para prover uma luz a uma frequência de modulação predeterminada à amostra de fluido (114, 214), cujo sistema de luz (101) compreende uma roda picotadora (106) formada com anéis de fendas (150, 151), com cada anel de fendas (150, 151) modulando a luz transmitida para a amostra de fluido (114, 214) a uma diferente frequência de modulação predeterminada;

um sensor acústico (117, 217) para detectar um sinal acústico causado pela interação da luz e da amostra de fluido (114, 214);

um controlador (132) relacionando o sinal acústico a pelo menos um componente químico da amostra de fluido (114, 214); e,

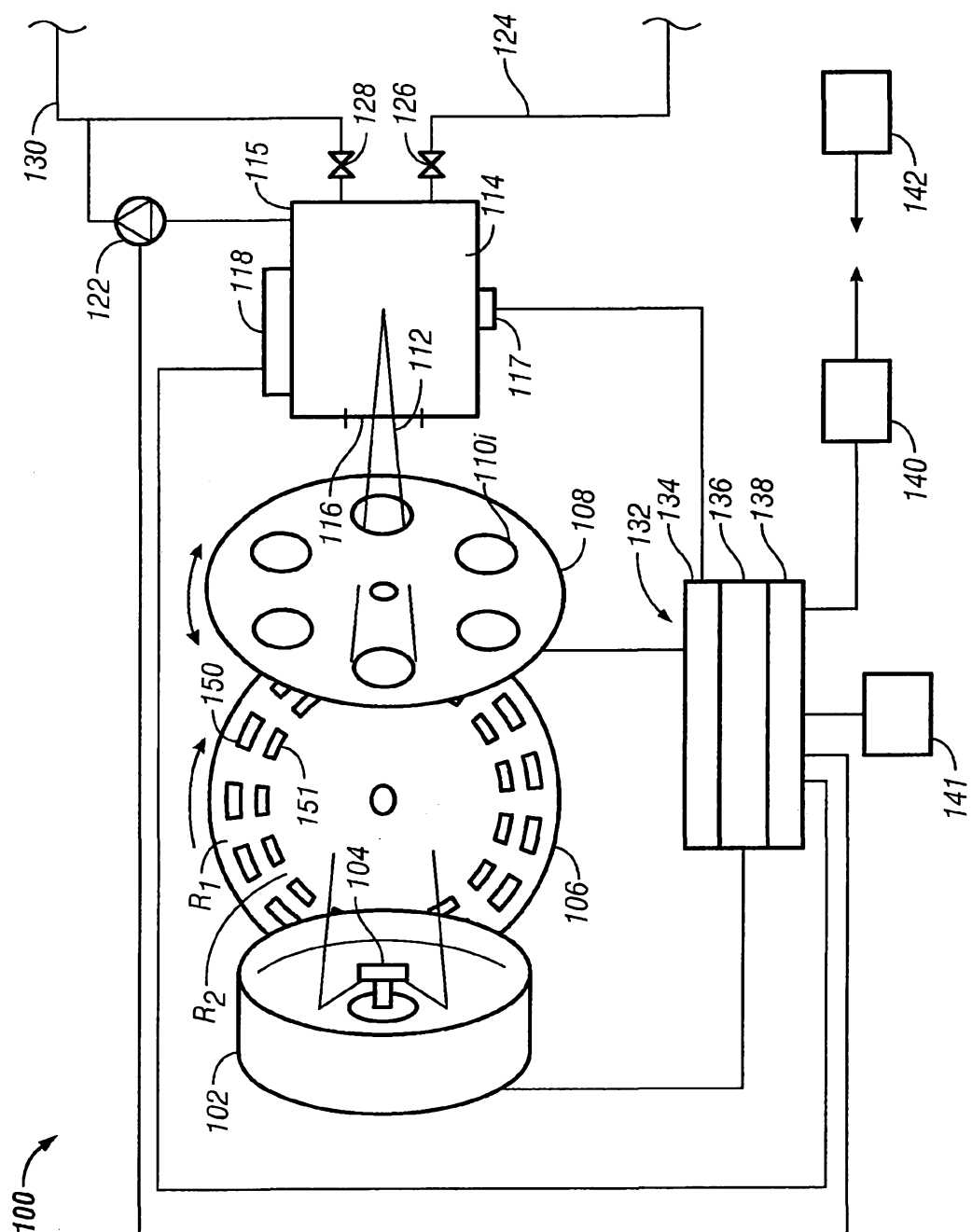
uma pluralidade de filtros ópticos, onde cada filtro óptico transmite um diferente comprimento de onda predeterminado de luz, e onde cada filtro óptico atua cooperativamente com um anel correspondente para transmitir luz de um comprimento de onda predeterminado, λ_1 , em uma frequência de modulação predeterminada, f_1 , para a amostra de fluido (114, 214).

11. Aparelho de acordo com a reivindicação 10, caracterizado

pelo fato de que o sistema de luz (101) compreende uma fonte de luz (104) de banda larga.

12. Aparelho de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de que o controlador (132) recebe um sinal na frequência de modulação predeterminada gerada pelo sensor acústico (117, 217) e relaciona o sinal na frequência de modulação predeterminada a um componente, C_1 , da amostra de fluido (114, 214).

13. Aparelho de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que o sistema de luz (101) compreende uma fonte de luz (104) selecionada do grupo consistindo de um filamento aquecido, um laser, um diodo a laser, e um diodo a laser sintonizável.



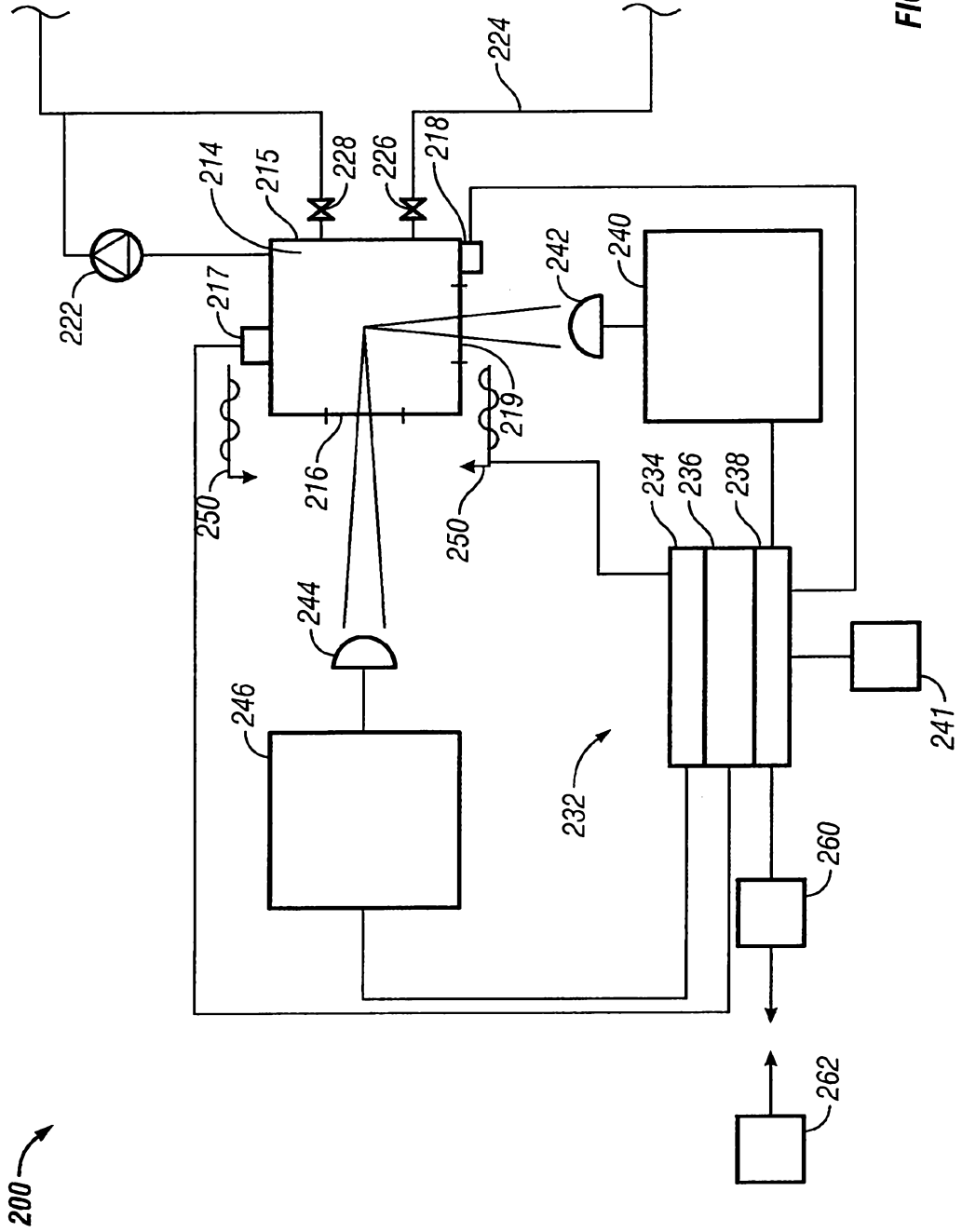


FIG. 2

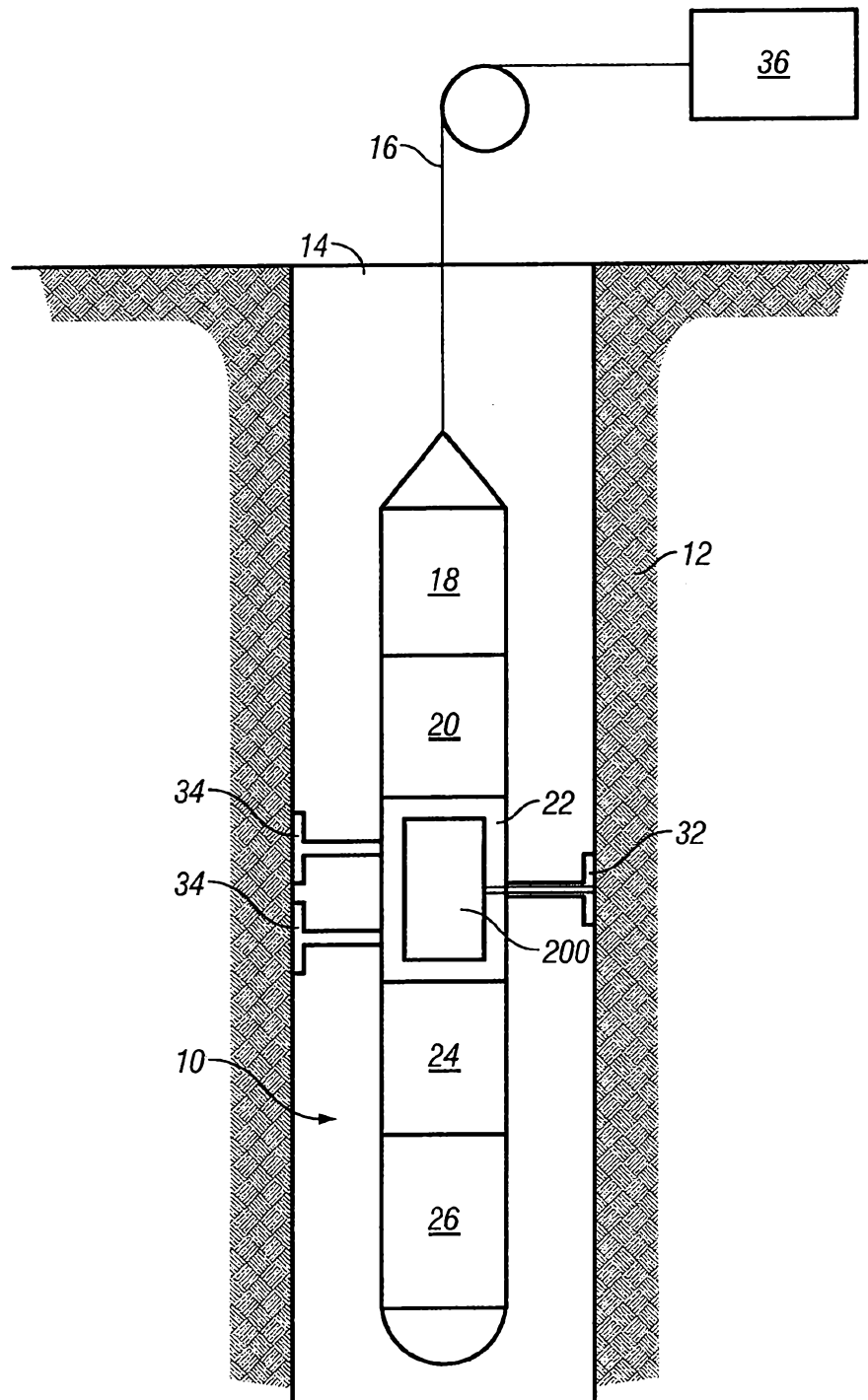


FIG. 3

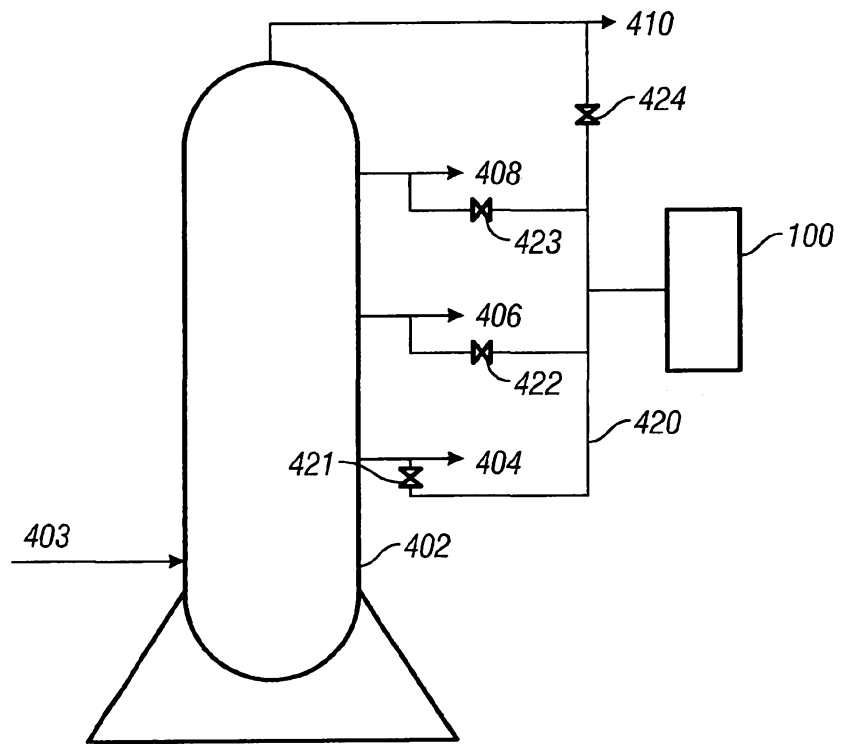


FIG. 4

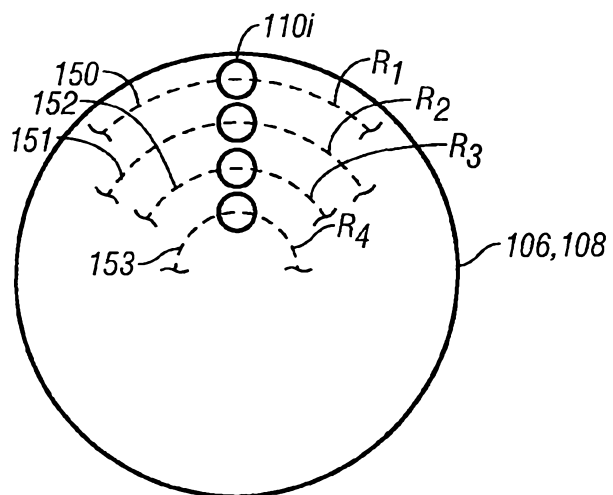


FIG. 5

