



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

(11) PI 0912639-2 B1



(22) Data do Depósito: 12/05/2009

(45) Data de Concessão: 30/07/2019

(54) Título: DISPOSITIVO DE MEDIÇÃO DAS PROPRIEDADES ELÉTRICAS DE AMOSTRAS GEOLÓGICAS

(51) Int.Cl.: G01N 27/04; G01N 27/07.

(30) Prioridade Unionista: 14/05/2008 IT MI2008A000873.

(73) Titular(es): ENI S.P.A..

(72) Inventor(es): SIMONE CAPACCIOLI; MAURO LUCCHESI; NICOLA GIOVANNI BONA.

(86) Pedido PCT: PCT EP2009003461 de 12/05/2009

(87) Publicação PCT: WO 2009/138240 de 19/11/2009

(85) Data do Início da Fase Nacional: 11/11/2010

(57) Resumo: DISPOSITIVO DE MEDIÇÃO DAS PROPRIEDADES ELÉTRICAS DE AMOSTRAS GEOLÓGICAS A presente invenção diz respeito a um dispositivo de medição (10) das propriedades elétricas de amostras geológicas sólidas ou líquidas, tais como, por exemplo, rochas, preferivelmente de reservatórios de óleo ou gás, e fluidos de saturação dos mesmos, compreendendo um corpo oco (11, 12) consistindo em uma primeira meia concha (11) e uma segunda meia concha (12), as meias conchas superior e inferior (11, 12) deslizando coaxialmente uma dentro da outra, dentro do corpo (11, 12) havendo uma sede do alojamento (23) para uma amostra substancialmente cilíndrica, dois pares de eletrodos (13, 14) sendo considerados voltados para a sede do alojamento (23) para a injeção de corrente na amostra e para a medição da tensão nas extremidades da amostra, caracterizado em que os pares de eletrodos (13, 14) são pares de eletrodos coplanares, cada qual situado em uma extremidade da sede do alojamento (23).

“DISPOSITIVO DE MEDIÇÃO DAS PROPRIEDADES ELÉTRICAS DE AMOSTRAS GEOLÓGICAS”

[0001] A presente invenção diz respeito a um dispositivo de medição das propriedades elétricas de amostras geológicas líquidas ou sólidas, tais como rochas, preferivelmente de reservatórios de gás ou óleo e fluidos de saturação dos mesmos.

[0002] A medição da impedância complexa de baixa frequência, isto é, menor que 100 kHz, de amostras de rocha de reservatórios de gás ou óleo, é normalmente feita por meio de duas técnicas de medição complementares, com dois ou quatro eletrodos, respectivamente.

[0003] Técnicas simples são atualmente implementadas por dispositivos de medição relativos compreendendo dois ou quatro eletrodos, respectivamente. Isto implica na necessidade de mudar a configuração de acordo com a técnica a ser usada e, portanto, na impossibilidade de aplicar essas técnicas em rápida sucessão.

[0004] Em dispositivos de medição com dois eletrodos, um contato elétrico é estabelecido entre cada eletrodo e uma porção superficial da amostra, uma corrente elétrica alternada é injetada e é medida a diferença de potencial que é estabelecida entre os mesmos eletrodos.

[0005] A configuração mais comum usada para amostras cilíndricas é a de um capacitor cujas placas paralelas e planas ficam em contato com as faces da dita amostra.

[0006] A impedância complexa do capacitor assim cheio, ou sua admitância, é medida quando a frequência varia, por meio de um analisador de impedância, que calcula a razão entre a diferença de potencial dos eletrodos e a corrente injetada.

[0007] A impedância complexa e admitância são definidas pelas seguintes equações, respectivamente:

$$Z(\omega) = 1 / (\omega C_0 \epsilon)$$

$$Y(\omega) = j\omega C_0 \epsilon$$

em que:

ω é a frequência

C_0 é a capacidade do capacitor vazio

ϵ é a permissividade dielétrica da amostra colocada no capacitor.

[0008] O espectro dielétrico $\epsilon(\omega)$ da amostra é obtido a partir da impedância complexa $Z(\omega)$ medida.

[0009] Embora fácil de produzir, este dispositivo de medição conhecido apresenta vários inconvenientes.

[0010] No caso de medições em rochas saturadas com salmoura, ocorrem erros sistemáticos quando as resistências de interface ou contato não são desprezíveis com relação ao presente na amostra, ou quando o contato elétrico entre a amostra e os eletrodos não é satisfatório.

[0011] Esses problemas podem ser reduzidos por meio de tratamento que não é fácil de aplicar, tal como, por exemplo, por evaporação de camadas metálicas nas faces da amostra de rocha. Independente deste tratamento, entretanto, os problemas citados geralmente não são completamente eliminados por causa da rugosidade e incoerência da superfície da rocha.

[0012] Além disso, uma camada fina de óleo mineral com características isolantes ou ligeiramente condutivas pode estar presente na superfície da rocha, ou uma parte da água pode evaporar, secando total ou parcialmente a superfície da amostra. Isto cria uma impedância de contato e uma queda de potencial através da camada, com uma consequente superestimativa da resistência do substrato da amostra, também denominada resistência aerodinâmica.

[0013] A fim de evitar esses inconvenientes, as soluções seguintes são conhecidas, que, entretanto, só podem ser aplicadas em casos particulares:

(i) aplicar finas camadas de metal nos eletrodos, que são suficientemente plásticas e maleáveis para adaptar à superfície da rocha;

(ii) depositar eletromecanicamente camadas porosas de cloreto de platina ou prata nos eletrodos;

(iii) usar filtros de papel ou filtros de prata porosos encharcados na salmoura de saturação a ser colocados entre a amostra e os eletrodos.

[0014] Este último recurso pode tornar desprezível a resistência do contato e a do filtro de papel, mas somente até que o nível de saturação interna de salmoura

seja alto. A evaporação do líquido do filtro poroso, portanto, tem que ser evitada.

[0015] Entretanto, uma redução na impedância do contato não soluciona todos os problemas ligados aos dispositivos de medição de dois eletrodos. Por exemplo, efeitos de polarização do eletrodo, em particular em medições dielétricas de baixa frequência em rochas com uma alta saturação e/ou saturada por salmoura contendo altas concentrações de carreadores iônicos podem ser particularmente significantes.

[0016] Com relação a dispositivo de medição de quatro eletrodos, somente modalidades particulares são conhecidas, que podem ser usadas para medir as propriedades elétricas das rochas. Essas modalidades têm a característica específica de que a impedância é medida usando eletrodos de injeção de corrente e eletrodos de medição do potencial, todos situados na superfície lateral da amostra.

[0017] Finalmente, é conhecido um dispositivo de medição, que é capaz de usar tanto técnicas de dois eletrodos quanto de quatro eletrodos, com a mesma célula e a frequências variando de 10 Hz a 10 MHz.

[0018] Este dispositivo inclui dois eletrodos planos em contato com as faces da amostra para injetar corrente e dois anéis como eletrodos de medição da tensão posicionados na superfície lateral da amostra e convenientemente espaçados um do outro ao longo do eixo do cilindro e em uma posição simétrica com relação ao centro do cilindro.

[0019] Esses dispositivos, portanto, apresentam os inconvenientes supraindicados, relacionados com os dispositivos conhecidos com dois eletrodos, e também o inconveniente de medições imprecisas, quando feitas a alta frequência por meio da técnica de quatro eletrodos, por causa da superfície de contato restrita dos anéis, que torna a capacidade dos mesmos muito pequena.

[0020] Um objetivo da presente invenção é superar os inconvenientes citados e, em particular, prover um dispositivo de medição das propriedades elétricas de amostras geológicas que oferece a possibilidade de aplicar técnicas de dois e quatro eletrodos em uma rápida sequência e com precisão suficiente.

[0021] Um outro objetivo da presente invenção é prover um dispositivo de medição das propriedades elétricas de amostras geológicas que, quando usado para

realizar medições de dois eletrodos, não é submetido a erros sistemáticos ou a superestimativa da resistência do substrato.

[0022] Um objetivo adicional da presente invenção é prover um dispositivo de medição das propriedades elétricas de amostras geológicas que, quando usado para realizar medições de quatro eletrodos, proporciona medições precisas, mesmo quando feitas a alta frequência.

[0023] Esses e outros objetivos de acordo com a presente invenção são alcançados provendo-se um dispositivo de medição das propriedades elétricas de amostras geológicas como especificado na reivindicação 1.

[0024] Características adicionais do dispositivo são objeto das reivindicações dependentes.

[0025] As características e vantagens de um dispositivo de medição das propriedades elétricas de amostras geológicas de acordo com a presente invenção ficarão mais evidentes a partir da descrição ilustrativa, e não limitante, referindo-se aos desenhos esquemáticos anexos, em que:

A figura 1 é uma vista em perspectiva de um dispositivo de medição das propriedades elétricas de amostras geológicas de acordo com a presente invenção;

A figura 2 é uma vista de cima das meias conchas superior e inferior do dispositivo de medição da figura 1 em uma configuração aberta;

A figura 3 é uma vista ampliada dos eletrodos usados no dispositivo de medição de acordo com a presente invenção;

A figura 4 é uma vista seccional do dispositivo de medição da figura 1;

A figura 5 é uma vista seccional explodida de um conjunto de elementos do dispositivo de medição da figura 4;

A figura 5a é uma vista seccional de uma modalidade alternativa do elemento anular do dispositivo de medição de acordo com a presente invenção;

A figura 6a é uma representação em perspectiva em uma configuração montada de um dispositivo porta-amostra líquida, usado quando o dispositivo de medição de acordo com a presente invenção é adotado para medir as propriedades elétricas de amostras geológicas líquidas;

A figura 6b é uma vista em perspectiva das bases do dispositivo porta-amostra líquida da figura 6a no qual os lados externos estão voltados para cima;

A figura 6c é uma vista em perspectiva das bases do dispositivo porta-amostra líquida da figura 6a no qual os lados internos estão voltados para cima;

A figura 7 é uma vista seccional do dispositivo porta-amostra líquida na configuração montada da figura 6a;

[0026] Com referência às figuras, está mostrada uma modalidade preferida e não limitante de um dispositivo para a medição das propriedades elétricas de amostras geológicas, indicado como um todo por 10.

[0027] O dispositivo de medição 10 compreende um corpo oco, preferivelmente cilíndrico, consistindo em duas meias conchas 11, 12, uma deslizando coaxialmente sobre a outra, sobrepondo parcialmente em correspondência a uma porção 11a, 12a com uma pequena espessura.

[0028] Um par de contatos coplanares 13, 14 é vantajosamente situado em cada base das meias conchas 11, 12.

[0029] Cada par de contatos coplanares compreende um primeiro eletrodo para a injeção da corrente 14, com uma forma substancialmente plana e provido com um furo passante 17, em correspondência com o qual um segundo eletrodo fica arranjado para medir a tensão (13).

[0030] Os primeiros eletrodos de injeção da corrente 14 são preferivelmente de forma circular e o furo passante 17 fica posicionado no centro do mesmo. Além disso, em uma modalidade preferida, os primeiros eletrodos 14 são feitos de latão metalizado com ouro.

[0031] Na superfície 14a do primeiro eletrodo de injeção de corrente 14 que fica voltado para dentro do dispositivo de medição, uma folha 15 feita de metal nobre, preferivelmente ouro puro, não endurecido por trabalho a frio do ouro, é soldada.

[0032] A folha 15 é de preferência extremamente plástica e deforma pela aderência na superfície da amostra geológica submetida a medição, quando uma pressão suficientemente alta é exercida no eletrodo 14. Esta folha 15 também protege o primeiro eletrodo 14 de corrosão por causa da salmoura.

[0033] No outro lado do primeiro eletrodo de injeção de corrente 14, existe uma pluralidade de alojamentos circulares 18 para o primeiro dispositivo elástico 30, tais como, por exemplo, molas de compressão, preferivelmente distribuídas uniformemente.

[0034] Na modalidade mostrada, existem três alojamentos arranjados 120° um do outro.

[0035] Nesta modalidade preferida, as molas 30 são feitas de cabo de aço harmônico com um diâmetro de 1,25 mm e têm um diâmetro de 9,25 mm, um comprimento livre de 22,0 mm e um comprimento útil mínimo de 10,5 mm (espiras usadas 5,5). A constante dessas molas 30 é preferivelmente 9,92 N/mm.

[0036] Nesta modalidade preferida e não limitante, para uma compressão de 4 mm, no geral igual à metade da compressão máxima admitida pela geometria dos dispositivos de medição 10, é necessário exercer uma força de 35,68 N em cada mola 30, isto é, uma força geral de 107 N correspondente a uma força de peso total de 10,9 kg.

[0037] Considerando uma superfície de amostra de cerca de 5 cm^2 , a fim de exercer a compressão referida, é necessário aplicar uma pressão de 2 atm.

[0038] As molas 30 que suportam o primeiro eletrodo de injeção de corrente circular 14 são alojadas em um elemento de suporte 20 feito de material isolante, preferivelmente Teflon®.

[0039] Um elemento anular 21 - também feito de material isolante, preferivelmente Teflon®, cuja função é manter o primeiro eletrodo de injeção de corrente 14 em posição e acioná-lo durante a fase na qual o contato é estabelecido, por compressão, entre o dito eletrodo 14 e a amostra - é apertado no elemento de suporte 20.

[0040] O elemento anular 21 tem, na sua parte inferior, um primeiro alojamento 22 para o primeiro eletrodo de injeção de corrente 14 e, na parte superior, um segundo alojamento 23 para receber as amostras de rocha cilíndricas submetidas à medição.

[0041] Os dois segundos alojamentos opostos 23, cada qual correspondente a

um dos dois pares de eletrodos 13, 14, formam, dentro do dispositivo de medição 10, uma sede do alojamento para as amostras em medição.

[0042] Na modalidade alternativa ilustrada na figura 5a, o elemento anular 21a tem um segundo alojamento 23a com dimensões tais a alojar amostras cilíndricas com um grande diâmetro, e um anel redutor 24 adequado para tornar o segundo alojamento 23a apropriado para também alojar amostras com um menor diâmetro.

[0043] Este dispositivo possibilita passar, de uma maneira simples, da medição de amostras com um menor diâmetro, para o de amostras com um maior diâmetro, simplesmente inserindo ou removendo o anel redutor 24.

[0044] Graças à pluralidade de molas 30, os eletrodos de injeção de corrente 14 são suficientemente livres para dobrar para se adaptarem às faces da amostra cilíndrica, caso essas não sejam perfeitamente paralelas.

[0045] O segundo eletrodo para a medição da tensão 13, concêntrico com o primeiro eletrodo de injeção de corrente 14, consiste em um contato de mola ou sonda, preferivelmente metalizado com ouro.

[0046] A dita sonda 13 inclui no seu interior segundo dispositivo elástico que garante contato com a amostra. Esses segundo dispositivo elástico preferivelmente tem uma constante elástica de 1,2 N/mm.

[0047] A sonda 13 consiste em uma tomada 32, preferivelmente feita de cobre-berilo, ouro metalizado em níquel, e um tubo do alojamento 31 ou plugue, preferivelmente feito de liga metálica metalizada com ouro. A resistência geral da sonda 13 é preferivelmente menor que 15 mOhm.

[0048] A parte do terminal livre 25 da tomada 32 que, na posição de espera, excede o plano do primeiro eletrodo 14, é levada para o nível do plano do dito primeiro eletrodo 14 pelo carregamento da amostra. A conseqüente compressão da tomada 32 assume um bom contato entre a sonda 13 e a amostra.

[0049] No caso do segundo dispositivo elástico dimensionado da maneira supradescrita, de fato, a força exercida na porção de extremidade 25 da tomada 32 é igual a 6 N e a pressão exercida na amostra pela porção de extremidade livre 25 da tomada 32 é da ordem de cerca de dez atmosferas.

[0050] A fim de garantir um bom contato com a superfície da amostra, a porção da extremidade livre 25 da tomada é ampliada e, preferivelmente, na forma de uma gota esférica, ou, alternativamente, uma gota esférica em um material condutor maleável, e, preferivelmente, estanho ou índico, é soldada em correspondência com a dita parte de extremidade 25.

[0051] Cada vez que o segundo eletrodo 13 é comprimido contra a superfície da amostra, a ampliação 25 é deformada e adere na superfície da amostra, em decorrência da redução da resistência do contato.

[0052] O diâmetro da parte da extremidade livre 25 da tomada 32 na forma de uma gota esférica é preferivelmente 2,54 mm.

[0053] O segundo eletrodo 13 fica arranjado concentricamente no furo 17 do primeiro eletrodo de injeção de corrente 14 e é separado deste por um espaço circular de extensão muito maior, no material, da camada dupla de cargas produzidas pela polarização dos eletrodos que é uma ordem de grandeza de nanômetros.

[0054] Em uma modalidade preferida, as sondas 13 têm uma superfície usinada que favorece um melhor contato no caso de amostras ásperas e incoerentes.

[0055] Esta configuração com uma superfície usinada também mostra-se particularmente adequada na presença de camadas de óleo mineral acumulado na face da amostra, já que os dentes da usinagem podem penetrar nas primeiras camadas da amostra que entram em contato com as porções mais homogêneas da amostra e medir diferenças de potencial mais precisas.

[0056] A sonda 13 é montada no corpo de suporte 26 feito de material isolante, preferivelmente Teflon®, e é rigidamente bloqueada, preferivelmente por meio de parafusos 33, também feitos de material isolante, tal como náilon, por exemplo, no elemento de suporte 20 que contém as molas 30 e o primeiro eletrodo de injeção de corrente 14.

[0057] A unidade consistindo nos elementos de suporte 20 e elementos anulares 21, o corpo de suporte 26 e também o primeiro e segundo eletrodos 13, 14, é, por sua vez, rigidamente alojado na meia concha relativa 11, 12 que é preferivelmente

feita de aço, por meio de dispositivos de fixação adequado 19 feito de material isolante.

[0058] Desta maneira, o corpo cilíndrico consistindo nas duas meias conchas 11, 12 age como blindagem metálica e, de acordo com as exigências, pode ser conectado na massa ou deixado flutuante.

[0059] O dito corpo cilíndrico 11, 12 exerce diferentes funções entre as quais as principais são:

- manter os eletrodos 13, 14 e a amostra constantemente alinhados;
- deixar que os eletrodos 13, 14 se aproximem um do outro para garantir e manter o contato elétrico com a amostra;
- isolar a amostra e eletrodos 13, 14 do ruído eletromagnético externo; e
- manter a amostra em um ambiente com uma umidade controlada.

[0060] A fim de monitorar as condições do ambiente dentro do corpo cilíndrico 11, 12, existe um sensor de temperatura e um sensor de umidade relativa acessíveis pelo lado de fora através de um conector 27 presente na parte inferior do corpo cilíndrico 11, 12.

[0061] A umidade relativa do ambiente de medição é controlada, colocando o interior do corpo cilíndrico 11, 12 em contato com um ambiente com uma umidade definida, por meio de uma conexão gasosa 28 aplicada na parte superior 11 do corpo cilíndrico.

[0062] O requerente observou, durante alguns testes, que o nível de umidade relativa medido pelo sensor, uma vez que a amostra tenha sido inserida e o dispositivo de medição 10 fechado, aumenta até atingir um valor estável.

[0063] Com referência às figuras 6a-6c e 7, essas mostram um dispositivo porta-amostra líquida 50 que pode ser inserido no dispositivo de medição 10 de acordo com a presente invenção quando as propriedades elétricas de uma amostra líquida têm que ser determinadas.

[0064] O dito dispositivo porta-amostra líquida 50 preferivelmente tem dimensões externas típicas de uma amostra de testemunho de rocha, isto é, 38 mm de diâmetro e 44 mm de altura.

[0065] O dito dispositivo 50 é então inserido no protótipo de medição 10 no lugar de uma amostra geológica sólida e permite que vários testes sejam realizados, além das calibrações, nas quais as medições são feitas subsequentemente.

[0066] A superfície lateral consiste em um corpo oco cilíndrico 51 feito de material plástico, tal como náilon.

[0067] Um par de contatos 52, 53 fica arranjado em cada uma das duas extremidades do corpo cilíndrico oco 51. O dito par de contatos 52, 53 é produzido com um primeiro eletrodo perfurado externo 52 para a injeção da corrente e com um segundo eletrodo concêntrico 53, isolado por um anel feito de um material isolante, preferivelmente Teflon®.

[0068] O primeiro e segundo eletrodos 52, 53, preferivelmente, têm dimensões de 38 mm e 2 mm, respectivamente.

[0069] Dentro do corpo oco 51, o diâmetro do primeiro eletrodo metálico 52 é preferivelmente 25,4 mm. A distância entre os dois pares de eletrodos 52, 53 é preferivelmente 20,3 mm.

[0070] Uma série de parafusos permite acesso ao interior do corpo oco 51, possibilitando assim encher e esvaziar o dispositivo porta-amostra líquida 50 das amostras relativas.

[0071] Os dois pares de contatos 52, 53 são aparafusados no corpo cilíndrico oco 51 e o fechamento selado é garantido pelo anel-O de borracha e/ou fita Teflon® (não ilustrada).

[0072] O funcionamento do dispositivo de medição 10 das propriedades elétricas de amostras geológicas de acordo com a presente invenção é o seguinte.

[0073] No caso de uma amostra sólida, um testemunho cilíndrico desta amostra é inserido em um dos dois segundos alojamentos 23 no corpo metálico 11, 12.

[0074] Senão, no caso de uma amostra líquida, a amostra é introduzida no dispositivo porta-amostra líquida 50 que é então inserida nos segundos alojamentos 23 no lugar do testemunho da amostra sólida.

[0075] O dispositivo de medição 10 é então fechado e uma pressão crescente é exercida, por exemplo, entre 2 e 4 atmosferas, nas duas bases das meias conchas

11, 12, por meio de uma prensa hidráulica, até que um bom contato elétrico seja estabelecido entre os eletrodos 13, 14 e a amostra, ou o dispositivo porta-amostra líquida 50.

[0076] Os sinais se tornam acessíveis a um analisador de impedância por meio de quatro conectores 29, preferivelmente do tipo BNC, eletricamente isolados pelo corpo cilíndrico 10.

[0077] Os conectores 29 são preferivelmente conectados nos respectivos eletrodos 13, 14 com cabos coaxiais protegidos.

[0078] Desta maneira, o condutor externo de cada cabo, conectado a cada condutor ENC externo 29, pode flutuar livremente, independente do potencial do corpo cilíndrico 11, 12 que pode ser livremente aterrado.

[0079] O isolamento elétrico entre os eletrodos 13, 14 e no sentido da massa é garantido pelo uso de material isolante, tal como, por exemplo, Teflon®, para os elementos anulares 21 que suportam a amostra e ficam em contato com os eletrodos 13, 14 e outro material isolante, tal como, por exemplo, náilon, com relação ao dispositivo de fixação 19, que garante a unificação de suportes 20, 21, 26 e eletrodos 13, 14 com o corpo cilíndrico metálico 11, 12.

[0080] Um anel de centralização adicional feito de material isolante (não ilustrado) que desliza dentro do corpo cilíndrico 11, 12 pode ser usado para guiar as bases das amostras maiores em direção aos alojamentos 23 dos eletrodos de medição 13, 14.

[0081] As características do dispositivo, objetos da presente invenção, são evidentes a partir da descrição apresentada, como também as vantagens relativas.

[0082] O dispositivo de medição das propriedades elétricas das amostras geológicas de acordo com a presente invenção torna possível realizar medições tanto com dois quanto quatro eletrodos na mesma amostra, sem a necessidade de ter que mudar a configuração. As duas técnicas de medições podem, portanto, ser aplicadas em rápida sucessão.

[0083] Além disso, a forma particular dos eletrodos torna desprezíveis os erros sistemáticos e a superestimativa da resistência, quando o dispositivo é comandado

para realizar medições com dois eletrodos, e também oferece medições precisas, quando feitas a alta frequência, quando o dispositivo é comandado para realizar medições com quatro eletrodos.

[0084] Finalmente, o dispositivo assim concebido pode obviamente sofrer inúmeras modificações e variantes, todas incluídas na invenção, além disso todos os detalhes podem ser substituídos por elementos tecnicamente equivalentes. Na prática, os materiais usados, como também as dimensões, podem variar de acordo com as exigências técnicas.

REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo de medição (10) das propriedades elétricas de amostras geológicas compreendendo um corpo oco (11, 12) tendo um eixo longitudinal e consistindo em uma primeira meia concha superior (11) e uma segunda meia concha inferior (12), as meias conchas superior e inferior (11, 12) deslizando uma dentro da outra coaxialmente com o dito eixo longitudinal, dentro do dito corpo (11, 12), havendo uma sede do alojamento para alojar uma amostra cilíndrica, dita sede de alojamento sendo coaxial com dito eixo longitudinal e tendo extremidades opostas axialmente, dois pares de eletrodos (13, 14) sendo considerados voltados para a dita sede do alojamento para a injeção de corrente em dita amostra e para medir a tensão nas extremidades da dita amostra, caracterizado pelo fato de que os ditos pares de eletrodos (13, 14) são pares de eletrodos coplanares, cada par situado em uma das ditas extremidades opostas axialmente da dita sede do alojamento, dita sede de alojamento sendo formada dentro do dispositivo de medição por dois segundos alojamentos opostos (23, 23a), cada qual correspondente a um dos ditos dois pares de eletrodos coplanares (13, 14).

2. Dispositivo de medição (10) das propriedades elétricas de amostras geológicas, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que cada um dos ditos pares de eletrodos coplanares (13, 14) compreende um primeiro eletrodo de injeção de corrente (14) com uma forma plana e equipado com um furo passante (17) e um segundo eletrodo para medir a tensão (13) situado em correspondência de o dito furo (17).

3. Dispositivo de medição (10) das propriedades elétricas de amostras geológicas, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que uma folha (15) feita de um metal nobre é soldada na superfície (14a) do dito primeiro eletrodo de injeção de corrente (14) que fica voltado internamente para dita sede do alojamento .

4. Dispositivo de medição (10) das propriedades elétricas de amostras geológicas, de acordo com a reivindicação 2 ou 3, caracterizado pelo fato de que o dito primeiro eletrodo de injeção de corrente (14) é suportado por uma pluralidade de primeiros dispositivos elásticos (30) alojado em um elemento de suporte (20) feito de

material isolante.

5. Dispositivo de medição (10) das propriedades elétricas de amostras geológicas, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que um elemento anular (21, 21a) é apertado no dito elemento de suporte (20), é feito de um material isolante e compreende, em um primeiro lado voltado em direção dito elemento de suporte (20), um primeiro alojamento (22) adequado para receber o dito primeiro eletrodo de injeção de corrente (14) e, em um segundo lado voltado em direção dita sede de alojamento, um segundo alojamento (23, 23a) adequado para receber a dita amostra.

6. Dispositivo de medição (10) das propriedades elétricas de amostras geológicas, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que o dito elemento anular (21a) compreende um anel redutor (24) adequado para reduzir as dimensões do dito segundo alojamento (23a).

7. Dispositivo de medição (10) das propriedades elétricas de amostras geológicas, de acordo com qualquer uma das reivindicações 2 a 6, caracterizado pelo fato de que o dito segundo eletrodo para medir a tensão (13) consiste em um contato de mola (13) provido com segundo dispositivo elástico que age com base em uma tomada (32) alojada em um tubo do alojamento (31).

8. Dispositivo de medição (10) das propriedades elétricas de amostras geológicas, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que a parte da extremidade livre (25) da dita tomada compreende uma ampliação feita de um material condutor maleável.

9. Dispositivo de medição (10) das propriedades elétricas de amostras geológicas, de acordo com a reivindicação 7 ou 8, caracterizado pelo fato de que o dito contato de mola (13) tem uma superfície usinada.

10. Dispositivo de medição (10) das propriedades elétricas de amostras geológicas, de acordo com qualquer uma das reivindicações 7 a 9, quando dependentes da reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que o dito contato de mola (13) é montado em um corpo de suporte (26) feito de material isolante apertado no dito elemento de suporte (20) do dito primeiro eletrodo (14).

11. Dispositivo de medição (10) das propriedades elétricas de amostras geológicas, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que dito elemento de suporte (20), dito elemento anular (21), dito corpo de suporte (26) e ditos primeiro e segundo eletrodos (13, 14) formam uma unidade que é rigidamente alojada na meia concha inferior ou superior relativa (11, 12).

12. Dispositivo de medição (10) das propriedades elétricas de amostras geológicas, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que, na dita sede do alojamento um dispositivo porta-amostra líquida (50) é alojado, consistindo em um corpo cilíndrico oco (51), havendo um par de contatos (52, 53) em cada uma das extremidades do dito corpo cilíndrico oco (51).

13. Dispositivo de medição (10) das propriedades elétricas de amostras geológicas, de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que o dito par de contatos (52, 53) compreende um primeiro eletrodo perfurado externo (52) para a injeção de corrente e um segundo eletrodo (53) concêntrico com o dito primeiro eletrodo (52) e isolado do mesmo por meio de um anel feito de um material isolante.

14. Dispositivo de medição (10) das propriedades elétricas de amostras geológicas, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que o dito corpo oco (11, 12) compreende um conector (27) para conexão externa de um sensor.

15. Dispositivo de medição (10) das propriedades elétricas de amostras geológicas, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que compreende uma conexão gasosa (28) adequada para colocar o interior do dito corpo oco (11, 12) em contato com um ambiente de umidade pré-estabelecida e/ou com um dispositivo que mede a umidade dentro do dito corpo oco (11, 12).

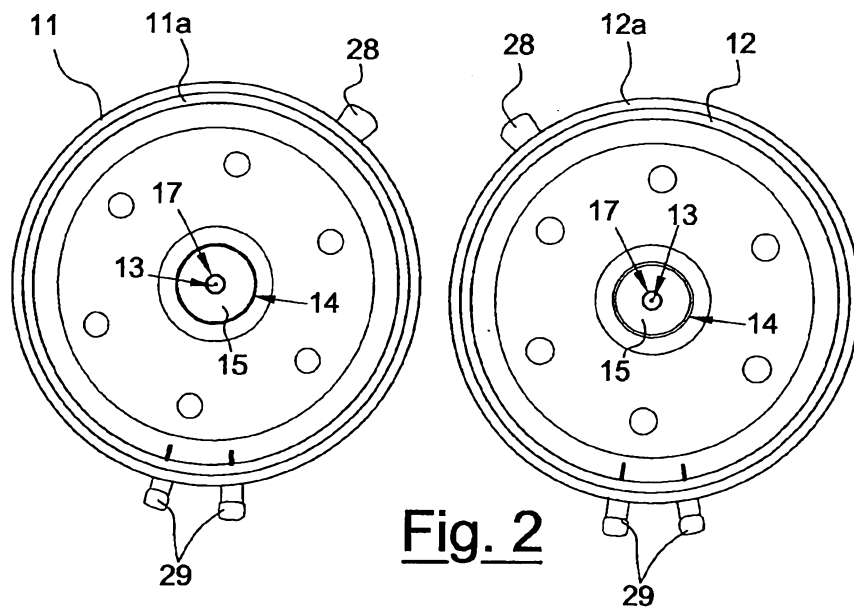
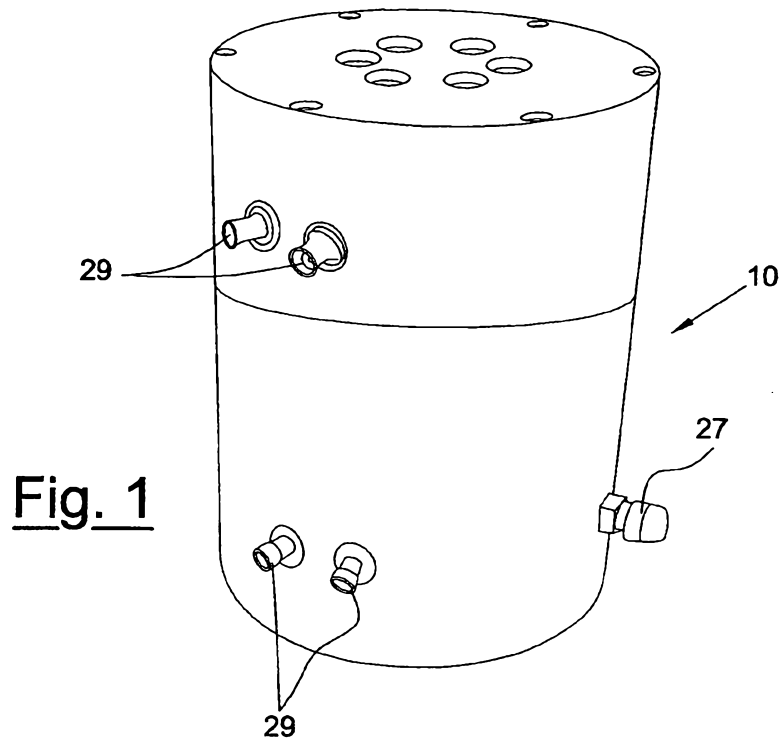
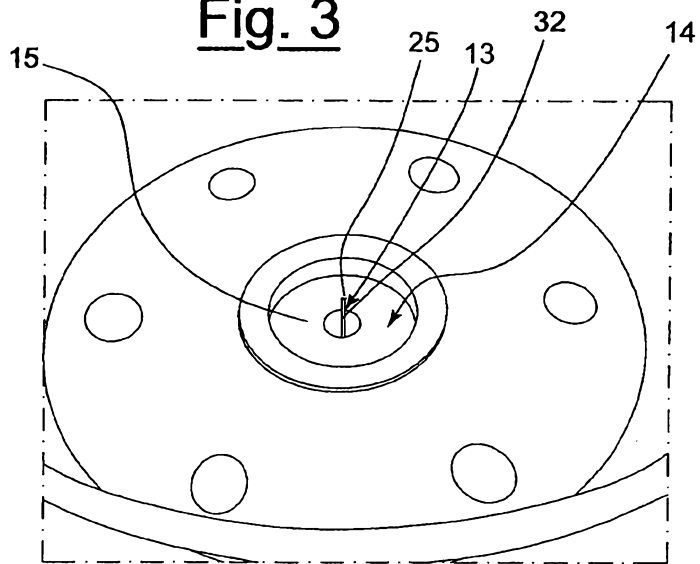
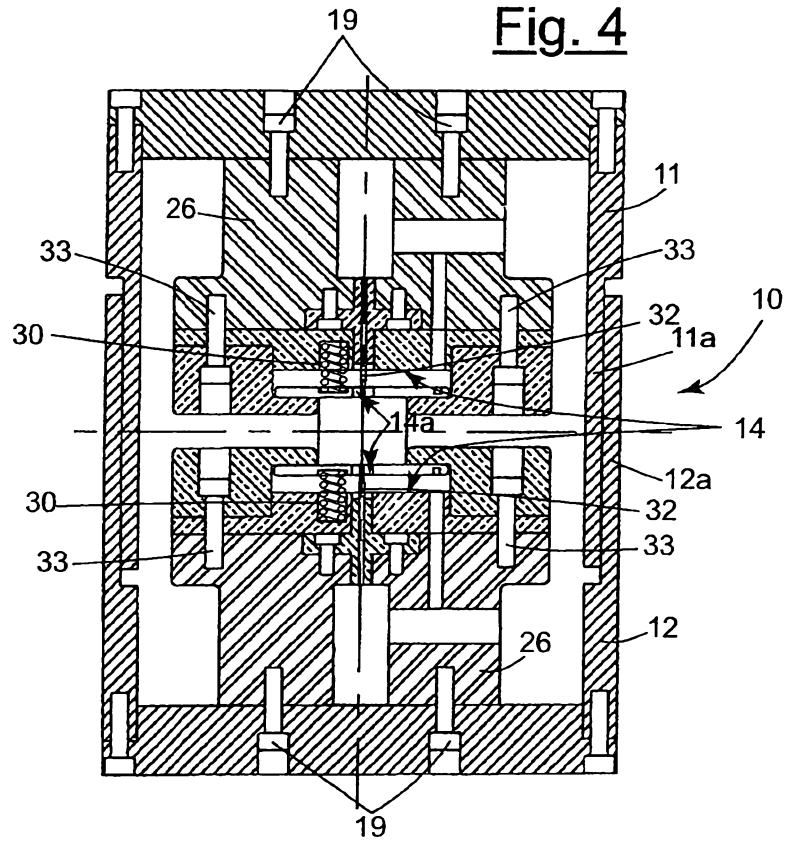
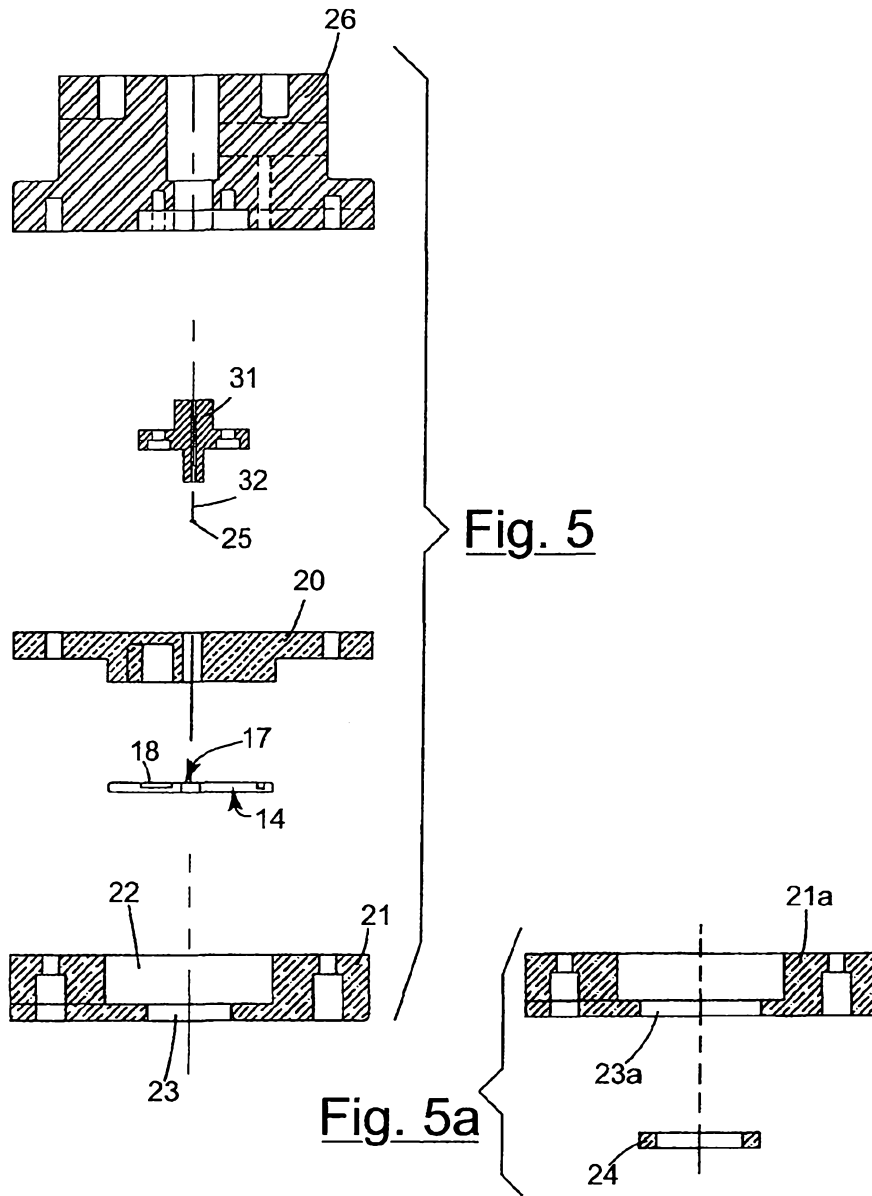


Fig. 3**Fig. 4**



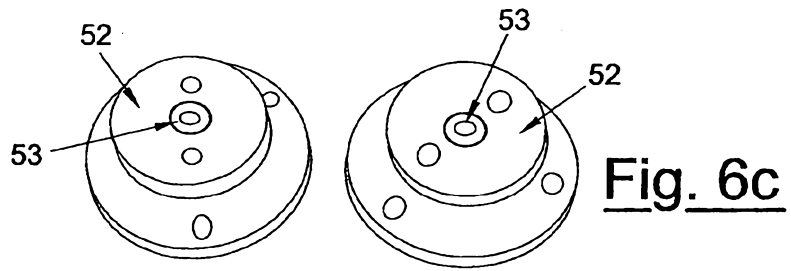
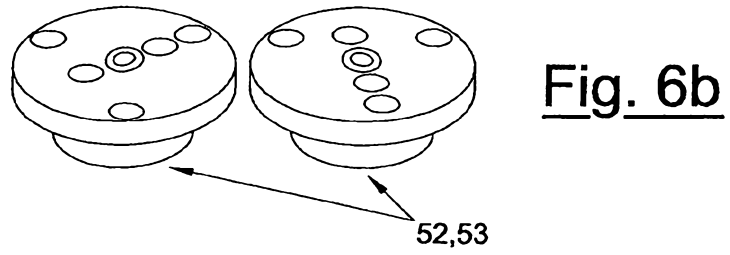
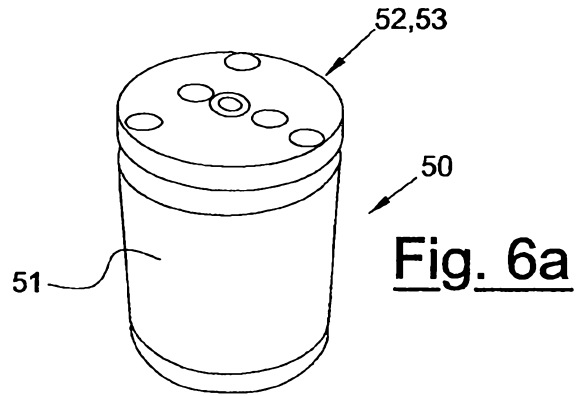
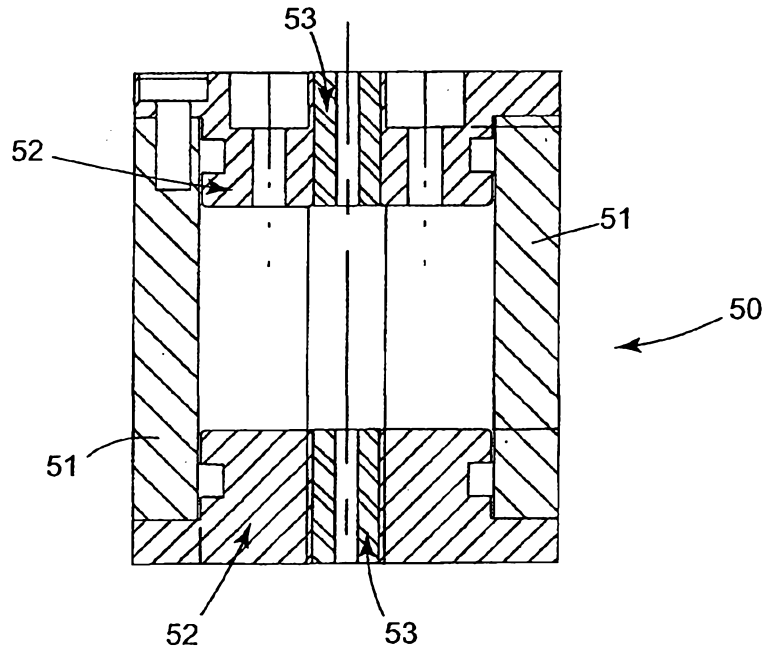


Fig. 7



RESUMO

“DISPOSITIVO DE MEDIÇÃO DAS PROPRIEDADES ELÉTRICAS DE AMOSTRAS GEOLÓGICAS”

A presente invenção diz respeito a um dispositivo de medição (10) das propriedades elétricas de amostras geológicas sólidas ou líquidas, tais como, por exemplo, rochas, preferivelmente de reservatórios de óleo ou gás, e fluidos de saturação dos mesmos, compreendendo um corpo oco (11, 12) consistindo em uma primeira meia concha (11) e uma segunda meia concha (12), as meias conchas superior e inferior (11, 12) deslizando coaxialmente uma dentro da outra, dentro do corpo (11, 12) havendo uma sede do alojamento (23) para uma amostra substancialmente cilíndrica, dois pares de eletrodos (13, 14) sendo considerados voltados para a sede do alojamento (23) para a injeção de corrente na amostra e para a medição da tensão nas extremidades da amostra, caracterizado em que os pares de eletrodos (13, 14) são pares de eletrodos coplanares, cada qual situado em uma extremidade da sede do alojamento (23).